

# SÄHKÖASEMIEN HUOLTO JA KUNNOSSAPITO

Enontekiön Sähkö Oy

Kallionlähde Tiina

Sähkötekniikan koulutusohjelma opinnäytetyö  
Sähkövoimatekniikka  
Insinööri (AMK)

VUOSI 2016

Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Sähkövoimatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Tiina Kallionlähde	<b>Vuosi</b>	2016
<b>Ohjaaja</b>	DI Jaakko Etto		
<b>Toimeksiantaja</b>	Enontekiön Sähkö Oy, toimitusjohtaja Jukka Kärki		
<b>Työn nimi</b>	Sähköasemien huolto ja kunnossapito		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	92 + 15		

---

Tämän työn aihe on verkostonhaltijalle kuuluvat sähköasemien huolto- ja kunnossapitotarkastukset. Työhön kerättiin tietoa siitä, mitä tulisi huomioida kunkin osaluheen tarkastuksia tehtäessä, miksi joidenkin kohteiden tarkastamiseen tulisi erityisesti kiinnittää huomiota ja millaisissa tilanteissa tulisi osata ennakoida huollon tarve. Työhön kerättiin tietoa huolto- ja käyttöönottomateriaaleista, kirjaston tietokannoista, tutkimalla sähköasemia ja tekemällä yhteistyötä eri sähköalojen työntekijöiden kanssa. Opinnäytetyön aihe saatiin Enontekiön Sähkö Oy:ltä.

Työssä selvitettiin jakelumuuntamoiden, erottimien ja muille sähköasemien kojeille tehtävät käyttöönotto-, varmennus-, määräaikais- sekä huolto- ja kunnossapitotarkastukset. Työn alkuvaiheessa aiheeseen perehdyttiin tekemällä sähköasemien tarkastuksia käytännössä ja tutustumalla aiheeseen keskustelemalla sähköalan ammattilaisten kanssa. Olennaisena osana työhön kuului myös tarkastuspöytäkirjojen uusiminen ja henkilökunnan kouluttaminen tämän työn pohjalta, jotta saavutettaisiin yhtenäinen käytäntö tarkastuksissa.

Työ oli hyvin laaja. Työ koottiin tiiviiksi kokonaisuudeksi jaoteltuna osa-alueisiin, jotta yhtenäinen tieto löydettäisiin helposti muistiksi kohteita tarkastettaessa. Työssä saavutettiin sille asetetut alkuperäiset tavoitteet hyvin.

Avainsanat tarkastukset, sähköasemat, muuntamot, erottimet

Lapland's University of Applied  
Sciences  
Technology  
Electrical Engineering

---

<b>Author</b>	Tiina Kallionlähde	Year	2016
<b>Supervisor</b>	Jaakko Etto, M.Sc. (Tech.)		
<b>Commissioned by</b>	Enontekiön Sähkö Oy Jukka Kärki		
<b>Subject of thesis</b>	Service and Maintenance of Electrical Station		
<b>Number of pages</b>	92 + 15		

---

The subject of this Bachelor's Thesis was the service and maintenance inspections of electrical stations of the owner of the electrical network. It was initiated by a contact to the company with Enontekiön Sähkö Oy. The work examines the inspections of transformer stations, isolating switchgear stations, et cetera introduction, confirmation, scheduled service and maintenance.

In the beginning of the thesis work, the subject was made familiar by inspecting the grids in practice and by studying the related material. The practical part of this study was to renew the inspection reports and give the foremen and electricians training based on the new reports and this study.

The targets that were set in the work were quite accurately reached.

Key words inspections, electrical stations, transformer stations, isolating switchgear

1	JOHDANTO .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
2	KÄYTTÖ JA TURVALLISUUS .....	8
2.1	Sähkönjakelun kaaviot .....	8
2.2	Kytkentätoimenpideohjeet .....	8
2.3	Kojeiden käyttöohjeet .....	9
2.4	Työmaadoitusohje .....	11
3	ENNALTAEHKÄISEVÄT TOIMENPITEET .....	13
3.1	Määräaikaistarkastukset .....	13
3.2	Käyttöönottotarkastukset .....	14
3.3	Varmennustarkastukset .....	16
3.4	Haltijan toimesta tehtävät tarkastukset .....	17
3.4.1	Sähköaseman kuukausitarkastus .....	17
3.4.2	Sähköaseman vuositarkastus .....	21
4	SÄHKÖNJAKELUVERKON LAITTEISTON KUNNOSSAPITO .....	24
4.1	Erottimien kunnossapito .....	24
4.2	Katkaisijoiden kunnossapito .....	30
4.3	Tehomuuntajien kunnossapito .....	38
4.3.1	Tehomuuntajien huoltaminen .....	39
4.3.2	Tehomuuntajien öljyanalyysi .....	44
4.4	Mittamuuntajien kunnossapito .....	47
4.5	Puisto- ja kiinteistömuuntamoiden kunnossapito .....	49
4.6	Pylväsmuuntamoiden kunnossapito .....	52
4.7	Kaapelijakokaappien ja jakokeskusten kunnossapito .....	54
4.8	Lämpökuvaus .....	57
4.9	Maadoitusten kunnonvalvonta ja mittaukset .....	59
4.10	Suojareleiden koestus .....	62
4.11	Akustojen kunnossapito .....	69
4.12	Tasasuuntaajien ja UPS-laitteiden kunnossapito .....	72
4.13	Kaukokäyttölaitteiden kunnossapito .....	74

---

5	SÄHKÖNJAKELUVERKON VOIMAJOHTOJEN KUNNOSSAPITO JA JA TARKASTUKSET.....	78
6	SÄHKÖILOJEN SAMMUTUSOHJEET.....	83
7	SÄHKÖTAPATURMAN ENSIAPU.....	88
8	SÄHKÖASEMAN SIIVOUS.....	90
9	VIESTINTÄVÄLINEET.....	91
10	POHDINTA.....	92
	LÄHTEET	
	LIITTEET	

|

## ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty Enontekiön Sähkö Oy:n käyttöön. Opinnäytetyöni valinnassa ja tietojen hankinnassa minua on avustanut Enontekiön Sähkö Oy:n toimitusjohtaja Jukka Kärki. Opinnäytetyöni sisältöä on tarkistanut JT-Export Oy:n toimitusjohtaja Jukka Sikanen. Lapin ammattikorkeakoulun (Kemi) puolelta työtä on ohjannut ja tarkastanut diplomi-insinööri Jaakko Etto. Haluan osoittaa heille parhaat kiitokseni heiltä saamastani neuvoista, ohjeista ja luottamuksesta.

Kiitokset Enontekiön Sähkö Oy:n työtovereilleni, jotka jaksoivat neuvoa ja opettaa minulle monia käytännön asioita ja perehdyttää minua sähkölaitostyöhön.

14.11.2016



Tiina Kallionlähde

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheen, sähköasemien huolto- ja kunnossapito, sain Enontekiön Sähkö Oy:n toimitusjohtajalta. Enontekiön sähkölaitoksella oli puutteellinen nykyisen lainsäädännön mukainen sähköasemien huolto- ja kunnossapitosuunnitelma, jota nyt haluttiin päivittää tämän työn puitteissa. Aiheen sisältö on laaja, mutta mielenkiintoinen. Aihe sisältää melkein kaikki kojeistot ja laitteet, joita Enontekiön sähköasemilla ja -verkossa tarvitaan sähkönsiirtoon. Tietojen keräämiseen on käytetty asemiin tutustumista, haastatteluja, laitteiden huolto- ja kunnossapitomateriaaleja, kirjaston tietokantaa, internettiä sekä osallistumista itse kyseisiin töihin.

Enontekiön Sähkö Oy:llä on viisi sähköasemaa Enontekiön kunnan alueella. Enontekiön väestötiheys on vain 0,23 asukasta/km<sup>2</sup>, ja se on Suomen toiseksi harvimpaan asuttu kunta. Sähkölinjaa asiakasta kohti on 425 m, linjan kokonaismitta on reilu 735 km, linjat ovat säteittäisiä ja tämän lisäksi sääolosuhteet luovat linjan kunnossapidolle omat haasteensa.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään tarkastusten sisältöä ja tekotapaa, samoin asematarkastuskaavakkeet ovat yleiskaavakkeita eri laitteistoille ja sähköasemille. Opinnäytetyön tarkoitus on helpottaa sähköverkkoasentajien työtä, perehdytystä, käytäntöjen yhdenmukaistamista ja tietoisuutta siitä, milloin asioille pitää tehdä jotakin ja minne otetaan yhteyttä.

## 2 SÄHKÖNJAKELUVERKON KÄYTTÖ JA TURVALLISUUS

### 2.1 Sähkönjakelun kaaviot

Standardin SFS 6001 mukaan kytkinlaitoksesta ja sen jakoverkosta laitteineen on oltava käytettävissä kaaviollinen esitys, ellei laitteisto ole niin yksinkertainen, että tarpeelliset tiedot ovat muutenkin ilmeisiä. Järjestelmistä on laadittu jakeluverkkokaavio ja kytkinlaitoskohtaiset pääkaaviot. 45 kV ja 20 kV -verkoston jakeluverkkokaavioista on kuvattu jakeluverkko kytkinlaitosten välisine yhteyksiineen ja johdintietoineen sekä verkkoon liittyvät muuntajat. Kytkinlaitoksista on laadittu kytkinlaitoskohtainen pääkaavio, josta ilmenee kytkinlaitoksen kiskojärjestelmä, kytkinlaitteet ja mittamuuntajat.

Kaavioiden ylläpidosta vastaa työnjohtaja. Kaikkien alkuperäisten kaavioiden paikkansapitävyys tarkistetaan vähintään kalenterivuosittain. Alkuperäiset kappaleet säilytetään arkistossa kunnantalolla. Kaavioihin vaikuttavista muutoksista ja lisäyksistä on ilmoitettava työnjohtajalle, joka tekee muutokset mahdollisimman nopeasti alkuperäisiin kappaleisiin ja vastaa edelleen uusien versioiden jakelusta ja arkistoinnista.

### 2.2 KytKentätoimenpideohjeet

20-, 45- ja 110 kV -kytkennöistä laaditaan ennen työn aloittamista kytkentäohjelma. Huolto- ja vikakorjaustoimenpiteiden ja häiriöiden vaatimia kytkentöjä suoritettaessa huomioidaan sähköasemien laitteiden toimintaohjeiden lisäksi seuraavaa.

Normaaleissa kytkentätoimenpiteissä varmistetaan ennen kytkemistä, että kytkentäohjelma soveltuu kyseessä olevaan kytkentätilanteeseen, selvitetään kojeiden-, muuntajien- ja kaapeleiden kuormitettavuus sekä ylivoimien asettelut ja selvitetään oikosulkuvirtakestoisuus.

Käyttötoimenpiteet suoritetaan kytkentäohjelmien mukaisesti ja siihen merkityksessä järjestyksessä ja yliviivataan suoritettu käyttötoimenpide.



Mikäli kytkentäohjelmassa on epäselvyyksiä, selvitetään ne ennen kytkennän aloittamista. Kytkenän aikana tulevat hälytykset selvitetään ennen kytkennän jatkamista, ja kytkennän suorittajat seuraavat kytkinlaitteiden toimintaa sekä keskeyttävät toimenpiteet vajaatoiminnan tai vaurion sattuessa. Kytkentää saa jatkaa vasta, kun vika on poistettu.

Kytkenän suorittaja varmistautuu siitä, että katkaisija on auki ennen kuin sen kanssa sarjassa oleva erotin avataan, ja kytkennän suorittaja harkitsee ennen toimenpiteen suorittamista odotettavissa olevaa seurausta. (SFS 6002.Y.4 (6.3.5.) 2015.)

Hätä- ja häiriökytkennöillä varmistetaan välittömän hengenvaaran estäminen ja sen uhatessa välttämättömät kytkentätoimenpiteet tehdään heti. Mikäli häiriötilanteessa suojaus ei toimi, suoritetaan tarvittavat ohjaukset käsin.

Tulipalon sattuessa sähkötilassa, kytkinkentällä, avojohdon alla tai kaapelipa-loissa tulee paloalue kytkeä jännitteettömäksi riittävän laajalta alueelta ja huolehdittava maadoittamisesta siten, että palokunta voi toimia turvallisesti. (SFS 6002.B.4. 45. 2015.)

Kytkenätoimenpiteissä tehdään ilmoitukset määränneelle sähkötyönjohtajalle kytkentätoimenpiteistä ennen ja jälkeen kytkentätoimenpiteitä, huomioidaan sähkötyöturvallisuuden valvonta ja jännitteettömyyden toteaminen. Huomioidaan työmaadoituksen toteuttaminen ja poistaminen, sekä työkohteen suojaaminen paljaiden jännitteisten osien läheisyydessä. Lisäksi huomioidaan kytkinlaitteiden lukitseminen työn ajaksi, työskentelyalueen merkitseminen ja tiedonkulku henkilöiden välillä. ( SFS 6002.6.2. 2015.)

### 2.3 Kojeiden käyttöohjeet

Kytkinlaitosten kojeiden käyttö- ja huolto-ohjeista selviää laitteen turvallinen, tehokas ja taloudellinen käyttö sekä kunnossapidon edellyttämät asiat. Käyttö- ja huolto-ohjeet on seuraavista kytkinlaitoskojeista, välineistä ja laitteista:

- tehomuuntajat

- mittamuuntajat
- katkaisijat
- erottimet
- työmaadoitusvälineet
- jännitteenkoettimet
- verkkokäskylaitteet
- kaukokäyttölaitteet
- suojareleet
- tahdistimet
- jännitteensäätäjät
- akustot tasasuuntaajat
- UPS-laitteet
- työaikaiset suojalevyt. (Strömberg, Vaunukatkaisija kojeisto käyttö- ja huolto-ohje. 1985. 235.1A.)

Työaikaiset suojalevyt on tarkoitettu sähkölain ammattihenkilöiden käyttöön, kun he joutuvat työskentelemään jännitteisten osien välittömässä läheisyydessä. Työskentelysuojauksen tarkoituksena on estää tahaton joutuminen vaarallisen lähelle paljaita jännitteisiä osia, tai sillä voidaan estää myös erottimen virheellinen kiinniketyminen. (Strömberg, Vaunukatkaisija kojeisto käyttö- ja huolto-ohje. 1985. 235.1A.)

Työskentelysuojaus ei suojaa mahdollisen oiko- tai maasulun yhteydessä syntyvää valokaaripurkausta vastaan. Työskentelysuoja asennetaan kennossa tähän tarkoitukseen oleviin urakiskoihin. Tarkistetaan työskentelysuojan arvokilvestä, että käytetään oikeaa suojaa. Säilytetään työskentelysuoja pystyasennossa paikassa, jossa se ei joudu alltiiksi kuumuudelle, likaantumiselle, kosteudelle tai mekaaniselle rasitukselle. Vahingoittunutta työskentelysuojaa ei saa käyttää. (Strömberg, Vaunukatkaisija kojeisto käyttö- ja huolto-ohje. 1985. 235.1A.)

Kytkinlaitoskoneiden, välineiden ja laitteiden toimittajalta edellytetään riittävän selkeiden ja yksityiskohtaisten käyttö- ja huolto-ohjeiden toimittamista. Ellei näin voida menetellä, käytönjohtaja vastaa käyttö- ja huolto-ohjeiden hankkimisesta. (SFS 6001.15.)

Ohjeiden ylläpidosta vastaa työnjohtaja. Ohjeisiin vaikuttavista muutoksista ja lisäyksistä on ilmoitettava työnjohtajalle, joka tekee muutokset mahdollisimman nopeasti alkuperäisiin kappaleisiin ja vastaa uusien versioiden käyttöön saattamisesta.

## 2.4 Työmaadoitusohje

Suoritettaessa 20-, 45- tai 110 kV kytkinlaitoksella huolto- tai vikakorjaustoimenpiteitä, tulee jännitteettömäksi kytkemisen jälkeen, ennen varsinaisen työn aloittamista varmistua siitä, että kohde on työmaadoitettu. (SFS 6002. 2015. 6.2.)

Työmaadoituksen suorittamisen vaiheet ovat seuraavat

1. Suunnitellaan työmaadoitus (kytkentäohjelma).
2. Kytetään kohde jännitteettömäksi (katkaisija, erotin).
3. Estetään jännitteen pääsy kohteeseen (lukitus).
4. Varmistetaan, ettei ole takasyöttömahdollisuutta.
5. Todetaan jännitteettömyys
  - Tarkistetaan jännitteenkoettimen nimellisjännite.
  - Tarkistetaan jännitteenkoettimen kunto ja toiminta.
  - Suoritetaan koestus käyttöohjeiden mukaan.
  - Suoritetaan koestus kaikista vaiheista.
6. Työmaadoita
  - Tarkistetaan maadoitusvälineiden kunto.
  - Tarkistetaan maa- ja vaiheliittimien sopivuus.
  - Tarkistetaan sähköinen mitoitus.
  - Varmistetaan maadoituspaikasta.
  - Varmistetaan, ettei maadoitus voi katketa työn aikana (esim. kuristimen tai virtamuuntajan huolto).
  - Huomioidaan purkautumisaika kondensaattoria maadoitettaessa.
  - Käytettäessä siirrettävää työmaadoitusvälinettä, kytketään ensin maaliitin ja sitten vaiheliitin.

- Suoritetaan poistaminen päinvastaisessa järjestyksessä kuin kytkeminen.
- 7. Ilmoitetaan maadoituksesta ja tehdään tarvittavat merkinnät.
- 8. Varmistetaan ennen työmaadoituksen poistamisesta, että kaikki ovat poistuneet työkohteesta. Liite 11. (SFS 6002. 6.2. 2015.)

Työmaadoituslaitteet ovat sähköasemilla ja molemmissa työautoissa. Työmaadoitusvälineet olisi hyvä tarkistaa silmämääräisesti aina ennen käyttöä ja isommat huollot tehdä viikoittain, mikäli käyttöä on päivittäin. (Liite 10.)

Enontekiöllä työt tehdään pääsääntöisesti jännitteettömänä. Esimerkiksi tykkylumen poisto tehdään jännitteettömänä, mutta silti työ on jännitteistä ja työhön on asennoiduttava kuin jännitteelliseen työhön. Varsinaiset jännitetyöt Enontekiön Sähkö Oy ostaa ostopalveluna Muonion sähkölaitokselta. Kytkentätoimenpiteet ja maadoittamisen suorittaa Enontekiön Sähkön henkilöstö tai kyseessä oleviin toimenpiteisiin valtuutettu urakoitsija.

### 3 ENNALTAEHKÄISEVÄT TOIMENPITEET

Tarkastusten ja kunnossapidon tärkein tehtävä on taata sähköverkon toimintavarmuus. Tärkeimmät ennaltaehkäisevät toimenpiteet ovat öljyanalyysi ja lämpökuvaus.

Ennakoivalla kunnonvalvonnalla voidaan ehkäistä suunnittelemattomia sähkökatkoksia, tästä esimerkkinä on muuntajien öljyn kunnon mittaaminen. Liian korkea öljyn lämpötila sekä kaasu- tai kosteuspitoisuus voi ennakoida muuntajan vikaantumista. Kun edellä mainittu tiedetään, voidaan korjaus- tai vaihtotyö tehdä suunnitellusti ilman ehkä pitkääkin vikakorjaussähkökatkosta.

#### 3.1 Määräaikaistarkastukset

Tarkastusten ja kunnossapidon tärkein tehtävä on taata sähköverkon toimintavarmuus. KTM:n päätöksen 517/1996 § 3,4 sekä sähkölain § 21 mukaisesti käytössä oleville sähkölaitteistoille on tehtävä määräaikaistarkastuksia. Määräaikaistarkastus tehdään KTM:n päätöksen mukaisiin laitteistoihin.

Määräaikaistarkastuksen voi tehdä valtuutettu laitos luokan 1-3 laitteistoille tai valtuutettu tarkastaja luokan 1-3 laitteistoille. Toistoväli on sähköverkkojen osalta 5 vuotta. Määräaikaistarkastuksessa selvitetään riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla

- Sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja laitteistolle on tehty huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet.
- Sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä.
- Sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat. (KTMp 517/1996. 3. luku, 15 §.)

Sähköasema on verkon kohta, jossa voidaan suorittaa kytkentöjä, jännitteen muuntamista, sähköenergian siirron keskittämistä tai jakoa eri johdoille. Tämän perusteella sähköasemat jaetaan muuntoasemiin, kytkinlaitoksiin ja erotinase-

miin käyttötarkoituksensa mukaan. Määräaikaistarkastuksissa valvotaan kunnossapito-ohjelman toteutumista. (Vanha Henri. 2012.)

Mikäli määräaikaistarkastusten suorittaminen edellyttää käytössä olevan laitteiston jännitteettömäksi kytkemistä, täytyy tarkastusajankohta ajoittaa sopivaan keskeytystilanteeseen, ellei kohteella ole ohikytkeä mahdollisuutta.

Määräaikaistarkastuksesta on tehtävä tarkastuspöytäkirja haltijan käyttöön. Pöytäkirjasta on käytävä ilmi

- Kohteen yksilöintitiedot.
- Havaitut sähköturvallisuuden liittyvät puutteet, puutteiden tai vikojen tasonkuvaus, jotta korjausajan kiireellisyys olisi helpompi arvioida.
- Tarkastuksen tekijän allekirjoitus. (KTMp 517/1996. 3. luku, 15 §.)

Pöytäkirjat tallennetaan vuosiluvuilla varustettuihin kansioihin ja säilytetään työnjohtajan huoneessa. Määräaikaistarkastuksesta on lisäksi tehtävä KTM päätöksen mukainen ilmoitus turvatekniikan keskukselle. (KTMp 517/1996. 3. luku, 15 §.)

Jos tarkastuksessa havaitaan vikoja tai puutteita, joita ei ole korjattu tarkastuksen yhteydessä, arvioi työnjohtaja havaittujen vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos tarkastuksessa ei todeta huomautettavaa, kuitataan tarkastus suoritetuksi ja merkataan kohteen seuraava tarkastusarve ennakkohuolto-ohjelmaan.

### 3.2 Käyttöönottotarkastukset

KTM päätöksen 517/1996 mukaisesti sähkölaitteiston rakentajan on huolehdittava rakentamansa sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksesta ja sähkölaitteiston käyttöönottoon liittyvistä testauksista.

Käyttöönottotarkastuksella varmistetaan määräysten ja suunnitelmien mukaisuus, ettei sähkölaitteistosta aiheudu vaaraa terveydelle tai omaisuudelle ja ettei laitteisto synnytä häiriöitä. (KTMp 517/1996. 2. luku, 3§.)

Ennen kuin sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön, täytyy sille tehdä käyttöönottotarkastus. Käyttöönottotarkastus tehdään silmämääräisillä tarkastuksilla, toiminnan testauksilla sekä mittauksilla. Jokainen sähköasennus tarkastetaan silmämääräisesti asennuksen aikana ja / tai sen valmistuessa ja ennen kuin se otetaan käyttöön. Lisäksi asennuksille on tehtävä mahdollisuuksien mukaan sellaiset testit, joiden avulla todetaan, että määräyksiä on noudatettu. (KTMp 519/1996, 1-2 luku.)

Aistinvaraisessa tarkastuksessa tulee huomioida se, että suojajohdin on järjestelmien tärkein johdin turvallisuuden kannalta. Käyttöönottotarkastuksissa tulee jokaisen asennuksen suojajohtimien jatkuvuus mitata. Suojajohtimia ovat maadoitusjohtimet, suojamaadoitusjohtimet, potentiaalintasausjohtimet ja PEN- johtimet. PEN- johtimien kytkennöissä sekä suoja- ja nollajohtimen erillään oloon täytyy kiinnittää huomiota erityisesti. (SFS 6000-61.3.1)

Silmämääräisessä tarkastuksessa katsotaan ilmavälit, kaapelipäätteet, liitokset ja vaihejärjestys päävirtapiireissä, muuntosuhdeasettelut ja käyttömaadoitukset muuntajissa. Katsotaan mahdolliset öljyn pintojen tarkistukset ja vuodot öljyä sisältävissä kojeissa. Tehdään kojeiden mekaanisten ja sähköisten toimintojen kokeilut (ohjaukset, lukitukset, hälytykset, säätäjät, mittaukset).

Käyttöönottotarkastuksissa laitteistoille täytyy tehdä eristysresistanssin mittaus (tarkoittaa johtimien välistä resistanssia ohmeina). Mittaus on tehtävä kaikkien jännitteisten johtimien ja maadoitusjärjestelmään kytkettyjen johtimien välillä. Eristysresistanssin ja suojajohtimen jatkuvuus mitataan jännitteettömässä asennuksessa. Sähköjärjestelmän suojaus tulee olla toteutettuna siten, että siihen syntynyt vika kytkeytyy pois tietyssä ajassa tai vika kohdan virta rajoittuu vaarattoman pieneksi. (SFS 6000-61.3.3., SFS 6000-41.411.3.2.)

### 3.3 Varmennustarkastukset

Mikäli sähkölaitteistolle täytyy tehdä KTM päätöksen 517/96 mukaisesti käyttöönottotarkastuksen lisäksi varmennustarkastus, on se tehtävä kolmen kuukauden kuluessa käyttöönotosta ja verkonhaltijan kalenterivuoden aikana rakennetuille sähköverkoille seuraavan kalenterivuoden kuluessa. Varmennustarkastus tehdään KTM päätöksen mukaisiin laitteistoihin. (KTMp 517/1996. 2. luku, 5§.)

