

MUUNTAJIEN, KOJEISTOJEN JA SÄHKÖPÄÄKESKUK- SIEN HUOLTO-OHJELMA

Petäjäsuvanto Eetu

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Insinööri (AMK)

2016

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Insinööri (AMK)

Tekijä	Eetu Petäjäsuvanto	Vuosi	2016
Ohjaaja	DI Jaakko Etto		
Toimeksiantaja	Outokumpu Chrome Oy Kehitysinsinööri Jarmo Räsänen		
Työn nimi	Muuntajien, kojeistojen ja sähköpääkeskusten huolto-ohjelma		
Sivu- ja liitesivumäärä	34 + 13		

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda muuntajien, sähköpääkeskusten ja kojeistojen huoltosuunnitelma ja -ohje Kemin kaivoksen sähkökunnossapidolle. Huoltosuunnitelmaa ei aiemmin ollut kunnossapito-organisaatiolla ja tällaiselle kokonaisuudelle on ollut tarvetta.

Tarkoituksena oli suunnitella selkeä huolto-ohjelma, jolla tuodaan määräaikaistarkastuksia ja toimenpiteitä kunnossapidolle. Tämä ohjeistaa työntekijöitä toimimaan turvallisesti ja oikealla tavalla.

Huolto-ohjelma rakennettiin Excel-pohjalle, johon oli listattu kaivoksen muuntajat. Ohjelmassa liikkuminen toimii hyperlinkkien avulla, mikä teki sen käytöstä helppoa. Jokaiselle sähkölaitteelle tehtiin oma huoltosuunnitelma, ja yksi yleinen huolto-ohje kirjoitettiin Word-asiakirjoille. Määräaikaisten ja lämpökuvatarkastuslomakkeista tehtiin yleisiä pohjia, joista voidaan tehdä tulevaisuudessa uusien sähkölaitteiden tarkastuslomakkeita.

Työtä tehdessä tuli ilmi monenlaisia haasteita. Jokainen sähkölaite piti käydä yksilöllisesti läpi, jotta työn tekeminen onnistuisi. Tämä toi selkeästi esille, että suunnitelmat on hyvä pitää ajan tasalla. Työn määrä kasvaa huomattavasti, jos suunnitelmaa ei päivitetä ajoissa.

Työn tavoite onnistui. Kemin kaivoksen maanalaiselle ja maanpäälliselle sähkökunnossapidolle saatiin huolto-ohjelma huoltosuunnitelmien ja huolto-ohjeineen. Tulevaisuudessa sähkökunnossapito voi laajentaa huolto-ohjelmaa tämän opinnäytetyön pohjalta.

Avainsanat kaivos, sähköpääkeskus, muuntaja, kojeisto, huolto, suunnitelma, kunnossapito

Industry and Natural Resources
Electrical Engineering
Engineer

Author	Eetu Petäjäsuvanto	Year	2016
Supervisor	Jaakko Etto MSc (Tech)		
Commissioned by	Outokumpu Chrome Oy Jarmo Räsänen, Development Engineer		
Subject of thesis	Maintenance Program of Transformers, Switchgears and Main Electrical Hubs		
Number of pages	34 + 13		

The objective of this Bachelor's thesis was to create maintenance plan and instructions for transformers, electric main hubs and switchgears to Kemi Mine's electric maintenance. Previously there was no maintenance plan in the maintenance organization and this kind of entity has had demand.

The aim was to design a distinct maintenance program, which brings periodic inspections and measures for maintenance. This instructs employees to work safely and in correct procedures.

The maintenance program was built in Excel worksheet, onto which the transformers of the mine had been listed. Navigation in the program works with hyperlinks, which made it easy to use. Each for electrical device had been made its own maintenance plan and one general maintenance manual was written to Word documents. Periodic and thermographic survey inspections were made as general templates, which can be used to make new electrical equipment inspection forms in the future.

While working the thesis many kind of challenges came out. Each electrical appliance had to be handled individually in order to make the thesis work success. This displayed clearly that plans must be up-to-date. The amount of work is greatly increased if the plan is not updated in time.

The objective was successfully reached. The Kemi Mine's underground and aboveground electrical maintenance had the maintenance program with maintenance plans and instructions. In the future, electric maintenance can extend the maintenance program on the basis of this thesis.

Key words mine, main electric hub, transformer, switchgear, maintenance, plan

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI	8
3	SÄHKÖLAITTEISTO	9
3.1	Luokittelematon sähkölaitteisto	9
3.2	Luokan 1 sähkölaitteistot	9
3.3	Luokan 2 sähkölaitteistot	10
3.4	Luokan 3 sähkölaitteistot	12
4	SÄHKÖLAITTEET	14
4.1	Muuntajat	14
4.2	Kaasueristeiset kojeistot	16
4.3	Sähköpääkeskus	18
5	KUNNOSSAPITO	19
5.1	Ennakoiva kunnossapito	19
5.2	Korjaava kunnossapito	19
6	TARKASTUKSET	21
6.1	Käyttöönottotarkastukset	21
6.2	Varmennustarkastukset	22
6.3	Määräaikaistarkastukset	22
7	HUOLTO-OHJELMA	24
7.1	Excel-pohjainen ohjelmakokonaisuus	24
7.2	Huoltosuunnitelma	26
7.2.1	Muuntajan huoltosuunnitelma	27
7.2.2	Kojeiston huoltosuunnitelma	28
7.2.3	Sähköpääkeskuksen huoltosuunnitelma	29
7.3	Huolto-ohje	29
7.4	Tarkastuslomakkeet	29
8	POHDINTA	31
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	34

ALKUSANAT

Tahdon kiittää Kemin kaivoksen työntekijöitä Jarmo Räsästä, Ari Prusilaa ja Teuvo Pikkaraista kaikesta avusta ja neuvoista.

Kemissä 31.5.2016

Eetu Petäjäsuvanto

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Muuntamo	Tila, joka käsittää muuntajan, kojeiston (ja keskuksen)
KUHA	Kunnossapidon hallinta
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
SFS	Suomen Standardoimisliitto
kVA	kilovolttiampeeri

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda toimiva huolto-ohjelma Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivoksen maanpäälliselle ja maanalaiselle sähkökunnossapidolle. Huolto-ohjelma rajataan muuntajiin, kojeistoihin ja pääkeskuksiin. Huolto-ohjelma kattaa kaikki muuntajat kaivosalueella päämuuntajaa lukuun ottamatta.

Opinnäytetyön aiheen idea lähti liikkeelle keskusteltuani mahdollisista opinnäytetyöaiheista kaivoksen henkilökunnan kanssa. Keskusteluissa kävi ilmi, ettei maanalaisella sähkökunnossapidolla ollut säännöllistä huolto-ohjelmaa muuntamoille. Lähtökohdaksi tuli luoda toimiva ja säännöllinen huolto-ohjelma maanalaisille muuntajille, kojeistoille ja pääkeskuksille. Opinnäytetyö laajennettiin kattamaan myös maanpäälliset vastaavat laitteet.

Huolto-ohjelman sisällön tavoitteena on rakentaa yksilölliset huoltosuunnitelmat muuntajille, kojeistoille ja pääkeskuksille. Huoltosuunnitelmien lisäksi luodaan yleinen huolto-ohje, joka liitetään kaivoksen kunnossapitojärjestelmään (KUTI/KUHA). Huolto-ohjelma pitää myös mitoittaa kaivoksen kunnossapitoresursseihin. Tavoitteisiin kuuluu edellä mainittujen lisäksi sähkölainsäädäntöön ja kunnossapitoon tutustuminen sekä saada käsitys työhön liittyvistä sähkölaitteista ja niiden tarkastuksista.

Outokumpu on maailmanlaajuinen ruostumattoman teräksen valmistamiseen keskittynyt yritys. Yritys syntyi 1910-luvulla ja oli alun perin kuparintuottaja. Nykyään Outokumpu tuottaa maailmassa 2,4 miljoonaa tonnia ruostumatonta terästä. Outokummun liikevaihto oli 6 284 miljoonaa euroa vuonna 2015. Yrityksen palveluksessa on noin 2 400 työntekijää Suomessa ja yhteensä 11 000 työntekijää maailmassa. (Outokumpu 2016a.)

