

Lauri Friberg

UPM RAUMAN TEHTAAN 6 KV:N JA 10 KV:N JAKELUVERKON
ENNAKKOHUOLTO

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2016

UPM RAUMAN TEHTAAN 10 KV:N JA 6 KV:N JAKELUVERKON ENNAKKOHUOLTO

Friberg, Lauri
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2016
Ohjaaja: Nieminen, Esko
Sivumäärä: 70
Liitteitä: 4

Asiasanat: katkaisija, suojarele, kunnossapito, ennakkohuolto

Tämän opinnäytetyön aiheena oli Rauman UPM-Kymmene 10 kV:n ja 6 kV:n sähkönjakeluverkon ennakkohuoltosuunnitelma. Työn toimeksiantajana oli UPM-Kymmene Oyj. Työn tarkoituksena oli päivittää, poistaa ja luoda uusia ennakkohuoltosuunnitelmia Rauman tehtaan 10 kV:n ja 6 kV:n jakeluverkkoon.

Opinnäytetyön alkuvaiheessa perehdyttiin jakeluverkon eri komponentteihin ja niiden tarvitsemaan huoltoon. Työn loppuvaiheessa esitettiin muutos-, poisto- ja uudistusehdotuksia ennakkohuoltosuunnitelmiin. Työssä perehdyttiin erityisesti suojareleiden koestuksiin ja katkaisijoiden huoltoväliin.

Opinnäytetyöhön kerättiin tietoja laitevalmistajien käyttöohjeista sekä UPM-Kymmene Oyj:n työntekijöiltä kokemuspohjaista tietoa. Näiden tietojen perusteella luotiin muutos-, poisto- ja uudistusehdotuksia ennakkohuoltosuunnitelmiin.

10 KV AND 6 KV MAIN SYSTEM PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN OF RAUMA'S UPM-KYMMENE PLC

Friberg, Lauri
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
May 2016
Supervisor: Nieminen, Esko
Number of pages: 70
Appendices: 4

Keywords: circuit-breaker, protective relay, maintenance, preventive maintenance

The topic of this thesis is 10 kV and 6 kV electric distribution mains preventive maintenance plan of Rauma's UPM-Kymmene Plc factory. The principal of the work was UPM-Kymmene Plc.

The purpose of this thesis was updating, deleting and creating new motions to factory's preventive maintenance plans of the 10 kV and 6 kV electric distribution mains.

The early stage of this thesis is focused to main grid's different components and theirs maintenance. The final stage of the thesis presents proposed changes to preventive maintenance plans. Thesis especially concentrates to testing of protective relays and maintenance intervals of circuit-breakers.

Information for the thesis was collected from component manufacturers instruction manuals and from UPM-Kymmene employees experiential knowledge. Proposed amendments, eliminations and reforms to preventive maintenance plans were made base on this information.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYSESITTELY	7
2.1	UPM-Kymmene Oyj.....	7
2.1.1	UPM Biorefining.....	7
2.1.2	UPM Energy	7
2.1.3	UPM Raflatac	8
2.1.4	UPM Paper Asia.....	8
2.1.5	UPM Paper ENA.....	8
2.1.6	UPM Plywood	9
2.1.7	Muu toiminta	9
2.2	UPM-Kymmene Oyj, Rauman tehdas	9
3	KESKIJÄNNITEKOJEET	10
3.1	Katkaisijat ja niiden huolto	10
3.1.1	Paineilmakatkaisijat.....	11
3.1.2	Vähäöljykatkaisijat	13
3.1.3	SF6-katkaisijat.....	18
3.1.4	Tyhjiökatkaisija	20
3.2	Suojareleet.....	27
3.2.1	Virtareleet	28
3.2.2	Taajuusrele	30
3.2.3	Ali- ja ylijännitereleet.....	31
3.2.4	Differentiaalirele.....	31
3.2.5	Maasulkusuojaus	33
3.2.6	Valokaarirele	34
3.3	Erotin.....	37
3.4	Tahtikoneet	38
4	SAP-TIETOJÄRJESTELMÄ.....	39
5	ENNAKOIVA KUNNOSSAPITO	40
5.1	Ennakoivan kunnossapidon tärkeys.....	40
5.2	Ennakoivan kunnossapidon nykytila	41
6	MUUTOSEHDOTUKSIA ENNAKKOHUOLTOON	41
6.1	Suojareleiden muutosehdotukset	41
6.2	Katkaisijoiden muutosehdotukset, kojeistot PK4, TMP3 ja TMP4.....	43
6.2.1	40-8C41	43

6.2.2	40-8C42	44
6.2.3	40-8C43	46
6.2.4	40-8C44	46
6.2.5	40-8C45	47
6.3	Katkaisijoiden muutosehdotukset, kojeistot PK3, PK2 ja 2 HIOMO	47
6.3.1	252-22D	47
6.3.2	252-12D	52
6.3.3	252-13D	52
6.3.4	252-28D	53
6.3.5	252-9D	54
6.4	Katkaisijoiden muutosehdotukset, kojeistot PK1	57
6.4.1	252-5D	57
6.4.2	252-6D	58
6.4.3	252-8D	59
6.4.4	252-23D	60
6.5	Katkaisijoiden muutosehdotukset, kojeistot RAVO	63
6.5.1	252-1D	63
6.5.2	252-2D	64
6.5.3	252-3D	64
6.5.4	252-14D	65
6.6	Katkaisijoiden muutosehdotukset, kojeistot MUU TEHDASALUE	65
6.6.1	252-20D	66
6.6.2	252-26D	66
6.6.3	252-27D	68
7	YHTEENVETO	68
	LÄHTEET	70
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on luoda ja päivittää ennakkohuolto-ohjelma Rauman tehtaan 10 kV:n ja 6 kV:n sähköjakeluverkon laitteistoille SAP-tietojärjestelmään, jotta sähköjakeluverkko saadaan luotettavaksi ja näin tehdas kustannustehokkaaksi. Sähköjakeluverkon ollessa todella laaja tässä työssä perehdytään enimmäkseen katkaisijoiden huoltoon ja huoltoväleihin sekä suojarleiden koestuksiin ja huoltoihin.