Varmennustarkastuksen voi tehdä valtuutettu laitos luokan 1-3 laitteistoille tai valtuutettu tarkastaja luokan 1-3 laitteistoille. Varmennustarkastuksessa selvitetään riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla, että sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuudelle asetetun tason ja sähkölaitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönottotarkastus. (KTMp 517/1996. 2. luku, 6§.)

Mikäli varmennustarkastuksen suorittaminen edellyttää käytössä olevan laitteiston jännitteettömäksi kytkemistä, täytyy tarkastusajankohta ajoittaa sopivaan tuotannonkeskeytystilanteeseen.

Varmennustarkastuksesta on tehtävä tarkastustodistus haltijan käyttöön. Todistuksesta on käytävä ilmi

- kohteen yksilöintitiedot
- selvitys sähkölaitteiston ja määräysten mukaisuudesta
- tarkastusmenetelmä
- tarkastuksen tekijän allekirjoitus. (KTMp 517/1996, 2:9 §.)

Todistukset säilytetään vuosilukutunnuksella varustetussa kansiossa työnjohtajan huoneessa.

Jos tarkastuksessa havaitaan vikoja tai puutteita, joita ei ole korjattu tarkastuksen yhteydessä, valvoo työnjohtaja havaittujen vikojen kuntoon saattamisen ensi tilassa.



### 3.4 Haltijan toimesta tehtävät tarkastukset

Kytkinlaitosten määräaikaistarkastukset, joista osa perustuu suoraan SFS 6001 ja KTM päätöksen 517/1996 vaatimuksiin. Määräaikaistarkastuksilla tarkoitetaan valtuutetun laitoksen tai valtuutetun tarkastajan suorittamaa tarkastusta. Määräaikaistarkastus on tehtävä verkonhaltijan sähkölaitteistolle (luokan 3 laitteisto, sähköjakeluverkko) vähintään 5 vuoden välein. Laajin suoritettavista tarkastuksista on sähköaseman kuukausitarkastus, jota täydennetään kerran vuodessa sulan maan aikana tehtävällä sähköaseman vuositarkastuksella. Kytkinlaitosten toiminnasta ja kunnosta tehdään havaintoja myös käyttötoimenpiteitä suoritettaessa. (KTMp 517/1996. 3:14§.)

#### 3.4.1 Sähköaseman kuukausitarkastus

Sähköaseman kuukausitarkastus suoritetaan 20-, 45- (ja 110) kV kytkinlaitoksille (sähköasemille) kuukauden välein. Sähköaseman piirustukset, tuoteluettelot, kojeistuskansiot ja piirikaaviot (alkuperäiset piirikaaviot) säilytetään Sähkölaitoksen arkistossa ja kopiot kunkin sähköaseman tiedoista omalla sähköasemallaan. Sähköaseman kuukausitarkastuksessa suoritetaan mm. seuraavien kohteiden tarkastukset / toimenpiteet:

##### Valvomo / reletila

- kaukohälytyksen kokeilu
- releindikoinnit (hälytykset)
- asennonosoittimien asentotiedot
- valintakytkimien asennot
- käämikytkimien asentotiedot
- ohjaus-kuittauskytkimien merkkilamput
- piirustukset ja kaaviot
- varoituskilvet ja ohjeet

- sisätilojen lämpötilat
- sisällä olevien sähkötilojen lukitus
- sisällä olevien sähkötilojen valaistus
- rakennuksen yleistarkastus. (Jakovesi. 1996.)

#### Akkuhuone ja tasasähköjärjestelmä

- tasasähkökeskuksen jännite- ja maavuotomittaus
- akuston yleistarkastus ja puhdistus
- avoimen akuston elektrolyytin määrän tarkastus ja tarvittaessa lisäys
- akuston napajännitemittaus
- akuston kennojännitemittaus kerran vuodessa
- tasasuuntaajan yleistarkastus
- tasasuuntaajan kuormitusvirtamittaus: näyttää sen virran minkä tasasuuntaaja kuluttaa, relekuorma näkyy tasasuuntaajan mittarissa, lukema pitää pysyä vakiona. Jos arvo nousee, se kertoo että joku akku on viallinen.
- UPS-laitteen yleistarkastus
- lämpötila (akkuhuoneen ihannelämpötila 16 – 20 °C)
- ilmastointi
- varoituskilvet suojarusteet
- tasasähkökeskuksen yleistarkastus. (Jakovesi. 1996.)

#### 20 kV sisäkytkinlaitos

- kiskoston tarkastus
- sähkötilan lukitus
- varoituskilvet ja ohjeet
- yleisjärjestys ja siisteys
- tilan lämmitys

- tilan valaistus

#### 20 kV katkaisijat

- eristimet, liittimet
- vähäöljykatkaisijoiden katkaisupäiden öljyn määrä
- ohjaimen yleistarkastus

#### 20 kV erottimet

- eristimet, liittimet, koskettimet

#### 20 kV mittamuuntajat (hartsiset)

- eristimet, liittimet

#### 20 kV jakelumuuntajat

- yleistarkastus
- paisuntasäiliön öljynkorkeus
- ilmankuivain
- öljyn lämpötila
- eristimet, liittimet
- ylijännitesuojat
- kaapelipäätteet. (Jakovesi. 1996.)

#### 45 kV ulkokytkinlaitos

- aidan ja porttien kunto sekä lukitus
- varoituskilvet ja ohjeet
- yleisjärjestys ja siisteys
- kiskoston tarkastus
- jakokaappien lämmitys

- aluskasvillisuus (poisto kesällä). (Jakovesi. A., 1996.)

#### 45 kV katkaisijat

- eristimet, liittimet
- katkaisupäiden öljyn määrä
- ohjaimen yleistarkastus
- ohjaimen lämmitys. (Jakovesi. 1996.)

#### 45 kV erottimet

- eristimet, liittimet, koskettimet
- ohjain
- ohjaimen kuivatusvastus (ohjaimen sisällä)

#### 45 kV mittamuuntajat

- öljyvuodot
- eristimet, liittimet
- öljynkorkeus, palkeen korkeus

#### 45/20 kV tehomuuntaja = päämuuntaja

- yleistarkastus (öljyvuodot, äänet,...)
- paisuntasäiliön öljynkorkeus
- ilmankuivain
- käämikytkimen ohjaimen lämmitys
- jakokaapin lämmitys
- öljyn lämpötila
- käämin lämpötila
- eristimet, liittimet

- ylijännitesuojat
- suojakondensaattorit
- kaapelipäätteet
- käämikytkimen asento
- suoja-altaan vesitys
- käämikytkimen lukema: Kuinka monta x/kk tekee kytkentöjä, jos luku suurenee yhtäkkiä normaalista eikä verkossa ole vikaa. On syytä miettiä onko vika jossain muualla kuin verkossa. (Jakovesi. 1996.)

(Liite 1.)

Raportointi tehdään kaavakkeilla, jotka on tehty jokaiselle kytkinlaitokselle erikseen ja siitä käy ilmi kytkinlaitoksen nimi, tarkastuksen suorittaja, tarkastusajan kohta, havaitut viat ja puutteet sekä suoritettut korjaukset. Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansioissa työnjohtajan huoneessa.

Mikäli tarkastuksessa havaitaan vikoja ja puutteita, joita ei ole korjattu tarkastuksen yhteydessä, arvioi työnjohtaja / toimitusjohtaja havaittujen vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos tarkastuksessa ei todeta huomautettavaa, merkitään tarkastus suoritetuksi ja merkataan kohteen seuraava tarkastus-tarve ennakkohoolto-ohjelmaan.

#### 3.4.2 Sähköaseman vuositarkastus

Sähköaseman vuositarkastus suoritetaan 20- ja 45 kV sähköasemille kerran vuodessa sulan maan aikana normaalien kytkinlaitostarkastusten yhteydessä. Lisäksi voidaan tehdä puolivuositarkastukset sähköasemille. Sähköaseman vuositarkastuksessa tarkastetaan sähköaseman kuukausitarkastuksen lisäksi seuraavat kohteet:

#### 45 kV ulkokytkinlaitos

- aidan maadoitusten tarkastus
- kojeiden ja rakenteiden maadoitusten tarkastus
- perustusten kunto
- puupylväiden kunto harusten kireys
- teräsrakenteiden kunto, pintakäsittely
- aluskasvillisuus
- varoituskilvet. (Jakovesi. 1996.)

#### Rakennus

- katon kunto
- räystäskourut
- yleinen kuntotarkastus (huomioi myös jyräjoiden aiheuttamat vahingot)

#### Alue

- masto, maston harustus
- tiet
- ojat
- kasvillisuus
- kaatuessaan kytkinlaitokseen yltävien puiden kaato

(Liite 2; Liite 3 ja Liite 4.)

Raportointi tehdään kaavakkeilla, jotka on tehty jokaiselle kytkinlaitokselle erikseen ja siitä käy ilmi kytkinlaitoksen nimi, tarkastuksen suorittaja, tarkastusajankohta, havaitut viat ja puutteet sekä suoritettut korjaukset. Raportit säilytetään vuosiluku merkityissä kansioissa työnjohtajan huoneessa.

Mikäli tarkastuksessa havaitaan vikoja ja puutteita, joita ei ole korjattu tarkastuksen yhteydessä, arvioi työnjohtaja / toimitusjohtaja havaittujen vikojen vakaavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos tarkastuksessa ei todeta huomautettavaa, merkitään tarkastus suoritetuksi ja merkataan kohteen seuraava tarkastus-tarve ennakkohuolto-ohjelmaan. Kuva 1. esittää kohteita, jotka huomioidaan vuosi- ja/tai kuukausitarkastuksissa.



Kuva 1. Sähköasema, hälytysjärjestelmä ja ulkokenttä ovat osa tarkastettavia kohteita.

## 4 SÄHKÖNJAKELUVERKOSTON LAITTEIDEN KUNNOSSAPITO

### 4.1 Erottimien kunnossapito

Erottimien huolto tehdään määrävälein, mekaanisen ja sähköisen kunnan tarkastukset tehdään käyttökeskeytysten aikana. Erottimien kuntoa tarkkaillaan kytkinlaitostarkastusten yhteydessä, ja käyttötoimenpiteitä suoritettaessa tehdään havaintoja erottimien kunnosta. Erotinhuoltoja tehdään ennakkohuolto-ohjelmien mukaisesti 20 ja 45 kV kytkinlaitosten pää- ja maadoituserottimille.

Erottimen tehtävänä on erottaa verkon jännitteiset osat jännitteettömäksi huolto- ja rakennustöitä varten. Erottimen sijoituskohteet ovat yleisimmin sähköasemilla, voimajohtojen varsilla (korpierottimet) ja haaroituskohdissa. (Vanha Henri. 2012. 56.)

Ulkona olevien erottimien huoltoväli on 8 vuotta ja sisällä olevien 12 vuotta. Erotinhuoltojen toistoväli ja ajankohta on määritelty laitekohtaisesti ennakkohuolto-ohjelmassa. Huollon aikana tarkastetaan erottimen, siihen mahdollisesti liittyvän maadoituserottimen ja ohjaimen mekaaninen ja sähköinen kunto. Erottimissa on oltava myös tunnuskilvet ja osoitteet, hengenvaara- kilpi sekä ohjauskahvassa on oltava siihen kuuluvat merkinnät. Vialliset osat vaihdetaan tarvittaessa. (SFS 6001.7.1.7. 2015.)

Mekaaninen elinikä on yli 2000 toimintaa ilman huoltoa. Mekaanisen kunnan tarkastukseen kuuluvat mm. 20 ja 45 kV erottimet

- eristimien puhdistus ja tarkastus
- kiertoeristimien laakereiden voitelu rasvanipasta
- ohjausvivuston tarkastus ja nivelten voitelu
- rakenteiden kireys
- korroosiovauriot
- ohjaimen puhdistus ja voimansiirron voitelu
- erotinkahvan korkeus (1,5 m maasta 45 kV)



- eristimen alaosa (oltava vähintään 3,72 m korkeudessa 45 kV). (Jakovesi. 1996.)

20 kV erottajan koskettimet ja veitset on vaihdettava, jos niiden välillä ei ole yhtään ehjää kosketuspintaa kiinniasennossa. Kohtuullinen eroosio veitsien reunalla tai vasta koskettimien kärjessä, johon valokaari syttyy, ei vaikuta sulkemiskykyyn. Mikäli kipinäveitsen wolframikärjestä on jäljellä alle 6 mm tai veitsipaketin muu osa on turmeltunut, vaihdetaan koko veitsipaketti. Normaalin kuluminen johdosta vaihdetaan kaikkien vaiheiden veitset samalla kertaa. Kipinäveitsen kärjen kulumisen on myös merkki siitä, että suuttimet ja valokaarikoskettimet on vaihdettava. (Oy Strömberg Ab, Kuormaerotin. 246A – 247A.)

Sähköisen kunnon tarkastukseen kuuluu muun muassa

- koskettimien puhdistus, voitelu ja ylimenovastusmittaus ennen ja jälkeen huollon
- koskettimien asentotieto
- kytkentäjohtojen säieviat
- kiskojen, liittimien, liitosten ja jomppien kunto
- suurjänniteliitosten tarkastus
- maadoitukset
- ohjaimen lukituksen toiminta
- ohjaimen riviliittimet
- ohjaimen kuivausvastus
- katkaisupiiskojen tai -kammioiden toiminta
- ohjainyhteyksien kunto
- etäisyydet
- sulakkeet. (Jakovesi. 1996.)

Kaikki sulakkeet on vaihdettava vaikka vain yksi olisi toiminut. Sulakkeen toiminnan aiheuttanut vika on keskijänniteverkossa usein kaksi- tai kolmivaiheinen ja vikavirta on saattanut turmella laukeamattomienkin sulakkeiden suojausominaisuudet. (Strömberg, Kuormaerotin, Varokekuormaerotin. 246A.)

Käytä valmistajan suosittamaa sulaketyyppiä. Kaikissa vaiheissa on ehdottomasti oltava samanlaiset sulakkeet (laji, nimellisvirta).

Erotinta ei pidä eikä voi ohjata kiinni ennen kuin sulakkeet on vaihdettu. Käytä SETI hyväksymiä sulakkeenvaihtopihtejä (esim. Strömberg O-ZHPA 5). (Oy Strömberg Ab. Kuormaerotin, Varokekuormaerotin. 246A – 247A.)

Ulosasennettava kiertoerotin 34 OJYD 7E, jos erotin on kauan aikaa ohjaamatta, muodostuu kosketin pintoihin ohut oksidikerros. Tämä kerros saadaan poistettua ohjaamalla erotin muutamia kertoja jännitteettömänä. Ohjauksia pitäisi suorittaa vuosittain. (Oy Strömberg Ab. 1978. Ulosasennettava kiertoerotin. 567B.)

Erottimien ja maadoitusveitsen koskettimet täytyy tarkastaa ja niiden voitelu uusia n. 2 vuoden välein, likaisissa ja pölyisissä olosuhteissa useamminkin. Kosketin puhdistetaan jollain liuotteella, tarkistetaan hopeointi ja suoritetaan uusintarasvaus. Samalla puhdistetaan likaantuneet eristimet. (Oy Strömberg Ab. 1978. Ulosasennettava kiertoerotin, 567B.)

Kaikki nivelet ja laakerit täytyy tarkistaa 5 vuoden välein tai kun 1000 ohjausta on suoritettu. Muutamalla nopealla ohjauksella todetaan löystyneet ja/tai kuluneet osat. Lopuksi painetaan kuulalaakereihin vaseliinia. Rullakoskettimet täytyy tarkistaa n. 10 vuoden välein. (Oy Strömberg Ab. 1978. Ulosasennettava kiertoerotin. 567B.)

Huoltotoimet tehdään laitevalmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Huolletut laitteet varustetaan tarralla, mistä selviää huollon suorittaneen yrityksen ja

asentajan nimi, mitä laitteelle on tehty ja toimintalaskurin lukema. Varsinaisen huollon päätyttyä puhdistetaan eristimet ja kojelineet sekä kivetys öljystä.

45 kV kiertoerotin tarkastushuollon huoltoväli on 6 vuotta ja huollossa tarkistetaan

- koskettimien voitelu
- mekanismin tarkistus
- erotin säätöjen tarkastaminen
- tukieristimien silmämääräinen tarkastus
- ohjaimen huolto, johon sisältyy apukoskettimien kunnan tarkastaminen ja kuivauslämmityksen kunnan mittaaminen
- huollon päättyessä mitataan virtateiden ylimenovastukset. (Jakovesi. 1996., Sikanen Jukka. 2015.)

45 kV kiertoerotin perushuollon huoltoväli on 12 vuotta ja huollossa tarkistetaan

- rullakoskettimien kunto ja voitelu
- koskettimien voitelu
- mekanismin tarkistus ja tarvittaessa säätö
- mekanismin voitelu
- erotin säätöjen tarkastaminen ja tarvittaessa säätö
- tukieristimien silmämääräinen tarkastus
- ohjaimen huolto, johon sisältyy apukoskettimien kunnan tarkastaminen, kuivauslämmityksen kunnan mittaaminen ja voitelu

- huollon päättyessä virtateiden ylimenovastuksien mittauss. (Jakovesi. 1996, Sikanen Jukka. 2015.)

Varokekuormaerottimien huoltoväli on 5 vuotta ja huollossa tarkistetaan

- eristimet
- koskettimien kunto ja voitelu
- sammutuskammiot
- jousilaitteen tarkastus ja voitelu
- laukaisuvivustot
- liitokset
- käsiohjaimen etulaitteen toiminnan tarkastus ja voitelu
- sulakelaukaisun koestus, koestus sulakkeella
- maadoituserottimen kunnon ja toiminnan tarkastus mm. koskettimien kunto
- ylimenovastus mittaukset, erottimen
- maadoituserottimen virtateistä. (Jakovesi. 1996., Sikanen Jukka. 2015.)

Erottimien huoltoväli on 5 vuotta ja huollossa tarkistetaan

- eristimet
- koskettimien kunto ja voitelu
- jousilaitteen tarkastus ja voitelu
- liitokset

- nivelikköjen tarkastukset ja voitelu
- käsiohjaimen etulaitteen toiminnan tarkastus ja voitelu
- toiminnan tarkastus

(Jakovesi. 1996, Sikanen Jukka. 2015.)

Maadoituserottimien huoltoväli on 5 vuotta ja huollossa tarkistetaan

- koskettimien kunto
- jousilaitteen tarkastus ja voitelu
- liitokset
- nivelikköjen tarkastukset ja voitelu
- käsiohjaimen etulaitteen toiminnan tarkastus ja voitelu
- toiminnan tarkastus

(Jakovesi. 1996., Sikanen Jukka. 2015.)

Huollon ajaksi erotin täytyy kytkeä jännitteettömäksi ja työmaadoittaa. Jos erottimelle ei ole olemassa ohikytentämahdollisuutta, keskeyty ko. kentän syötämisen kohteen sähkönsaanti huollon ajaksi. 110 kV kytkinlaitoksen johtoerottimien huollon vaatimista käyttökeskeytyksistä on sovittava riittävän varhaisessa vaiheessa kantaverkkoyhtiön kanssa. (Oy Strömberg Ab, 1978. Ulosasennettava kiertoerotin. 567B.)

Raportista käy ilmi erottimen laitetunnus, huollon suoritusajankohta huollon suorittaja, mittaustulokset, huollon laji, havaitut viat, käytetyt varaosat ja tarkastetut kohteet. Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansiossa työnjohtajanhuoneessa.

Mikäli huollossa havaitaan vikoja tai puutteita, arvioi työnjohtaja havaittujen vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Mikäli huollossa ei todeta huonautettavaa, kuitataan huolto suoritetuksi ja merkitään kohteen seuraava huoltotarve ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.2 Katkaisijoiden kunnossapito

Katkaisijoiden kunnossapito jakaantuu perushuoltoihin, tarkastushuoltoihin ja asematarkastuksen yhteydessä suoritettaviin tarkastuksiin. Perushuollossa tehdään kunnonvalvontamittauksia ja lisäksi katkaisijaa puretaan tarpeellinen määrä huolto-ohjeen mukaisten kohteiden tarkastamiseksi ja osien vaihtamiseksi. Tarkastushuollossa katkaisijan kunto todetaan lähinnä erilaisin mittauksin ja visuaalisin tarkastuksin. Asematarkastuksen yhteydessä katkaisijalle tehdään havainnollinen tarkastus. (Strömberg Ab, 344 OSAN. 1981. 726A.)

Moottorijousiohjain (laji BLH) on tarkoitettu ohjaamaan ulosasennettavaa katkaisijaa. Auki -ohjauksen varmentimesta tulee tarkistaa öljyn korkeus jokaisen huollon yhteydessä. Varmentimessa on oikea öljynkorkeus, kun öljyn pinta ulottuu täyttöaukon yläreunaan saakka katkaisijan ollessa kiinni-asennossa. (Strömberg Ab, 1981. 344 OSAN. 726A.)

Ohjain tulee puhdistaa tarpeen vaatiessa. Kiinnitä erityistä huomiota riviliittimiin ja apukoskettimiin. Hammasvaihteessa olevat hammaspyörät voidellaan jokaisen 500 ohjauksen jälkeen ohuesti rasvalla. (Strömberg Ab, 1981. 344 OSAN. 726A.)

Katkaisijahuoltojen toistoväli on määritelty ennakkohuolto-ohjelmassa. Huollossa tarkistetaan katkaisijan mekaaninen ja sähköinen kunto. Vähäöljykatkaisijoille suoritetaan laji- ja mallikohtaiset huoltotoimenpiteet. Tarvittaessa vialliset osat vaihdetaan. Katkaisijahuoltoja suoritetaan ennakkohuolto-ohjelmien perusteella 20- ja 45 kV kytkinlaitosten johto- ja muuntajakatkaisijoille. (Liite 5.)

Huollonajaksi katkaisija täytyy kytkeä jännitteettömäksi ja työmaadoittaa. Jos katkaisijalla ei ole ohikytkentämahdollisuutta, keskeytetään kyseessä olevan kentän syöttämän kohteen sähkönsaanti huollon ajaksi.

Raporteista ilmenee katkaisijan laitetunnus (kojeiston nimi, laji ja kennotunnus, valmistusvuosimerkintä, laitososaluettelon merkintä), huollon suoritusajankohta, huollon suorittaja, mittaustulokset, huollon laji, havaitut viat, käytetyt varaosat ja tarkastetut kohteet. Huoltoa vaativasta tai tilattavasta osasta on mainittava: nimi, laji, asia. Esimerkiksi Vaunukatkaisijakojeisto METE 12 A:

- GJ,
- 43MT 2598 ZA 200
- Vaunukatkaisijan OSAN 12 pääpiirin kosketinpaketti 3 kpl

Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansiossa työnjohtajanhuoneessa. (KTMp N:o 517/1996. 3:15 §.)

## 20- ja 45 kV vähäöljykatkaisijoiden huoltaminen

Enontekiön sähköasemalla käytettävät katkaisijat ovat OSAM, OSAN ja OSAO. Katkaisijat ovat kolmivaiheisia sisäasennuksiin tarkoitettuja vähäöljykatkaisijoita. Katkaisijan pääosat ovat katkaisupilarit, jousiohjain ja katkaisijan runko. (ASEA HV APPARATUS. Vähäöljykatkaisija HLC 36 - 52 / 1250B. 17.)

Vähäöljykatkaisijoille tehdään tarkastushuoltoja ja perushuoltoja. Katkaisijahuoltoja suoritetaan ennako-ohjelmien perusteella 20- ja 45 kV kytkinlaitosten muuntajakatkaisijoille. Käytössä oleva katkaisija on huollettava säännöllisesti – ensimmäisen kerran yhden vuoden käytön jälkeen ja tämän jälkeen joka kolmas vuosi elleivät käyttökokemukset anna aiheutta eripituiseen huoltoväliin. (ASEA HV APPARATUS. Vähäöljykatkaisija HLC 36 - 52 / 1250B. 17.)

Tarkastuksen aikana on katkaisijan oltava auki -asennossa ja ohjaimen kiinniohjausjouset virittämättöminä. Kuluneet lukitusosat kuten esim. jousialuslevyt

ja lukituslevyt sekä kuluneet tai vahingoittuneet tiivisteet täytyy vaihtaa. (ASEA HV APPARATUS. Vähäöljykatkaisija HLC 36 - 52 / 1250B. 17.)

Tarkastushuollossa katkaisijan kunnosta tehdään johtopäätöksiä lähinnä mitaustulosten perusteella. Tarkastushuollon tulokset voivat johtaa jonkin kohdan tarkempaan tutkimiseen, vikakorjaukseen tai perushuoltoajankohdan aikaistamiseen. Perushuollossa tehdään tarkastushuollon toimenpiteet ja lisäksi katkaisijaa puretaan tarpeellinen määrä huolto-ohjeiden mukaisten kohteiden tarkastamiseksi ja osien vaihtamiseksi.