Kemin kaivos avattiin vuonna 1968 ja se toimi avolouhoksena vuoteen 2005 asti. Nykyään kaivos toimii maanalaisena louhoksena ja tuottaa vuosittain 2,4 miljoonaa tonnia kromia Tornion jaloterässulatolle. (Outokumpu 2016b.)

2 SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI

Suomeen on luotu lainsäädäntö, jolla säädetään yleiset säännökset, sähköturvallisuuden taso, sähköalan työt ja sähkölaitteiden turvallisuuden varmentaminen. Sähköturvallisuuslakia täydentävät Tukesin ohjeet (Tukes ohje S4-2011, 1), SFS 6001 (SFS 6001, 8) ja SFS 6002 (SFS 6002, 5) -standardit.

Sähkölaitteen ja -laitteiston käytön pitämiseksi turvallisena ja sähkön käytöstä aiheutuvien sähkömagneettisten häiriöiden haitallisten vaikutusten estämiseksi sekä sähkölaitteen tai -laitteiston sähkövirran tai magneettikentän välityksellä aiheuttamasta vahingosta kärsineen aseman turvaamiseksi on laissa säädetty sähkölaitteille ja -laitteistoille vaatimuksia sähköalan töistä ja valvonnasta. (Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996 1:1 §.)

Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, ettei niistä aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa; ettei niistä sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä; sekä ettei niiden toiminta häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. (Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996 1:5 §.)

Sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus-, huolto- ja käyttötöitä saa tehdä seuraavilla edellytyksillä: töitä johtamaan nimetään luonnollinen henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus; itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito; sekä käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset. (Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996 1:8 §.)

3 SÄHKÖLAITTEISTO

Sähkölaitteisto on sähkölaitteista, asennustarvikkeista, johdoista, sähkökeskuksesta yms. muodostuva toiminnallinen kokonaisuus. Sähkölaitteisto on laaja-alueinen käsite ja siksi se on jaettu luokkiin, joiden perusteella määräytyy

- varmennustarkastuksen suorittamisaika ja suorittaja
- määräaikaistarkastuksen suorittaja ja määräaikaistarkastuksien väli
- rekisterinpitäjä, jolle ilmoitukset tehdään.

(Tukes ohje S4-2011, 2.)

Sähkölaitteiston luokitusperusteet ovat:

- sähkölaitteisto asuinrakennuksessa (luokka 1a)
- sähkölaitteisto erityistilassa (luokat 1d, 2b, 3a, 3b)
- sähkölaitteistokokonaisuus (luokat 1b, 2c, 2d, 3c)

(Tukes ohje S4-2011, 2.)

3.1 Luokittelematon sähkölaitteisto

Luokittelemattomaksi sähkölaitteistoksi kutsutaan sähkölaitteistoa asuinrakennuksessa, johon kuuluu enintään kaksi asuinhuoneistoa riippumatta suojaavan ylivirtasuojan koosta. Lisäksi luokittelemattomiin sähkölaitteistoihin kuuluvat luokkien 1d, 2b, 3a ja 3b sähkölaitteet erityistiloja lukuun ottamatta, kun suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta on korkeintaan 35 A. (Tukes ohje S4-2011, 2.)

3.2 Luokan 1 sähkölaitteistot

Luokan 1 sähkölaitteet jaetaan luokkiin 1a, 1b ja 1d.

Luokka 1a

Luokan 1a sähkölaitteistoihin kuuluvat sähkölaitteet asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa. Asuinrakennus määräytyy rakennuk-

sen pääkäyttötarkoituksen mukaan. Asuinrakennuksessa voi olla myös muita asuinrakennukseen kuuluvia kuin asumista palvelevia tiloja. Lisäksi asuinrakennuksessa voi olla luokkien 1d, 2b ja 3b erityistilojen sähkölaitteistoja. (Tukes ohje S4-2011, 2.)

Luokka 1b

Luokan 1b sähkölaitteistoihin kuuluvat sähkölaitteet, jota suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 A, pois lukien asuinrakennukset. Tähän luokkaan kuuluvat muussa kuin asuinrakennuksessa olevat sähkölaitteistot muiden ylempien sähkölaitteistoluokkien asettamin rajoin. Luokan 1b laitteisto käsittää koko kiinteistön. (Tukes ohje S4-2011, 2.)

Luokka 1d

Luokan 1 d sähkölaitteistoihin kuuluvat sähkölaitteet räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallinen kemikaali edellyttää ilmoitusta pelastusviranomaiselle. Vaarallisen kemikaalin ilmoituksen vaativat toiminnot:

- Vaarallisen kemikaalin vähäinen teollinen käsittely ja varastointi. Ilmoitus tehdään pelastusviranomaiselle. Jakeluaseman katsotaan harjoittavan kemikaalin vähäistä varastointia.
- Nestekaasun vähäinen tekninen käyttö, käsittely tai varastointi (enintään 5 t). Ilmoitus tehdään kunnan palopäällikölle, kun nestekaasun varastointimäärä on yli 200 kg. Nestekaasun keskiuudesta varastoinnista (yli 5 t mutta enintään 50 t) tehdään ilmoitus Tukesiin. (Tukes ohje S4-2011, 2.)

3.3 Luokan 2 sähkölaitteistot

Luokan 2 sähkölaitteet jaetaan luokkiin 2b, 2c ja 2d.

Luokka 2b

Luokan 2b sähkölaitteistoihin kuuluvat sähkölaitteet lääkintätiloissa, joiden leikkaussaleissa ei tehdä yleisnesteasiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä. Lääkintätiloja ovat tilat, jotka on tarkoitettu potilaiden tutkintaan, hoitoon ja valvontaan. Luokan 2b sähkölaitteistoon kuuluvat saman kiinteistön kaikki lääkintätilat, myös eri rakennuksissa olevat. (Tukes ohje S4-2011, 3.)

Luokka 2c (Yli 1000 V osia sisältävä sähkölaitteisto)

Luokan 2c sähkölaitteistoon kuuluvat kaikki yhtenäiselle alueelle rakennetut saman haltijan sähkölaitteistot, siis yli 1000 V laitteistojen lisäksi myös kiinteistön muu sisäinen jakeluverkko ja ne rakennukset, ulkoalueet ym. joissa on vain enintään 1000 V laitteistoja.

Kiinteistön luokan 2C (ja 2d) laitteistoon sisältyvät myös kiinteistössä olevat saman haltijan alemman luokan sähkölaitteistot. Luokan 3a räjähdysvaarallinen tila ja luokan 3b lääkintätila, joiden varmennus- ja määräaikaistarkastusmenettelyt poikkeavat 2c- ja 2d-laitteistosta ovat aina tarkastusmenettelyjen kannalta erillisiä ja erikseen rekisteriin merkittäviä sähkölaitteistoja. (Tukes ohje S4-2011, 3)

Luokka 2d (Liittymisteholtaan yli 1600 kVA enintään 1000 V sähkölaitteisto)

Luokan 2d sähkölaitteisto on luokkaa 2c vastaava enintään 1000 V jännitteinen kokonaisuus. Virtaan perustuvien liittymissopimusten osalta 230/400 V järjestelmässä 1600 kVA vastaa 2300 A virtaa. Muun määrittelyn puuttuessa voidaan liittymistehon määrittelyn lähtökohdaksi tarvittaessa katsoa myös riittävän pitkältä ajanjaksolta mitattu 15 minuutin huipputehon arvo. Myös liittyjän oma sähkötuotantoteho lasketaan mukaan, jos sen käyttö on otettu huomioon laitteiston liittymistehoa määritettäessä. (Tukes ohje S4-2011, 3.)

3.4 Luokan 3 sähkölaitteistot

Luokan 3 sähkölaitteisiin kuuluvat luokat 3a, 3b ja 3c.