Rauman tehtaan 6 kV:n ja 10 kV:n jakeluverkko sisälsi entuudestaan 801 kappaletta ennakkohuoltosuunnitelmia SAP-tietojärjestelmässä, joista suurin osa, noin 90 % on katkaisijoiden määräaikaishuoltosuunnitelmia. Nämä lähes kaikki ennakkohuoltosuunnitelmat vaatisivat lähempää tarkastelua jotta nähdään, ovatko ne valmistajan vaatimuksien mukaisia sekä vastaavatko ne tehtaan henkilökunnan tottumuksia.

Työ alkoi SAP-tietojärjestelmän päivittämisestä, jotta ennakkohuoltojen suunnittelu ja luonti olisi helpompaa, kun järjestelmä pitää paikkaansa. Päivitys tapahtui kiertämällä tehtaan kuuden ja kymmenen kilovoltin sähkötilat ja vertaamalla SAP-järjestelmän komponenttitietoja paikan päällä oleviin komponentteihin ja tarpeen vaatiessa tehden muutoksia järjestelmään.

Työn lopputuloksena on saavuttaa kustannustehokas ja laadukas ennakkohuolto-ohjelma, joka takaa pitkän toimintaiän jakeluverkolle.

2 YRITYSESITTELY

2.1 UPM-Kymmene Oyj

UPM uudistaa bio- ja metsäteollisuutta. Rakennamme kestäväää tulevaisuutta kuudella liiketoiminta-alueella. Tuotteemme valmistetaan uusiutuvista raaka-aineista ja ne ovat kierrätettäviä.

Vuonna 2015 UPM:n liikevaihto oli 10,1 miljardia euroa. UPM:llä on tuotantolaitoksia 13 maassa ja maailmanlaajuinen myyntiverkosto. UPM:n palveluksessa on noin 19 600 työntekijää. UPM:n osakkeet on noteerattu NASDAQ OMX Helsingin pörsissä. Yhtiöllä oli vuoden 2015 lopussa noin 85 000 osakkeenomistajaa. (UPM vuosikertomus 2015 2016, 1.)

2.1.1 UPM Biorefining

UPM Biorefining muodostuu sellu-, saha- ja biopolttoaineliiketoiminnasta. UPM:llä on kolme sellutehdasta Suomessa sekä sellutehdas ja puuviljelmät Uruguayssa. Lisäksi yhtiöllä on neljä sahaa Suomessa. UPM:n puupohjaista uusiutuvaa dieseliä valmistavan biojalostamon toiminta käynnistyi alkuvuodesta 2015 Suomessa.

Selluliiketoiminnan asiakkaita ovat pehmo- ja erikoispapereiden sekä kartongin tuottajat. Sahaliiketoiminnan asiakkaita ovat rakennus-, puusepän- ja pakkausteollisuus, kun taas biopolttoaineita toimitetaan polttoainajakelijoille. UPM:n tavoitteena on kasvaa edelleen luotettavana selluntoimittajana ja kehittää biopolttoaineiden tuotantoa sekä pitää sahat täydessä käynnissä. (UPM vuosikertomus 2015 2016, 1.)

2.1.2 UPM Energy

UPM Energy tuottaa arvoa kustannuskilpailukykyisessä, vähäpäästöisessä energiantuotannossa sekä fyysisen sähkön kaupassa ja sähkön johdannaismarkkinoilla. UPM

Energy on Suomen toiseksi suurin sähköntuottaja ja edelläkävijä Pohjoismaiden sähkönmarkkinoilla. UPM Energy on suurten suomalaisten sähköyhtiöiden, kuten Pohjan Voima Oy:n (PVO), Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) (PVO:n kautta) ja Kemijoki Oy:n aktiivinen osakkeenomistaja. Osakkeenomistajana UPM pyrkii kasvattamaan omistaja-arvoa osallistumalla aktiivisesti päätöksentekoon ja kehittämällä tuotantolaitoksia edelleen. (UPM vuosikertomus 2015 2016, 1.)

2.1.3 UPM Raflatac

UPM Raflatac valmistaa tarralaminaattia tuote- ja informaatioetiketöintiin tarrapainajille ja merkkituotevalmistajille mm. elintarvike, hygienia- ja lääketieteellisyydessä sekä vähittäiskaupassa. UPM Raflatac on maailman toiseksi suurin tarralaminaatin valmistaja. UPM Raflatacin tavoitteena on vahvistaa asemaansa kasvumarkkinoilla ja filmi- ja erikoistuotteissa. (UPM vuosikertomus 2015 2016, 1.)

2.1.4 UPM Paper Asia

UPM Paper Asia tuottaa hienopapereita Aasian kasvaville markkinoille, tarramateriaaleja maailmanmarkkinoille sekä joustopakkausmateriaaleja Euroopan markkinoille. Tuotteet valmistetaan UPM Changshun ja UPM Tervasaaren tehtailla Kiinassa ja Suomessa sekä UPM Jämsänkosken tehtaan tuotantolinjoilla Suomessa. Asiakkaita ovat pääasiassa vähittäismyyjät, painotalot, kustantajat, jakelijat ja paperin jalostajat. UPM Paper Asia hakee kasvua toimistopapereissa Kiinassa ja Aasian-Tyynenmeren alueella sekä tarramateriaalimarkkinoilla globaalisti. (UPM vuosikertomus 2015 2016, 2.)

2.1.5 UPM Paper ENA

UPM Paper ENA valmistaa sanoma- ja aikakauslehtipapereita sekä hienopapereita useisiin erilaisiin loppukäyttöihin 17 uudenaikaisella paperitehtaalla Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Asiakkaita ovat pääasiassa kustantajat, luettelokustantajat, vähittäismyyjät, painotalot ja tukkurit. UPM:llä on maailmanlaajuinen paperimyyntiver-

kosto ja tehokas logistiikkajärjestelmä. UPM Paper ENA keskittyy kustannusjohtajuuteen ja kannattavuuden kehittämiseen rahavirran varmistamiseksi. (UPM vuosikertomus 2015 2016, 2.)