20 kV vähäöljykatkaisijan tarkastushuollon huoltoväli on 3 vuotta ja tarkastushuollossa tarkistetaan

- toiminta-aikamittaus auki- ja kiinniohjauksessa
- ylimenovastusmittaus
- toimintakertalaskijan lukeman kirjaus
- katkaisupäiden öljymäärien silmämääräinen tarkastus, tarvittaessa avaamalla katkaisupää
- katkaisupäiden öljyvuootojen ja tiivisteiden silmämääräinen tarkastus
- tukieristimien puhdistus ja tarkastus
- suurjänniteliittimien tarkastus
- käyttövivuston ja mekanismien tarkastus
- ohjaimen yleistarkastus ja puhdistus
- ohjauskelojen tarkastus ja alimman toimintajännitteen mittaus
- ohjauskelojen ja –kelapiirien vastusmittaus
- ohjaimen apukoskettimien tarkastus
- vaimentimen ja vaimennusjarrujen tarkastus
- vaunukatkaisijan vaunun toiminnan kokeilu mm. laukaisun tarkastus
- hammaspyörien, nivelten ja vivustojen puhdistus ja voitelu
- ohjaimen kuivatusvastuksen/vastuksien tarkastus



- viritysmoottorin virran mittaaminen
- eristysvastusmittaus avatun katkaisupään yli ulosasennetussa katkaisijassa
- vaunukatkaisijan erotinkoskettimien tarkastus ja mahdollinen voitelu, huomioi myös vaunun maadoituskoskettimet
- hälytysten kokeilu
- toimintakertalaskurin lukeman kirjaus
- toiminnan kokeilu paikallis- ja kauko-ohjauksella
- katkaisijan varustaminen huoltotarralla. (Jakovesi. 1996)

45 kV vähäöljykatkaisijan tarkastushuollon huoltoväli on 6 vuotta ja tarkastuksessa tarkistetaan

- katkaisijan silmämääräinen kunnon tarkastus
- virtateiden ylimenovastuksien mittaus
- öljymäärien tarkistus
- öljytiiveyden tarkistaminen
- nivelikköjen voitelu
- ohjaimen huolto, johon sisältyy vaimentimien tarkistus, jousijännityksien tarkistus, tarvittaessa jousien virityssäädöt, kelojen toimintajännitteiden tarkistus, kelapiirien vastuksien mittaus, kelojen toimintavarmuuden toteaminen (vanhemmat versiot), rajakytkimen tarkistaminen (säätö), viritysmoottorin käyntivirran mittaaminen, viritysajan mittaaminen ja kuivauslämmityksen kunnon mittaaminen
- huollon päättyessä mitataan toiminta-ajat ja samanaikaisuus sekä liikeaikakäyrät
- katkaisijan eri toimintojen kokeilut. (Jakovesi. 1996.)

Perushuollossa tehdään tarkastushuollon toimenpiteet ja lisäksi katkaisijaa puretaan tarpeellinen määrä huolto-ohjeiden mukaisten kohteiden tarkastamiseksi ja osien vaihtamiseksi. Huoltovälin pituuden määrää suurien oikosulkuvirtojen katkaisuissa koskettimien kulumisen ja pienien oikosulkuvirtojen katkaisuissa öljyn likaantuminen. (ASEA HV APPARATUS. Vähäöljykatkaisija HLC 36 - 52 / 1250B. 17.)

20 kV vähäöljykatkaisijoille suoritetaan perushuolto 6 vuoden välein tai useamman sadan toimintakerran- tai useamman vikatilanteessa tapahtuneen katkaisun jälkeen, kuitenkin korkeintaan 2000 ohjauksen jälkeen. Perushuollossa suoritetaan tarkastushuollon toimenpiteiden lisäksi seuraavat toimenpiteet

- kaikkien katkaisupäiden täydellinen huolto käsittäen purkamisen, puhdistuksen, tarkastuksen sekä pahasti palaneiden koskettimien ja sammutuskammion osien vaihdon
- tarkastetaan pääkoskettimet (Puhdistetaan ja vaihdetaan, jos koskettimet ovat kuluneet liikaa)
- irrotetaan ja puhdistetaan sammutuskammiot
- vaihdetaan katkaisupäiden vaimentimet
- tarkistetaan katkaisupäiden tiivisteet
- vaihdetaan tyhjennystulpan tiivisteet
- vaihdetaan akselipäiden akselitiivisteet
- vaihdetaan katkaisupäiden öljyt (käytettävän öljyn läpilyöntilujuus on tarkistettava)
- puhdistetaan ja voidellaan avoimet laakerit
- ohjaimen varmennustyyny vaihdetaan
- toiminta-aikamittaus auki- ja kiinniohjauksessa
- ylimenovastusmittaus
- eristysvastusmittaus avatun katkaisupään yli ulosasennetussa katkaisijassa
- tukieristimien tarkastus ja puhdistus

- suurjänniteliitäntöjen tarkastus
- käyttövivustojen ja mekanismien tarkastus
- ohjaimen yleistarkastus ja puhdistus
- vaimentimien ja vaimennusjarrujen tarkastus
- ohjauskelojen tarkastus ja alimman toimintajännitteen mittaaminen
- ohjauskelojen ja –kelapiirien vastusmittaus
- viritysmoottorin virran mittaaminen
- ohjaimen apukoskettimien tarkastus
- ohjaimen kuivatusvastuksen/-vastuksien tarkastus
- hammaspyörien, ketjujen, nivelten ja vivustojen puhdistus ja voitelu
- vaunukatkaisijan vaunun toiminto mm. laukaisun tarkastus ja kokeilu
- vaunukatkaisijan erotinkoskettimien ym. kohteiden puhdistus ja voitelu  
huomioi myös vaunun maadoitruskoskettimet
- hälytysten kokeilu
- toimintakertalaskurin lukeman kirjaus
- toiminnan kokeilu paikallis- ja kauko-ohjauksella
- lopuksi katkaisijan varustaminen huoltotarralla. (Jakovesi.1996.)

Valokaaren kuluttamat osat kuten sammutuskammio, puikon kärki ja kiinteän koskettimen vaihto-osa tulee tarkistaa oheisen taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1. Katkaisutehon suhde katkaisujen lukumäärään.

Katkaisuteho	Sallittu katkaisujen lukumäärä huoltoväliä kohden
0,6 - 1,0 Sn	3
-0,6 Sn	20
Nimellisvirta In	1000

Kulunut kammio uusitaan kokonaan. Kammiota on pidettävä kuluneena, kun levykkeissä oleva puikon reiän halkaisija on kasvanut n. 15 % eli OSAM-levyillä

16:sta 18 mm:iin ja OSAN-, OSAO-levyillä 26:sta 30 mm:iin kuluneimmalta kohdalta mitattuna. (Oy Strömberg Ab. 1982. Huolto tietoja katkaisijoista. B47, C55.)

Katkaisija toimitetaan öljyineen. Vaativissa käyttöolosuhteissa tulisi käyttää Nynäs inhiboitu katkaisuöljy 3x, (Esso Univolt 44 tai Shell Switchcar Oil 65 inhiboituna (0,3 til. % DBPC)). Öljy tummuu katkaisujen yhteydessä. Tästä ei ole haittaa, jos öljy on kuivaa ja vapaa sakkamuodostumista. Aikaa myöten katkaisuvälokaari muodostaa öljyyn paksua lietettä eli öljysakkaa, jonka runsas esiintyminen vaikeuttaa katkaisua. Tällöin öljy on vaihdettava. Öljy on myös vaihdettava, kun sen läpilyöntijännite (elektrodiväli 2,5 mm) on pienempi kuin 40 kV. Uuden tai puhdistetun öljyn vastaavan arvon tulee olla  $\geq 40$  kV. (Strömberg Ab, 1982. Katkaisijoiden huolto-ohje. C55.)

Öljyn korkeuden tulee olla pilarin rungossa olevien mittamerkkien välillä. Tarvittaessa lisätään öljyä irrottamalla pilarin peitekansi ja kaatamalla hitaasti öljyä yläkannen päälle. Öljyn korkeutta on tarkkailtava sopivin väliajoin. Öljyn määrä on OSAM-katkaisijoissa 5,5 kg ja OSAN- ja OSAO-katkaisijoissa 11,5 kg. (Strömberg Ab. 1982. Katkaisijoiden huolto-ohje. C55.)

Katkaisijan mekaaninen kestävyys on 10 000 toimintakertaa ilman peruskorjauksia. Ohjaimen voitelu suoritetaan 5000 toimintakerran jälkeen, mutta vähintään 5 vuoden välein. (Strömberg Ab, 1982. 34 - OSAM 5 D. C55 )

Mittaukset / koestukset, jotka voidaan suorittaa tai suositellaan tehtäväksi huollon edellä ja jälkeen huollon laajuuden määrittämiseksi ja sen varmentamiseksi.

#### A Ennen huoltoa

1. Virtatien ylimenovastus tai jännitehäviövastus mittausta. Ylimenovastus päävirtapiirissä mitattuna 400 A DC:llä (katkaisija kiinni-asennossa)

OSAM\_2  $\leq 35$  mV, uusilla mittareilla  $\sim 30$  mV

OSAM\_3  $\leq 29$  mV

OSAN\_  $\leq 20$  mV

OSAO\_  $\leq 15$  mV ylimenovastuksen mitta-arvo.

Jos mittaukset ylittävät yllä mainitut arvot, voidaan katkaisijaa ohjata n. 10 kertaa, minkä jälkeen mittaukset toistetaan. Jos arvot vieläkin ylitetään, on katkaisija avattava koskettimien tarkastusta ja mahdollista vaihtoa varten.

2. Pilarien koskettimien samanaikaisuus  $\leq 2$  ms mitataan katkaisijan toiminta-aika mittarilla esim. Megger (koskee ainoastaan OSAM, OSAN ja OSAO). Jos arvio ylitetään, on kyseessä oleva pilari avattava tarkastusta varten.

3. Öljyn läpilyöntijännite mitataan ja sen on oltava  $> 20$  kV (elektrodien etäisyys 2,5 mm). Yleensä öljynvaihto on suositeltavaa, koska sen suorittaminen on suhteellisen yksinkertaista, helppoa ja sen avulla saavutetaan hyvä käyttövarmuus. (Strömberg Ab, 1981. 344 OSAM 722 A.)

#### B Huollon jälkeen

1. Tarkista mittaukset, kohdat 1 ja 2.
2. Kosketinpuikon avautumis- ja sulkeutumisenopeuden mittaaminen. Yleinen käsitys on, että huoltotoimenpide ei vaikuta nopeuksiin, minkä vuoksi tämä mittaus on nähtävä toiminnan tarkastuksena.
3. Koskettimien välisen eristysvastuksen mittaaminen (katkaisija auki-asennossa) mitataan Meggerillä. Mittausjännite 1000...5000 V=. Arvon on oltava  $> 10\ 000$  M $\Omega$ . Ohjauskelojen ja lämmitysvastuksen resistanssi mittaus.

Alhaisimman ohjausjännitteen mittaustoiminta magneeteille. (Strömberg Ab. 1981. 344 OSAM 722 A. B48. ja ASEA HV APPARATUS, vähäöljykatkaisija 45 kV. 17.)

Huollon ajaksi katkaisija täytyy kytkeä jännitteettömäksi ja työmaadoittaa. Jos katkaisijalle ei ole olemassa ohikytkenämahdollisuutta, keskeytyy kyseessä olevan kentän syöttämän kohteen sähkönsaanti huollon ajaksi. (ASEA HV APPARATUS, 1985. Info.)

Raporteista ilmenee katkaisijan laitetunnus, huollon suoritusajankohta, huollon suorittaja, mittaustulokset, huollon laji, havaitut viat, käytetyt varaosat ja tarkastetut kohteet. Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatussa kansiossa työnjohtajanhuoneessa. (KTMp N:o 517/1996. 3:15 §.)

Mikäli huollossa havaitaan vikoja tai puutteita, arvioi työnjohtaja havaittujen vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Mikäli huollossa ei todeta huomautettavaa, kuitataan huolto suoritetuksi ja merkitään kohteen seuraava huoltotarve ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.3 Tehomuuntajien kunnossapito

Tehomuuntajien kunnossapito on sähköasemakomponenteista laaja-alaisinta sähkönjakelun kannalta kriittisenä ja hankintahinnaltaan kalliina komponenttina. Muuntaja on sähkömagneettinen laite, joka muuttaa vaihtosähkön jännitteen tai virran toiseksi samantaajuiseksi jännitteeksi tai virraksi. Seuraavaksi esitetään eri kunnossapitotoimenpiteet pääpiirteittäin.

Muuntajan hankintasopimuksessa edellytetään muuntajalle suoritettavaksi tehtaalla tietyt koestukset, joiden tulosten perusteella varmistetaan muuntajan täyttävän hankintasopimuksen edellytykset. Mittaustulosten lähtöarvot palvelevat myös myöhemmin suoritettavia kunnonvalvontamittauksia.

Ennen käyttöönottoa, muuntajan asennuksen jälkeen suoritetaan käyttöönotto-koestus, jonka tulosten perusteella varmistetaan siitä, ettei kuljetuksen aikana

ole syntynyt vaurioita ja että asennustyö on sujunut virheettää. Käyttöönotto koetus sisältää mm. käyttöönottomittaukset (eristysvastus, muuntosuhde, ta-savirtavastus, kytkentäryhmä, tyhjäkäyntivirta), öljynäytteen ja suojaus- sekä hälytyspiirien koestuksen.

Öljyanalyysi esitetään alaluvussa 4.3.2

Kytkinlaitostarkastus esitetään alaluvussa 4.3.1

Tarkastushuolto esitetään alaluvussa 4.3.1

Käämikytkinhuolto esitetään alaluvussa 4.3.1

Muuntajan oletetun eliniän (40 – 50 vuotta) puolivälin aikaan muuntajalle tehdään käyttökeskeytyksen aikana kuntokartoitus, minkä perusteella päätetään muuntajan täyshuollon laajuudesta ja suorittamisesta. Mikäli täyshuolto ei ole taloudellisesti kannattava, tehdään päätös käytön jatkamisesta tehostetuin kunnonvalvontamittauksin ja uuden muuntajan hankinta-ajankohdasta.

#### 4.3.1 Tehomuuntajien huoltaminen

Tehomuuntajien huoltaminen tehdään määrävälein, käyttökeskeytyksen aikana tehtävää mekaanisen ja sähköisen kunnan tarkastusta. Yleisimmin tehtävät huollot ovat tarkastushuolto ja käämikytkinhuolto. Käämikytkinhuolto sisältää myös tarkastushuollon. Tehomuuntajien kuntoa tarkkaillaan huoltojen lisäksi kytkinlaitostarkastusten yhteydessä.

Ensiöjännitteeltään 45 kV tarkastushuoltoväli on 3 vuotta. Tarkastushuoltojen toistoväli ja ajankohta on määritelty laitekohtaisesti ennakkohuolto-ohjelmassa. Tarkastushuollon aikana tarkastetaan muuntajan ja siinä mahdollisesti olevan käämikytkimen ohjaimen mekaaninen ja sähköinen kunto. Tarvittaessa vaihdetaan vialliset osat. (Sikanen Jukka. 2015.)

Tehomuuntajan tarkastushuollon huoltoväli on 3 vuotta, johon kuuluu muu-  
muassa

- muuntajan kiinnitys
- muuntajan pinnoite
- öljyvuuotojen tarkastus, kiristys ja puhdistus
- öljyanalyysit
- muuntajan kannen, läpivientieristimien, ym. puhdistus
- tiivisteiden kiristykset
- korroosioaurioiden tarkastus ja korjaus
- suurjänniteliitosten kireyden tarkastus
- maadoitusten tarkastus (käyttö- ja suojamaadoitus)
- suojakondensaattorien ja ylijännitesuojien tarkastus ja puhdistus
- muuntajasuojien koestus, katkaisijoiden laukaisuun saakka
- kaapelipäätteiden tarkastus ja puhdistus
- kääminlämpötilankuvaajan koestusa
- lämpömittareiden tarkastus ja mekaaninen voitelu
- kaasureleiden tarkastus (hälytys ja laukaisu)
- ilmakuivaimen suojojen tarkastus ja öljylukon öljyn vaihto
- moottoriohjaimen tarkastukset mm. lämmön
- apujohtokoteloiden tarkastukset mm. lämmön
- 45/20 kV tehomuuntajan käämikytkimen toiminnan kokeilu (rajat) tai väliottokytkimen (20/0,4 kV) ajo ääriasennosta toiseen muutaman kerran
- käämikytkimen asennonosoitus kansi-ohjain-valvomo
- hälytysten kokeilu (lämpömittarin hälytys ja laukaisun kokeilu öljystä ja käämistä n. 60 – 70 °C, 100°C laukaisu lähtee pois päältä)
- kuivaus- ja lämmitysvastukset, termostaatit
- ohjain- ja jakokaappien puhdistus ja tarkastus sekä kaapeloinnin tarkastus
- koje- ja laitetunnusten tarkastus, arvokilvet
- tuulettimien kokeilu ja käynnistysjärjestyksen vaihto
- öljykorkeuksien tarkastus paisuntasäiliöstä ja läpivienneistä
- muuntajavarusteiden (kammet, kaasunäytteenottovarusteet, ohjeet) tarkastus. (Jakovesi. 1996)



Omakäyttömuuntajien huoltoväli on 5 vuotta. Omakäyttömuuntajia on hermeettisestisuljetut tai vapaastihengittävät muuntajat. Omakäyttömuuntajien tarkastuksiin kuuluu

#### Hermeettisestisuljetut muuntajat

- öljyn korkeus
- vuodot
- tiivistyskohtien kiristykset
- sähköiset liitokset
- eristimet. (Jakovesi. 1996., Sikanen Jukka. 2015.)

#### Vapaastihengittävät muuntajat

- öljyn korkeus
- vuodot
- tiivistyskohtien kiristykset
- sähköiset liitokset
- eristimet
- öljyn happamuus ns. kenttä testinä. (Jakovesi. 1996., Sikanen Jukka. 2015.)

Pääsääntöisesti käämikytkinhuoltoväli on 5 vuotta tai määräytyy käämikytkintyyppin mukaisen toimintakertamäärän perusteella. Jos toimintoja tulee erityisen vähän, määräytyy huoltoväli ajan perusteella. Käämikytkinhuollon toistoväli ja ajankohta on määriteltä laitekohtaisesti ennakkohuolto-ohjelmassa. Käämikytkinhuolto suoritetaan valmistajan antamien erikoisohjeiden mukaan. Käämikytkinhuolto sisältää myös tarkastushuollon. (Maschinenfabrik reinhausen. 2000. 9.)

Huollonajaksi muuntaja täytyy kytkeä jännitteettömäksi ja työmaadoittaa. Jos muuntajan syöttämille kohteille ei ole olemassa varasyöttömahdollisuutta, keskeyty näiden sähkönsaanti huollon ajaksi. (Maschinenfabrik reinhausen. 2000. 9.)

Huoltoa varten varataan 200 litraa kuivaa muuntaja öljyä muuntajaa kohti, esim. NYNÄS NYTRO 10X tai vastaavaa muuntaja öljyä. Varataan tyhjiä astioita poistettavaa jäteöljyä varten. Varataan avustaja muuntaja suojalaitteiden toiminnan tarkastuksen ajaksi. (ABB Oy, Service.)

Esimerkiksi käämikytkimissä UZERN 550/ \_\_ (konttimuuntaja) on öljyä yht. 1400 l. Josta osa 200 l poistetaan jäteöljyksi ja loput käytetään takaisinkäämikytkimeen. (ABB Oy, Service.)

45 kV ylijännitesuojien huoltoväli on 6 vuotta ja tarkastetaan muuntajahuoltojen yhteydessä

- Zno-suojat vuotovirtamittaus
- 20 – 25 vuotta vanhat kipinävälisuojaus uusittava
- eristimen kunnon tarkastus
- purkausaukkojen suojaläppien tarkastus. (Sikanen Jouko. 2015., Sikanen Jukka. 2015.)

Staattisia jännitteensäätäjiä, MK 2 käytetään tehomuuntajien käämikytkinten ohjauksessa. Säättää muuntajan ensiöpuolen jännitettä (yläjännitettä, koska virta on pienempi). Säättömuuntaja on varustettu säätökäämillä ja käämikytkimellä, jotka muuttavat muuntosuhdetta ja siten jännitettä kuormituksen aikana. Jännitteensäätäjä käynnistää ohjausreleen avulla moottoriohjaimen, joka ohjaa käämikytkintä. (Maschinenfabrik reinhausen. 2000.2.)

Jännitteensäätäjän peruserä on, ettei anna ohjaussignaalia mikäli säädettävä jännite (niin sanotusti sisääntulojännite) on yhtä suuri kuin asetettu jänni-

tearvo asetetuissa rajoissa (kaistanleveys). Jos jännitetason ja sisääntulojännitteen välinen ero (toisinsanoen poikkeama) ylittää asetetun kaistanleveyden ja tämän poikkeaman kesto ylittää asetetun aikaviiveen, annetaan NOUSE- tai LASKE- ohjauskäsky käämikytkimelle. (Maschinenfabrik reinhausen. 2000.8.)

Sisääntulojännite (mittausjännite) muutetaan pienemmäksi säätöjännitteeksi muuntajan avulla. Summattu säätöjännite tasasuunnataan verrannolliseksi tasajännitteeksi. Apumuuntaja syöttää vakavoitua tasajännitettä halutuksi apu- ja vertailujännitteeksi. Vertailujännite (6,5 V-) vähennetään tasasuunnatusta säätöjännitteestä. Jännite-ero syötetään tasavirtavahvistimen kautta (vahvistus vastaa  $\pm 0,6 - 6$  % kaistanleveyttä) käynnistyspiiriin ja käänteisintegraattoriin. (Maschinenfabrik reinhausen. 2000. 9.)

Mikäli poikkeama ylittää asetetun kaistanleveyden, tasavirtavahvistimen ulostulojännite on  $> 0,8$  V. Vastaava käynnistyspiiri toimii ja valodiodi syttyy ja aikaviive käynnistyy. Mikäli poikkeama on vielä olemassa, aikaviiveen käydessä loppuun käynnistyy relekäyttö. Ohjausrele on vetäneenä n. 1s käynnistäen käämikytkimen moottorihjaimen. (Maschinenfabrik reinhausen. 2000. 9 s.)

Mikäli poikkeama laskee asetetun kaistanleveyden alapuolelle ennen kuin aikaviive on käynyt loppuun, käynnistyspiiri palaa lepoasentoon ja aikapiiri palautuu. Tässä tapauksessa käämikytkimelle ei lähde ohjauskäskyä. Käänteisintegraattori vähentää aikaviivettä automaattisesti, jos lyhytaikainen jännitevaihtelu ylittää asetetun kaistanleveyden. Ajan vähennys riippuu jännitepoikkeaman suuruudesta ja kestoajasta (käänteisvaste). Lisäksi peräkkäiset lyhytaikaiset jännitevaihtelut, jotka ylittävät samassa suunnassa summautuvat ja aiheuttavat myös ajan ajanvähennyksen (summavaste). (Maschinenfabrik reinhausen. 2000. 9.)

Raporteista ilmenee muuntajan laitetunnus, huollon suoritusajankohta, huollon suorittaja, huollon laji, havaitut viat, käytetyt varaosat ja tarkastetut kohteet. Ra-

portit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansiossa työnjohtajanhuoneessa. (KTMp N:o 517/1996. 3:15 §.)

Mikäli huollossa havaitaan vikoja tai puutteita, arvioi työnjohtaja havaittujen vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Mikäli huollossa ei todeta huomautettavaa, kuitataan huolto suoritetuksi ja merkataan kohteen seuraava huoltotarve ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.3.2 Tehomuuntajien öljyanalyysi

Öljyanalyysi on muuntajan käytönaikainen kunnonvalvontamenetelmä. Muuntaja öljyn ominaisuuksien muuttuminen on herkkä ja nopea eri vikatyypin ilmaisi. Muuntajasta otettu öljynäyte analysoidaan laboratoriossa. Öljystä määritetään sähkölujuus ja kaasut. Kaikki poikkeavaa lämpenemistä aiheuttavat viat hajottavat öljyä muodostaen kaasuja, jotka jäävät liuenneina suurimmaksi osaksi öljyyn.

Päämuuntajille, tehdään öljyanalyysi vuoden välein. Pienistä muuntajista pylväissä ei oteta ollenkaan öljyanalyysejä. Öljyanalyyseiden toistoväli ja ajankohta on määritelty laitekohtaisesti ennakkohuolto-ohjelmassa. Öljynäytteet otetaan ja analysoidaan kaikista 45- ja 20 kV öljytäytteistä tehomuuntajista. (Sikanen Jukka. 2016.)

Öljyanalyysi sisältää

- näytteenottoaika
- silmämääräisen tarkastuksen
- lämpötilan
- roskapitoisuuden tarkastamisen
- vesipitoisuus (K. Fischer)
- neutraloimisluku (happoluku; ASTM-D974-93, ASTM D664 mg KOH/g)
- häviökulma (IEC247)

- läpilyöntilujuus (SEN 040307), standardipoikkeama
- täydellisen kaasuanalyysin
- eristys öljy näyte. (Vattenfall, Laboratoriotesti. 2005.)

Kaasuanalyysi määrittää mikä vika ja miten paha vika on. Esimerkiksi Vattenfallilla muuntaja öljyn kaasuanalyysi sisältää

- silmämääräisen tarkastuksen
- näytteenottoaikan tiedot
- lämpötilan
- hiilidioksidi ( $CO_2$ )
- eteeni ( $C_2H$ )
- asetyleeni ( $C_2H_2$ )
- etaani ( $C_2H_6$ )
- vety ( $H_2$ )
- happi ( $O_2$ )
- typpi ( $N_2$ )
- metaani ( $CH_4$ )
- hiilimonoksidi (CO)
- propeenipropani
- TCG (palavia kaasuja)
- öljyn kokonaiskaasu pitoisuuden. (Vattenfall. 2005. Laboratoriotesti.)

Eristys öljy näyte kertoo öljyn ominaisuudet – miten hyvä on eristeenä.

Esimerkiksi KIL yhtiöt Oy:n öljyanalyysi tuloksia

- Rauta (Fe)
- Kromi (Cr)
- Lyijy (Pb)
- Kupari (Cu)
- Tina (Sn)
- Alumiini (Al)
- Nikkeli (Ni)
- Hopea (Ag)
- Silikoni (Si)
- Boori (B)

- Natrium (Na)
- Magnesium (Mg)
- Kalsium (Ca)
- Barium (Ba)
- Fosfori (P)
- Sinkki (Zn)
- Molybdeeni (Mo)
- Titaani (Ti)
- Vanadiini (V)
- Rikki (S)
- pH
- Peroksidiluku. (KIL yhtiöt Oy. 2005.)