Luokka 3a

Luokan 3a sähkölaitteistoihin kuuluvat sähkölaitteet räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallinen kemikaali edellyttää Tukesin kemikaalilupaa. Vaarallisen kemikaalin lupaa vaativia toimintoja:

- Vaarallisen kemikaalin laajamittainen teollinen käsittely ja varastointi. Nestekaasun laajamittainen tekninen käyttö, käsittely ja varastointi (yli 50 t) sekä keskisuuri tekninen käyttö tai käsittely (yli 5 t mutta enintään 50 t)
- Maakaasuputkistojen rakennuttaminen ja maakaasun varastointi. Luokan 3 sähkölaitteistoja on paineenlisäys- ja paineenvähennysasemilla, tankkausasemilla sekä suurissa käyttökohteissa.
- Räjähdeiden valmistus ja valmistuksen yhteydessä tapahtuva varastointi. Myös työmaalla tapahtuva tilapäinen valmistus ja varastointi edellyttävät Tukesin lupaa, mutta nämä eivät kuitenkaan vaikuta tässä yhteydessä tarkoitettuun sähkölaitteistojen luokitteluun ja tarkastusmenettelyihin. Jos pölyräjähdysvaara aiheutuu aineista, jotka eivät edellytä kemikaalilupaa, eivät näiden pölyräjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteistot kuulu luokkaan 3a. (Tukes ohje S4-2011, 4)

Luokka 3b

Luokan 3b sähkölaitteistoihin kuuluvat lääkintätilojen sähkölaitteet niissä sairaaloissa, terveyskeskuksissa ja lääkäriasemilla, joiden leikkaussaleissa tehdään yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä toimenpiteitä. Luokan 3b sähkölaitteistoon kuuluvat haltijan saman kiinteistön kaikki lääkintätilat, myös eri rakennuksissa olevat. Lääkintätilojen ulkopuolella samassa kiinteistössä olevan saman haltijan sähkölaitteiston luokka määräytyy edellä olevan luokkajaon mukaisesti ja voi olla esim. 1b, 2c tai 2d, mutta ei 2b.

Luokka 3c (Sähkönjakeluverkko, joka edellyttää sähköverkkolupaa)

Luokan 3c sähkölaitteistoihin kuuluvat sähkölaitteet verkonhaltijan verkot. Verkonhaltijan verkoilla tarkoitetaan kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän ulkopuolisia jakelu- ja siirtoverkkoja. Sähkölaitteisto on haltijakohtainen. Luokien 1d, 2b, 3a ja 3b sähkölaitteistoihin katsotaan kuuluvaksi myös erityistilan (räjähdysvaarallinen tila tai lääkintätila) ulkopuolella olevat ne saman haltijan sähkölaitteiston osat, joilla on välitön vaikutus po. tilan sähköturvallisuuteen ja energiansyöttöön. (Tukes ohje S4-2011, 5.)

4 SÄHKÖLAITTEET

Tässä opinnäytetyössä käsitellään sähkölaitteista muuntajat, kojeistot ja sähköpääkeskukset. Ne ovat tärkeä osa teollisuuden sähkönjakelua. Näiden laitteiden avulla muunnetaan jännitettä ja luodaan sähköverkosto. Tässä osiossa tutustutaan työhön liittyviin sähkölaitteisiin.

4.1 Muuntajat

Muuntaja on sähkökone, joka muuttaa vaihtosähkön jännitetasoa. Rakenteeltaan muuntaja on yksinkertainen. Se ei sisällä liikkuvia osia, joten sen käyttöikä on pitkä. (Aura & Tonteri 1994, 267.)

Muuntajat voidaan jakaa useisiin ryhmiin. Tärkeimmät ovat voimamuuntajat ja mittamuuntajat. Voimamuuntajan tehtävä on muuntaa jännite 1 jännitteeksi 2 sähköenergian tarpeen mukaan. Mittamuuntajien tehtävä on muuntaa jännite tai virta mittakojeille ja releille sopivaksi. Muuntaja myös eristää kaksi erijännitteistä sähköverkkoa. (Aura & Tonteri 1994, 267.)

Voima- eli tehomuuntajat voidaan käytännössä jakaa kahteen ryhmään, jakelu- eli pientehomuuntajiin ja suurtehomuuntajiin. Jakelumuuntajan nimellisteho on korkeimmillaan 3150 kVA tai yläjännitepuolen nimellisjännite on korkeimmillaan 20000 V. Näitä suuremmat muuntajat ovat suurtehomuuntajia. (Aura & Tonteri 1994, 283.)

Jakelumuuntajat jakautuvat rakenteeltaan seuraavasti:

- valuhartsieristeiset jakelumuuntajat
- paisuntasäiliöiset jakelumuuntajat
- hermeettisesti suljetut jakelumuuntajat
- pylväsmuuntajat. (Aura & Tonteri 1994, 284.)

Valuhartsieristeiset jakelumuuntajat (Kuva 1) on tarkoitettu käytettäväksi paikoissa, missä palovaaran, saastumisvaaran tai muun sellaisen takia nestetäytetyn muuntajan käyttö on joko kielletty tai edellyttää kalliita toimenpiteitä. Valuhartsieristeistä muuntajaa voidaan käyttää esimerkiksi sairaaloissa, tavarataloissa ja kaivoksissa. (Aura & Tonteri 1994, 288.)



Kuva 1 Valuhartsieristeinen kuivamuuntaja (Finnelectric, 2016)

Paisuntasäiliöisissä ja hermeettisesti suljetuissa sekä pylväsjakelumuuntajissa on eristys- ja jäähdytysaineena muuntajaöljy, johon on lisätty vanhenemista hidastava inhibiitti. (Aura & Tonteri 1994, 284.)

Paisuntasäiliöinen muuntaja on yleisin öljyeristeinen muuntaja. Paisuntasäiliön öljyn ja ilman välinen kosketuspinta on suhteellisen pieni ja öljyn lämpötila alhaisempi kuin öljysäiliössä. Ilmasta imeytyy vain vähän kosteutta öljyyn. Öljyyn imeytynyt vesi laskeutuu paisuntasäiliön pohjalle, josta se voidaan poistaa. (Aura & Tonteri 1994, 285.)

Hermeettiset jakelumuuntajat (Kuva 2) ovat itsejäähdytteisiä ja öljyeristeisiä muuntajia. Ne soveltuvat sisä- ja ulkoasennuksiin. Hermeettinen muuntaja eroaa paisuntasäiliöisestä muuntajasta siten, ettei siinä ole paisuntasäiliötä. Ne ovat täynnä öljyä ja ovat suljettu hermeettisesti, eli kaasutiiviisti. Säiliön jäähdytysaallot mukautuvat käytön aikaisiin tilavuuden muutoksiin ja ne ovat mitoitettu kestäämään ylikuormituksen aiheuttama ylipaine. (Aura & Tonteri 1994, 285.)



Kuva 2. Hermeettisesti suljettu öljymuuntaja (Yuebian Electric Co. Ltd)

Pylväsmuuntajissa on asennuksen ja käsittelyn helpottamiseksi jätetty paisuntasäiliö pois ja paisuntatila siirretty kannen alle. Pylväsmuuntajat ovat itsejäähdytteisiä muuntajia. Ne on suunniteltu jatkuvaa öljyvirtausta silmälläpitäen. Kuormitushäviöt lämmittävät muuntajan käämitystä ja rautahäviöt rautasydäntä. Tällöin lämmennyt öljy nousee keskellä ylös ja jäähtyessään laskeutuu reunoilla alas. (Aura & Tonteri 1994, 286.)

4.2 Kaasueristeiset kojeistot

SF₆-, eli rikkiheksafluoridikaasua, on yleisimmin käytetty suurjännitekojeistojen eristysaineena. Nykyään SF₆ kaasua käytetään myös keskijännitekojeistoissa (Kuva 3). (Aura & Tonteri 1993, 356.)

SF6-eristeisillä kojeistoilla voidaan mainita seuraavia etuja:

- riippumaton ympäristöstä
- korkea kotelointiluokka, korkeintaan IP65
- jännitelujuus on riippumaton lämpötilan, kosteuden ja ilmanpaineen muutoksista
- vuotovirrat suurjännitepotentiaalista maahan eivät ole mahdollisia
- pieni koko
- kaapeloitavuus
- kosketussuojaiset päätteet lisäävät turvallisuutta
- kojeisto on täysin suojattu rakenne. (Aura & Tonteri 1993, 356–357.)



Kuva 3. Kaasueristeinen keskijännitekojeisto (ABB AS 2012)

Kaasueristeisen kojeiston katkaisuyksikkö on erillisessä kaasutilassa. Kaasu-
vuodot ovat pieniä noin 1 % vuodessa, mikä vastaa noin 10 vuoden käyttöai-
kaa. Painemittari valvoo painetta ja avaa katkaisijan automaattisesti, mikäli pai-
ne putoaa alle sallittujen arvojen. (Aura & Tonteri 1993, 358.)