2.1.6 UPM Plywood

UPM Plywood tuottaa vaneria ja viilua pääasiassa rakentamiseen, ajoneuvojen lattioihin ja LNG-laivanrakentamiseen sekä muuhun teollisuustuotantoon. UPM on Euroopan johtava vanerintoimittaja, ja sillä on tuotantolaitoksia Suomessa, Virossa ja Venäjällä. UPM Plywood pyrkii vahvistamaan markkina-asemaansa valikoiduilla loppukäyttöalueilla ja tuottaa lisäarvoa asiakaslähtöisellä palvelutarjonnalla. (UPM vuosikertomus 2015 2016, 2.)

2.1.7 Muu toiminta

Puunhankinta ja metsätalous vastaa kilpailukykyisen puun hankinnasta UPM:n puuta käyttäville liiketoiminnoille sekä hallinnoi UPM:n omia metsiä. Lisäksi UPM tarjoaa laajan valikoiman erilaisia puukauppa- ja metsäpalveluita metsänomistajille ja yhtiöltä metsiä hankkineille metsäsijoittajille. Muuhun toimintaan kuuluvat myös komposiittiyksikkö UPM Biocomposites sekä biokemikaaleja tutkiva UPM Biochemicals. (UPM vuosikertomus 2015 2016, 2.)

2.2 UPM-Kymmene Oyj, Rauman tehdas

UPM:n Rauman tehtaaseen kuuluu kolme paperikonelinjaa, revintämassaosasto, kaksilinjainen kuorimo, kaksi hiomoa, kaksi kuumahiertämöä, vesilaitos ja biologinen jätevedenpuhdistamo sekä teollisuusjätteen läjitysalue.

Paperikoneilla valmistetaan aikakauslehtipapereita - yhdellä koneella kiillotettua, superkalanteroitua SC-paperia ja kahdella päällystettyä LWC-paperia. Raumalla valmistetun paperin loppukäyttökohteita ovat aikakauslehdet, myyntikuvastot sekä erilaiset mainospainotuotteet. Lisäksi tehtaalla valmistetaan revintämassaa eli fluff-

sellua hygienia- ja kattaustuotteiden raaka-aineeksi. (Rauman tehtaan intranet www-sivut 2016.)

3 KESKIJÄNNITEKOJEET

3.1 Katkaisijat ja niiden huolto

Katkaisijat ovat kojeita, joita käytetään virtapiirin avaamiseen ja sulkemiseen. Ne voivat toimia sekä käsin ohjattuina että automaattisesti. Tavallisin automaattinen katkaisijatoiminto on avautuminen ylivirran vaikutuksesta. Avautumiskäskyn antaa tällöin katkaisijalle virtapiiriin mittamuuntajien avulla kytketty rele. Myös sulkeutuminen voi olla automaattista esimerkiksi erityisen jälleenkytkentäreleistyksen käynnistämänä.

Katkaisijalle on tyypillistä, että se kykenee vaurioitumatta sekä avaamaan että sulkemaan oikosulkupiirin eli piirin, jossa virta on moninkertainen katkaisijan mitoitusvirtaan verrattuna. (Elovaara & Haarla, 2011 162.)

Uutta ennakkohuoltosuunnitelmaa luodessa katkaisijat on jaettu kahteen ryhmään, moottorilähtökatkaisijoihin ja muuntajalähtökatkaisijoihin. Moottorilähtökatkaisijoilla ohjataan moottoria, jolloin katkaisijan auki-kiinni-katkaisuja oletetaan tulevan useampia kuin muuntajalähtökatkaisijoissa. Tämä on yksi tärkeistä asioista, mikä tarvitsee ottaa huomioon huoltovälien tiheyden asettamisessa.

Normaalisti katkaisijalle, jolla ohjataan virran kulkua muuntajalle, tulee auki-kiinni-katkaisuja alle kymmenen vuodessa, kun taas moottoria ohjaava katkaisija voi saada vuodessa yli 300 katkaisua, riippuen moottorin käytön mukaan.

3.1.1 Paineilmakatkaisijat

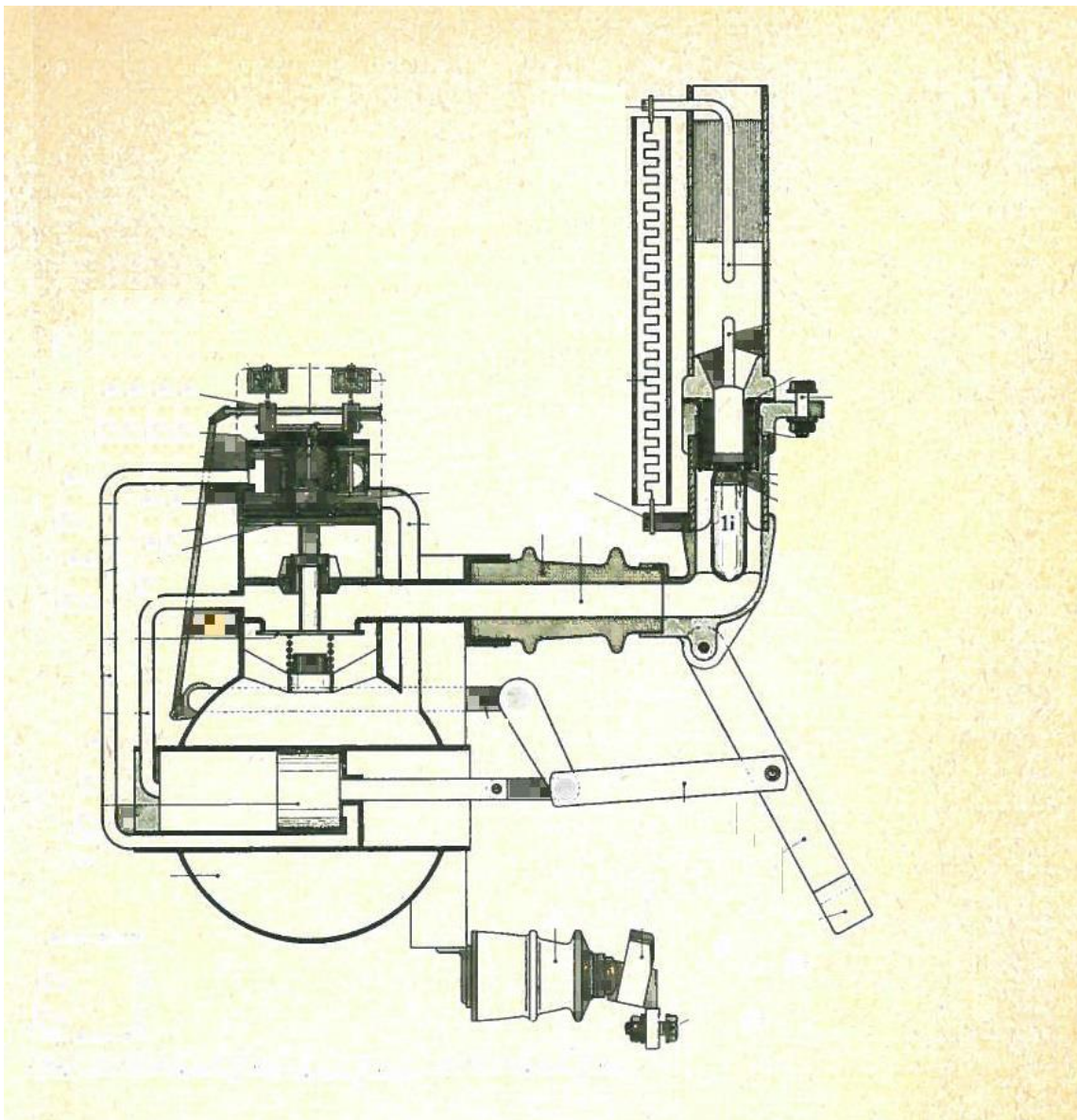
UPM Rauman tehtaalta löytyy Brown Boverin DB - paineilmakatkaisijoita sähköti-loista 5D sekä 9D.