#### Näytteenotto ohjeet:

1. Näytteenotossa noudatetaan näytteen analysoivan laboratorion ohjeita, huolellisuutta ja siisteyttä
2. Näytteenotto pyritään tekemään kuivalla säällä
3. Näyteastioina käytetään näytteen analysoivan laboratorion toimittamia näytepulloja. Pulloon merkitään muuntajan valmistusnumero.
4. Näyte otetaan muuntajan alaosasta, ellei toisin mainita. Öljyä lasketaan näytteenottoletkusta jäteöljyastiaan kunnes se on kirkasta eikä siinä ole vettä eikä ilmaa, näytettä otetaan vähintään näytteenottoputken tilavuuden verran
5. Näytepullo täytetään laboratorion antamien ohjeiden mukaan ja suljetaan ilmatiiviisti siten, ettei siihen jää yhtään ilmaa.
6. Näyte toimitetaan tietoineen mahdollisimman nopeasti laboratorioon analysoitavaksi. (Vattenfall. 2005. Laboratoriotesti.)

Näytteen luotettavuuden kannalta on tärkeää, että se analysoidaan mahdollisimman nopeasti näytteenotosta.

Analyysiraportista tulee ilmetä näytteen alkuperälaitteen yksilöivät tiedot (näytteenotto päivämäärä, näytteen nro., valmistenro., asemapaikka, laite / asema tunnus, jännite / teho, valmistaja / vuosi, käämikytkintyyppi, öljymäärä (kg), testinkäsittelijän allekirjoitus ja tarkastajan ja hyväksyjän allekirjoitus), tilatut analyysitulokset sekä lausunto muuntajan kunnosta öljynäytteen perusteella. Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansioissa työnjohtajanhuoneessa.

Jos analyysin tulokset viittaavat epänormaaliin, otetaan välittömästi uusintanäyte. Tämän jälkeen asiantuntijat arvioivat mahdollisen vian vakavuuden ja työnjohtaja tekee arvion perusteella työmääräimen ennakkohuolto-ohjelmaan. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos analyysin tuloksissa ei todeta normaalista poikkeavaa, kuitataan öljyanalyysi suoritetuksi ja merkitään kohteen seuraava öljyanalyysitarve ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.4 Mittamuuntajien kunnossapito

Mittamuuntajien huolto on määrävälein, joka on käyttökeskeytyksen aikana tehtävää mekaanisen ja sähköisen kunnan tarkastusta. Huoltojen lisäksi mittamuuntajien kuntoa tarkkaillaan kytkinlaitos tarkastusten yhteydessä.

Ulkona olevien mittamuuntajien huoltoväli on 6 vuotta. Mittamuuntaja huoltojen huoltoajankohta on määriteltä laitekohtaisesti ennakkohuolto-ohjelmassa. Huollon aikana tarkastetaan mittamuuntajan mekaaninen ja sähköinen kunto. Mittamuuntajahuoltoja suoritetaan ennakkohuolto-ohjelman mukaisesti 45- ja 20 kV kytkinlaitosten virta- ja jännitemuuntajille.

45 kV mittamuuntajahuoltojen huoltoväli on 3 vuotta ja huollossa tarkistetaan

Virtamuuntajat

- eristimien puhdistus ja tarkastus

- öljyvuuotojen tarkastus
- öljymäärä ja öljymäärän osoitus
- oudot äänet, todetaan käytön aikana
- lämpö väreily, todetaan käytön aikana
- rakenteiden kireys
- korroosioauriot
- eristysvastusmittaus
- ensiöliittimien kireys
- maadoitukset
- kaapelointi
- kytkentäkotelon riviliittimet. (Jakovesi. 1996., Sikanen Jukka. 2016.)

#### Jännitemuuntajat

- ensiöliitäntä
- eristimet

#### kaapelointi

- kojekaappi ja kytkentäkotelo
- lämpö väreily, todetaan käytön aikana
- oudot äänet, todetaan käytön aikana
- maadoitukset
- öljynkorkeus
- vuodot. (Jakovesi. 1996., Sikanen Jukka. 2016.)



20 kV kennostojen huolto väli on 5 vuotta

- puhdistus
- erotinhuollot
- mittamuuntajien tarkastukset
- ensiöliitännöiden tarkastukset
- varokekuormaerottimen sulakelaukaisu koestetaan
- riviliittimien ynnämuiden liitosten tarkastus. (Jakovesi. 1996., Sikanen Jukka. 2016.)

Mittamuuntaja täytyy huollon ajaksi olla tehty jännitteettömäksi ja työmaadoitetaan. Jos mittamuuntajalle ei ole olemassa ohikytkenämahdollisuutta, keskeytyy kyseessä olevan kentän syöttämän kohteen sähkönsaanti huollon ajaksi.

Raporteissa on erottimien laitetunnus, huollon suoritusajankohta, huollon suorittaja, huollon laji, havaitut viat, käytetyt varaosat ja tarkastetut kohteet. Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansiossa työnjohtajanhuoneessa.

Mikäli huollossa havaitaan puutteita tai vikoja, arvioi työnjohtaja vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos huollossa ei ole huomautettavaa, kuitataan huolto suoritetuksi ja merkitään seuraava huoltotarve ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.5 Puisto- ja kiinteistömuuntamoiden kunnossapito

Muuntamo on rakennelma, jossa muuntaja muuttaa jännitettä.

Muuntamoiden tarkastus on määrävälein, joko jännitteettömänä tai jännitteisenä tehtävää mekaanisen ja sähköisen kunnan tarkastusta. Enontekiöllä on ainoastaan ilmaeristeisiä muuntamoita.

Muuntamotarkastus suoritetaan 20 kV puisto- ja kiinteistömuuntamoille kolmen vuoden välein. Tarkastusten toistoväli ja ajankohta on määritelty muuntamokohdaisesti ennakkohuolto-ohjelmassa. Muuntamotarkastuksessa tarkastetaan seuraavat asiat. Yleistä

- kulkureitti
- ovien toimivuus ja paloturvallisuus, ovien tulee aueta ulospäin ja sisäpuolelta ilman avainta
- lukitus ja suojapuomit, saranat, tuulihaka
- tunnuskilvet, piirustukset ja kaaviot
- varoituskilvet ja ohjeet
- ensiapuohjeistus, hätänumerot
- rakennuksen tai tilan yleistarkastus ja siisteys
- sisätilojen lämpötilat, tuulettimien, tuuletusaukkojen ja suodattimien kunto
- valaistus
- erottimien ohjaussauvat, sulakkeiden vaihtolaitteet
- työmaadoitusvälineet ja jännitteenkoettimet (huomioi tarkastukset)
- käyttömaadoitus: liitokset, jatkokset, kiinnitykset, poikkipinnat
- suojamaadoitus: liitokset, johtimen kunto, poikkipinta
- puistomuuntamon etäisyys tulee olla vähintään 5 m muihin rakennuksiin sivusuunnassa ja 10 m pystysuunnassa. (Sikanen Jouko. 2015., Sikanen Jukka. 2016.)

Suurjännitelaitteet:

- erottimet

- kaapelipäätteet, eristimet
- maadoitukset

(Sikanen Jouko. 2015., Sikanen Jukka. 2016.)

#### 20 kV jakelumuuntajat

- yleistarkastus (öljyvuodot, äänet, yms.)
- ilmankuivain
- paisuntasäiliön öljynkorkeus
- öljyn lämpötila
- huippulämpötila
- väliottokytkimen asento
- eristimet, liittimet
- ylijännitesuojat
- kaapelipäätteet
- maadoitukset
- arvokilpi. (Sikanen Jouko. 2015., Sikanen Jukka. 2016.)

#### Pienjännitelaitteet

- pienjännite-keskus
- rinnan olevien kaapeleiden merkinnät
- liitokset
- kaapelipäätteet
- maadoitukset
- mittarit
- pienjännitelähtöjen varoke- ja sulakekoot ja merkinnät
- vaihemerkinnät
- huippuvirtamittaus

- jännitemittaus. (Sikanen Jouko. 2015., Sikanen Jukka. 2016.)

(Liite 6.)

Muuntamo täytyy kytkeä huollon ajaksi jännitteettömäksi ja työmaadoittaa tai tarpeellisilta osin suorittaa tarkastus jännitetyönä. (SFS 6002. 2015. Y.1(6.3.1).)

Raporteissa tulee olla muuntamotunnus, tarkastuksen suoritusajankohta, tarkastuksen suorittaja, havaitut viat, käytetyt varaosat ja kohteet joihin tarkastus on tehty. Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansioissa työnjohtajan huoneessa.

Mikäli huollossa havaitaan puutteita tai vikoja, arvioi työnjohtaja vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos huollossa ei ole huomautettavaa, kuitataan huolto suoritetuksi ja merkitään seuraava huoltotarve ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.6 Pylväsmuuntamoiden kunnossapito

Muuntamoiden tarkastus tehdään määrävälein, joko jännitteettömänä tai jännitteisenä tehtävä mekaanisen ja sähköisen tarkastus. Muuntamotarkastus suoritetaan 20 kV pylväsmuuntamoille kolmen vuoden välein. Tarkastusten toistoväli ja ajankohta on määritelty muuntamokohtaisesti ennakkohuolto-ohjelmassa. Muuntamotarkastuksessa tarkastetaan mummuassa seuraavat asiat

##### Yleistä

- kulkureitti
- lukitus
- tunnuskilvet, piirustukset ja kaaviot

- varoituskilvet ja ohjeet
- muuntajan kiinnitys
- asennuskorkeus vähintään 5,5 m maasta alajännitepuolen paljaisiin jännitteisiin osiin
- työmaadoituskohdat
- etäisyydet (johdot, kulkuväylät, maan- ja veden pintaan ja rakennuksiin vähimmäis etäisyys suositus on vähintään 15 m lähimpään rakennukseen). (Sikanen Jouko. 2015., Sikanen Jukka. 2016.)

#### Suurjännitelaitteet

- erottimet
- kaapelipäätteet, eristimet
- maadoitukset
- orsi
- jompit
- eläinsuojat. (Sikanen Jouko. 2015., Sikanen Jukka. 2016.)

#### 20 kV pylväsmuuntajat

- yleistarkastus (öljyvuodot, äänet, yms.)
- paisuntasäiliön öljynkorkeus
- eristimet, liittimet
- ylijännitesuojat
- kaapelipäätteet
- maadoitukset
- väliottokytkimen asento. (Sikanen Jouko. 2015., Sikanen Jukka. 2016.)

#### Pienjännitelaitteet

- pienjännitesyöttö
- varokeytkimet, varokeytkiten kunto ja toiminta testataan

- pienjännitelähtöjen varoke- ja sulakekoot
- kaapelit ja päätteet
- syöttöjohdon asennuksen suunnitelman mukaisuus
- jännitemittaus
- maadoitukset. (Sikanen Jouko. 2015., Sikanen Jukka. 2016.)

#### Rakenteet

- pylvää (lahoisuus, suoruus, upotussyvyys, latvasuoja)
- harukset (merkit, kiinnitykset, haruskulmat, ankkurin upotussyvyys, haruserottimet, korroosioauriot)

Muuntamo täytyy kytkeä jännitteettömäksi tai työmaadoittaa huollon ajaksi tai suorittaa tarkastus jännitetyönä niiltä vaativin osin. (SFS 6002.2015.Y.1 (6.3.1).)

Raporteissa on muuntamotunnus, huollon suoritusajankohta, huollon suorittaja, havaitut viat, käytetyt varaosat ja tarkastetut kohteet. Raportit säilytetään vuosiluvin merkatuissa kansioissa työnjohtajanhuoneessa.

Mikäli huollossa havaitaan puutteita tai vikoja, arvioi työnjohtaja vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos huollossa ei ole huomautettavaa, kuitataan huolto suoritetuksi ja merkataan seuraava huoltotarve ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.7 Kaapelijakokaappien ja jakokeskusten kunnossapito

Kaapelijakokaappien ja jakokeskusten tarkastus tehdään määrävälein, joka on yleensä jännitteisenä tehtävä mekaanisen ja sähköisen kunnan tarkastus. Pien-

jänniteverkon kunnossapito tarkastuksiin kuuluu johtoalueen ja jakokaappien tarkastukset.

Kaapelijakokaapin (ja jakokeskuksen) tarkastus suoritetaan kuuden vuoden välein. Tarkastusten toistoväli ja ajankohta on merkattu aluekohtaisesti ennakkohuolto-ohjelmaan. Kaapelijakokaapin tarkastuksessa tarkistetaan seuraavat asiat

#### Jakokaapin ulkopuoli

- ympäristö
- perustus (kallistumat, sortumat)
- pintakäsittely (kunto, likaisuus, kolhut, ruostevauriot, kosteussuojauksen maali)
- saranat
- lukitus
- tunnuskilvet, varoitus- ja merkkikilvet
- merkkipaalu
- etupuolen suojauslevy
- aurausviitta

#### Jakokaapin sisäpuoli

- kiskot
- varokealustat
- etäisyydet ja kosketussuojaus
- piirustukset ja kaaviot
- lähtönumerot ja osoitteet
- lähtöjen varoke- ja sulakekoot
- ehjä sulakkeen vaihtokahva
- kaapelijakokaappikortti
- maadoitukset (maadoituselektrodin liitokset ja johtimen kunto)

- siisteys
- maalaus
- liitosten kunto ja kireys.

#### Kaapelit

- liittimet
- vaipat
- päätteet
- johtimet
- eristykset
- kiinnitykset
- routavauriot, kaapelien litistymiset
- lähdöt, lähtömerkinnät
- (katkaisija / asemasuojakytkin, jos ovat). (Sikanen Jouko. 2015., Sikanen Jukka. 2016.)

(Liite 7.)

Korjauksia voidaan tarvittaessa joutua tekemään osin jännitetyinä.

Raporteissa on kaapelijakokaappi- tai jakokeskustunnus, huollon/tarkastuksen suoritusajankohta, huollon suorittaja, havaitut viat, käytetyt varaosat ja tarkastetut kohteet. Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansioissa työnjohtajanhuoneessa.

Mikäli huollossa havaitaan puutteita tai vikoja, arvioi työnjohtaja vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos huollossa ei ole



huomautettavaa, kuitataan huolto suoritetuksi ja merkitään seuraava huoltotarve ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.8 Lämpökuvauus

Lämpökuvauksella valvotaan sähköä johtavien liitosten ja koskettimien kuntoa. Lämpökuvauksella voidaan myös tutkia kojeita mahdollisten sisäisten vikojen esille saamiseksi. Lämpökuvauus tehdään käytön aikana, kohteen ollessa kuormitettuna, jotta saadaan todellinen kuva kojeiden ja liitosten lämpötilasta ja kunnosta. 20- ja 45 kV kytkinlaitteiden koskettimien kuntoa valvotaan lämpökuvauksen lisäksi myös huoltojen yhteydessä suoritettavilla ylimenovastusmittauksilla. (Sikanen Jukka 2016.)

Lämpökuvauksilla saatava hyöty

- Yli lämpenevät kohdat saadaan selville ennen kuin ne ehtivät aiheuttaa vaurioita
- korjaustyöt voidaan ajoittaa sopivaan ajankohtaan
- huoltotyö voidaan kohdistaa huoltoa vaativiin paikkoihin. (Sikanen Jukka. 2016.)

Kuvauksen suorittaminen

Lämpökuvauus suoritetaan vuoden välein. Lämpökuvauksen toistoväli ja ajankohta on merkattu ennakkohuolto-ohjelmaan. Mittauskohteet kuvataan infrapunakameralla ja havaituista vikakohdista taltioidaan lämpökuva esim. videonauhalle. Vikakohdasta otetaan lisäksi värivalokuva normaalilla kameralla. Jos mahdollista, lämpenevän kohteen läpi menevä virta varmistetaan pihtivirtamittarilla. Lämpökuvauus tehdään seuraaviin kohteisiin

- kytkinlaitokset
- muuntamot
- tasa- ja vaihtosähköjärjestelmät
- sähkölaitteet yleensä
- sähköiset liitokset
- ohjausjärjestelmät
- lämpöeristykset sähkölaitteissa. (Sikanen Jukka. 2016.)

Mitattavaan kohteeseen on oltava suora yhteys (lasin tai plexin läpi kuvaus ei onnistu). Kuormitusvirran on oltava vähintään 30 % nimellisarvosta. Lämpökuvaajan on päästävä kuvaamaan kohde esteettä ja turvallisesti, minkä vuoksi kyseisen laitoksen tuntevan asentajan tulisi huolehtia luukkujen ja kansien avaamisesta. (Sikanen Jukka. 2016.)

Raporteista tulee käydä selvästi ilmi viat ja vikakohteet. Raportti sisältää:

- kuvauskohde luettelo
- tarkastuspöytäkirja
- mittauspöytäkirja lämpö- ja valokuvain (väri- ja mustavalkokuvain).

Raportit säilytetään työnjohtajan huoneessa vuosiluvuin merkatuissa kansioissa.

Mikäli tarkastuksessa havaitaan vikoja tai puutteita, työnjohtaja arvioi vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Korjaamisen jälkeen voidaan kohde tarvittaessa kuvata uudelleen. Jos tarkastuksessa ei todeta huomautettavaa, kuitataan kuvaus suoritetuksi ja merkataan kohteen seuraava kuvaus ennakkohoolto-ohjelmaan.

#### 4.9 Maadoitusten kunnonvalvonta ja mittaukset

Kytkinlaitosten maadoitusten kunnonvalvonta on kasi osaista, maadoitusimpedanssin mittaamista ja maadoitusjohtimien kunnan tarkastamista standardien SFS 6000 ja SFS 6001 mukaan. Maadoitusimpedanssin mittaus tehdään sähköasemiin ja muuntamoihin, joissa on erillinen maadoitus elektrodi.

Maadoitusverkkojen johtimien kunnan tarkastukset tehdään 20 ja 45 kV sähköasemilla ja muuntamoilla sekä laajaan maadoitusjärjestelmään liitettyjen muuntamoiden maadoitusyhteyden varmistamiseksi. (SFS 6001.14.1.2015., SFS 6001.NA 13. 2015.)

Maadoitusresistanssi täytyy mitata aina, jos maadoitusresistansseille on asetettu suurin sallittu arvo. Maadoitusmittaukset täytyy mitata laitteen käyttöönoton yhteydessä. Jos ei ole mahdollista tehdä esimerkiksi roudan vuoksi, on maadoitusmittaus tehtävä vuoden kuluessa käyttöön otosta. (SFS 6001.NA 13. 2015.)

Maadoituksen tarkoituksena on rajoittaa vikatapauksissa syntyvät vaaralliset kosketus- ja askeljännitteet. Maadoituksilla pyritään estämään jännitteiden siirtymistä järjestelmästä toiseen sekä valokaarien, kipinöiden ja vuotovirtojen syntymistä. Maadoituksilla järjestetään vikavirroille kontrolloitu reitti, jolla pyritään varmistamaan suojalaitteiden nopea ja luotettava toiminta. Maadoitusten tehtävänä on myös estää häiriöiden syntymiset tietoliikenne- ja elektroniikka järjestelmissä. (Sähkö- ja teleurakointiliitto. 2007., SFS 6001.10.1-3.)

Sähköasemien maadoitusten tarkastusväli on maadoitusresistanssi mittauksen osalta 12 vuotta. Mittaamalla tapahtuvan johtimien kunnontarkastamisen osalta 6 vuotta, jos maadoitus on toteutettu yhdellä johtimella ja 12 vuotta jos maadoitus on toteutettu kahdella johtimella. Näkyvillä olevien maadoitusjohtimien kunto tarkastetaan myös silmämääräisesti 1 vuoden välein kytkinlaitostarkastusten yhteydessä. Sähköasemakohtainen suunnittelu on ennakkohuolto-ohjelmassa. (SFS 6001 NA.13. 151. 2015.)

Muuntamoiden maadoitusten tarkastusväli on 12 vuotta. Jolloin mitataan yhteys laajaan maadoitusjärjestelmään tai yksittäisen elektrodin maadoitusimpedanssi. Muuntamokohtainen tarkastus suunnitelma on ennakkohuolto-ohjelmassa.

Maadoitusimpedanssi mitataan sähköaseman tai muuntamon maadoitusverkon ja ns. neutraalimaan väliltä. Mittaus tapahtuu tätä tarkoitusta varten rakennetulla erikoislaitteistolla. Mittaustuloksen ja syöttävän 45 ja 20 kV verkon verkostotietojen, kytkinlaitokseen maasulkuvirtaa syöttävien johtojen maasulkuvirrat ja ukkosjohtimien reduktiokertoimien perusteella voidaan määrittää kytkinlaitoksessa vikatilanteessa esiintyvä suurin maadoitusjännite. Sähköasemien maadoitusimpedanssit kertovat verkon ehjyyden. Yleisesti pyritään saavuttamaan mahdollisimman pieni maadoitusresistanssi. (SFS 6001.Liite L.2. 2015.)

Muiden kytkinlaitosten samaan maadoituselektrodiin liittyvien maadoitusverkkojen johtimien kunto tarkistetaan mittaamalla (tehdään ehjyysmittaukset), ellei se ole tarkistettavissa silmämääräisesti. Eri kytkinlaitosten maadoitusverkkojen välinen yhteys on myös tarkistettava. Mittaaminen tapahtuu syöttämällä johtimeen häiriöiden poistamiseksi riittävän suuri virta esimerkiksi kytkinlaitteiden ylimenovastusmittarilla. Näkyvillä olevien maadoitusjohtimien kunto tarkastetaan lisäksi vuosittain silmämääräisesti kytkinlaitostarkastusten yhteydessä. (SFS 6001.NA.13. 2015.)

Maadoitusresistanssin mittaus kohteet

- sähköaseman maadoitus
- muuntajan suurjännitepuolen suojamaadoitus
- suurjännite-erottimen maadoitus enintään 1 kV jakeluverkon maadoitus silloin, kun järjestelmä on alttiina yli 1 kV jännitteille.
- edellistenjärjestelmien yhteinen maadoitus. (SFS 6001.NA.13. 2015., SFS 6001. NA. Liite O.2015.)

Jakelumuntajan maadoitusresistanssia mitattaessa käytetään Enontekiöllä käännepestemenetelmää. Mittausmenetelmä pysyy samana, koska sama mit-

tausmenetelmä eri kerroilla helpottaa arvojen vertailua aikaisempiin arvoihin. Käänne pistemenetelmän tavallisimpia mittauskohteita ovat ilmajohtopylväiden elektrodit, sauvaelektrodit, nauhaelektrodit, keskijänniteverkon ja erilliset pienjänniteverkon maadoitusjärjestelmät. (SFS 601. 2015.) (Liite 8.)

Käänne pistemenetelmässä mitataan suoraan resistanssiarvoja, joiden perusteella muodostetaan käyrä. Käyrän käänne pisteestä saadaan tutkittavan elektrodin maadoitusresistanssi. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto. 2007.)

Maadoitusmittausten yhteydessä tarkistetaan myös jakelumuuntajien öljy. (Muuntajassa on pyöreäsäiliö, jonka viisari tulee olla noin puolessavälissä.) Maasulkumittaus käänne pistemenetelmällä tehdään Meggerillä. Musta kela vieään 200m ja punainen kela ensin 160 m päähän jakelumuuntaja pylväältä, sitten 140 m, 120 m, 100 m ja lopuksi 80 m:n päähän jakelumuuntaja pylväältä. Resistanssi luvut merkitään ylös. Kelat vieään pylväältä alueelle, jossa ei ole jänkkää, kaukolämpöverkostoa, ilmajohtoja, kaapeleita tai jakokaappeja.

Sähköaseman tai muuntamon maadoitusimpedanssin mittaus edellyttää käyttökeskeytystä yhdelle sitä syöttävälle voimajohdolle. Maadoitusverkkojen johtimien kunnan mittaamisen ajaksi täytyy irrottaa vuorollaan jokainen kojeeseen tai rakenteeseen liitetty johdin. Siksi täytyy kohteen käytössä ollessa varmistaa, ettei kyseessä oleva kohde jää mittauksen ajaksi kokonaan ilman maadoitusta.

Raportista tulee ilmetä viat ja vikakohteet. Raportti sisältää

- mittauspöytäkirjat
- tarkastuspöytäkirja vika- ja puutetiedoin.

Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansiossa työnjohtajanhuoneessa.

Mikäli tarkastuksessa havaitaan vikoja tai puutteita työnjohtaja arvioi vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Korjaamisen jälkeen voidaan kohde tarvittaessa tarkistaa uudelleen. Jos tarkastuksessa ei todeta huomautettavaa, kuitataan tarkastus suoritetuksi ja merkitään kohteen seuraava tarkastus ajoitus ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.10 Suojareleiden koestus

Suojareleet kojeistetaan määrävälein, yleensä tehdään käyttökeskeytyksen aikana mekaanisen ja sähköisen kunnan tarkastus. Suojauksen toiminnasta tehdään koestuksen lisäksi havaintoja mahdollisten toimintojen yhteydessä.

Johdonsuoja releen (ABB, SPAS 1F1 J3, 341 C) käyttötarkoitus on säteittäisten maasta erotettujen, sammutettujen tai osittain maadoitettujen verkkojen selektiiviseen oiko- ja maasulkusuojaukseen. (Strömberg Ab. 1979. 344 SPAS 118. 143 A.)