Koska kyseessä on kiintokatkaisijakojeisto, edeltää katkaisijayksikköä aina ero-
tin. Erottimessa on kolme asentoa: auki, kiinni ja maadoitettu. Katkaisijan maa-
doittaminen mahdollistaa useamman kytkennän oikosulkua vastaan ilman huol-
torajoituksia. (Aura & Tonteri 1993, 358.)

4.3 Sähköpääkeskus

Sähköpääkeskus (Kuva 4) on sähkön jakelu- tai haaroituspiste. Sitä käytetään
teollisuudessa moottorien käynnistys- ja ohjauslaitteiden keskittämiseen sähkö-
tiloihin. (Pernu 2012, 20)



Kuva 4. Sähköpääkeskus (Pahus 2015)

5 KUNNOSSAPITO

Sähkölaitteiston haltijan on hoidettava sähkölaitteistoa niin, ettei siitä aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Laitteiston kuntoa ja turvallisuutta on tarkkailtava ja havaitut puutteet sekä viat on poistettava riittävän nopeasti. Kunnonvalvonnan tulee olla riittävän säännöllistä. Valvontaa voivat sähköalan ammattihenkilöstön lisäksi suorittaa osaltaan myös maallikot soveltuvien osin. (Tukes ohje S4-2011, 5)

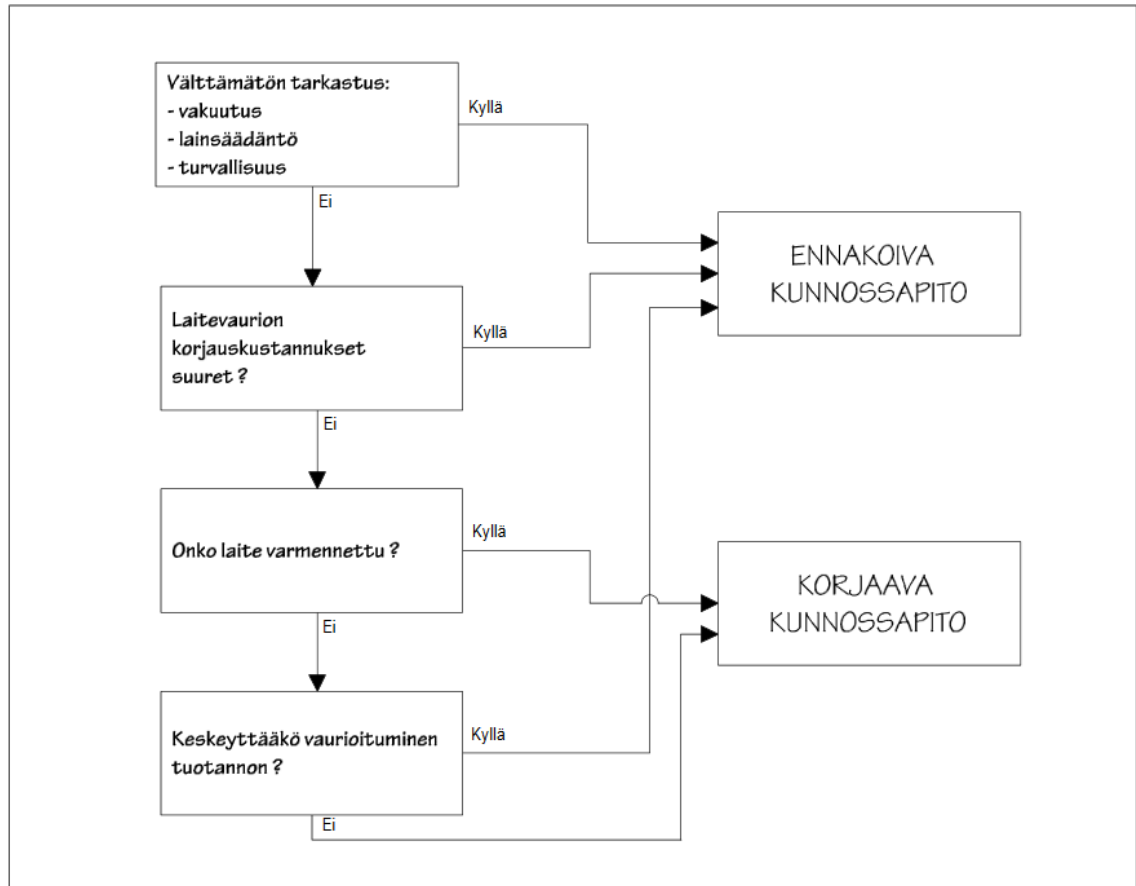
Luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on laadittava ennalta sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma, johon sisällytetään myös haltijalle kuuluvat tarkastukset ja tarkistukset, joita sähkölaitteistojen vaatimusten mukainen valvonta edellyttää. (Tukes ohje S4-2011, 5)

5.1 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivan kunnossapidon on tarkoitus estää laitteiden vikaantumisesta johtuvat käyttökatkot (Kuvio 1.) (Saarenpää 2006, 25). Tarkoituksena on vähentää vikaantumista ja tuotannon keskeyttämistä (Viheri 2015, 7).

5.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa korjataan jo syntynyt vika (Kuvio 1). Tämä voi aiheuttaa, tuotantoprosessin tyypistä riippuen, kalliin taloudellisen menetyksen yritykselle. (Saarenpää 2006, 25.)



Kuvio 1. Kunnossapitotöiden jaottelua (Etto 1998, 5).

6 TARKASTUKSET

Sähkölaitteistojen tarkastukset ovat osa kunnossapitoa. Niillä ehkäistään sähkötapaturmien ja -palojen riskejä. Luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on laadittava kunnossapito-ohjelma sähköturvallisuuden ylläpitämiseksi. (Tarkastustoimintapöytäkirja 2010, 7.)

6.1 Käyttöönottotarkastukset

Käyttöönottotarkastus tehdään uusille asennuksille tai, olemassa olevalle asennukselle lisäys tai muutos otetaan käyttöön. Tarkastuksen tekijän tulee olla sähköalan ammattilainen ja hänen tulee allekirjoittaa tarkastuspöytäkirja. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä 516/1996 5§)

Käyttöönottotarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja. Siitä tulee käydä ilmi seuraavat asiat:

- kohteen tiedot
- selvitys sähkölaitteistosäännösten ja -määräysten mukaisuudesta
- yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä
- tarkastusten tulokset.

(DI-2009 2010, 334.)

Tarkastuspöytäkirjaan merkitään mittauksista seuraavat tiedot:

- eristysresistanssimittausten tulokset
- silmukkaimpedanssimittausten tulokset
- vikavirtasuojien mittaustulokset ja testauspainikkeen kojeistus
- kattava jatkuvuudenmittaus
- kiertosuunta keskuskohtaisesti.

(DI-2009 2010, 334.)

6.2 Varmennustarkastukset

Varmennustarkastuksia saavat suorittaa valtuutetut tarkastajat ja laitokset, kuitenkin laitteistoluokassa 3a vain valtuutettu laitos. Varmennustarkastus on tehtävä

- muutetulle luokan 1a, 1b, 1d, 2b laitteistolle, kun muutostyön jännite on alle 1000 V ja muutosaluetta suojaava ylivirtasuojaa on 35 A suurempi, jos käyttö- ja huoltotöiden johtajaa ei vaadita, ja muutoin 250 A.
- muutetulle luokan 2c, 2d ja 3c laitteistolle, kun muutostyön jännite on alle 1000 V ja muutosaluetta suojaava ylivirtasuojaa on 250 A suurempi,
- muutetulle luokan 3a laitteistolle, lukuun ottamatta vähäistä muutostyötä
- muutetulle luokan 3b leikkaussalin laitteistolle, lukuun ottamatta vähäistä muutostyötä,
- muutetulle luokan 3b muulle kuin leikkaussalin sähkölaitteistolle, kun muutostyön jännite on alle 1000 V ja muutosaluetta suojaava ylivirtasuojaa on 35 A suurempi lääkintätiloissa, joissa ei tehdä yleisnesteasiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä toimenpiteitä. (Tukes ohje S4-2011, 6-7.)