Paineilmakatkaisija oli pitkään vähäöljykatkaisijan rinnalla tärkein käytettävistä kat-kaisijoista. Niissä käytetään paineilmaa valokaaren sammuttamisen lisäksi, myös katkaisijan ohjaamiseen.

Paineilmakatkaisijat sopivat ominaisuuksiltaan vaativiin käyttöihin, etenkin jos oi-kosulkuvirtojen katkaisuja on usein ja jos verkon oikosulku- ja nimellisvirrat ovat suuria.

Paineilmakatkaisijan huonoina puolina on kerrottava paineilmaverkoston tarve te-hokkaineen ilmankuivausjärjestelmiseen ja katkaisijan toimiessa syntyvä kova melu. (Elovaara & Haarla, 2011 177.)

Kuvassa 1 on poikkileikkauskuva Brown Boverin paineilmakatkaisijasta.



Kuva 1. Paineilmakatkaisijan kaavakuva. (Paineilmakatkaisijat DB ja DBG Asennus- ja käyttöohje n.d , 13.)

Rauman tehtaan kaikki paineilmakatkaisijat ovat tässä ennakkohuoltosuunnitelmassa ehdotettu tarkastettavaksi viiden vuoden välein ja 15 vuoden välein laajempi huolto. Suurin osa tehtaan katkaisijoista noudatti tätä huoltosykliä entuudestaan, mutta jostain syystä osasta puuttui.

Viiden vuoden välein suoritetaan tarkastushuolto, ja joka 15 vuoden välein täyshuolto. Tähän tulokseen ollaan tehtaalla tultu kokemuspohjaisesti, kun katkaisijoissa oli ilmennyt jumiutumisoongelmia.

"Katkaisijoissa on ollut ajoittain jumiutumisoongelmia ja tarkastushuollossa huolletaan viiden vuoden välein jumiutumista aiheuttava osa. Tällöin perushuollon jaksoväliä on voitu kasvattaa, jolloin joka kolmas on laaja perushuolto." (Ahonen sähköposti 3.3.2016.)

(Paineilmakatkaisijat DB ja DBG Asennus- ja käyttöohje n.d 9) kerrotaan, että kaikki mekaaniset osat toimivat suurella voimaylijäämällä, toisin sanoen suurella varmuudella. Normaalin pölyntyminen ja lämpötilan vaihtelu $-20\text{ °C} - + 50\text{ °C}$ ei vaaranna mekaanista varmuutta. Huolto voi rajoittua aika-ajoin tapahtuvaan yksityisten osien puhdistukseen ja voiteluun, jolloin ennaikainen kuluminen estyy.

Sammutuskammiossa oleva sammutuskosketin on kiristettävä aina 200 kiinni-auki-kytkennän kuluttua siitä kun se on ollut avattuna.

Erottimen koskettimet ja kosketin harjat on puhdistettava bensiinillä ja sen jälkeen voideltava ohuesti grafiittiöljyllä BBC909 kerran vuodessa.

Joka toinen tai kolmas vuosi, paikallisista olosuhteista riippuen, on suoritettava paineilmatkaisijan yleistarkastus. Sitä varten on katkaisija täysin erotettava verkosta ja päästettävä paine pois säiliöstä. (Paineilmakatkaisijat DB ja DBG Asennus - ja käyttöohje, n.d 9.)

3.1.2 Vähäöljykatkaisijat

Rauman tehtaalla vähäöljykatkaisijoita on useita ja ne sijoittuvat ympäri tehdasta. Katkaisijoita löytyy kolmelta eri valmistajalta: Strömberg, Brown Boveri ja Sprecher Energie. Suurin osa tehtaan vähäöljykatkaisijoista on Strömbergin valmistamia.

Näiden katkaisijoiden huoltoväli on asetettu moottorilähdöillä viideksi vuodeksi ja muuntajalähdöillä kymmeneksi vuodeksi. Varakennoissa oleviin katkaisijoihin kohdistetaan huoltoväliksi kymmenen vuotta. Katkaisijoihin kohdistuu myös vuosittainen visuaalinen tarkastus, jossa tarkastetaan öljyn pinta sekä tarkastetaan, näkykö vuotokohtia, likaa tai pölyyntymistä. Jos jotain edellä mainituista havaitaan, ryhdytään jatkotoimenpiteisiin ja tarkastellaan tarvitaanko huoltoa aikaistaa.