Suojareleiden, tasasähkökeskusten jännitteenvälvojen ja muuntajien jännitteensäätäjien koestusväli on 3 vuotta. Aluksi tehdään ensiökoestus, joka tehdään 6 vuoden välein. Ensiö(/primääri)koestuksesta 3 vuoden kuluttua tehdään sekundäärikoestus. Relesuojien asettelussa huomioidaan katkaisijan toiminta-aika. Koestusten tarkastusväli on määritetty kytkinlaitoskohtaisesti ennakkohuolto-ohjelmassa. Suojareleistä tarkistetaan asettelut, havahtumis-, toiminta- ja palautumisarvot, toiminta-ajat ja hälytykset. Koestus suoritetaan joka 3 vuosi ns. primäärikoestuksena ja muulloin ns. sekundäärikoestuksena jolloin laukaisupiiri testataan, jos mahdollista, laukaisemalla asianomainen katkaisija tai katkaisijat. Joka toinen kerta otetaan ensiöt mukaan tarkastukseen. Ensiöpiirien ja primäärikojeistusten tarkistus joka viides vuosi, jos kyseessä on itsevalvovarele. Tasasähkökeskusten jännitereleet ja muuntajien jännitteensäätäjät tarkistetaan

syöttämällä kojeeseen erilaisia sisäänmenoarvoja ja tarkkailemalla ulostuloa. (ABB Oy. 1995. 26.)

Koestuksia suoritetaan ennakko-ohjelmien perusteella

- 45 kV kytkinlaitoksen ylivirta-, differentiaali- ja jännitereleille
- 20 kV kytkinlaitosten ylivirta-, jännite- ja taajuusreleille
- tasasähkökeskusten jännitteenvälvoijille
- jännitteensäätäjille. (ABB Oy. 1995.)

Koestus on suositeltavaa suorittaa ensiökoestuksena, jolloin koko suojausketju mittamuuntajista katkaisijoihin tulee testattua. Koestus on myös mahdollista suorittaa toisiokoestuksena, jolloin rele irrotetaan koestuksen ajaksi suojauspiiristä. Tällöin on suositeltavaa tarkistaa myös hälytys- ja laukaisupiirien kunto. Huomioidaan erikoisvaatimukset. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 26.)

Suojareleen testaus suositellaan tehtäväksi niillä asetteluilla, jotka releessä normaalisti on, ja niillä mittaustuloilla, joita releessä normaalisti käytetään. Tarvittaessa voidaan suorittaa myös laajempi relekoestus useammilla asetteluarvoilla. Koestus suoritetaan tavanomaisilla virran ja jännitteen syöttölaitteilla sekä virran, jännitteen ja ajan mittalaitteilla. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 26.)

Ylivirta- ja maasulkurelemoduulin koestus. Kaikista käytössä olevista toimintaportaita ( $I_>$ ,  $I_{>>}$ ,  $I_{>>>}$ ,  $I_0>$ ,  $I_0>>$  ja  $\Delta I_>$ ) testataan seuraavat asiat

- havahtumisarvo (ylivirtaportaita mittausta tehdään kaikilta kolmelta vaiheelta)
- havahtumisaika
- laukaisuaika
- laukaisun indikointi, lähtöreleiden toiminta ja hälytykset
- katkaisijavikasuoja (CBFP). (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 26.)

Yhdistetyn ylivirta- ja maasulkurelemoduulin SPCJ 4D28 ylivirtasuojaja on suunniteltu yksi-, kaksi- ja kolmivaiheiseen ylivirtasuojaukseen. Sisältää kolme ylivirtaporrasta:  $>$ ,  $I>>$ ,  $I>>>$ -portaan. Toimintaporras havahtuu, jos virta yhdessäkin vaiheista ylittää ko. portaan asetteluarvon. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 26.)

Koestuksessa virtaa lähdetään kasvattamaan nolasta ylöspäin, kunnes rele havahtuu. Havahtumisen vaatima virta-arvo kirjataan ylös. Arvon tulee olla tarkkuuden rajoissa asetteluarvosta. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 26.)

Mikäli myös palautumisarvo halutaan mitata, nostetaan virtaa ensin riittävän suureksi, jotta rele havahtuu. Tämän jälkeen virran arvoa lasketaan kunnes rele palautuu. Useampiportaisia suojauksia koestettaessa on suositeltavaa aloittaa koestus ylimmästä portaasta ja edetä siitä alempiin toimintaportaisiin. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 26.)

Havahtumis- ja laukaisuaikojen mittaus tehdään siten, että releeseen syötetään kytkimen kautta virtaa, jonka suuruus on noin 1,5...2 kertaa toimintaportaan asetteluarvo. Toiminta-aika mitataan kytkimen sulkemisesta suojareleen toimintaan. Toiminta-aikojen tulee olla tarkkuuden rajoissa asetteluarvoista. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 26.)

Käänteisaikoja mitattaessa voidaan mittaus tarvittaessa suorittaa useilla syötettävän virran arvoilla, esim. 2 x ja 10 x asetteluarvo. Palautumisaika voidaan mitata virtakytkimen avaamisesta releen palautumiseen. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 26.)

Suunnatun maasulkurelemoduulin SPCS 2D26 koestus Kaikista käytössä olevista toimintaportaista ( $U_{0b}>$ ,  $U_{01}>/I_{01}>$  ja  $U_{02}>/I_{02}>$ ) testataan seuraavat asiat:

- havahtumisarvo(t)
- havahtumisaika
- laukaisuaika



- laukaisun indikointi, lähtöreleiden toiminta ja hälytykset
- katkaisijan vikasuojaja (CBFP). (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 27.)

Havahtumisarvo saadaan mitattua siten, että  $U_{0b}$ - portaan koestuksessa nostetaan jännitettä nolasta ylöspäin, kunnes rele havahtuu. Havahtumisen vaatima jännitearvo kirjataan ylös. Arvon tulee olla tarkkuuden rajoissa asetteluarvosta. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 27.)

$U_{01}/I_{01}$ - ja  $U_{02}/I_{02}$  portaatt koestetaan kuten  $U_{0b}$  - porraskin, mikäli ne on ohjelmoitu  $U_0$ - portaiksi. Muutoin tulee releeseen syöttää samanaikaisesti sekä virtaa 1 että jännitettä. Ensin säädetään jännite yli asetteluarvon ja kasvatetaan virtaa, kunnes rele havahtuu. Havahtumisvirran arvo kirjoitetaan ylös. Tämän jälkeen virta säädetään yli asetteluarvon ja jännitettä kasvatetaan nolasta, kunnes rele havahtuu. Havahtumisjännitteen arvo kirjataan ylös. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 27.)

$U_{01}/I_{01}$ - ja  $U_{02}/I_{02}$  portaatt ovat valittavissa suunnatuksi tai suuntaamattomaksi. Mikäli porras toimii suunnattuna, tulee syötettävän virran ja jännitteen välinen vaihekulma olla releeseen asetellun peruskulman suuruinen, jotta rele toimisi. Suunnattu toiminta voidaan tarkistaa säätämällä virta ja jännite yli asetteluun sekä muuttamalla vaihekulmaa tutkia, milloin rele havahtuu ja palautuu. Haluttaessa mitata palautumisarvot syötetään asetteluarvot ylittävä virta ja jännite. Tämän jälkeen muutetaan virtaa, jännitettä tai vaihekulmaa, kunnes rele palautuu. Haluttaessa mitata palautumisarvot syötetään asetteluarvot ylittävä virta ja jännite. Tämän jälkeen muutetaan virtaa, jännitettä tai vaihekulmaa, kunnes rele palautuu. Sammuttamattoman verkon vaihekulma on  $90^\circ$  ja sammutetun verkon vaihekulma on  $0^\circ$ , muuten suojaus ei toimi. Kun maasulku virrat kasvaa, kytketään sammutuskuristin muuntajan tähtipisteeseen, näin sammuttamattomasta verkosta tulee sammutettuverkko. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 27.)

Releeseen syötetään kytkimen kautta virtaa, jonka suuruus on noin 1,5...2 kertaa toimintaportaan asetteluarvo. Toiminta-aika mitataan kytkimen sulkemisesta suojareleen toimintaan. Toiminta-aikojen tulee olla tarkkuuden rajoissa asetteluarvoista. Palautumisaika voidaan mitata virtakytkimen avaamisesta releen palautumiseen. (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 27.)

Ylivirta- ja maasulkurelemoduuli SPCJ 4D28 on varustettu katkaisijavikasuojalla (CBFP). Katkaisija vikasuojan ohjaukoskettimia käytetään tavallisimmin ohjaamaan suojattavaa syöttöä edeltävää katkaisijaa. (ABB Oy. 1995. yhdistetty ylivirta- ja maasulkurelemoduuli. 5.)

Jälleenkytkentä relemoduulin SPCT % D54 käyttötarkoitus on se, että jälleenkytkentä on toimenpide, missä katkaisija ohjataan automaattisesti kiinni asetellun ajan kuluttua (suojareleen suorittamasta) katkaisijan auki -ohjauksesta. Valtaosa (noin 80...85 %) keskijänniteavojohtoverkon vioista on luonteeltaan ohimeneviä valokaarivikoja, ts. vikoja, joita ei tarvitse korjata. Vika poistuu itsestään, kun vikapaikka tehdään lyhyeksi hetkeksi virrattomaksi. Lopuista vioista (15...20 %) suurin osa voidaan selvittää pitemmällä katkoksesta. Vikapaikan ohjaus virrattomaksi halutuksi ajaksi tehdään jälleenkytkentäreleistyksellä. Jälleenkytkentäreleistyksellä suurin osa vioista pystytään selvittämään ilman käyttötoimenpiteitä. Vian ollessa pysyvä suoritetaan jälleenkytkentöjen jälkeen ns. lopullinen laukaisu. Pysyvä vika täytyy paikallistaa ja korjata ennen kuin vikapaikka voidaan tehdä virralliseksi. Jälleenkytkentämoduulilla suoritetaan jälleenkytkentöjä kaikenlaisille jälleenkytkentäkelpoisille katkaisijoille. (ABB Oy. 1995. Jälleenkytkentä relemoduuli. 3.)

Jälleenkytkentä relemoduulin SPCT % D54 koestus

Jälleenkytkentä relemoduulista testataan seuraavat asiat

- jälleenkytkentöjen käynnistyminen
- katkaisijan ohjaukset
- toiminta-ajat

- hälytykset. (ABB Oy. 1995. Jälleenkytkentä relemoduuli. 3.).

Jälleenkytkentä sekvenssin koestus tapahtuu luontevimmin ylivirta- ja relemoduulin koestuksen yhteydessä. Aina kun näistä moduuleista on koestettu yksi toimintaporras, koestetaan sen toiminta myös jälleenkytkentämoduulin kanssa. Koestus on suositeltavinta tehdä katkaisijan avulla, siten että releelle syötettävä virta tuodaan katkaisijan koskettimen kautta. Koestus on mahdollista tehdä myös ilman katkaisijaa ohjelmoimalla jälleenkytkentämoduulissa  $SGF2/7=1$ . Aluksi katkaisija ohjataan kiinni-asentoon ja jälleenkytkentämoduulin mahdollinen lukitusaika odotetaan loppuun. (ABB Oy. Johdonsuojarele. 1995. 27.)

Syöttävä virta/jännite kytketään päälle, ja pidetään päällä kunnes koko jälleenkytkentäsekvenssi on menty läpi. Sekvenssi voi käsittää asetteluista riippuen yhden tai useampia jälleenkytkentöjä ja se päättyy joko suojarelemoduulin tai jälleenkytkentämoduulin suorittamaan lopulliseen laukaisuun.

Jälleenkytkentäsekvenssin aikana ei normaalisti saa tapahtua mitään, mikä aiheuttaisi sekvenssin keskeytymisen tai hälytyksen. Lopullisesta laukaisusta tulee asetteluista riippuen hälytys (DEFTRIP). (ABB Oy. 1995. Johdonsuojarele. 27.)

Suuntarele on tarkoitettu käytettäväksi aika- ja suuntaselektiivisyyteen perustuvissa maasulkusuojauksissa vastuksella maadoitetuissa, sammutetuissa tai maasta erotetuissa verkoissa. Kaksisuuntaisuutensa ansiosta rele soveltuu hyvin suuntavertosuojakäyttöön. Rele havahtuu, kun virtajännite sekä suunta täytävät havahtumiskriteeriot. Tehon suunnan määrittäminen perustuu jännitteen ja virran vaihe-eroon. Apujännitteen suuruuden ulkoisen jännitteen avulla on toiminnan, jännite  $\cos \phi$  jaettu jännitellä  $\sin \phi$ , valinnan kauko-ohjaus mahdollinen. (Strömberg Ab. 1979. Suuntarele. 143A.)

Releessä on laukaisu- ja estosuuntaa varten eri havahtumisreleet ja vastaavat havahtumismerkkit. Laukaisurele toimii normaalisti vain toiseen suuntaan. Re-

leen koestuspainikkeella saadaan laukaisusuunnan havahtumis- ja laukaisureleet toimimaan, jotka kuitataan kuittauspainikkeen avulla. (Strömerg. 1979. Suuntarele. 143A.)

Vakavoitu differentiaalirele, kolmivaiheinen vakavoitu differentiaalisuoja kaksikämmimuuntajien ja generaattori –muuntaja yksiköiden käämisulku- ja kierrosulkusuojaukseen sekä generaattoreiden käämisulkusuojaukseen. Hyvä vakavointi estää aiheettomat laukaisut suojausalueen ulkopuolella olevissa vioissa ja kytkentävirtasysäyksissä. Releen toimintavarmuutta ja suojauksen luotettavuutta on parannettu katkaisija vikasuojalla, jossa aseteltava toiminta-aika. Differentiaalireleen hyvä sähköisten ja magneettisten häiriöiden sietokyky mahdollistaa käytön myös vaikeissa ympäristö olosuhteissa. (ABB Oy. 1995. Vakavoitu differentiaalirele. 2.)

Suojareleiden, tahdistimien ja jännitteensäätäjien koestus tulee suorittaa mahdollisuuksien mukaan käyttökeskeytysten aikana. Irrotettaessa relettä mittauspiiristä ja releen koestuksen aikana virtamuuntajien toisiopiirit eivät missään tilanteessa saa aueta tai jäädä auki.

Raportista tulee ilmetä

- sähköasema
- kojetunnus
- koestuksen suoritusajankohta
- koestuksen suorittaja
- havaitut viat
- käytetyt varaosat
- tarkastetut toiminnat ja
- toiminta-arvot. (KTMp N:o 517/1996. 3:15 §.)

Raportit säilytetään vuosiluvuilla varustetuissa kansiossa työnjohtajanhuoneessa.

Mikäli koestuksessa havaitaan vikoja tai puutteita työnjohtaja arvioi vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos tarkastuksessa ei todeta huomautettavaa, kuitataan tarkastus suoritetuksi ja merkitään kohteen seuraava tarkastus ajoitus ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.11 Akustojen kunnossapito

Kaikkien sähköaseman toimintalaitteiden syöttö tapahtuu sarjaan kytkettyjen akustojen kautta, akku on kriittinen ja kallis komponentti. Akuston elinikä on lyhyempi kuin järjestelmän muilla osilla, siksi akun kunnan valvonnasta huolehtiminen on hyvinkin tärkeää.

Työskenneltäessä akuston parissa akut on kytkettävä irti varauksesta ja kaasu on puhallettava / tuuletettava pois. Akustojen päällä tai turvaetisyyden sisäpuolella saa työskennellä kipinöitä aiheuttavalla koneella vain opastettu henkilö. Akustolla on oltava vähintään 60 cm levyinen poistumistie, sekä riittävä tila akun tarkistamista, huoltoa ja vaihtoa varten. (Sikanen Jouko. 2015. Sikanen Jukka. 2015.)

Viimeaikoina markkinoille tulleiden tasasuuntaaja / akusto / tasasähkökeskus / omakäyttökeskus kokonaisuuksien pahin varjopuoli on se, että akusto saattaa vaurioituessaan (räjähtäessään tai palaessaan) tuhota järjestelmän pitkäksi aikaa.

Enontekiöllä on käytössä avoimet lyijyakut ja kaksi suljettua akustoa. Ensisijaisesti akustojen kuntoa valvotaan 50 % kapasiteettikokein. Kapasiteettikoe on luotettavin menetelmä akuston kapasiteetin määrittämiseen, koska samaa menetelmää käytetään akuston nimelliskapasiteetin määrittämiseen. Pikalatausta ei käytetä suljetulla akustolla. Akustojen kuntoa seurataan kapasiteettikokeiden lisäksi sähköasematarkastusten yhteydessä suoritettavin kennojännitemittauksin ja visuaalisin tarkastuksin. (Pakkasakku Oy. 1994.)

Akun mukana on toimitettava seuraavat ohjeet:

- valmistajan ja toimittajan nimi
- tyyppimerkintä
- akun / akuston nimellisjännite
- asentajan nimi
- käyttöönottopäivä
- käytön ja huollon turvallisuusohjeet
- hävittämis ja kierrätysohjeet. (Pakkasakku Oy. 1994.)

Akkujen oikean toiminnan ja turvallisuuden varmistamiseksi akut ja niiden toimintaympäristö on tarkistettava säännöllisesti:

- varaajan jänniteasettelu
- kennojen / akkujen jännitteet
- elektrolyytin määrä ja mittaamalla elektrolyytin ominaispaino
- akuston puhtaus ja vuodot
- liitäntöjen kireys
- ilmanvaihto
- akun lämpötila
- räjähdysuoja korkit tai venttiilit
- kapasiteettikoe.

Kapasiteettikoe tehdään ennakkohuolto-ohjelman perusteella 20 kV ja 45 kV kytkinlaitosten ohjaus-, suojaus-, merkinanto-, hälytys- ja kaukokäyttöpiirien virransyöttöakustoihin. (Sikanen Jouko. 2015. & Sikanen Jukka. 2015.)

Kapasiteettikokeen suorittaminen: Kun akusto on otettu käyttöön tehdään 10 % tarkastus, ennen takuuajan loppua tehdään 100 % tarkastus. Tehdas määrää tarkastus välin (2 – 3 vuotta), tehdään 50 % kapasiteettikoe ja seuraavaksi 10 vuoden ajan 2 vuoden välein , tämän jälkeen vuosittain. 50 % kapasiteettikoe on riittävän hyvä näyttämään viat. (Sikanen Jukka. 2015.)

Kokeen aikana akustoa puretaan purkausvastukseen nimelliskapasiteetin mukaan määräytyvällä vakiovirralla ennalta määritelty aika. Ajan päätyttyä katsotaan kennojännitteet ja alinta kennojännitettä, jota verrataan tälle akustotyypille ominaiseen raja-arvoon. Jos jännite alittaa raja-arvon, jatketaan koetta kyseessä olevalle akustotyypille ja nimelliskapasiteetille ominaiseen ns. loppujänniterajaan saakka. Akuston kapasiteetti määräytyy purkausvirran ja loppujänniterajan saavuttamiseen kuluneen ajan tulona. Tarvittaessa suoritetaan lämpötilakorjaus. Kapasiteetti tarkistus pyydetään tehtaalta ennen akuston / akun ostoa ja tehdään kapasiteettitarkistus taas ennen takuuajan loppumista. Akustokohtainen tarkistusväli on merkattu ennakkohuolto-ohjelmaan. Akusto täytyy kokeen ajaksi kytkeä pois käytöstä ja korvata toisella akustolla, ellei voida pysäyttää akustolla varmennettua prosessia. (Sikanen Jukka. 2015.)

Raporteista tulee ilmetä akuston:

- laitetunnus
- purkausaika
- virta
- lämpötila
- heikoimmat kennot ja niiden jännitteet
- jännite alussa ja lopussa
- suoritusajankohta
- lausunto akuston kunnosta. (Sikanen Jukka. 2015.)

Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansioissa työnjohtajanhuoneessa.

Pysyvästi vaurioitunut akusto (tai akuston yksiköt) uusitaan ensi tilassa. Vialliselle akustolle voidaan suorittaa seurantakoe, jos vikatyyppejä mahdollistaa sen. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen. Jos tarkastuksessa ei todeta huomautettavaa, kuitataan tarkastus suoritetuksi ja merkitään kohteen seuraava tarkastus ajoitus ennakkohuolto-ohjelmaan. Toimenpiteet kirjataan huolto-ohjelmaan.

#### 4.12 Tasasuuntaajien ja UPS-laitteiden kunnossapito

Tasasuuntaajien ja UPS- laitteiden huoltoja tehdään ennakkohuolto-ohjelmien mukaisesti määräväleihin tehtävien mittauksien ja visuaalisten tarkastusten perusteella. Tasasuuntaajien kuntoa seurataan huoltojen lisäksi kytkinlaitostarkastusten yhteydessä suoritettavassa jännitemittauksessa ja kuormitusvirta-arvon tarkastuksessa. Tasasuuntaaja ja UPS- laitteiden ennakkohuolto-ohjelmaa käytetään seuraavissa laitteissa:

- 20 kV ja 45 kV kytkinlaitoksen ohjaus, suojaus-, merkinanto- ja hälytyspiirien tasasuuntaajissa
- varavalaistusjärjestelmien tasasuuntaajissa
- hallinnollisten ATK- laitteiden UPS- laitteistossa.(SFS 6001.9.2. 2015.)

Tasasuuntaajien huollon väli on 5 vuotta ja UPS- laitteiden 1 vuosi. Laitekohtainen huoltoväli on merkattu ennakkohuolto-ohjelmaan. Huollon yhteydessä vialliset osat tarvittaessa vaihdetaan.

Tasasuuntaajan huoltoon kuuluu

- jännitteiden mittaus



- virranrajoituksen testaaminen (jos 110 V tasasuuntaaja lataa 15 A, virranrajoitus varmistaa, ettei ladata enempää kuin 15 A tasasuuntaajaan. Testaus tehdään vastuksella, joka pyytää virtaa enemmän kuin 15 A.)
- virtojen mittaus
- akkusulakekotelot (sijoitettava mahdollisimman lähelle + ja – napaa, 1,5 – 2 A oikosulkuvirta)
- mittareiden, merkkivalojen, näyttöjen ja kytkimien tarkastus
- elektroniikkakorttien tarkastus
- kondensaattoreiden tarkastus
- kaukohälytysten toiminnan tarkastus
- liitosten kiristys
- ympäristön lämpötilan mittaus
- maadoitusten tarkastus ja
- puhdistus. . (ABB Oy. 1988. Strömberg tasasuuntaaja.)

Tasauslatausta ei saa käyttää jatkuvassa käytössä. Tasasuuntaaja ei saa kulkea virtarajaa jännitteensäädöissä. (ABB Oy. 1988. Tasasuuntaaja.)

UPS- laitteiston huoltoon kuuluu:

- jännitteiden mittaus
- virtojen mittaus
- mittareiden, merkkivalojen, näyttöjen ja kytkimien tarkastus
- elektroniikkakorttien tarkastus
- kondensaattoreiden tarkastus
- kaukohälytysten toiminnan tarkastus
- puhaltimien tarkastus
- liitosten kiristys
- ympäristön lämpötilan mittaus
- maadoitusten tarkastus
- puhdistus. (ABBOy. 1988. Tasasuuntaaja.)

Huollon ajaksi tasasuuntaaja on kytkettävä pois käytöstä sekä jännitteettömäksi tasa- ja vaihtosähköpuolelta. UPS- laitteisto on ohitettava huollon ajaksi mekaanisella ohjauskytkimellä. On muistettava huomioida, että UPS:n syöttämä kuorma on useimmiten tässä tilassa kytkettynä varmentamattomaan verkkoon. (Sikanen Jukka. 2016.)

Raporteista tulee ilmetä tasasuuntaajan tai UPS:n

- laitetunnus
- huollon suoritusajankohta
- huollon suorittaja
- havaitut viat, käytetyt varaosat ja tarkastetut kohteet

Raportit säilytetään työnjohtajan huoneessa ja vuosiluvuin merkatuissa kansioissa.

Jos huollossa havaitaan vikoja ja puutteita, arvioi työnjohtaja havaittujen vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos huollossa ei todeta huomautettavaa, kuitataan huolto suoritetuksi ja merkitään kohteen seuraava huoltoaika ennakkohuolto-ohjelmaan.

#### 4.13 Kaukokäyttölaitteiden kunnossapito

Kaukokäyttöjärjestelmän tarkistus on 2 vuoden välein. Kaukokäyttötarkastuksia suoritetaan kaikille kaukokäytöllä varustetuille sähköasemille ennakkohuolto-ohjelman mukaisesti. Tarkastuksessa tarkistetaan seuraavat asiat:

Ala-asema

- komponenttien visuaalinen tarkastus
- valmistajan ilmoittamat mittaukset yms.
- sähköasemalla simuloitujen tilatieto-, hälytys- ja mittaustietojen tarkastus keskusasemasta

- keskusasemalta annettujen ohjausten välittymisen tarkastus alasemaan
- puhdistus. (ABB Oy. 1997. Jari Säkkinen.)

#### Keskusasema

- valmistajan ilmoittamat mittaukset, testaukset yms.
- hälytyksen välittyminen varallaolijalle
- asemakaavioiden paikkansapitävyys
- ohjelmapäivitystarve. (ABB Oy. 1997. Jari Säkkinen. 1997.)

Hälytysjärjestelmän on tarkoitus kerätä, esikäsitellä ja ilmaista jonkin prosessin hälytysantureista tulevaa informaatiota. Hälytysantureina voi toimia sulkeutuva kosketin, avautuva kosketin tai sisäänrakennetut syöttöjännitteiden valvojat. (Strömberg Ab. 1977. Hälytysjärjestelmä. 132 C.)