6.3 Määräaikaistarkastukset

Määräaikaistarkastuksia saavat suorittaa valtuutetut tarkastajat ja laitokset, kuitenkin laitteistoluokassa 3a vain valtuutettu laitos. Määräaikaistarkastus suoritetaan luokan 1 laitteille 15 vuoden, luokan 2 laitteille 10 vuoden ja luokan 3 laitteille 5 vuoden välein (Taulukko 1). Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia määräaikaistarkastuksesta. (Tukes ohje S4-2011, 8.)

Määräaikaistarkastuksessa varmistetaan sähkölaitteiston kunto ja käytön turvallisuus sekä sähkön häiriötön käyttö. Tarkastuksesta luovutetaan haltijalle tarkastuspöytäkirja ja tarkastuksessa varmistetaan, että:

- sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja laitteistolle on tehty huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet
- sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset ja ohjeet ovat käytettävissä
- sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on olemassa asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat. (Sähköturvallisuussäädökset 2004, 12.)

Taulukko 1. Sähkölaitteistojen määräaikaistarkastukset (Tukes 2010, 8)

Laitteistoluokka	Tarkastuksen kohde tai tila	Tarkastuksen tekijä	Määräaikaistarkastusväli
Luokka 3	a: Kemikaalilupaa edellyttävät räjähdysvaaralliset tilat (esim. kemianteollisuudessa) b: lääkintätilat leikkaussaleja sisältävissä sairaaloissa ja lääkäriasemilla c: verkkoyhtiöiden jakelu-, siirto- yms. verkot (esim. sähkö/energialaitokset)	valtuutettu laitos (a-c) valtuutettu tarkastaja (b ja c)	5 vuotta
Luokka 2	Muut lääkintätilat sairaaloissa ja lääkäriasemilla, suurjänniteliittäjät (esim. muuntamon omistavat) sekä yli 1600 kVA:n pienjänniteliittäjät (esim. suurteholiittymät)	valtuutettu laitos valtuutettu tarkastaja	10 vuotta
Luokka 1	Julkiset rakennukset, liike-, teollisuus-, maatalousrakennukset ja ulkoalueet (pääsulakkeet yli 35 A) ja ilmoituksenvaraiset räjähdysvaaralliset tilat (esim. bensiiniasemat) sekä asuinrakennuksissa olevat muut kuin asumista palvelevat tilat, mm. liiketilat, joiden pääsulakkeet yli 35 A.	valtuutettu laitos valtuutettu tarkastaja	15 vuotta

7 HUOLTO-OHJELMA

Kemin kaivoksen alueella on yhteensä 39 muuntajaa. Ne jakaantuvat valuhartsieristeisiin kuivamuuntajiin, hermeettisesti suljettuihin öljymuuntajiin ja pylväsmuuntajiin. Maanalaisia muuntajia on yhteensä 17 kappaletta. Kaikki maanalaiset muuntajat ovat kuivamuuntajia. Maan päällä on 10 kuivamuuntajaa ja kaksi öljymuuntajaa. Jakelumuuntajia on 10 kappaletta.

Huolto-ohjelma jakaantuu neljään osaan: huoltosuunnitelmiin, huolto-ohjeeseen (Liite1), tarkastuslomakkeisiin (Liite 2) ja Excel-pohjaiseen ohjelmakokonaisuuteen. Ohjelmakokonaisuuksia luotiin kaksi kappaletta yksi maanalaiselle ja toinen maanpäälliselle sähkökunnossapito-osastolle.

7.1 Excel-pohjainen ohjelmakokonaisuus

Excel-pohjainen ohjelma toteutetaan hyperlinkkien avulla. Luodaan selkeä ja helppokäyttöinen ohjelma. Huolto-ohjelman toimii seuraavasti: ohjelman etusivulla on luettelo (Kuvio 2), jonka avulla valitaan haluttu muuntamo ja linkit tyhjäin tarkastuslomakkeeseen, lämpökuvauslomakkeisiin ja huolto-ohjeeseen.

Tunnus	Sijainti
4EJ05	IVN4
21EJ05	400 louhinta
12EJ05	500 kuilu
16EJ05	570 murskaamo
17EJ05	570 murskaamo
25EJ05	640 pumppaamo
21EJ08	500 louhinta
16EJ08	500 pumppaamo ja hp
17EJ08	500 pumppaamo ja hp
5EJ08	350 pumppaamo
6EJ08	350 pumppaamo
22EJ08	725 louhinta
1EE08	400 IVN10
2EE07	IVN10
9EJ08	300
8EJ10	IVN3
4EJ10	IVN2
9EJ12	Luolapumppaamo louhos
1EJ12	Sideaineliettäjä
3EJ14	Forcit
Tyhjä tarkastuslomake	
Sähköpääkeskuksen sulakkeiden ja kytkimien lämpökuvaus	
Sähköpääkeskuksen kontaktorien ja lämpöreleiden lämpökuvaus	
Sähköpääkeskuksen kaapelien lämpökuvaus	
Sähköpääkeskuksen riviliittimien lämpökuvaus	
Muuntajan lämpökuvaus	
Jakelumuuntajan lämpökuvaus	
Huolto-ohje	

Kuvio 2. Maanalaisen huolto-ohjelmaan kuuluvan Excel-ohjelman etusivu

Valitaan muuntaja ja päädytään sivulle, johon on koottu tietoa muuntajasta, kojeistosta ja pääkeskuksesta (Kuvio 3) sekä linkit huoltosuunnitelmaan ja määräaikaistarkastuslomakkeisiin. Jokaiselle sivulle, etusivua lukuun ottamatta, on luotu takaisin-painike navigoinnin helpottamiseksi.

Muuntaja			
Nimi	5EJ08		Huoltosuunnitelma
Sijainti	350 pumppaamo		Muuntajan kuukausittainen määräaikaistarkastuslomake
Valmistaja	ABB		Kojeiston kuukausittainen määräaikaistarkastuslomake
Tyyppi	Kuiva		Keskusten kuukausittainen määräaikaistarkastuslomake
Tunnus			
Vuosi	2000		
Arvot	Ensiö	Toisio	
Teho (kVA)	1000	1000	
Kojeisto			
Valmistaja	ABB		
Tunnus	Uniswitch 123834		
Arvot			
Ur (kV)	24		
Up (kV)	125		
Ud (kV)	50		
Ir (A)	630		
Ik (kA)	20		
tk (s)	1		
Keskus			
Valmistaja	Oulun kojeistotarvike Oy		
Tunnus			
Arvot			
Ue (V)	690		
In (A)	1600		
Idyn (kA)	50		
I1s (kA)	20		

Kuvio 3. Erään muuntamon tiedot

7.2 Huoltosuunnitelma

Huoltosuunnitelma suunnitellaan laitteiston sijainnin, tarpeellisuuden ja sähkökunnossapidon resursseja silmälläpitäen. Jokaiselle muuntajalle, kojeistolle ja pääkeskukselle laaditaan oma huoltosuunnitelma. Huoltosuunnitelmasta käy ilmi tarpeelliset määräaikaistarkastukset ja tarkastuksien ajallinen väli. Jokaisesta tarkastuksen vaiheesta on laadittu ohjeistus yleispätevään huolto-ohjeeseen (Liite 1).

7.2.1 Muuntajan huoltosuunnitelma

Alueesta riippuen muuntajalle suoritetaan määräaikaistarkastus kerran kuukaudessa tai kerran vuodessa. Muita tarkastuksia tehdään kahden ja kahden kymmenen vuoden välein. Muuntajien huoltosuunnitelmat vaihtelevat muuntajan tyypistä riippuen.

Kuivamuuntaja

Kuivamuuntajalle tapahtuvat huoltosuunnitelman mukaiset tarkastukset suoritetaan kuukausittain tai vuosittain:

- Käydään läpi silmämääräisesti muuntajan ympäristön siisteys.
- Tarkastetaan tilan ovien, saranoiden ja lukkojen toimintakunto.
- Tarkastetaan muuntajatilan valaistuksen kunto.
- Tarkastetaan ilmanvaihdon ja suodattimien kunto.
- Kirjataan ylös muuntajan lämpötilanmittausanturin lämpötilat.
- Tarkastetaan asianmukaisten kylttien ja puomien olevan paikoillaan.
- Tarkastetaan kaapelien läpiviennit.
- Tarkastetaan maadoitusliitännät. (finnelectric 2010.)

Vuosittainen tai kaksivuosittainen määräaikaistarkastuksessa suoritetaan lämpökamerakuvaus kuormitetuille virtapiireille.