Vähäöljykatkaisijoissa oleva mineraaliöljy on perinteinen nestemäinen valokaaren sammutusaine. Sen sammutusominaisuudet perustuvat siihen, että öljy kaasuuntuu ja hajaantuu valokaaren vaikutuksesta osiinsa, muun muassa vedyksi. Valokaarta ympäröivä kaasuvaippa sammuttaa voimakkaasti valokaarta.

Öljykatkaisijan ongelmana oli suhteellisen suuri öljymäärä, mikä teki sopimattomasti valittujen öljykatkaisijoiden räjähdyksistä erittäin tuhoisia. Sisään asennettujen katkaisijoiden räjähtäessä saattoi koko kytkinlaitosrakennus tuhoutua. Tästä syystä kehitettiinkin niin sanottu vähäöljykatkaisija, jossa öljykatkaisijasta on jäänyt jäljelle pelkkä sammutuskammio. Tällaisia katkaisijoita on yhä käytössä. Ulkoisen eristyksen aikaansaamiseksi sammutuskammiot on niissä rakennettu kullekin vaiheelle erikseen eristimen varaan. Erilliset sammutuskammiot tarkoittavat pienempää öljymäärää per sammutuskammio ja siten pientä vahinkoriskiä, vaikka katkaisija epäonnistuisikin virran katkaisutehtävässä.

Valokaaren sammutus perustuu vähäöljykatkaisijassa öljyn höyrystyessä syntyvään paineeseen ja paineen vaikutuksesta syntyvään kaasun ja öljyn virtaukseen. Paine saattaa nousta hyvin suureksi, jopa 10 MPa:iin. Öljyn virtauksen määräävät paineen ja sammutuskammion sisäisen muotoilun lisäksi erilaiset öljyn virtausta tehostavat pumppauslaitteet. Niinpä öljyn virtaus voidaan suunnata valokaaren suuntaan tai poikittain sitä vastaan. (Elovaara & Haarla, 2011 174-175.)

Katkaisijoiden huoltoväliä määrittäessä piti perehtyä myös katkaisijoiden huolto-ohjeisiin. Brown Boverin asennus- ja käyttöohjeissa vähäöljykatkaisijoille mainitaan seuraavasti: kaikkiin katkaisijan liikkuviin osiin vaikuttavat voimat ovat niin suuret, että katkaisija toimii varmasti eri lämpötiloissa ja myös normaalisti pölyntyneenä.

Huolto rajoittuu pääasiassa säännölliseen yksittäisten osien voiteluun ja puhdistukseen, joiden ennenaikainen kuluminen voidaan täten estää. Huolto suoritetaan katkaisijan ollessa "Auki" asennossa.

Puolivuositarkastuksessa tehdään öljymäärän tarkastus ja tarpeen vaatiessa lisäys, sekä palokoskettimien vaihto tuhannen nimellisvirralla suoritettua katkaisun jälkeen. Suuremmilla virroilla on koskettimien kuluminen vastaavasti suurempi. Neljän tai viiden raskaan oikosulkukatkaisun jälkeen on syytä tarkastaa koskettimien kunto.

Kammion öljy tarkastetaan myös säännöllisesti, katkaisujen lukumäärästä ja katkaisujen virtojen suuruudesta riippuvin väliajoin. Voimakkaasti mustunut öljy korvataan uudella. Öljyn erityskestoisuus tarkastetaan parhaiten öljynkoestuslaitteella.

Voitelu vuosittain tai tuhannen toiminnon välein grafiittiöljyllä BBC 909 LM 2 tai Molycote Paste Rapid'illa. (Brown Bover ASENNUS- JA KÄYTTÖOHJE Vähäöljykatkaisijoille, 1968 9-11.)

Sprecher Energien Erection and Maintenance Instructions (1984 11-12) ohjeessa mainitaan huolloista seuraavasti:

- kolmen kuukauden välein öljymäärän tarkastus.
- kokonaisvaltainen huolto 10-15 vuoden välein tai 5 000 auki-kiinni-kytkennän jälkeen.
- katkaisijan tarkastus, riippuvainen katkaisijan laukaisukerroista.

Taulukko 1 on huoltotaulukko, mistä havaitaan, kuinka usein katkaisijan tarkastus tulisi tehdä.

Ensimmäisessä sarakkeessa valitaan katkaisijan tyyppi. Toisessa katkaisijan nimellisvirta valitaan, jonka jälkeen taulukosta saadaan, kuinka monen nimellisvirralla tapahtuneen katkaisun jälkeen tarkastus tulisi suorittaa. Kolmannessa oikosulkuvirralla tapahtuneiden katkaisujen lukumäärä, jonka jälkeen tarkastus tulisi suorittaa ja viimeisessä katkaisuvirralla tapahtuneet katkaisujen lukumäärä, jonka jälkeen tarkastus tulisi suorittaa.

Taulukko 1. Sprecher Energie huoltotaulukko (Sprecher Energien Erection and Maintenance Instructions, 1984 12.)

Inspection and reconditioning have to be performed on the circuit breaker after the following number of breaking operations:

Breaker types HP,HPW,HPTW, HPTM	No. of switching operations				
	at rated normal current 1250, 1600A 2000A			at short circuit current under normal service conditions	at rated breaking current
303E, 304F,G	1000	650	500	20	4
303 F	1000	650	500	15	3
305 G	1000	650		25	5
306 F	1000	650	500	40	8
306 G	1000	650	500	25	5

Rauman tehtaan Strömberg-merkkisille katkaisijoille on kahdet eri huolto-ohjeet. OSAP 10 W ja OSAP 20 W mallisille on oma ja OSAM, OSAN ja OSAO mallisille katkaisijoille oma.