Hälytysjärjestelmä voi ilmaista vastaanotetun häiriöinformaation

- Punaisella valolla ja ulkoisella äänimerkillä.
- Viikkuvalla valolla hälyttävää kanavaa vastaavaan tekstikenttään hälytysjärjestelmässä.
- Hälytyssignaalia seuraavalla potentiaalivapaalla koskettimella, jota voidaan käyttää jälleenantoa, hälytyskirjoitinta tai tietokonetta varten.
- Lähtevänä kosketintietona halutussa jälleenantoryhmässä. (Strömberg Ab. 1977. Hälytysjärjestelmä.132C.)

SRHA- hälytysjärjestelmä on tarkoitettu ensisijaisesti sähkölaitoskäyttöön. Järjestelmä on rakennettu hälytyskanava-, jälleenanto-, ja apuenergialaitemoduuleista yhtenäiseksi kokonaisuudeksi siten, että se soveltuu muunto- ja kytkinsemien sekä voimalaitosten omakäyttöjännitteeseen, paristoon ja hälytyskoskettimiin liitettäväksi mahdollisimman vähäisellä asennuspaikalla tapahtuvala johdotus- ja koestustyöllä. Liitännöissä käytettyjen galvaanisesti erottavien

kytkentäelimien ansiosta ei suojattuja erikoiskaapelointeja tarvita. (Strömberg Ab. 1977. Hälytysjärjestelmä.132C.)

Hälytysjärjestelmän konstruktoratkaisut eivät edellytä normaalisti säännöllistä ylläpito- tai ennaltaehkäisevää huoltoa. Vain vaikeissa ympäristöolosuhteissa on syytä tarkistaa piirikorttien suojalakkauksen kunto ja korjata se mahdollisesti alkavien korroosiovaurioiden välttämiseksi. (Strömberg Ab. 1977. Hälytysjärjestelmä.164A.)

Pistoyksikkörakenteesta johtuen vian paikallistaminen määrättyyn yksikköön voi tapahtua varayksiköiden avulla. Mikäli vika on jossakin pistoyksikössä, suositellaan yksikön vaihtoa ja viallisen korjauttamista valmistajan tehtaalla. Yksiköiden välisissä johdotuksissa esiintyvät viat on yleensä korjattavissa käyttöpaikalla. Tätä varten laitteisto on tehtävä jännitteettömäksi ja huolehdittava siitä, että käytetyt työkalut ja mittalaitteet on maadoitettu järjestelmän runkoon staattisten jännitteiden välttämiseksi. Sisäiseen elektroniikkajohdotukseen ei saa mitattaessa johtaa suurempaa tasajännitettä kuin 15 V ja piirien ollessa ilman apujännitteitä on elektroniikkapiirien tulonapoihin syötettävä mittausvirta rajoitettava 25 mA:iin. Johdotusta tarkastettaessa tai korjattaessa on suositeltavaa irrottaa pisteyksiköt. (Strömberg Ab. 1977. Hälytysjärjestelmä.164A.)

Raportointi tehdään asemakohtaisella kaavakkeella ja siitä tulee ilmetä

- aseman tunnus
- tarkastuksen suorittaja
- tarkastusajankohta
- havaitut viat ja puutteet sekä
- suoritettut korjaukset

Raportit säilytetään vuosiluvuin merkatuissa kansioissa ja säilytetään työnjohtajan huoneessa.

Jos huollossa havaitaan vikoja ja puutteita, joita ei ole korjattu tarkastuksen yhteydessä, arvioi työnjohtaja havaittujen vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos huollossa ei todeta huomautettavaa, kuitataan huolto suoritetuksi ja merkitään kohteen seuraava huoltoaika ennakkohuolto-ohjelmaan.

## 5 SÄHKÖJAKELUVERKON VOIMAJOHTOJEN KUNNOSSAPITO JA TARKASTUKSET

Voimajohtojen kunnossapito jakaantuu maasta käsin tehtäviin tarkastuksiin, puupylväiden lahotarkastuksiin ("lahokoiran" avulla), maadoitusvastusmittauksiin, sekä näiden tulosten perusteella tehtäviin korjauksiin ja määräajoin suoritettavaan johtoalueen raivaukseen. Talviaikana seurataan myös jään / tykkylumen kertymistä johtoihin ja ukkosjohtimiin ja suoritetaan jään / tykkylumen pudotuksia. Voimajohtojen kunnossapitoa suoritetaan ennakkohuolto-ohjelmien perusteella 0,4-, 20- ja 45 kV voimajohdoille. (SFS 601. 2015. 189-190.)

Tarkastusten aikana tarkastetaan mahdollisin osin voimajohdon mekaaninen ja sähköinen kunto. Tarkastusten perusteella tehdään johtopäätöksiä johdon kunnosta ja tarpeellisista korjaustoimenpiteistä. Talvella seurataan johtimiin ja ukkosjohtimiin kertyvän jään ja tykkylumen määrää etenkin lämpötilan vaihtelujen, tuiskujen ja kosteiden lumisateiden aikoihin sekä keinolumen tykitysalueilla ja aikoihin. Jään ja tykkylumen pudottaminen tehdään jännitetyönä erikoiskoulutuksen saaneen henkilöstön toimesta. Tykkylumen pudotus on aina jännitetyötä vaikka kyseinen linja osuus olisi jännitteettömänä tykkylumen pudottamisen ajan.

Virtapiirien ja niiden läheisyydessä olevien kohteiden korjausten ajaksi voimajohto täytyy kytkeä jännitteettömäksi ja työmaadoittaa. Jos voimajohdolle ei ole olemassa varasyöttömahdollisuutta, keskeytetään kyseessä olevan johdon syöttämän kohteen sähkönsaanti korjausten / kunnossapidon ajaksi.

Raporteista tulee ilmetä

- johdon nimi
- tarkastuksen suoritusajankohta

- tarkastuksen suorittaja
- tarkastuksen laji
- havaitut viat
- tarkastuksen aikana tehdyt toimenpiteet
- tarkastetut kohteet. (Liite 9 (1-4))

Raportit tallennetaan vuosiluvuin merkattuihin kansioihin ja säilytetään työnjohtajan huoneessa.

Jos huollossa havaitaan vikoja ja puutteita, joita ei ole korjattu tarkastuksen yhteydessä, arvioi työnjohtaja havaittujen vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos huollossa ei todeta huomautettavaa, merkitään huolto suoritetuksi ja merkitään kohteen seuraava huoltoaika ennakkohuolto-ohjelmaan.

Voimajohtojen tarkastaminen tehdään määräajoin, mekaaninen ja sähköinen kunnan tarkastus tehdään yleensä johdon ollessa jännitteinen. Johtopäätöksiä johdon kunnosta ja tarvittavista korjaustoimenpiteistä tehdään tarkastusten tulosten perusteella. (Liite9 (4/5))

Keski- ja pienjännite ilmaverkon tarkastuksissa on muutamia poikkeuksia rakenteiden erosta johtuen. Keskijänniteverkon tarkastusmerkinnät tehdään pylväs pylväältä, mutta pienjänniteverkon tarkastusmerkinnät tehdään vain vikapaikoista (otetaan pylväsnumero ylös ja kirjataan vian laatu ylös.) Pienjänniteilmajohtojen tarkastuksessa tulee huomioida lisäksi

- AMKA- johtojen kireys ja eristeiden ehjyys (AMKA- johto eli riippukierrekaapeli, jossa eristetyt johtimet ovat kierrettyinä paljaan PEN-johdon ympärille.)
- PEN- johtimen kiinnitykset, kytkennät ja eheys
- pylväässä olevien kaapeleiden yläpään suojakotelot

- yhteiskäyttönauha (mikäli tolpassa on katuvaloja tai muita kaapeleita)
- etäisyydet tien ylityksissä, muihin linjoihin tai rakennuksiin)
- pienjännitekeskusten kiinnitys ja ehjyys pylväässä ja mahdollisen askelman kiinnitys
- ylijännitesuojien kunto. (Vattenfall. 2016. Ruotsi.) (Liite 9 (1/5))

Voimajohtotarkastuksia suoritetaan ennakkohuolto-ohjelmien perusteella 0,4, 20 ja 45 kV voimajohdoille kuitenkin siten, että 0,4 kV johdoille suoritetaan vain silmämääräisiä tarkastuksia. Liitteet 9 (1/5) – (4/5).

Maasta käsin tehtävä voimajohtotarkastus tehdään jännitteeltään 110 ja 45 kV voimajohdoille. Tarkastusväli on 1 vuosi, 20 kV johtojen 3 vuotta ja 0,4 kV johtojen 4 vuotta. Tarkastusten tarkastusväli ja ajankohta on määritelty aluekohtaisesti ennakkohuolto-ohjelmassa. Tarkastuksessa selvitetään johdon mekaaninen ja sähköinen kunto. Tarkastusten yhteydessä suoritetaan tarvittaessa havaittujen vikojen / puutteiden korjaustoimenpiteet ja aluskasvillisuuden raivaustoimia.

Voimajohtotarkastukseen kuuluu mm.

- perustusten tarkastus
- pylväsjalkojen ja vaakasiteen tarkastus
- johtoalueen tarkastus
- orren- ja ukkosulokkeiden tarkastus
- eristimien tarkastus
- virtajohtimien tarkastus
- ukkosjohtimien tarkastus
- maadoitusjohtimien kunnan tarkastus. (Vattenfall. 2016. Ruotsi.)

Lentotarkastusta tehtäessä tarkastettavan linjan yläpuolella lennetään sivusuunnassa helikopterilla 40 – 50 km/h nopeudella. Tarkastaja sanelee vikapainan tiedot ja huomautetut viat sanelukoneeseen, josta tiedot myöhemmin puretaan



ja korjattavat vikapaikat merkitään ylös. (Esimerkiksi Muonion ja Palojoensuun välinen linja maasto on erittäin vaikea kulkuinen jalan tai mönkijällä.)

Maadoitusvastusmittaus tehdään vahvavirtailmajohtomääräysten mukaisesti kuuden vuoden välein, kun maadoitus on yhden johdon varassa ja 12 vuoden välein, kun maadoitus on kahden johdon varassa. (SFS 601. 2015.)

Puupylväille tehdään lahotarkastus 20 ikävuoden jälkeen 10 vuoden välein. Tarkastus tapahtuu ”lahokoiran” avulla tai koputtelemalla pylväspuuta vasaralla pitkin pituusakselia eri puolilta ja tarkkailemalla äänen muutoksia. Lahon paikan löydyttyä tehdään kairaus, jolla selvitetään lahon puun osuus poikkipinta-alasta. Jos tarkastuksessa on pylväässä havaittua kumisevaa ääntä, voidaan epäillä, että pylväs on ontto. Kairaus tai piikkikoe aloitetaan kaivamalla maata 20 – 30 cm kahdelta pylvään puolelta. Piikki painetaan maanrajasta kohtisuoraan pylväeseen ja lohkaistaan pala taivuttamalla piikkiä. Puu on terve, jos pala irrotessaan on säleinen ja risahtaa irrotessaan. Pylväässä on katkolahoa, jos pala irttoa sileänä pyramidimaisena palasena. Jos käytössä on A- pylväs tai porttihaarusteinen pylväs rakenne, molemmat pylväät tarkastetaan ja huonompi tulos merkataan pöytäkirjaan. (Vattenfall. 2016. Ruotsi.)

Lahoisuudet merkataan pylväeseen keltaisin nauhoin. Yksi keltainen nauha tarkoittaa lievää lahoisuutta ja pylväs tarkastetaan uudelleen aina jatkossa 1 – 2 vuoden välein ja vaihdetaan tarvittaessa. Kaksi keltaista nauhaa tarkoittaa, että pylväs tulisi vaihtaa tulevan syksyn aikana. Lahoisuus tarkastukset tehdään sulan maan eli kesän aikana. (Vattenfall. 2016. Ruotsi.)

Raporteista tulee ilmetä:

- johdon nimi
- tarkastuksen suoritusajankohta
- tarkastuksen suorittaja
- tarkastuksen laji

- havaitut viat
- tarkastuksen aikana tehdyt toimenpiteet ja
- tarkastetut kohteet. (Vattenfall.2016. Ruotsi.) (Liite 9 (5/5))

Raportit tallennetaan vuosiluvuilla merkattuihin kansioihin ja säilytetään työnjohtajan huoneessa.

Jos tarkastuksessa havaitaan vikoja ja puutteita, joita ei ole korjattu tarkastuksen yhteydessä, arvioi työnjohtaja havaittujen vikojen vakavuuden perusteella korjauksen kiireellisyyden. Työnjohtaja valvoo korjauksen toteutumisen määräajan kuluessa. Jos tarkastuksessa ei todeta huomautettavaa, kuitataan huolto suoritetuksi ja merkitään kohteen seuraava tarkastusaika ennakkohuolto-ohjelmaan.

## 6 SÄHKÖTILOJEN SAMMUTUSOHJEET

Sammutusohjeet on laadittu tulipalonvaralle sähköasemille. Ohjeet ovat sähköasemakohtaisia. Ohjeissa on toimintaohjeet tulipalotilanteisiin sähkön ja kytkinlaitoskojeiden aiheuttamien vaarojen sekä sähköalan henkilöiden työskentelyn kannalta. Kustakin asemasta tulee olla ajantasainen aluekartta palokunnalla, johon on merkattu muuntajien öljyn määrät, muuntajien ja akkujen sijainnit.

### Sisältö:

- kohdetieto
  - tärkeimmät puhelinnumerot
  - palohälytyksen tekeminen kohteesta
  - sähkölaitosasentajien toiminta
  - sähkötilassa esiintyvät jännitteet
  - työmaadoittaminen
  - sammutustyön aloittamisen edellytykset
  - turvaetäisyydet sammutustyössä
  - sammutusaine
  - kohdekohtaiset vaaratekijät sammutustyössä ja öljytäytteiset laitteet.
- (Sikanen Jukka. 2016.) (Liite 12)

### Sähköjänniteonnettomuus

Ilmoita: Hälytyskeskus puh.112

Jos joku sähkötapaturmassa menettää tajuntansa. Älä koske uhriin ennen kuin olet tarkastanut, ettei uhri ole kiinni sähkölaitteessa. Jos uhri on yhteydessä jännitteellisiin laitteisiin, saattaa pelastaja joutua samaan vaaraan. Älä mene lukittuun sähkökeskukseen ilman henkilökohtaista raitisilmavarustetta tai vastaavaa laitetta, joka suojaa savukaasuilta ja muilta haitallisilta hengitysilman epäpuhtauksilta. Sähkötiloissa voi esiintyä hengenvaarallisia kaasuja valokaari-

ilmiöiden seurauksena. Suljettujen sähkötilojen tarkastuksen saa tehdä vain sähkökäytön pätevyyden omaava henkilö. (Helsingin normaalilyseo. 2016.)

### Muuntamoräjähdykset

Suurin yksittäinen uhka sähköasemalla on muuntajapalo. Syttyessään muuntajassa oleva muuntajaöljy palaa hyvin sekä levittää voimakkaasti savua. Uhkana on, että syttynyt muuntaja sytyttää myös vieressä sijaitsevan muuntajan tai muuntajat. (Koskinen. 2011. 6.)

### Mittamuuntaja

Sähköaseman tavallisin paloilmoinhälytyksen aiheuttaja on mittamuuntajan tuhoutuminen. Mittamuuntajassa on pieniä määriä öljyä, joka syttyy palamaan sähkönsä avulla. Useimmiten paloilmoinhälytyksen yhteydessä tulee kaukokäytön kautta muita prosessiin liittyviä hälytyksiä. Mittamuuntajan tuhoutuminen edellyttää pelastuslaitokselta yleensä tilojen tarkistuksen sekä savutuuletuksen. (Koskinen. 2011. 6-7.)

Mittamuuntaja tuhoutuu yleensä jouduttuaan resonanssiin sähköverkossa olevien häiriöiden kanssa. Muuntajassa itsessään on hyvin vähäinen määrä öljyä. Mittamuuntajan tuhoutuessa muuntajan sisällä palaa pieni määrä eristeöljyä sekä sisäisiä eristemateriaaleja. Kojeiston suojauslaitteet laukaisevat kyseisen lähdön irti asetellussa ajassa. Mittamuuntajan sisällä oleva pienimuotoinen tulipalo sammuu katkaisijan irrotettua kyseisen lähdön syöttävästä kiskosta. Tuhon yhteydessä vapautuva energia tuhoaa korkeintaan kyseisen kojeiston rakenteita. (Koskinen. 2011. 31.)

## Jakelumuuntaja

Jakelumuuntajan tuhoutumisen käynnistää useasti rakennevika tai avojohtoverkkoalueella verkostoon iskenyt salama. Muuntajassa on koosta ja tehosta riippuen 300–800 kg muuntajaöljyä. Poikkeuksen tähän tekevät hartsieristeiset kuivamuuntajat. Rakenteellisesta viasta tai salamasta johtuva häiriö saa muuntajan sisällä aikaan äkillisen paineiskun, joka vaurioittaa muuntajan kuorta. Kolmas mahdollinen jakelumuuntajan palon syttymisen aiheuttaja on muuntajan välittömässä läheisyydessä tapahtuva keskijänniteoikosulku tai oikosulku muuntajan pienjännitenoivoissa. (Koskinen. 2011. 32.)

Paineiskusta muotoaan muuttavassa muuntajassa eristevälit muuttuvat, jolloin muuntajan sisällä syttyä valokaari. Valokaari saattaa myös syttyä salaman energiasta. Sisällä syttyvä valokaari sytyttää muuntajan eristeaineena käytettävän muuntajaöljyn. Vaikka sähköasemalla ovat suojalaitteet katkaisevat kyseisen lähdön syötön, jää muuntajaöljy palamaan. Muuntajapalo havaitaan ai-noastaan kyseistä lähtöä syöttävän katkaisijan laukeamisena. Ilmoitus tulipalosta tulee usein sivullisilta. Sivullisen henkilön tekemä hätäilmoitus menee yleensä suoraan hätäkeskukseen. Hätäilmoituksen vastaanottavan päivystäjän pitäisi ilmoittaa tulipalosta myös sähkönjakeluverkkoyhtiölle. (Koskinen. 2011. 32, 33, 36.)

Muuntajan vaurioituessa siten, että siitä syttyä tulipalo, tulee vikapäivystykseen useita hälytyksiä. Näistä ensimmäisten joukossa tulee kaukokäyttöyhteyttä pitkin tieto muuntajan irti kytkeytymistä suojalaitteiden toimittua. Avoimissa muuntajabunkkereissa ei ole paloilmaisimen silmukoita. Vikapäivystäjä tekee tässä tilanteessa tarvittavat jatkohälytykset hätäkeskukseen. (Koskinen. 2011. 36 s.)

Hätäkeskus hälyttää hieman muuntajan sijainnista riippuen säiliöyksiköllä vahvennetun pelastusyksikön. Pylväsmuuntamopalossa ei usein ole sivullisia vaarassa. Suurin riski ja todennäköisyys on palavan muuntajaöljyn sytyttämä maastopalo. (Koskinen. 2011. 33.)

Ellei tulipalo aiheuta välitöntä vaaraa ihmisille tai muulle omaisuudelle, annetaan muuntajan palaa, kunnes Enontekiön Sähkö Oy:n edustaja varmistaa muuntajan olevan jännitteetön. Sammutus suoritetaan sammuttimella sekä huolehditaan palaneen muuntajan jäähdyttämistä. (Koskinen. 2011. 33.)

## Päämuuntaja

Tapahtuvassa häiriöissä suojalaitteiden tulisi toimia oikein ja kytkeä sisäisen vian saaneen muuntajan irti verkosta. Syystä tai toisesta tapahtuva tulipalo kuuluu niihin suuriin uhkakuviin, joihin sähköasemasuunnittelussa varaudutaan. (Koskinen. 2011. 35.)

Muuntajasta tuleva lämpösäteily on erittäin voimakasta, jos muuntajassa oleva öljymäärä pääsee palamaan. Vielä ei ole tietoa miten sähköasemien rakenteet kestävät kyseistä lämpökuormaa. Todennäköisyys tähän on häviävän pieni; ei ole mitään syytä olettaa, että pelastuslaitos olisi kohteessa kun muuntajassa syttyy palo. Mainittu tilanne voi tulla kyseeseen, mikäli viereisessä muuntajassa on tulipalo ja tarkoituksena on suojella toistaiseksi ehjää muuntajaa. Päämuuntajat ovat vierekkäin. Tässä tilanteessa palavan muuntajan aiheuttama lämpökuorma mitä todennäköisimmin estää työskentelyn ehjän muuntajan bunkkerin läheisyydessä. (Koskinen. 2011. 36.)

Yksi suuri palokuorma asemilla koostuu kaapeleista. Rakennevian takia tapahtuva maa- tai oikosulku keski- tai suurjännitekaapelissa voi helposti sytyttää viereisen kaapelin. Tästä seuraava ketjureaktio voi saada aikaan koko kaapelimatton levyisen palon. Sähköasemilta löytyy paperiöljyeristeisiä keskijännitekaapeleita uudempien AHXAMKW-kaapeleiden lisäksi. Käytettävien kaapeleiden vaiopat eivät ole palamattomia. Kaapeleiden palaessa muodostuu huomattava määrä myrkyllisiä savukaasuja joissa on muun muassa syaanivetyä. Näitä vikatilanteita varten kojeistoissa on toimivat suojat, jotka ohjaavat katkaisijoita katkaisten

sähkövirran ja -jännitteen lähtevistä kaapeleista. (Helsingin normaalilyseo. 2016., Koskinen. 2011. 8.)

### Savunpoisto

Valtaosa sähköasemalla tapahtuvista pelastustoimea vaativista vahingoista muodostaa savua kyseiseen kohteeseen tai muihin tiloihin. Aikaisin aloitettu savunpoisto ja tuuletus vähentävät sähkönjakeluun aiheutunutta keskeytysaikaa. Savunpoistoa ja tai tuuletusta ei voida aloittaa ilman sähköasemapäivystäjän lupaa. Savunpoiston aloittamisen jälkeen sähköasemapäivystäjä pääsee kohteeseen toteamaan aiheutuneet vahingot. Suurin osa sähköasemapäivystäjistä on saanut paineilmalaitteiden käyttökoulutuksen. Heidän tehtävänä on alkutilanteessa toimia pelastuslaitoksen oppaana kohteessa.

Releet / suojalaitteet voivat olla mekaanisia tai hyvinkin moderneja elektronisia laitteita. Savukaasuissa on paljon nokea, joka johtaa hyvin sähköä. Tämän takia noen pääsy releisiin tulee pitää mahdollisimman vähäisenä. Savunpoiston aikainen aloittaminen vähentää myös riskiä arkojen suojalaitteiden tuhoutumiselle. Yksinkertaisimmillaan sähköaseman savunpoisto suoritetaan ovista ja ikkunoista tuulettamalla. (Koskinen. 2011. 8.)

(Liite12; Liite 13 ja Liite14)

### Sammutusohjeiden ylläpito

Sammutusohjeista ja niiden jakelusta vastaa työnjohtaja. Ohjeiden muutoksista ja lisäyksistä on asentajien ilmoitettava työnjohtajalle, joka tekee muutokset yhteistyössä palokunnan kanssa mahdollisimman nopeasti alkuperäisiin kappaleisiin ja vastaa edelleen uusien versioiden jakelusta. Kaikkien alkuperäisten ohjeiden nykyinen paikkansapitävyys tarkistetaan vähintään kalenterivuositain. Alkuperäiset kappaleet säilytetään arkistossa.

## 7 SÄHKÖTAPATURMAN ENSIAPU

### 7.1 Ensiapukoulutus

Sähkötyö turvallisuus standardi SFS 6002 edellyttää, että töissä, jotka suoritetaan sähkölaitteistossa tai niiden läheisyydessä, tulee olla riittävä määrä ensiapukoulutettuja henkilöitä, jotka osaavat antaa ensiapua sähköiskuissa ja palovammojen hoidossa. Suositellaan, että työpaikoilla on olosuhteisiin nähden sopivasti ensiapuohjeita ja -tauluja sekä työntekijöille annetaan opasvihkosia tai turvallisuusohjeita. (SPR. D1 2012. 57.)

Ensiapuvalmiutta koskeva yleissäädös on työturvallisuuslaissa. Tämän lisäksi on huolehdittava ensiapuvalmiudesta sähkön aiheuttamien tapaturmien varalta. Tämän takia kaikille sähkötöihin osallistuville ammattihenkilöille työnjohdon ja käytönjohdon henkilöt mukaan luettuina sekä näissä töissä avustamaan opastetuille henkilöille on tarpeen antaa ensiapukoulutus, joka voidaan järjestää esimerkiksi seuraavasti

- Suomen Punaisen Ristin hätäensiapukurssi, joka sovelletaan erityisesti sähkötapaturmien ensiapuun
- Suomen Punaisen Ristin järjestämä laajempi ensiapukurssi, esimerkiksi ensiavun peruskurssi EA I
- muu ensiapukoulutus, joka sisältää ainakin palovammoihin sekä ruhje- ja viiltahaavoihin annettavan ensiavun sekä puhallus- ja painantaelvytyksen opettamisen ja niiden käytännön harjoittamisen.

Ensiapuvalmiuksia on tarpeen pitää yllä jatkuvasti. Tämän takia elvytystoimenpiteitä on syytä harjoitella korkeintaan kolmen vuoden välein. (SPR. D1 2012. 57.)

Ensiapuohjeita antavia tauluja on sijoitettava sähkölaittekorjaamoihin ja sähkölaboratorioihin. Näitä tauluja suositellaan lisäksi sijoitettavaksi kojeistotiloihin ja sähköalan henkilökunnan oleskelutiloihin. (SPR. D1 2012. 57.)