Öljymuuntaja

Öljymuuntajan huoltosuunnitelma on samankaltainen kuin ylläolevalla kuivamuuntajalla ja sen lisäksi

- Tarkastetaan muuntajan öljy- ja paisuntasäiliöt.
- Tarkastetaan öljysäiliön öljynmäärä.
- Tarkastetaan ilmankuivaimen pelletit.

Pylväsmuuntaja

Pylväsmuuntajan huoltosuunnitelmaan on otettu muiden muuntajien tarkastuksien lisäksi huomioon pylvään ja erottimen kunnon tarkastukset (Vanha 2012, 41 – 52.). Pylväsmuuntajissa on kojeiston sijaa erotin ja erottimen tarkastukset suoritetaan pylväsmuuntamon yhteydessä

- Tarkastetaan asianmukaisten varoituskylttien ja muiden merkintöjen olevan paikoillaan.
- Käydään läpi silmämääräisesti pylväsmuuntamon kunto tyvestä latvaan.
- Tarkastetaan muuntajan öljy- ja paisuntasäiliön ulkoinen kunto.
- Tarkastetaan säiliön öljymäärä (kyljessä oleva osoitinmittari).
- Tarkastetaan ilmankuivain.
- Tarkastetaan pylvään orsirakenteen kunto.
- Tarkastetaan haruksen sijoitus, kiristimet, kiinnitykset sekä maadoitukset.
- Tarkastetaan läpivientieristimien kunto.
- Tarkastetaan erottimien ohjauslaitteisto.
- Tarkastetaan erottimien veitset ja akselit.
- Tarkastetaan katkaisupiiskat tai -kammiot. (Vanha, 2012.)

Kaksikymmenvuosisuunnitelmassa tarkastuksessa tarkistetaan pistokokein pylvään lahoaminen.

7.2.2 Kojeston huoltosuunnitelma

Kaikki kaivosalueen kojeistot ovat eristetty SF6 kaasulla. Kuukausittainen tai vuosittainen määräaikaistarkastus:

- Käydään läpi silmämääräisesti kojeiston ympäristön siisteys.
- Tarkastetaan kojeistotilan valaistuksen kunto.
- Tarkastetaan silmämääräisesti sf6-kaasun määrä.
- Tarkastetaan kojeiston varusteet.

7.2.3 Sähköpääkeskuksen huoltosuunnitelma

Pääkeskuksien tarkastukset eroavat toisistaan vain tarkastuksien aikavälien yhteydessä. Kuukausittainen tai vuosittainen määräaikaistarkastus:

- Käydään läpi silmämääräisesti sähköpääkeskuksen ympäristön siisteys.
- Tarkastetaan tilan ovien, saranoiden ja lukkojen toimintakunto.
- Tarkastetaan sähköpääkeskustilan valaistuksen kunto.
- Tarkastetaan ilmanvaihdon ja suodattimien kunto.
- Tarkastetaan keskuksen varusteet.
- Tarkastetaan varasulakkeiden määrä.
- Tarkastetaan sähködokumentit.
- Tarkastetaan varoituskilpien ja ensiapuohjeiden olemassaolo.
- Tarkastetaan ensiapuvälineet.
- Tarkastetaan alkusammutuskalusto ja sen sijainti.
- Tarkastetaan maadoitusliitännät.
- Tarkastetaan kaapelien läpiviennit. (Saarenpää 2006, 29–39.)

Vuosittaisessa tai kaksivuosisessa määräaikaistarkastuksessa suoritetaan lämpökamerakuvaus kuormitetuille virtapiireille.

7.3 Huolto-ohje

Huolto-ohje (Liite 1) on yleispätevä ohje huoltosuunnitelmien tarkastuksien tekemiseen. Ohjeeseen on kirjattu jokainen kohta esiintyvä kohta huoltosuunnitelmasta. Ohjeen tarkoituksena on antaa tarkastuksen tekijälle käsitys tarkastuksen tekemisestä ja toimenpiteistä tarkastuksen jälkeen.

7.4 Tarkastuslomakkeet

Tarkastuslomakkeet (Liite 2) tehdään huoltosuunnitelman pohjalta. Huoltotarpeet määritellään määräaikaistarkastuksien perusteella. Tarkastuksen aikana todetut viat kirjataan tarkastuslomakkeeseen ylös ja tarpeen mukaan niistä teh-

dään työtilaus. Tarkastuslomake on luotu yleiseksi pohjaksi, jota voidaan soveltaa tulevaisuudessa tarpeen mukaan.

Tarkastuslomakkeeseen kirjataan ensin kohde ja oikea määräaikaistarkastus. Kuvauksen alle on kirjattu tarkasteltavan asian kohta. Jokaisella kohdalla on merkintä: kunnossa/suoritettu, ei ole, tarkkailtava, korjattava seuraavassa keskeytyksessä ja korjattava välittömästi. Tarkastuskohdasta kirjoitetaan tarpeen mukaan kommentti. Vian ollessa tarkastuksen tekijä ilmoittaa KUTI-ohjelmaan vian ja vian korjauksesta tehdään työtilaus. Ilmoituksen jälkeen tarkastaja kuitaa lomakkeen 'Siirretty KUTIin' kohdan.

Lämpökuvauslomake toimii samalla periaatteella kuin tarkastuslomake. Mitatut lämpötilat kirjataan kohtiin 1 (lämpötila 1 tai vaihe 1), 2 (lämpötila 2 tai vaihe 2) ja 3 (lämpötila 3 tai vaihe). Mikäli mitataan huomattavia lämpötilaeroja esim. vaiheiden välillä, tarkastaja ilmoittaa KUTI-ohjelmaan ongelman ja tekee työtilauksen asiasta.

Tarkastuksen suorittaja allekirjoittaa lomakkeen ja tarkastaa päivämäärän avulla seuraavan tarkastuksen ajankohdan, kirjaten sen lomakkeeseen. Lomakkeet arkistoidaan ja voidaan myöhemmin siirtää sähköiseen muotoon.

8 POHDINTA

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli luoda muuntajien, kojeistojen ja sähköpääkeskusten huoltosuunnitelmat ja huolto-ohjeistus Kemin kaivokselle. Työ rajattiin aluksi koskemaan vain maanalaista osastoa. Aloituskokouksessa päätettiin lisätä maanpäällisen osaston muuntajat. Kaivoksen sähkökunnossapidolla ei ollut tällaista huoltosuunnitelmaa aikaisemmin ja sen luominen osoittautui hyvin mielenkiintoiseksi tehtäväksi.

Mielestäni jatkuvien tarkastuksien tekeminen sähkölaitteille on pitkällä tähtäimellä kannattava sijoitus. Se vähentää kunnossapidon kuluja, kun laitteiden elinikää ylläpidetään pitempään toimenpiteiden avulla. Sähköturvallisuus toteutuu ja arkistoidut tarkastukset kertovat korjaustoimenpiteet ja niiden tekijän.

Huolto-ohjeesta tehtiin yleispätevä sen soveltamisen vuoksi. Siihen voidaan lisätä laitteita ja ohjetta voidaan muokata tarpeiden mukaan. Käyttäjille se on oiva tapa muistuttaa itseään tai oppia uusia käytäntöjä työssään.

Excel-pohjaisessa ohjelmassa oli omat haasteensa. Sen toteuttaminen hyperlinkeillä oli kannattavinta, vaikka siitä tulikin passiivinen ohjelma. Tarkoituksena olikin rakentaa pohja ohjelmasta, joka integroidaan osaksi kaivoksen järjestelmää. Siellä siitä luodaan aktiivinen ohjelma.

Lopuksi voin todeta, että työ onnistui hyvin ja tulevaisuudessa nähdään edesauttaako tällainen sähkökunnossapidon toimintaa useiden vuosien ajan.