OSAP-katkaisijoille on mainittu muutamia asioita huoltoon koskien seuraavasti: valokaaren eniten rasittamat osat, kosketinlamellien ja kosketinpuikon kärki ovat varustetut Wolfram-päällyksellä. Näin on koskettimien ikä saatu suureksi. Kosketinosat on uusittava kuitenkin, kun wolframpäällystys on kulunut puhki tai kosketinpinnat ovat rosoisia ja kuluneita, niin ettei synny luotettavaa kosketusta työnnettäessä kosketinpuikko 30 mm kiinteän koskettimen sisään. Katkaisukammio kestää n. kolminkertaisen määrän katkaisuja koskettimiin verrattuna.

Kaikki katkaisussa kuluvat kosketinosat on edullista uusia yhdellä kertaa, koska näin menetellen päästään vähimmällä huoltotyöllä.

Öljyn korkeutta on tarkkailtava sopivin väliajoin, etenkin silloin, kun katkaisuja sattuu usein, sillä katkaisu kuluttaa vähäisen määrän öljyä. (Strömberg Asennus- ja käyttöohje, n.d 7-10.)

Taulukko 2:ssa on ilmoitettu, kuinka monta katkaisu kertaa kosketinosat kestävät suunnilleen.

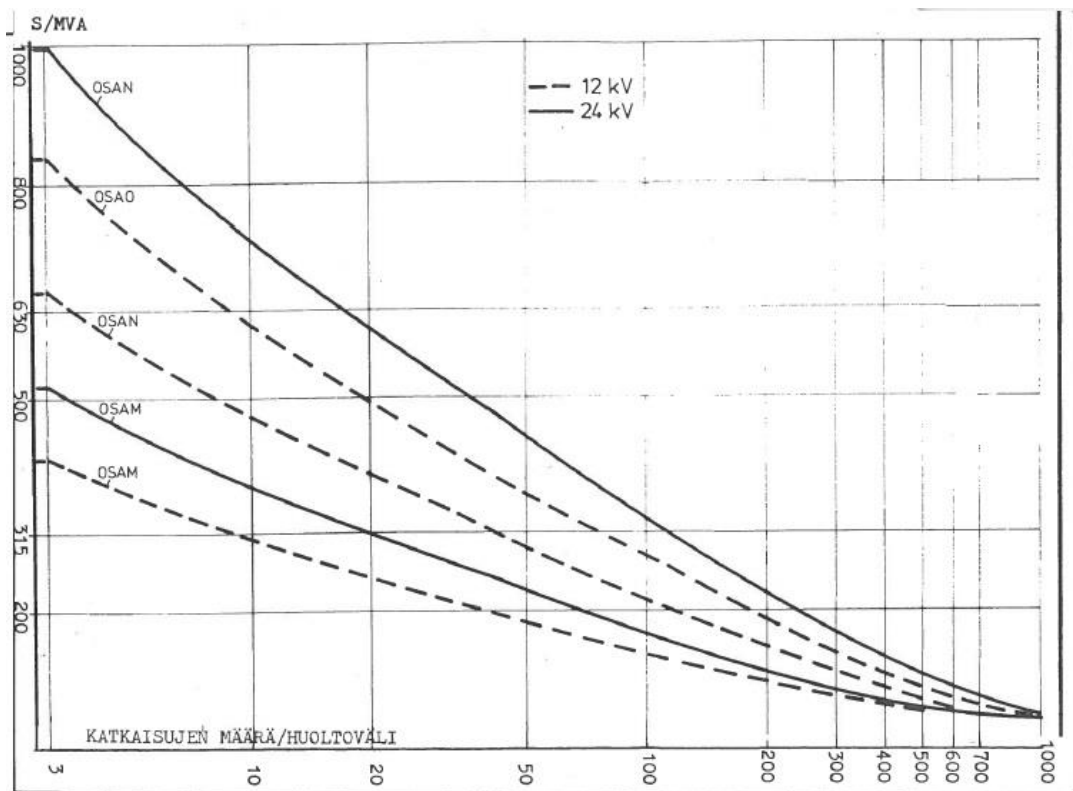
Taulukko 2. Kosketinosien arvioitu kesto laukaisumäärien perusteella. (Strömberg Asennus- ja käyttöohje, n.d 7.)

Katkaisuteho	Katkaisujen lukumäärä
Nimellisarvo S_N	5
$0,6 \times S_N$	10
$0,3 \times S_N$	50
$0,1 \times S_N$	300
Nimellisvirta (1000 A)	500 (24 kV) 1000 (3-12 kV)

OSAM, OSAN ja OSAO katkaisijoiden huolloista ohjauskertojen perusteella suositellaan 100 toimintakerran jälkeen öljymäärän tarkastus ja ohjaimen huolto 5000 toimintakerran jälkeen tai viiden vuoden välein.

Joka vuosi on suoritettava ulkoinen tarkastus, missä tarkastetaan eristimien likaisuus, öljypinnan korkeus sekä laskijan toimivuus. Moottorikatkaisijoille, ulosasennetulle katkaisijalle ja kovassa käytössä olevalle katkaisijalle (esim. suuri oikosulkuteho) suositellaan myös joka vuosi öljyn laadun tarkistus tai normaalikäytössä oleville katkaisijoille joka neljäs vuosi ja kevyessä käytössä oleville katkaisijoille joka viides vuosi öljyn laadun tarkistus. (OSAM, OSAN ja OSAO katkaisijoiden käsikirja, 1984 B47.)

Katkaisijoiden sisäosien huoltoväli voidaan nähdä kuvasta 2. Katkaisijan sisäosiin kuuluvat koskettimet ja sammutuskammio.



Kuva 2. Katkaisujen lukumäärä huoltovälin aikana katkaisutehon funktiona. (OSAM, OSAN ja OSAO katkaisijoiden käsikirja, 1984 B50.)

3.1.3 SF6-katkaisijat

Rauman tehtaalla SF6-katkaisijoita löytyy käytöstä yhteensä 16 kappaletta, kolmesta eri sähkötilasta, 2D, 20D ja 27D. Kaikki katkaisijat ovat ABB:n valmistamia.