## Sähkötapaturmien ensiapuohjeet

1. Tee nopea tilannearvio
2. Katkaise virta ja irrota loukkaantunut vaarantamatta itseäsi.
3. Painelu-puhalluselvitys (PPE) on elottoman aikuisen ensiapua.
4. Soita hätänumeroon 112
5. Avaa hengitystie.
6. Aloita paineluelvytys
7. Puhalla 2 kertaa
8. Jatka elvytystä tauotta rytmillä 30:2. (SPR, D1 2012. 57.) (Liite 15)

## 8 SÄHKÖASEMAN SIIVOUS

Sähköaseman puhdistuksesta vastaa kukin asentaja omalta osaltaan. Sähköasemalta pois lähtiessä tarkistetaan sähköaseman yleinen siisteys. Irtoreskat laitetaan roskapussiin ja sen tyhjennyksestä vastaa kukin omalta osaltaan tarvittaessa. Roskiksiin ei jätetä elintarvikkeiden pakkauksia, joiden hajut toisivat jyr-sijöitä sähköasemalle tai olisivat paloturvallisuus riskinä. Lattiat ja pöytätasot lakaistaan tai pyyhitään puhtaiksi tarpeen vaatiessa. Irrallisia johdon tai kaapelin pätkiä ei jätetä sähköasemalle. Huolehditaan kaapelihyllyjen, johtojen, liittimien siisteydestä. Vuosittain tarkistetaan ja tarvittaessa huolehditaan, että sähköaseman piirustus- ja kojeistuskansiot ovat käyttökelpoisia, ajan tasalla, ehjiä ja siistejä. Vuosittain tarkistetaan jyr-sijöiden ja hyönteisten aiheuttamat vahingot ja ne pyritään korjaamaan kesäaikana. Vuosittain syksyllä myös tarkistetaan, että tarvittava pölyjen poistaminen on toteutettu, turhaa tavaraa ei ole sähköasemalla ja yleinen siisteys on pysynyt hyvänä.

## 9 VIESTINTÄVÄLINEET

Viestintä tapahtuu normaaleissa vikatilanteissa ja suuremmissa onnettomuuksissa

- Työntekijöiden ja työnjohdon välillä viestintä tapahtuu matkapuhelimilla, satelliittipuhelimilla ja Virvellä
- Viestintä viranomaisiin tapahtuu kännyköillä, satelliittipuhelimilla, Virvellä ja tietokoneella
- Viestintä asiakkaisiin tapahtuu kännyköillä, internetin, paikallislehden ja – radion avulla.

Kaikkiin laitteisiin on tallennettu yhteysnumerot tai -osoitteet valmiiksi. Yhteystiedot löytyvät myös sähköasemilta ja toimistosta. Viestintävälineiden akkujen latauslaitteet ovat työautoissa aina mukana. Kriisitilanteessa viestinnästä Enontekiön Sähkö Oy:n ulkopuolelle vastaa työnjohtajan tai käytönjohtajan nimittämä tehtävään nimetty henkilö.

## 10 POHDINTA

Työ oli hyvin laaja ja jouduttiin jättämään työn ulkopuolelle paljon mielenkiintoista ja hyödyllistä tietoa. Tähän työhön kerättiin tietoa, mikä helpottaa huolto- ja kunnossapito työn tekemistä sähköjakeluverkostossa ja asemilla. Työ oli mieluinen ja mielenkiintoinen. Työtä tehdessä perehdyttiin hyvin laajaan kirjalliseen aineistoon ja kuunneltiin tarkkaavaisena hyvin monia keskusteluja. Aineistoon tuleva tieto oli melko pirstaleista, siksi varmennus- ja käyttöönottotarkastuksia tekevien yrittäjien apu oli arvokasta. Opin paljon lisää sähköjakeluverkko työskentelystä ja laitteistoista sen lisäksi, mitä koulu oli opettanut. Tämä opinnäytetyön tekeminen oli todella hyvä oppikokonaisuus oppia sähköjakeluverkostotyön tekemistä ja oppia sähköjakeluverkostossa työskentelyn vastuullisuutta.

Työ tehtiin alkuperäisen rajauksen mukaisesti, koska oltiin jo ehditty koota ne asiat, jotka myöhemmin olisi rajattu työn ulkopuolelle mm. voimajohtojen kunnossapito ja tarkastukset. Alkuperäisen työn sisällön suunnitelmana oli, että työ sisältäisi koko sähköjakeluverkoston kunnossapidon ensiapu ja tulipalonsammutusohjeineen. Sähkötilojen sammutusohjeiden saaminen osottautui yllättävän vaikeaksi samoin sähköasiantuntijoiden tekemät sähköpalon pelastussuunnitelmat.

Oli mieluista olla osa Enontekiön Sähkö Oy:n hienossa, hyväksyvässä ja opettavaisessa työporukassa. Tuo ilmapiiri innosti tekemään jotain sellaista työtä, josta olisi hyötyä Enontekiön sähkölaitoksen työntekijöille jatkossakin.

Työ on tälle hetkelle valmis, mutta todennäköisesti joudutaan tekemään työhön päivittämisiä lähiaikoina. Enontekiön sähkölaitoksella eletään aikaa, jolloin sähköjakeluverkkoon tehdään paljon vanhan uudistamista ja korjaamista.

## LÄHTEET

ABB Oy, 1995. Johdonsuojarele SPAA 341 C.

ABB Oy, 1997. Micro Scada.

ABB Oy, 1995. Jälleenkytkentärelemoduuli SPCT 5D54.

ABB Oy. Service. Esivalmisteluohje 3. Vaasan huoltokeskus.

ABB Oy, 1985. Yhdistetty ylivirta- ja maasulkurelemoduuli. SPCJ 4D28.

ASEA HV APPARATUS, 1985. Info no.5409 702 SF-2. LBL.

ASEA HV APPARATUS. Asennus- ja huolto-ohje, vähäöljykatkaisija HLC 36 - 52/1250B.

Helsingin normaalilyseo, 1.11.2016. Turvallisuus ja pelastussuunnitelma. [docplayer.fi/3168544-turvallisuus- ja pelastussuunnitelma-helsingin normaalilyseo-ratakatu-6a-ja-b-00120-helsinki.html](http://docplayer.fi/3168544-turvallisuus- ja pelastussuunnitelma-helsingin normaalilyseo-ratakatu-6a-ja-b-00120-helsinki.html).

Jakovesi Aatos, 1996. Kunnossapitoteknikko. Työmuistiinpanoja.

KIL yhtiöt Oy, 2005. Öljyanalyysi.

Koskinen M., 2011. Pelastustoiminta sähköasemalla, ohjeet toiminnan tukena. Metropolia ammattikorkeakoulu. Insinöörityö.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä, 1996. (KTMp) N:o 517/1996.

Maschinenfabrik reinhausen (MR), 2000. Käyttöohjeet nr. 66/76, käännös esitteestä BA 66/76 en-0579 / 2000.

Strömberg Ab Oy, 1979. Suuntarele SPAS 1F1 J3. Ohjelehti.

Strömberg Ab Oy, 1977. Hälytysjärjestelmä. Asennus- ja käyttöohje.

Strömberg Ab Oy, 1978. Ulosasennettava kuormaerotin asennus- ja käyttöohje OJYD.

Strömberg Ab Oy, Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje, kuormaerotin OJDB A, OJDC A, varokekuormaerotin OJDD A, 34-OJD.

Strömberg Ab Oy, Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje, 34-OJD.

Strömberg Ab Oy, 1982. Huoltotietoja katkaisijoista, OSAM, OSAN, OSAD, OSAR, OSAP ja OSAK.

Strömberg Ab Oy, 1981. 344 OSAM 722 A.

Strömberg Ab Oy, 1985. Vaunukatkaisija kojeisto käyttö- ja huolto-ohje METE 12 ja 24 A. 235.1A s.

Pakkasakku Oy, 1994. Paikallisakut varaus- ja käyttöohjeet. Helsinki.

SFS 601. 10/2015. 2.painos. Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS 6001, 2015. 4. painos. Suomen standardisoimisliitto, SESKO.

SFS 6002, 2015. 3. painos. Sähkötyöturvallisuus. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Sikanen Jukka, 2016. JT-Export Oy Varkaus.

Sikanen Jouko, 2015. Consulting Oy. Suunnittelupalvelut (maadoitus ja sähköasemat). Varkaus. Haastattelu.

SPR. D1 2012, 09.2012. Käsikirja sähköasennuksista. 1. painos. SFS Helsinki.

Sähkö- ja teleurakointiliitto, 2007. STUL, maadoituskirja 5. painos. Sähköinfo Oy.

Vanha H., 2012.Sähköverkon tarkastukset. opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu.

Vattenfall, 2005. Laboratoriotesti, muuntaja öljyn kaasuanalyysi.

Vattenfall, 2016. Ruotsi. Jens.

## LIITTEET

Liite 1. Kuukausitarkastus, Sähköaseman tarkastuspöytäkirja

Liite 2. Vuositarkastus, Sähköaseman tarkastuspöytäkirja

Liite 3. Puolivuositarkastus, Sähköaseman tarkastuspöytäkirja, julkaisu vain Enontekiön Sähkö Oy:lle

Liite 4. Pylväsmuuntamon ja erotinaseman käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Liite 5. Katkaisijan tarkastus, huoltoraportti

Liite 6. Puisto- / kiinteistömuuntamon käyttöönotto- tai kuntotarkastuspöytäkirja

Liite 7. Pj-kaapelin ja jakokaapin käyttöönotto- / kuntotarkastuspöytäkirja, Julkaisu vain Enontekiön Sähkö Oy:lle

Liite 8. 20/0,4 kV jakelumuuntamoiden maasulkuvirtatarkastelut

Liite 9 (1/5). Pj-ilmajohdon käyttöönottotarkastuspöytäkirja, Julkaisu vain Enontekiön Sähkö Oy:lle

Liite 9 (2/5). 20 kV johdon käyttöönottotarkastuspöytäkirja, Julkaisu vain Enontekiön Sähkö Oy:lle

Liite 9 (3/5). Pj-johdon tarkastusohjelma

Liite 9 (4/5). 20 kV verkon tarkastuslomake, julkaisu vain Enontekiön Sähkö Oy

Liite 9 (5/5). Pylväiden tarkastuspöytäkirja (lahoisuus tarkastus)

Liite 10. Kolmivaiheisen työmaadoitusjohtimen tarkastus

Liite 11. Työntekeminen jännitteettömänä

Liite 12. 45/20 kV sähköaseman sammutusohje, ulkokenttä

Liite 13. 45 kV kytkinlaitoksen kytkinlaitostilan sammutusohje

Liite 14. 45 kV kytkinlaitoksen valvomon sammutusohje

Liite 15. Ensiapuohjeet



**SÄHKÖASEMA XX****SÄHKÖJAKELUJÄRJESTELMIEN KUUKAUSITARKASTUS**

Tarkastus pvm. .... / ..... 20 ..... Edellinen tarkastus pvm. .... / ..... 20 .....

Ulkolämpötila ..... C

Tarkastaja .....

Katso edellisen tarkastuksen huomautukset.

K = kunnossa  
 V = vialla  
 Mikäli korjattu, merkintä molempiin.

**VALVOMO / RELETILA / KYTKINLAITOKSET**

Tilojen lukitukset  
 Tilojen yleisjärjestys ja siisteys  
 Puhelimen kokeilu  
 Valaistus  
 sisävalot  
 110 kV kytkinlaitoksen valot \_\_\_\_\_ °C  
 Kytkinlaitoksen lämpötila \_\_\_\_\_ °C  
 Asennonosoitimien asentotiedot  
 Releindikoitien kuittaus  
 Piirustukset ja kaaviot  
 Varoituskilvet ja ohjeet  
 Erikoistyökalut ja avaimet  
 Taskulamppu / varavalo  
 Alkusammutuskalusto  
 Hälytyksen kokeilu (huhtikuu kaikki hälytykset)  
 Hälytysten merkkilamppujen kokeilu  
 Lukitusten merkkilamppujen kunto  
 Työmaadoitusvälineet, lippusiimat, erikoistyökalut  
 Jännitteenkoettimet (10, 20 ja 110 kV)  
 Käämikytkimen asento PT1 .....  
 Käämikytkimen asento PT2 .....  
 Käämikytkimen asento PT3 .....  
 Varmennetun sähkön tila (oltava normaalikäytössä)

K V

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**TASASÄHKÖJÄRJESTELMÄT**

AKKUUHUONE (akustolle G11)  
 Siisteys  
 Sisälämpötila \_\_\_\_\_ °C, ( ohjearvo 15...20 °C )  
 Valaistus  
 Varoituskilvet ja ohjeet  
 Suojavarusteet

K V

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ilmastointi		
Akkuvesi/-kannu		
Akuston G11 yleistarkastus ja puhdistus		
Akuston elektrolyytin määrä lisätty _____		
Akuston napajännite ..... V, ( $U_n = 238,6$ V)		
Kennojännitemittaus ( tammi -, touko - ja syyskuu )		
Akkusulakkeet (ehjyys ja kaukohälytyksen kokeilu)		
AKKUHUONE (Toinen)		
Siisteys		
Sisälämpötila _____ °C, ( ohjearvo 15...20 °C )		
Valaistus		
Varoituskilvet ja ohjeet		
Suojavarusteet		
Ilmastointi		
Akkuvesi/-kannu		
Tasasuuntaajan G12 yleistarkastus		
Tasasuuntaajan kuormitusvirta ..... A, ( $I_n = 25$ A)		
Tasasähkökeskuksen tarkastus		
Tasasähkökeskuksen jännite- ja maavuotomittaus		
Maasulun valvontarele		
Akuston G1 yleistarkastus ja puhdistus		
Akuston elektrolyytin määrä lisätty _____		
Akuston napajännite ..... V, ( $U_n = 238,6$ V)		
Kennojännitemittaus ( tammi -, touko - ja syyskuu )		
Akkusulakkeet (ehjyys ja kaukohälytyksen kokeilu)		
Tasasuuntaajan G2 yleistarkastus		
Tasasuuntaajan kuormitusvirta ..... A, ( $I_n = 25$ A)		
Tasasähkökeskuksen tarkastus		
Tasasähkökeskuksen jännite- ja maavuotomittaus		
Maasulun valvontarele		
24V Akuston yleistarkastus ja puhdistus		
Akuston elektrolyytin määrä lisätty _____		
Akuston napajännite ..... V, ( $U_n = 26,8$ V)		
Kennojännitemittaus ( tammi -, touko - ja syyskuu )		
Akkusulakkeet (ehjyys ja kaukohälytyksen kokeilu)		
Tasasuuntaajan yleistarkastus		
Tasasuuntaajan kuormitusvirta ..... A, ( $I_n = 25$ A)		
Tasasähkökeskuksen tarkastus		
Tasasähkökeskuksen jännite- ja maavuotomittaus		
Maasulun valvontarele		

**20 kV KYTKINLAITOS**

Erottimien, mittamuuntajien, releiden, eristimien ja kaapelipäätteiden yleistarkastus

**K V**

Katkaisijat						
J11 Yleistarkastus,	öljyn pinta,	öljyvuodot,	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J09 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J05 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J03 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J01 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J02 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J04 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J06 Yleistarkastus	SF-6 -ledi	kaasun p.	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J10 "	öljyn pinta,	öljyvuodot,	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J12 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 10 kV KYTKINLAITOS

Erottimien, mittamuuntajien, releiden, eristimien ja kaapelipääteiden yleistarkastus

Katkaisijat						
C06 Yleistarkastus,	öljyn pinta,	öljyvuodot,	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C08 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C10 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C14 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C16 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C18 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C20 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C22 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K21 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C17 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C15 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C13 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C11 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C09 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C07 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K03 "	"	"	toimintalaskijan lukema	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 110 kV KYTKINLAITOS

Aidan kunto ja porttien lukitus  
 Varoituskilvet ja ohjeet  
 Yleisjärjestys ja siisteys  
 Kiskoston ja köysistön tarkastus  
 Teräsrakenteiden kunto, ruoste, pintakäsittely  
 Aluskasvillisuus ( kesä-, heinä-, elo- ja syyskuu )  
 Maadoitusjohtimien ja perustusten silmämääräinen tarkastus ( toukokuu )

**K V**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### KENTTÄ E00

#### KATKAISIJA E00.Q0

Eristimet, liittimet (ehjiys, puhtaus)

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Katkaisupäiden öljyn määrä  
Ohjaimen yleistarkastus  
vaimennin  
lämmitys  
öljyvuodot


**KENTÄN E00 EROTTIMET**

E00.Q1/Q91 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys  
E00.Q3/Q93 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys


**KENTÄN E00 VIRTAMUUNTAJAT**

Yleistarkastus ( öljyvuodot , eristimet )

--	--

**KENTÄN E00 JÄNNITEMUUNTAJAT**

Yleistarkastus ( öljyvuodot , eristimet )

--	--

**KATKAISIJA E05.Q0**

Eristimet, liittimet

Kaasun paine \_\_\_\_\_ bar  
Ohjaimen lämmitys  
Ohjaimen vaimennin (öljyvuodot)  
Ohjaimen yleistarkastus

(vrt. lämpötilaan sidottu ohjearvo)

**K V**


**KENTÄN E05 EROTTIMET**

E05.Q1/Q91 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys  
E05.Q3/Q93 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys


**KENTÄN E05 VIRTAMUUNTAJAT**

Yleistarkastus ( öljyvuodot , eristimet )

--	--

**KATKAISIJA E04.Q0**

Eristimet, liittimet

Kaasun paine \_\_\_\_\_ Mpa  
Ohjaimen lämmitys  
Ohjaimen vaimennin (öljyvuodot)  
Ohjaimen yleistarkastus

(vrt. lämpötilaan sidottu ohjearvo)


**KENTÄN E04 EROTTIMET**

E04.Q1 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys  
 E04.Q3 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys


**KENTÄN E04 VIRTAMUUNTAJAT**

Yleistarkastus ( öljyvuodot , eristimet )

--	--

**KATKAISIJA E01.Q0**

Eristimet, liittimet (ehjyys, puhtaus)  
 Katkaisupäiden öljyn määrä  
 Ohjaimen yleistarkastus  
     vaimennin  
     lämmitys  
     öljyvuodot

K	V

**KENTÄN E01 EROTTIMET**

E01.Q1 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys  
 E01.Q3 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys  
 E01.Q4 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys


**KENTÄN E01 VIRTAMUUNTAJAT**

Yleistarkastus ( öljyvuodot , eristimet )

--	--

**KATKAISIJA E02.Q0**

Eristimet, liittimet (ehjyys, puhtaus)  
 Katkaisupäiden öljyn määrä  
 Ohjaimen yleistarkastus  
     vaimennin  
     lämmitys  
     öljyvuodot


**KENTÄN E02 EROTTIMET**

E02.Q1 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys  
 E02.Q3 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys  
 E02.Q4 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys


**KENTÄN E02 VIRTAMUUNTAJAT**

Yleistarkastus ( öljyvuodot , eristimet )

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

### KENTÄN E02 JÄNNITEMUUNTAJAT (kisko)

Yleistarkastus ( öljyvuodot , eristimet )

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

### KATKAISIJA E03.Q0

**K V**

Eristimet, liittimet (ehjyys, puhtaus)  
 Katkaisupäiden öljyn määrä  
 Ohjaimen yleistarkastus  
     vaimennin  
     lämmitys  
     öljyvuodot

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### KENTÄN E03 EROTTIMET

E03.Q1 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys  
 E03.Q3 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys  
 E03.Q4 Eristimet, koskettimet, liittimet, ohjain, lämmitys

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### KENTÄN E03 VIRTAMUUNTAJAT

Yleistarkastus ( öljyvuodot , eristimet )

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

### PÄÄMUUNTAJA PT1

**K V**

Muuntajan yleistarkastus ( öljyvuodot , äänet yms )  
 Paisuntasäiliön öljynkorkeus  
 Ilmankuivain  
 Käämikytikimen ohjaimen lämmitys  
 Jakokaapin lämmitys  
 Eristimet  
 Ylijännitesuojat  
 Kiskot  
 Käämikytikimen asento ..... ( vertaa valvomon tieto )  
 Käämikytikimen toimintalaskurin lukema .....  
     edellinen .....  
     erotus .....  
 Suoja-altaan vesitys tarvittaessa ( kesä - , elo - ja lokakuu )

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### PÄÄMUUNTAJA PT2

Muuntajan yleistarkastus ( öljyvuodot , äänet yms )  
 Paisuntasäiliön öljynkorkeus  
 Ilmankuivain  
 Käämikytikimen ohjaimen lämmitys

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## LIITE 2

Enontekiön Sähkö Oy

VUOSITARKASTUS

SÄHKÖASEMAN TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

elokuu

lehti 1/3

## Sähköasema

Nro	Nimi
-----	------

## Tarkastaja

Pvm.	Nimi	Allekirjoitus
------	------	---------------

## Tarkastus

Tarkastuskohteet		K	V
<b>1</b>	<b>45 KV KOJEISTO</b>		
1.1	Perustukset		
	Kunto		
	Valun kovuus		
1.2	Kannatusrakenteet		
	teräsrakenteiden kunto, ruoste, pintakäsittely		
	puupylväiden kunto		
	harusten kireys		
1.3	Kiskostot		
	eristimien eheys ja puhtaus		
	kiskojen köysien kunto		
	liitoksien kunto (mahd.lämpötilamittaus)		
1.4	Eristimet		
	tukieristimet		
	lautaseristimet		
1.5	Vähäöljykatkaisijat		
	eristimien eheys ja puhtaus		
1.7	Katkaisijoiden ohjaimet		
	voitelu		
	toiminnan kokeilu		
	apukoskettimien kunto		
1.8	Erottimet / Maad.erottimet		
	eristimien eheys ja puhtaus		
1.9	Mittamuuntajat		
	eristimien eheys ja puhtaus		
	ruosteenestokäsittely / maalaus		
1.10	Ylijännitesuojat		
	eheys ja puhtaus		
	liitäntöjen tarkastus		
<b>2</b>	<b>45/20 KV MUUNTAJA</b>		
2.5	Ulkopuolinen tarkastus		
	eristimien eheys ja puhtaus		
	säiliön puhtaus, vuodot ja pintakäsittely; varusteet		

Merkinnät: K = kunnossa, K ja V = ollut korjattavaa ja korjattu, V = ollut korjattavaa, mutta ei korjattu



## LIITE 2

lehti 2/3

Tarkastuskohteet	K	V
<b>3 20 KV KOJEISTO</b>		
3.1 Kannatus ja kojeistorakenteet kunto		
3.2 Kiskostot		
eristimien eheys, puhtaus ja kunto		
kiskojen kunto		
liitoksien kunto		
3.3 Katkaisijat		
eristimien eheys ja puhtaus		
3.5 Tehoerotitimet ja erottimet kunto		
3.6 Mittamuuntajat		
ulkopuolinen tarkistus		
3.7 Ylijännitesuojat		
eheys ja puhtaus		
3.8 Kaapelipäätteet		
eheys ja puhtaus		
3.10 Kondensaattorit		
telineistö ja eristimet		
varoituskilvet		
3.11 Omakäyttömuuntaja kunto		
3.12 Kuormanohjauslaitteet melko		
<b>5 TOISIOPIIRIT JA KOJEET</b>		
5.1 Suojaukset		
pariston valvontareleiden koestus		
staattisten releiden apujännitteen tarkastus		
5.2 Häilytykset		
<b>6 APUJÄRJESTELMÄT</b>		
6.1 Tasasähkölaitteet		
akuston ja tasasuuntajien koestus		
6.2 Omakäyttölaitteet		
yleinen tarkastus		
<b>7 TIEDONSIIRTOJÄRJESTELMÄT</b>		
7.1 Kaukokäyttölaitteet		
yleinen tarkastus		
7.2 Viestilaitteet		
ulosmenevien viestijohtojen suojaus		
antennimaston kunto		

Merkinnät: K = kunnossa, K ja V = ollut korjattavaa ja korjattu, V = ollut korjattavaa, mutta ei korjattu

## LIITE 2

lehti 3/3

Tarkastuskohteet	K	V
<b>8 TYÖTURVALLISUUS</b>		
8.1 Maadoitusvälineet, jännitteenkoettimet ohjaussauva, sulakkeiden vaihtopihdit paikalla, kunto mitoituskilpi		
8.2 Varoitustaulut omilla paikoillaan riittävästi		
8.3 Palontorjuntalaitteet paikalla kunto		
8.4 Ensiaputarvikkeet paikalla ensiaputaulu		
8.5 Työskentelysuojat paikalla		
<b>9 MUUT</b>		
9.1 Piirustukset, kaaviot, ohje- ja huoltokirjat paikalla ja kunnossa		
9.9 Merkintöjen tarkastus kunnossa		
9.10 Savu-ilmaisimien varaparistojen vaihto suoritettu/kunnossa		
9.10 Puhtaanapitovälineet kunnossa		

## Huomautukset

positio	asia

Merkinnät : K = kunnossa , K ja V = ollut korjattavaa ja korjattu, V = ollut korjattavaa, mutta ei korjattu