LÄHTEET

- ABB AS 2012. Power Products Division SF6-insulated Ring Main Unit, SafeRing 36 and SF6-insulated Compact Switchgear SafePlus 36, 2012. Skien: ABB AS. Viitattu 29.5.2016. <https://library.e.abb.com/public/520fc6c7100-74e828a1a42837e1d3453/Catalogue%20VDD006114%20GB%20May%202015.pdf>
- Aura, L & Tonteri, A. 1993. Sähkölaitostekniikka. 1. painos. Helsinki: WSOY
- Aura, L. & Tonteri, A. 1994. Teoreettinen sähkötekniikka ja sähkökoneiden perusteet. 2., uudistettu painos. Helsinki: WSOY.
- Etto, J. 1998. Kunnossapitokoulu. Kunnossapito-lehden erikoisliite n:o 47. Prosessisähkistyksen kunnossapito. Viitattu 31.5.2016. http://www.moment-hits.fi/ESV5230/kunnossapito_1.pdf
- Finnelectric 2010. TMC-asennusohjeet. Viitattu 31.5.2016. http://media.finnelectric.fi/catalogue/content/data_fe/TMC/TMC_Valuhartsimuuntajien_kayttoohje_fi.pdf
- Finnelectric 2016. Valuhartsieristeiset jakelumuuntajat. Viitattu 24.5.2015. http://media.finnelectric.fi/catalogue/content/data_fe/TMC/Valuhartsieristeiset_ja_kelumuuntajat_13V1_FE.pdf
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä 516/1996.
- Outokumpu 2016a. Kehittyneiden materiaalien markkinajohtaja. Viitattu 23.5.2016 <http://www.outokumpu.com/fi/yritys/Sivut/default.aspx>
- Outokumpu 2016b. Yrityshistoria. Viitattu 23.5.2016. <http://www.outokumpu.com/fi/yritys/historia/Sivut/default.aspx>
- Pahus Oy 2015. Sähköpääkeskus. Viitattu 24.5.2016. http://pahus.fi/wp-content/uploads/2015/03/IMG_5777.jpg
- Pernu, N. 2012. Keskuskaavion päivitys ja sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelma. Vaasan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Saarenpää, J. 2006. Sähkötekniisten laitteiden kunnossapidon kehittäminen sinkki tehtaalla. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Diplomityö.
- SFS 6001. 2015. Suurjännitesähköasennukset. Helsinki: SFS.
- SFS 6002. 2015. Sähkötyöturvallisuus. Helsinki: SFS
- DI-2009 käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2010. Helsinki: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Viitattu 31.5.2016
- Tukes ohje S4-2011. Sähkölaitteistot ja käytönjohtajat. Helsinki: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Viitattu 23.5.2016.. http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Tukes_ohjeS42011.pdf

Säihköturvallisuuslaki 14.6.1996/140.

Säihköturvallisuuslääökset 2004. Helsinki: Turvatekniikan keskus. Viitattu 31.5.2016. <http://www.momenthits.fi/ESV5230/taskutieto.pdf>

Tarkastustoimintaopas 2010. Helsinki: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Viitattu 29.5.2016.

http://www.tukes.fi/Tiedostot/tarkastuslaitokset/Tarkastustoiminta_opas.pdf

Vanha, H. 2012. Säihköverkon tarkastukset. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Yuebian Electric Co. Ltd 2016. Öljymuuntajatuotteet. Viitattu 24.5.2016. <http://fi.yb-electric.com/power-transformer/oil-transformer/11kv-20kv-amorphous-metal-distribution-tra.html>

LIITTEET

- Liite 1. Muuntajien, kojeistojen ja sähköpääkeskuksien huolto-ohje
- Liite 2. Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus- ja lämpökuvauslomakkeet

1 MUUNTAJA

1.1 Siisteyden tarkistaminen

Muuntajan ja sen ympäristön siisteyden tarkastuksessa tulee huomioida yleinen siisteys. Mitään sinne kuulumattomia esineitä ei saa olla. Mikäli niitä löytyy, tulee ne poistaa välittömästi. Pölyn määrä arvioidaan silmämääräisesti.

1.2 Ovet, saranat ja lukot

Tarkastetaan kokeilemalla ovien, saranoiden ja lukkojen toimintakunto. Erityistä huomiota maanalaisiin tarkastuksiin, mikäli tilan läheisyydessä on räjäytetty.

1.3 Valaistus

Tarkastetaan silmämääräisesti muuntajatilan valaistus. Suoritetaan tarvittaessa valaisinhuolto.

1.4 Ilmanvaihto ja suodattimet

Tarkastetaan silmämääräisesti ilmanvaihto ja ilmanvaihdon suodattimet.

1.5 Varoituskyltit ja muut merkinnät

Muuntajatilan ovesa tulee olla varoituskyltti hengenvaarasta. Muuntajatilassa muuntajalle pääsy pitää olla estettynä. Esteenä voi toimia esimerkiksi puomi tai portti. Pylväsmuuntajissa tulee olla merkki hengenvaarasta.

1.6 Lämpötila-anturit

Tarkastetaan lämpötila-anturien lämpötilat silmämääräisesti. Lämpötilat kirjataan ylös tarkastuslomakkeeseen.

1.7 Kaapelien läpiviennit

Tarkastetaan silmämääräisesti tilasta lähtevien kaapelien läpiviennit reikien varalta.

1.8 Maadoitusliitännät

Tarkastetaan mekaanisesti maadoitusliittimet.

1.9 Lämpökamerakuvaukset

Lämpökamerakuvaus suoritetaan muuntajan ollessa toiminnassa. Paras kuvausaika on muuntajan ollessa täydellä teholla. Kuvataan muuntajien ensiö- ja toisio-puolet, katkaisimet ja kaapelit. Pylväsmuuntajista lisäksi kuvataan läpivientieristimet ja erottimien veitset ja akselit Tulokset kirjataan ylös.

1.10 Pylväsmuuntamon kunto

Pylvään yleinen kunto tarkastetaan silmämääräisesti. Tarkastuksessa otetaan huomioon pylvään kallistuminen, näkyvä lahoisuus sekä mahdolliset eläinten tekemät kolot.

1.11 Muuntajan öljy- ja paisuntasäiliöt

Öljy- ja paisuntasäiliöiden ulkopuolisessa kunnan tarkastuksessa otetaan huomioon maalaukseen syntyneet viat ja ruosteen määrä. Säiliöt tarkastetaan myös mahdollisien kolhujen varalta, sekä säiliön korkin paikallaolo.

1.12 Öljymuuntajasäiliön öljymäärä

Säiliön öljymäärä tarkastetaan öljymittarista, joka sijaitsee säiliön kyljessä.

1.13 Ilmakuivain

Tarkastetaan ilmankuivaimen sisällä olevat pelletit. Nämä ovat yleensä silikageeliä. Väri-indikaattorilla varustetut silikageelit vaihtavat väriä vesimääränsä mukaan.

1.14 Orsirakenteet

Tarkastetaan orsirakenteen kunto kiinnityksien kohdalta ja ruosteen varalta.

1.15 Harus

Tarkastetaan harusvaijeri kiinnitys, kireys, eheys ja harusmerkki.

1.16 Läpivientieristimet

Tarkastetaan läpivientieristimet halkeamien ja lian varalta. Haljenneet läpivientieristimet tulee vaihtaa uusiin.

1.17 Erottimen ohjauslaitteisto

Tarkastetaan ohjauslaitteistosta ohjainputkien ja laukaisukahvan kiinnitykset ja ruosteen määrä. Lisäksi tarkastetaan ohjainputken eristimeen kunto. Vaijeritoimintaisista ohjaimista tarkastetaan vaijerin toimintakunto ja kireys.

1.18 Erottimien veitset ja akselit

Tarkastetaan erottimien veitset ja akselit epäpuhtauksien, ruosteen ja kolhujen varalta.

1.19 Erottimen katkaisupiiskat ja -kammiot

Katkaisupiiskojen tarkastuksessa otetaan huomioon, etteivät ne ole vääntyneet tai vaurioituneet. Katkaisupiiskojen täytyy olla paikoillaan niille tarkoitetuissa koukuissa. Katkaisukammioista tarkastetaan ohjainviiksien paikalla olo ohjainten takana.

1.20 Pylvään lahotarkastus

Tarkastetaan pylvään onttous lyömällä pylvästä tasaisin välein maan pinnalta noin kahteen metriin. Lyöntien avulla saadaan selville mahdollinen laho puoli ja mikäli havaitaan kumisevaa ääntä, voidaan epäillä puun olevan laho. Lahotarkastus tulee suorittaa pistokoeluentoisesti ja se suoritetaan yli 20 vuotta vanhoille pylväille.