SF6-katkaisijan etuina ovat sammutusväliaineen palamattomuus, suuri valokaaren jäähdytyskyky, yhdellä katkaisuyksiköllä saavutettava suurempi palaavan jännitteen kestokyky sekä tästä johtuva kilpailevia periaatteita suurempi katkaisuteho. Katkaisupäiden pienemmän lukumäärän vuoksi SF6-katkaisija on yleensä taloudellisin katkaisuvaihtoehto jännitteillä 123-765 kV. Keski-jännitteellä katkaisupäiden lukumäärä ei ole olennainen tekijä, vaan keskeisiä ominaisuuksia ovat palamattomuus, vähäinen huollon tarve ja pienet katkaisuylijännitteet. Keski-jännitteellä SF6-katkaisijan

kuoret voidaan valmistaa valuhartsista ja kaikki jännitteelliset osat voidaan suojata, mikä mahdollistaa erittäin pienet vaihevälit ja pienikokoiset kojeistot.

SF6-katkaisijoiden huoltotarpeesta voidaan mainita, että niiden mekaaninen elinikä on yleensä noin 5000-10000 toimintakertaa. Itse katkaisuelimet kestävät tyypillisesti 10-20 katkaisua täydellä oikosulkuvirralla ja useita tuhansia toimintakertoja mitoitusvirralla. Huoltovälit ovat uusimmilla SF6-katkaisijoilla jo yli 10 vuotta, mikä vaikuttaa jopa koko sähköaseman yleissuunnitteluun. Pitkän huoltovälin takia erottimet katkaisijan ympärillä eivät ole enää välttämättömiä, ja tavallisten SF6-katkaisijoiden sijaan voidaan käyttää niin sanottuja erottavia katkaisijoita. Ne tekevät mahdolliseksi aikaisempaa yksinkertaisemman ja halvemmän sähköaseman rakenteen.

SF6- ja seoskaasukatkaisijat soveltuvat lähes kaikkiin katkaisutilanteisiin, joskin palaavan jännitteen jyrkkyyteen tulee kiinnittää huomiota esimerkiksi muuntajan syöttämän vikavirran katkaisussa. Erinomaisen hyvin SF6-katkaisija soveltuu kompensimislaitteiden katkaisijaksi, sillä se pystyy katkaisemaan mitoitusvirtansa huollotta tuhansia kertoja. Jälleen syttymättömyys ja sysäysvirtakestoisuus ovat myös ominaisuuksia, joiden takia SF6-katkaisija soveltuu erinomaisesti rinnakkaiskondensaattori-paristojen katkaisijaksi. (Elovaara & Haarla, 2011 177-181.)

Rauman tehtaalla olevat SF6-katkaisijat ovat ABB HPA-merkkisiä SF6-katkaisijoita. Laitteiston käyttö vaikuttaa siihen, kuinka usein ja miten tarkastukset suoritetaan. Muutamia asioita pitää ottaa huomioon, kuten auki-kiinniohjausmäärät, oikosulkuvirrat ja tehokerroin yhtä lailla kuin ympäristön olosuhteet.

Katkaisijat, jotka toimivat vain muutamia kertoja vuodessa tai jotka pysyvät kiinni tai auki pitkiä aikoja, pitäisi säännöllisesti kalibroida liiallisen kitkan välttämiseksi. Liiallinen kitka voi heikentää laukaisuaikaa.

Kun katkaisijat ovat käytössä, niihin pitäisi kohdistaa silmämääräinen tarkastus ulkopuolisesti, jotta liiallinen pöly, lika tai katkaisijan vahingoittuminen havaitaan ajoissa. Myös painemittarin luku tulisi suorittaa, jos semmoinen on asennettu. (HPA SF6-circuit breaker manual, n.d 11.)

Taulukko 234 on HPA SF6-katkaisijoiden huoltotaulukko, joka kertoo, että viiden vuoden välein tai 5000 laukaisukerran jälkeen suositellaan tarkistettavaksi ohjaimen kunto sekä katkaisuaika ja kestävyys. 7500 laukaisukerran jälkeen tehdään sama tarkastus ja lisäksi vielä SF6-kaasunpaineen tarkastus. 10000 laukaisukerran jälkeen tehdään kaikki edellä mainitut ja lisäksi ohjaimen huolto. Katkaisijan katkaisukertojen enimmäismäärän jälkeen tehdään SF6-kaasun paineentarkastus, katkaisijan katkaisuaika- ja kestävyystarkastus sekä ohjaimen tarkastus.

Taulukko 3. ABB HPA SF6-katkaisijan huoltotaulukko.(HPA SF6-circuit breaker manual, n.d 12.)

To do	Before commiss:	After 5000 operations or every 5th year	After 7500 operations	After 10000 operations	After max number of short-circuit breakings (see Fig. 8):	At alarm from SafeGuard:
Check gas pressure, see 3.4.1	O if density gauge		O	O	O	X
Check of speed and resistance, see 4.7 and 3.4.2		O	O	O	O	X
Check of operating gear		O, X	O	O	O	X
Overhaul of operating gear, by authorized partner				O, X		

Overhaul table: O = Without SafeGuard, X = With SafeGuard.

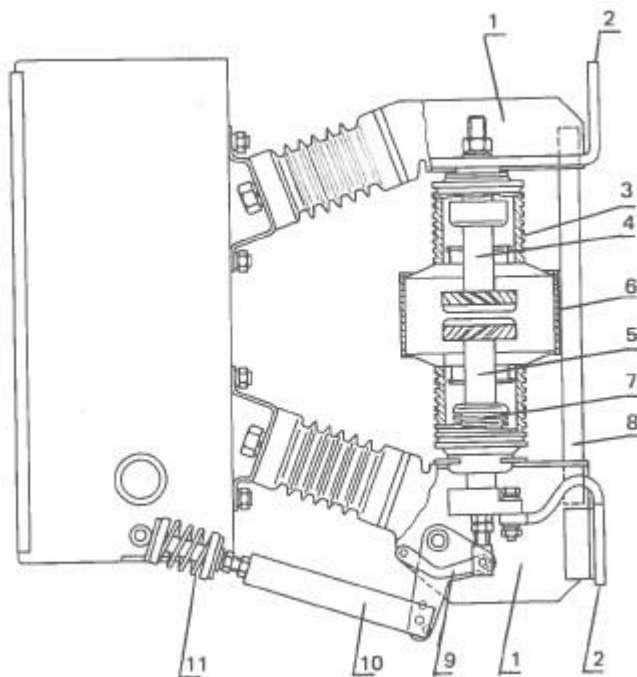
3.1.4 Tyhjiökatkaisija

Rauman tehtaan yleisin katkaisijatyyppe on tyhjiökatkaisija, ja myös muutamia tyhjiökontaktoreja löytyy tehtaalta. Katkaisijoita löytyy lähes kaikista sähkötiloista, mutta tyhjiökontaktoreja löytyy ainoastaan 2D:stä ja 12D:stä. Tehtaan kaikki tyhjiökontaktorit ja -katkaisijat ovat kahdelta eri valmistajalta, Siemensiltä ja ABB:ltä.