PYLVÄSMUUNTAMON JA EROTINASEMAN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA			
<b>Urakoitsijatiedot</b>			
Urakoitsija		Sähkötilojen johtaja	
Osoite		Puh.n:o.	
<b>Tarkastuskohde</b>		Tilajayhtiö	
Työn nimi		Tilajan viite	
Muuntop/ erotin nimi / n:o		Mp / erottimen osoite	
Tarkastuskohteen työaji		<input type="checkbox"/> 20 / 0,4 kv <input type="checkbox"/> 20 / 1 kv <input type="checkbox"/> 1 / 0,4 kv <input type="checkbox"/> MUU / kv	
Käyttöönottotarkastus toteutetaan KTM:n päätöksen 517/1996 edellyttämällä tavalla Rakennuskohteessa on noudatettu suunnitelma-asiakirjoja sekä seuraavia standardeja: <input type="checkbox"/> SFS 6000 <input type="checkbox"/> SFS 6001 <input type="checkbox"/> SFS 6002 <input type="checkbox"/> SFS 6003 <input type="checkbox"/> SFS-EN 50423 / 50341 <input type="checkbox"/> MUUT			
Sähköturvallisuusvaatimusten toteutuminen KTM päätöksen 1193/1999 mukaan: Sähköturvallisuusvaatimukset saavutettu <input type="checkbox"/>			
Sähköturvallisuusvaatimuksia ei saavutettu <input type="checkbox"/>			
<b>Tarkastuksen suorittaja</b>			
Allekirjoitus		Pvm.	
Selvennys			
<b>Tarkastusmerkinnät</b>			
X Kunnossa    - Ei kunnossa    O Ei kuulu rakenteeseen			
<b>A Yleistä</b>	Vian tai puutteen kuvaus	Korj. pvm.	Nimi
1	Laitteiden ominaisarvot		
2	Kaaviot		
3	Dokumentointi		
4	Valmistajien ohjeet ja dokumentit		
5	Etäisyysvaatimukset		
6	Sijainti ja turvallisuus		
7	Johdin- ja kiskoliitokset ja liittimet		
8	Eläinsuojaukset		
<b>B Merkintätarvikkeet</b>	Vian tai puutteen kuvaus	Korj. pvm.	Nimi
1	Hengenvaarakilvet		
2	Erotinosoittekilpi		
3	Muunto- tai erotinaseman tunnuks		
4	Pääkeskuksen tunnus		
5	Pi-johtojen lähtö- ja sulakemerkinnät		
6	Varoitushauhat		
<b>C Suurjännitelaitteet</b>	Vian tai puutteen kuvaus	Korj. pvm.	Nimi
1	Kj-orret, eristimet, pitimet ja siteet		
2	Eroittimien toiminnan testaus		
3	Eroittimien ohjauslaitteet		
4	Kytentäjohtimet		
5	Työmaadoituksen liitännäkohdat		
6	Kytentäjohtimien liitokset ja liittimet		
7	Ylijännitesuojat		
8	Kj-kaapelin pylväseroipaite		



KATKAISIJAN TARKASTUS		Enontekiön Sähkö Oy		
<b>HUOLTORAPORTTI</b>				
TYYPPI	_____			
VALMISTUSNUMERO	_____			
KATKAISIJA KYTKETTY	_____	-KATKAISIJA		
PAIKKA	_____			
AIKA	_____			
TEKIJÄ	_____			
<b>A: ULKOINEN TARKASTUS</b>				
_Laskija	_____			
_Öljynkorkeus	_____			
_Ulkoinen kunto	_____			
pöly	_____			
kosteus	_____			
korroosio	_____			
öljy	_____			
<b>B: HUOLTOTOIMENPITEET</b>				
<b>PILARIT</b>		<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>
_Öljy				
_Kiinteät koskettimet				
_Liikkuvat koskettimet				
_Sammutuskammio				
_Akselitiiviste				
_Muut tiivisteet				
_Muuta				
<b>OHJAIN</b>				
_Puhdistus				
_Voitelu				
_Magneetit				
_Säätö				
_Moottori				
_Ruuvit, mutterit				
_Muuta				
<b>C: MITTAUKSET HUOLLON JÄLKEEN</b>				
_Koskettimien ylimenoresistanssi		<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>
_Eristysvastus koskettimien välillä				
(Öljyn läpilyöntilujuus)				
_Sulkeutumisnopeus				
_Koskettimien samanaikaisuus				
_Magneettien toiminta				
I-magn.	_____			
O-magn	_____			
toinen O-magn.	_____			
Muuntopiiri	_____			
Tarkastaja	_____	Allekirjoitus	_____	

PUISTO\_ / KIINTEISTÖMUUNTAMON KÄYTTÖÖNOTTO\_ / KUNTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA

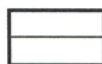
Päiväys \_\_\_\_\_

Enontekiön Sähkö Oy

**MUUNTAMO**

Nimellisjännite ensio / toisio kv V

KJ-kojeisto In A  
 KJ-kojeisto low kA lpk  
 Pj-keskus In A  
 Pj-keskus low kA lpk



Toisioin nimellisvirta

V

zk

%

<b>MUUNTAJA JA</b>			
Valmistaja / tyyppi _____			
Muuntaja _____	Väliottokytkin _____		
Muuntajan maad.			
Muuntajan KJ-päätteet *			
Muuntajan PJ-päätteet			
Muuntajan KJ-/ PJ- päätteiden kosketussuojaus			
Tiivisteet, eristimet			
Öljyn määrä			
Öljyallas, muuntajan öljyvuodon suojaus			
Ulkoisen kunto			
Suojapuomi			
Valaistus			
<b>RAKENNUS JA YMPÄRISTÖ</b>		<b>HUOMAUTUS</b>	<b>KORJATT</b>
Kulkureitti			
Muuntajatilán kunto			
Rakennuksen kunto			
Huonetilan kunto			
Yleinen siisteys			
Muuntajatilán ulkopuolinen kunto			
Kanavat ja läpiviennit			
Lukitus ja lukon suojaus			
Ovikilpi varoituskilpi "hengenvaara"			
Valot, ovikytin ja pistorasiat			
Edellisten syötön ylivirtalaukaisu			
Ympäristöolosuhteiden muutokset ja soveltuvuus			
Ilmastointi, suodattimet			
Aita			
<b>KESKIJÄNNITELAITTEET</b>		<b>HUOMAUTUS</b>	<b>KORJATT</b>
Johdon eristimet			
Johtoläpiviennit			
Liitokset ja liitännät			
Kaapelipäätteet			
Tukieristimet			

Erottimet			
Erottimien ohjauslaitteet			
Katkaisijat			
Virtamuuntajat			
Muuntajat			
Muuntajan välittökytkimen asento			
Muuntaja / huonetila lämpö C°			
Kenno- ja osoitemerkintä			
Muuntajien yksilönumerot			
Kaaviot			
Suojamaadoitus			
Ylijännitesuojat			
Sulakkeet			
Releet ja indikaatiot			
Kaasun paine			
Turvaetäisyydet			
Muuntajan ja kojeiston vaihtoreitti			
Paineen purkausaukot			
Kolmioavain			
Kosketussuojaus			
<b>PIENJÄNNITELAITTEET</b>		<b>HUOMAUTUS</b>	<b>KORJATT</b>
Keskus			
Pääerotin			
Pääkytkin			
Kaapelipäätteet			
Käyttömaadoitus			
Virtamuuntajat			
Mittarit			
Suojamaadoitus			
Johtolähdöt			
Varokkeet / pohja			
Käytetty sulakekoko			
Aemasuojakytkimen asettelu			
Merkinnät / Sallittu sulakekoko			
Merkinnät / johtolähdöt			
PJ-kaaviot			
Osoitemerkinnät			
Kolmioavain			
Kosketussuojaus			
<b>TURVAVÄLINEET</b>		<b>HUOMAUTUS</b>	<b>KORJATT</b>
Erottimien ohjaussauvat			
Sulakkeiden vaihtolaitteet			
Työmaadoituslaitteet			
Kiinteät varoituskilvet			
Työskentelysuojat			
Ensiapuohjeet			
<b>MUUT TARKASTUSKOHTEET</b>			
Mekaaniset suojat			
Hoitotasot			
Pylväiden kunto			

## LIITE 6 (3/3)

Harukset			
<b>MITTAUKSET JA TESTIT</b>			
Käyttömaa ja suojamaa, sarjamittaus			
Virrat			
Jännitteet			
Eristysvastusmittaus			
Sulaketoiminnan testaus			
Katkaisijan testaus			
Erottimen testaus			

Pistorasia / vikavirtasuojakytkin 30 mA  Testattu (OK)

Eristysresistanssin mittaus

Kj mittausjännite V, eristysvastus > 1 MΩ

Pj mittausjännite 500 V, eristysvastus > 1 MΩ

Pj kojeisto

Kj kojeisto

Kj kaapeli / muuntaja

L1-runko	L2-runko	L3-runko	L1-L2	L1-L3	L2-L3

Oikosulkuvirta

Pj-kiskoston oikosulkuvirta (laskennallinen)

Ik = muuntajan alajännitepuolen In / Uk % = \_\_\_\_\_ kA

Vaihejärjestys \_\_\_\_\_

Käytetyt mittarit (tyyppi / malli)

Yksilö nro \_\_\_\_\_

Kalibrointi

Seur.kalibrointi

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_

Huomautukset

---



---



---



---

Tarkastusten tulos

Kohde täyttää SFS 6000 Pj sähköasennusten vaatimukset  
SFS 6001 Sj sähköasennusten vaatimukset

Tarkastettu \_\_\_\_\_ Tarkastaja \_\_\_\_\_

(Nimen selvennys)

Sähkötöidenjohtaja \_\_\_\_\_



Enontekiön Sähkö Oy  
 20 / 0,4 kV jakelumuuntamoiden maasulkuvirtatarkastelut  
 Johtohaaran nimi:

**LIITE 8**

Muuntaja	I <sub>e</sub> = Maadoitus vastus Ω	Laukaisuaika 0,5 s Kosketusjännite V	2 x UTP V	0,3 s	0,3 s	Huom!	Huom!
			430 V	2 x UTP 800 v	4 x UTP 1600 V	2 x UTP Ylittyy	4 x UTP Ylittyy

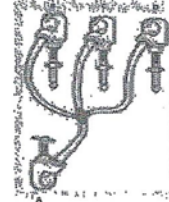




LIITE 10

Kolmevaiheisen työmaadoitusjohtimen tarkastus

Asiakas: Enontekiön Sähkö Oy  
 Työnumero: \_\_\_\_\_  
 Välineen valmistaja: \_\_\_\_\_  
 Johtinpituus: \_\_\_\_\_ m  
 Johtimen poikkipinta-ala: \_\_\_\_\_ mm<sup>2</sup>



Silmämääräinen tarkastus

- Merkinnät
- Johtineristeen katkeamat, halkeamat, kulumat
- Johtineristeen ulottuma liittimeen
- Johtineristeen lämpenemisvauriot
- Liittimien halkeamat
- Liittimien hapettumavauriot ja puhdistus
- Liittimien kierteet

K V

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Huomautukset

---

---

---

---

---

---

---

---

Kiertelöiden voitelu

Liittimien mekaanisen toiminnan kokellu

Puhdistus

Resistanssimittaus

- Johtimen lämpötila
- Johtimen pituus
- Johtimen poikkipinta-ala (Cu)
- Johtimen laskennallinen resistanssi
- Johtimen sallittu resistanssi
- Johtimen mitattu resistanssi
- Johtimen mitattu resistanssi korjauksen jälkeen

A-B	A-C	A-D
<input type="text"/> °C	<input type="text"/> °C	<input type="text"/> °C
<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m
<input type="text"/> mm <sup>2</sup>	<input type="text"/> mm <sup>2</sup>	<input type="text"/> mm <sup>2</sup>
3,70 mΩ	3,70 mΩ	3,70 mΩ
4,20 mΩ	4,20 mΩ	4,20 mΩ
<input type="text"/> mΩ	<input type="text"/> mΩ	<input type="text"/> mΩ
<input type="text"/> mΩ	<input type="text"/> mΩ	<input type="text"/> mΩ

Tarkastusmerkintä työmaadoitusvälineeseen

Suoritetut korjaukset:

---

---

---

---

---

---

---

---

Työmaadoitusväline täyttää sen valmistusajan kohtana voimassa olleet vaatimukset.

Suorittajan allekirjoitus

\_\_\_\_\_

**Työn tekeminen jännitteettömänä:** SFS 6002.6.2**1. Täydellinen erottaminen**

Työkohde tulee erottaa käyttöjännitteestä erottimella, erotuskytkimellä, poistamalla sulakkeet tai muulla luotettavalla tavalla. Erotuslaitteessa on oltava näkyvä avausväli, luotettava mekaaninen asennonosoitus tai sen toimiminen on muulla tavoin luotettavasti todettava.

**2. Jännitteen kytkemisen estäminen**

Jännitteen kytkeminen työkohteeseen estetään lukitsemalla erotuslaite tai sen sijaintitila. Erotuskohta tai ohjuslaite on lisäksi varustettava tarkoituksenmukaisella kieltokilvellä, jossa kielletään kytkemästä jännitettä työskentelyn aikana. Kilpi on kiinnitettävä siten, että se pysyy paikallaan työn aikana, ja siinä on oltava asettajan nimi, asettamispäivämäärä ja puhelinnumero.

**3. Jännitteettömyyden toteaminen**

Jännitteettömyys on todettava aina, ennen kuin työskentely laitteistossa aloitetaan tai työskentelyä aikaisemmin jännitteettömäksi todetussa laitteistossa jatketaan. Jännitteettömyys tulee todeta laitteiston kaikista navoista, niin työalueella kuin työalueen läheisyydessä. Jännitteettömyys todetaan mittaamalla jännitteen koettimella tai muulla vastaavalla luotettavalla tavalla. Jännitteettömyyden toteamista uudelleen ei vaadita, mikäli on varmistettu, että työkohde on edelleen luotettavasti työmaadoitettu.

**4. Työmaadoittaminen**

Työmaadoittaminen keski-jännitelaitteistoissa on suoritettava aina. Ennen työmaadoituksen asentamista on varmistettava jännitteettömyys. Työskenneltäessä kohteessa, jossa on molemmin puolinen työmaadoitus, ei kohde voi tulla jännitteiseksi mistään syystä. Työmaadoittaminen on tehtävä siten, ettei ylivirtasuojan toimiminen tai kytkinlaitteen avautuminen tee työmaadoitusta tehottomaksi. Työkohteen ja työmaadoituksen välillä mahdollisesti sijaitsevat ylivirtasuojat on ohikytkevä ja kytkinlaitteiden kiinni pysyminen on varmistettava. Työmaadoittaminen tulee aina tehdä työalueeseen nähden kaikilla suunnilla kaikissa tulevilla johtimissa. Vähintään yhden työmaadoituslaitteen tai välineen tulee yleensä olla nähtävissä työalueelta.

**5. Suojaus lähellä olevilta jännitteisiltä osilta**

Jos jännitteettömän kohteen läheisyydessä on muita jännitteisiä virtapiirejä siten, että niistä saattaa aiheutua vaaraa, on ne suojattava sopivin toimenpitein. Suojilta vaaditaan riittävä sähköinen ja mekaaninen lujuus sekä luotettava kiinnitys.

**6. Lupa töiden aloittamiseen**

Luvan yksittäisen työn aloittamiseen antaa esimies tai työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja, kun kaikki edellä mainitut toimenpiteet on suoritettu tai muuten varmistettu työkohteen turvallisuus. Mikäli samalla jännitteettömäksi tehdyllä työalueella on työtä tekemässä useampi työryhmä, luvan työn aloittamisesta voi antaa vain yksi koko työalueen valvonnasta vastaava henkilö.

**7. Työn suoritus**

Työt suoritetaan aina suunnitelmien mukaisesti. Kun työ on valmistunut, tehdään kohteelle kaikki tarvittavat mittaukset ja tarkastukset. Kun kohde on ilmoitettu kytkentää varten valmiiksi, ei siihen enää saa koskea.

**8. Kytkeä**

Työkohta voidaan kytkeä jännitteiseksi, kun:

- kaikki työt on lopetettu
- kaikki asiattomat henkilöt on poistettu kohteesta
- tarkastukset ja mittaukset on tehty
- väliaikaiset suojaukset on poistettu
- työmaadoitukset on poistettu
- eristysvastusmittaus on suoritettu
- lukitukset ja kilvet on poistettu

Enontekiön Sähkö Oy työskentelee yleensä jännitteettömästi. Jännitetyö ostetaan Muonion sähköosuuskunnasta.

**Työskentely jännitteisten osien läheisyydessä** SFG002.G.4

Työskenneltäessä jännitteisten osien läheisyydessä, työalue tulee määrittää etukäteen jokaista työtä varten ja se on tarvittaessa rajattava. Mikäli koko laitteistoa ei ole tehty jännitteettömäksi, on kojeistossa tai vastaavissa tiloissa merkittävä selvästi, mitkä osat tai kennot on tehty jännitteettömiksi ja/tai mitkä ovat jännitteisiä.

**Suojaaminen**

Tarvittaessa työkohteen suojaamiseen tulee käyttää siirrettäviä suojalevyjä tai työskentelysuojia, joilla estetään jännitteisten osien koskettaminen tai jännitetyöalueelle joutuminen tai ulottuminen. Mikäli suojilla saavutetaan IPXXB luokan mukainen suojaus, voidaan työ suorittaa jännitteettömän työn työskentelymenetelmillä.

Lähialueen ulkomitan arvo 10kV ja 20kV jännitteillä, muilla kuin ilmajohdoilla, on 1,4m. Ilmajohdoilla 10kV 1,15m ja 20kV 1,22m.

**Jännitetyö** määritellään työksi, jossa työn tekijä tarkoituksellisesti joko koskettaa jännitteistä osaa tai ulottuu jännitetyöalueelle joko kehonsa osilla tai käsiteltävillä työkalulla, varusteilla tai laitteilla. (Ahola Juhani, Sähköverkkoasentajan perehdytämishje työturvallisuuteen ja keskijännitetöihin, opinnäytetyö, 2013, s.12 – 14.)

ENONTEKIÖN SÄHKÖ OY  
Sikonen Jouko, Consulting Oy  
Sikonen Jukka, JT-Export Oy

HÄLYTYSPUHELINNUMEROT:

Palohälytys

112

## 45/20kV SÄHKÖASEMAN SAMMUTUSOHJE

### ULKOKENTTÄ HETAN SÄHKÖASEMA

#### PALOHÄLYTYS

**Palohälytys** tehdään puhelimella palokuntaan  
Kohteen nimi on Hetan sähköasema

– 45/20kV sähköasema.

Palohälytyksen tullessa lähtevät kohteeseen sähkölaitoksen vikapäivystäjät, jotka suorittavat tarvittavat käyttötoimenpiteet.

#### SAMMUTUSTYÖSSÄ HUOMIOITAVAA

##### YLEISTÄ

Sammutustyö voidaan aloittaa turvaetäisyyttä noudattaen kun palava laitososa on erotettu käyttöjännitteestä näkyvällä avausväiällä.

Sammutus suoritetaan jauheella, vaahdolla tai vesisuihkulla.

Jos sähkölaitteessa on näkyvä valokaari, ei sammuttamista saa suorittaa millään sammutusaineella, vaan valokaari sammuu, kun laite tehdään jännitteettömäksi.

Muuntajat on varustettu suoja-altailla. Muuntajapalon sattuessa tehdään suojavaahdotus altaaseen. Vaahdotus toistetaan 15 min kuluttua. Altaan tyhjennys tulee aloittaa välittömästi ettei muuntajan suoja-allas ala tulla yli.

##### JÄNNITE

Ulkokytkinlaitoksen jännite on 45kV.

Muuntajilta lähtevien kaapeleiden jännite on 20kV

Valvomorakennuksessa esiintyvä suurin jännite on 0.4kV.

Kytkinlaitoksen kojeistossa esiintyvä suurin jännite on 20 kV.

**TURVAETÄISYYDET****Ulkokytkinlaitoksessa olevien paljaiden maadoittamattomien johtimien ja kojeiden osalta on noudatettava 3 metrin turvaetäisyyttä.**

Alas pudonneen voimajohdon välittömässä läheisyydessä ei sammutusta saa suorittaa ennen kuin on varmistuttu, että johto on jännitteetön ja maadoitettu. Sammutusmiesten tulee pysytellä 20 metrin etäisyydellä alas pudonneesta johdosta, pylväasperuksista ja muista maahan johtavista rakenteista.

Johtimiin ja kojeisiin, joita ei ole työmaadoitettu, ei saa koskea vaan niihin tulee noudattaa samoja etäisyyksiä kuin jännitteisiin kojeisiin. Maadoittamisen suorittaa sähköasentaja.

**MUUTA**

Ulkokytkinlaitoksella on öljykatkaisija sekä öljytäytteisiä mittamuuntajia jotka voivat räjähtää liiallisesta lämmön vaikutuksesta.

Sammutustyön johtajan tulee huolehtia siitä, että sammutustyöhön osallistumattomia ei päästetä sähköalueelle eristämällä alue riittävän laajalta alueelta ja asettamalla vartiointi estämään alueelle kulku.

**ÖLJYTÄYTTEISET LAITTEET****Tehomuuntajat**

Sähköasemalla asemalla on 2 öljytäytteistä muuntajaa.

Päämuuntaja PM1 sisältää öljyä xx...xx kg

Omakäyttömuuntaja sisältää öljyä xx...xx kg

Kaikki öljy on muuntajaöljyä, jonka leimahduspiste on 160°C.

**Mittamuuntajat**

Virta- ja jännitemuuntajat sisältävät xx...xxkg muuntajaöljyä. Sammutus suoritetaan vaahdolla jännitteen katkaisun jälkeen.

**Katkaisijat**

Vähäöljykatkaisijoiden katkaisupäissä on xx...xx kg katkaisijaöljyä/katkaisija. Sammutus suoritetaan vaahdolla jännitteen katkaisun jälkeen.

**ENONTEKIÖN SÄHKÖ OY**

Sikonen Jouko, Consulting Oy  
Sikonen Jouko, JT-Export Oy

Hälytysnumerot:

**HETAN SÄHKÖASEMA SAMMUTUSOHJE**  
45kV KYTKINLAITOKSEN KYTKINLAITOSTILA**PALOHÄLYTYS**

Palohälytys tehdään puhelimella palokunnalle  
Kohteen nimi on Hetan sähköasema

- 45kV sähköaseman kytkinlaitostila
- osoite:

Palohälytyksen tullessa lähtevät kohteeseen sähköaseman päivystäjät, jotka suorittavat tarvittavat käyttötoimenpiteet.

**SAMMUTUSTYÖSSÄ HUOMIOITAVAA**

Tila sisältää suojeltavaa logiikkaa.

Tilan sähköjärjestelmissä esiintyvä **suurin jännite on 20 000V**.

Tilassa on omakäyttömuuntaja.

Sammutustyö voidaan aloittaa turvaetäisyyttä noudattaen kun palava laitososa on erotettu käyttöjännitteestä näkyvällä avausvälillä.

Sammutus suoritetaan jauheella, vaahdolla tai vesisuihkulla.

Jos sähkölaitteessa on näkyvä valokaari, ei sammuttamista saa suorittaa millään sammutusaineella, vaan valokaari sammuu, kun laite tehdään jännitteettömäksi.

Sammutustyö voidaan aloittaa välittömästi **0.5m** turvaetäisyyttä noudattaen.

Sammutus suoritetaan CO<sub>2</sub>:lla, jauheella tai vaahdolla.

Jos kytkinlaitoksessa on tapahtunut valokaarioikosulku, on tällöin voinut tapahtua kuparin höyrystymistä. Kuparihöyryt ovat myrkyllisiä hengitettynä.



**Tämän ja muidenkin aineiden palaessaan muodostamien myrkyllisten kaasujen vuoksi suljettuun kytkinlaitostilaan ei saa mennä ilman savusukellusvarusteita.**

Sammutustyön johtajan tulee huolehtia siitä, että sammutustyöhön osallistumattomia ei päästetä sähköalueelle eristämällä alue riittävän laajalta alueelta ja asettamalla vartiointi estämään alueelle kulku.

ENONTEKIÖN SÄHKÖ OY  
Sillanen Jukka, Consultant Oy  
Sillanen Jukka, JT-Export Oy

HÄLYTYSPUHELINNUMEROT:

Palokunta

112

## HETAN SÄHKÖASEMA SAMMUTUSOHJE 45kV KYTKINLAITOKSEN VALVOMO

### PALOHÄLYTYS

Palohälytys tehdään puhelimella palokunnalle  
Kohteen nimi on Hetan sähköasema

- 45kV sähköaseman valvomo
- osoite:

Palohälytyksen tullessa lähtevät kohteeseen sähköaseman päivystäjät, jotka suorittavat tarvittavat käyttötoimenpiteet.

### SAMMUTUSTYÖSSÄ HUOMIOITAVAA

Tila sisältää suojeltavaa logiikkaa.

Tilan sähköjärjestelmissä esiintyvä **suurin jännite on 400V**.

Tilassa on akkuhuone, jonka akustoa on pyrittävä suojelemaan lämpenemiseltä räjähdysvaaran vuoksi.

Alakeskukset saadaan jännitteettömäksi niissä olevan keskusnumeroinnin osoittamasta syöttökeskuksesta.

Sammutustyö voidaan aloittaa välittömästi **0.5m** turvaetäisyyttä noudattaen.

Sammutus suoritetaan CO<sub>2</sub>:lla, jauheella tai vaahdolla.

**Jos kytkinlaitoksessa on tapahtunut valokaarioikosulku, on tällöin voinut tapahtua kuparin höyrystymistä. Kuparihöyryt ovat myrkyllisiä hengitettynä. Tämän ja muidenkin aineiden palaessaan muodostamien myrkyllisten kaasujen vuoksi suljettuun kytkinlaitostilaan ei saa mennä ilman savusukellusvarusteita.**

Sammutustyön johtajan tulee huolehtia siitä, että sammutustyöhön osallistumattomia ei päästetä sähköalueelle eristämällä alue riittävän laajalta alueelta ja asettamalla vartiointi estämään alueelle kulku.