2 KOJEISTO

2.1 Siisteys

Kojeiston ja sen ympäristön siisteyden tarkastuksessa tulee huomioida yleinen siisteys. Mitään sinne kuulumattomia esineitä ei saa olla. Mikäli niitä löytyy, tulee ne poistaa välittömästi.

2.2 Valaistus

Tarkastetaan silmämääräisesti muuntajatilän valaistus. Suoritetaan tarvittaessa valaisinhuolto.

2.3 Eristekaasun paine

Tarkastetaan kojeiston eristekaasun paine silmämääräisesti painemittarin kautta.

2.4 Kojeiston varusteet

Tarkastetaan silmämääräisesti erottimen ohjaustyökalun olemassaolo ja toimivuus.

3 SÄHKÖPÄÄKESKUS

3.1 Siisteys

Sähköpääkeskuksen ja sen ympäristön siisteyden tarkastuksessa tulee huomioida yleinen siisteys. Mitään sinne kuulumattomia esineitä ei saa olla. Mikäli niitä löytyy, tulee ne poistaa välittömästi. Sähkökaappien ovet avataan ja arvioidaan pölyn määrä.

3.2 Ovet, saranat ja lukot

Tarkastetaan kokeilemalla ovien, saranoiden ja lukkojen toimintakunto. Erityistä huomiota maanalaisiin tarkastuksiin, mikäli tilan läheisyydessä on räjäytetty.

3.3 Valaistus

Tarkastetaan silmämääräisesti muuntajatilän valaistus. Suoritetaan tarvittaessa valaisinhuolto.

3.4 Ilmanvaihto ja suodattimet

Tarkastetaan aistinvaraisesti ilmanvaihto ja ilmanvaihdon suodattimet.

3.5 Varusteet

Tarkastetaan sähkötilän varusteiden sijainti ja kunto.

3.6 Varasulakkeet

Tarkastetaan varasulakkeiden sijainti ja määrä. Varasulakkeita tulee olla vähintään kuusi kappaletta jokaista sulakekokoa.

3.7 Dokumentit

Tarkastetaan dokumenttien olemassaolo, luettavuus ja paikkansapitävyys.

3.8 Varoituskilvet ja ensiapuohjeet

Tarkastetaan varoituskilpien paikallaolo. Ensiapuohjeet tulevat olla näkyvällä paikalla ja niiden tulee olla paikkansapitäviä.

3.9 Ensiapuvälineet

Sähkötilassa tulee olla ensiapupakkaus, kaksi kappaletta silmänhuuhtelupulloja ja palovammasiteet näkyvällä paikalla. Ensiapuvälineiden päiväykset tarkistetaan.

3.10 Alkusammutusvälineet

Sähkötilassa tulee olla vähintään yksi asianmukainen hiilidioksidipalosalonkukin. Palosalonkukin päiväys tarkistetaan. Palosalonkukin tulee olla näkyvällä paikalla ja se ei saa estää kulkemista tilassa.

3.11 Maadoitusliitännät


Tarkastetaan mekaanisesti maadoitusliittimet.


3.12 Kaapelien läpiviennit


Tarkastetaan silmämääräisesti tilasta lähtevien kaapelien läpiviennit reikien varalta.


3.13 Lämpökamerakuvaukset


Lämpökamerakuvaukset suoritetaan virran ollessa päällä. Kuvataan kaapelit, pääkytkimet, keskusten varokelähdöt, lämpöreleet, kontaktorit ja riviliittimet. Tulokset kirjataan ylös.

Outokumpu 		Sähkölaitteiston tarkastuslomake											
Outokumpu Ferrochrome Oy Kemin kaivos		Kohde: SEJ08, 350 pumppaamon muuntaja											
		Tarkastus: Kuukausittainen määräaikaistarkastus											
Kuvaus													Sirretty KUTiin
Siisteys ja esteetön kulku													
Ovet, saranat ja lukot													
Valaistus													
Ilmanvaihto ja suodattimet													
Muuntajan lämpötilat													
Varoituskilvet ja puomit													
Kaapelien läpiviennit													
Maadoitusliitännät													
Tarkastuksen suorittaja													
Päivämäärä		/ /											
Seuraava tarkastus		/ /											
Merkinnät:													
K = Kunnossa/suoritettu, E = Ei ole, T = Tarkkailtava, V = Korjattava seuraavassa keskeytyksessä, A = Korjattava välittömästi													


outokumpu 		Sähkölaitteiston tarkastuslomake											
Outokumpu Ferrochrome Oy Kemin kaivos	Kohde:	5EJ08, 350 pumppaamon kojeisto											
	Tarkastus:	Kuukausittainen määräaikaistarkastus											
Kuvaus						K	E	T	V	A	Kommentit		Siirretty KUTiin
Siisteys													
Valaistus													
Kaasun määrä													
Kojeiston varusteet													
Tarkastuksen suorittaja													
Päivämäärä	/ /												
Seuraava tarkastus	/ /												
Merkinnät:													
K = Kunnossa/suoritettu, E = Ei ole, T = Tarkkailtava, V = Korjattava seuraavassa keskeytyksessä, A = Korjattava välittömästi													

		Sähkölaitteiston tarkastuslomake										
Outokumpu Ferrochrome Oy Kemin kaivos		Kohde: 5EJ08, 350 pumppaamon keskus										
		Tarkastus: Kuukausittainen määräaikaistarkastus										
Kuvaus												Siirretty KUTiin
Siisteys ja esteetön kulku												
Ovet, saranat ja lukot												
Valaistus												
Ilmanvaihto ja suodattimet												
Varusteet												
Sähkődokumentit												
Varoituskilvet ja ensiapuohjeet												
Ensiapuvälineet												
Alkusammutuskalusto												
Maadoitusliitännät												
Tarkastuksen suorittaja												
Päivämäärä												
/ /												
Seuraava tarkastus												
/ /												
Merkinnät:												
K = Kunnossa/suoritettu, E = Ei ole, T = Tarkkailtava, V = Korjattava seuraavassa keskeytyksessä, A = Korjattava välittömästi												

		Sähkölaitteiston tarkastuslomake					
Outokumpu Ferrochrome Oy Kemin kaivos		Kohde: 1EJ12, sideaineliettämön muuntaja					
		Tarkastus: Vuosittainen määräaikaistarkastus					
						Siirretty KUTiin	
Kuvaus						Kommentit	
			K	E	T	V	A
Varotuskyltit ja muut merkinnät							
Silmämääräinen pylväsmuuntajan kunto							
Öljy- ja paisuntasäiliöt							
Säiliön öljymäärä							
Ilmakuivaimen pelletit							
Orsirakenteet							
Haruksen sijoitus, kiristimet, kiinnitykset ja maadoitukset							
Erottimen ohjauslaitteisto							
Erottimen veitset ja akselit							
Katkaisupiiskat tai -kammiot							
Tarkastuksen suorittaja							
Päivämäärä		/ /					
Seuraava tarkastus		/ /					
Merkinnät:							
K = Kunnossa/suoritettu, E = Ei ole, T = Tarkkailtava, V = Korjattava seuraavassa keskeytyksessä, A = Korjattava välittömästi							

		Sähkölaitteiston tarkastuslomake							
Outokumpu Ferrochrome Oy Kemin kaivos		Kohde:							
		Tarkastus: Muuntajan lämpökuvaus							
Tunnus					1	2	3	Kommentit	Siirretty KUTiin
Ensiö									
Toisio									
Kaapelit									
Katkaisimet									
Tarkastuksen suorittaja									
Päivämäärä		/ /							
Seuraava tarkastus		/ /							
Merkinnät:									
		1 = lämpötila 1/vaihe 1, 2 = lämpötila 2/vaihe2, 3 = lämpötila 3/vaihe3							

Liite 2 7(7)

		Sähkölaitteiston tarkastuslomake							
Outokumpu Ferrochrome Oy Kemän kaivos		Kohde:							
		Tarkastus: Jakelumuuntajan lämpökuvaus							
Tunnus					1	2	3	Kommentit	Siirretty KUTiin
Ensiö									
Toisio									
Kaapelit									
Läpivientieristimet									
Erottimen veitset									
Erottimen akselit									
Tarkastuksen suorittaja									
Päivämäärä		/ /							
Seuraava tarkastus		/ /							
Merkinnät:									
1 = lämpötila 1/vaihe 1, 2 = lämpötila 2/vaihe 2, 3 = lämpötila 3/vaihe 3									