Tyhjiökatkaisijat poikkeavat edellisistä katkaisijarakenteista siinä, että ne ovat rakenteeltaan hyvin yksinkertaisia. Periaatteessa tarvitaan vain kiinteä ja liikkuva kosketin, jotka molemmat sijoitetaan tyhjiösäiliöön. Kun koskettimet erkanevat toisistaan, va-

lokaari jää palamaan ionisoituneeseen, kosketinpinnoilta höyrystyneeseen metallipilveen eikä ionisoituneeseen kaasuun, kuten muissa katkaisijarakenteissa. Virran nol-lakohdassa metallihöyryn ionisaatio katoaa ja itse höyry tiivistyy. Tämä prosessi ta- pahtuu hyvin nopeasti, mistä syystä tyhjiökatkaisijan katkaisukyky ei riipu juuri ol- lenkaan palavan jännitteen muodosta ja jyrkkyydestä. Tyhjiön hyvän jännitelujuuden vuoksi 5-15 mm:n pituinen avausväli riittää kyllin suuren jännitelujuuden saavutta- miseen. Olennaisimmin valokaaren syntymiseen, palamiseen ja sammumiseen vai- kuttavat kosketinpinnoilla käytettävät elektrodiaineet.

Käyttäjän kannalta tyhjiökatkaisijan rakenne ei juuri eroa konventionaalisista katkai- sijoista. Tyhjiökatkaisijat suunnitellaan usein vaihtokelpoisiksi joko saman valmista- jan vähäöljykatkaisijan kanssa (Eurooppa) tai öljykatkaisijan kanssa (USA). Ohjain on useimmiten moottorijousiohjain. Itse katkaisuyksikköä ei voi eikä yleensä tarvit- sekaan huoltaa. Katkaisuyksikön sähköinen elinikä on tyyppillisestä 20-100 toimintaa täydellä oikosulkuvirralla ja 10 000-20 000 toimintaa mitoitusvirralla. Mekaaninen elinikä on 10 000-30 000 toimintaa sekä katkaisijalle että ohjaimelle. Katkaisijan ta- loudellinen kilpailukyky syntyy juuri sen huoltovapaudesta: ainoastaan ohjain tarvit- see voitelua määrävälein (noin kerran 10 vuodessa). (Elovaara & Haarla, 2011, 182.)



Kuva 3. Tyhjiökatkaisijan rakenne (Siemens). 1) katkaisuyksikön kannattimet, 2) liittimet, 3) keraaminen eristin, 4) kiinteä kosketin, 5) liikkuva kosketin, 6) sammutuskammio, 7) metallipalje, 8) eristävä tukitanko, 9) ohjaava vipu, 10) eristävä välitanko, 11) ohjausvoiman antava jousi. (Elovaara & Haarla, 2011 183.)

Tyhjiökatkaisijatekniikkaa käytetään nykyisin runsaasti myös keskijänniteverkon kytkimissä ja kontaktoreissa, jolloin niiden avulla voidaan aikaansaada vähän tilaa vaativia laiteratkaisuja. Oikosulkuvirran katkaisusta huolehditaan tällöin kuitenkin katkaisukyvyltään suurella suurjännitesulakkeella. Tällaisen kytkinlaitteen etuna on vähäinen huollon tarve. Esimerkiksi 800 A:n virta voidaan katkaista 10 000 kertaa ilman että kytkin tarvitsee muuta huoltoa kuin 10 vuoden välein tapahtuvan ohjaimen voitelun. (Elovaara & Haarla, 2011 193-184.)

Rauman tehtaan tyhjiökatkaisijat tulevat kahdelta eri toimittajalta, Siemensiltä ja ABB:ltä. Siemensin katkaisijat ovat 3AK-, 3AF- ja 3AH-malleja ja ABB:ltä tulevat ovat HD4 ja VD4.

3AF-katkaisija vaatii vähäistä kunnossapitoa. Kunnossapidolla varmistetaan katkaisijan varma toiminta, ja työn määrä riippuu katkaisijan toimintakerroista ja olosuhteista. Vähintään vuosittainen visuaalinen tarkastus katkaisijan yleisestä kunnosta olisi suotavaa. Öljyäminen ja voitelu tulisi suorittaa 10 vuoden välein tai 10 000 laukaisukerran jälkeen. (Vacuum Circuit-Breaker 3AF Operating instructions, 1991 6/1-6/2.)

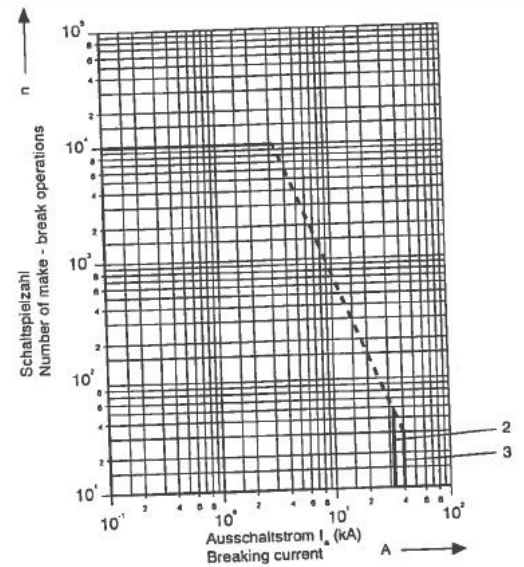
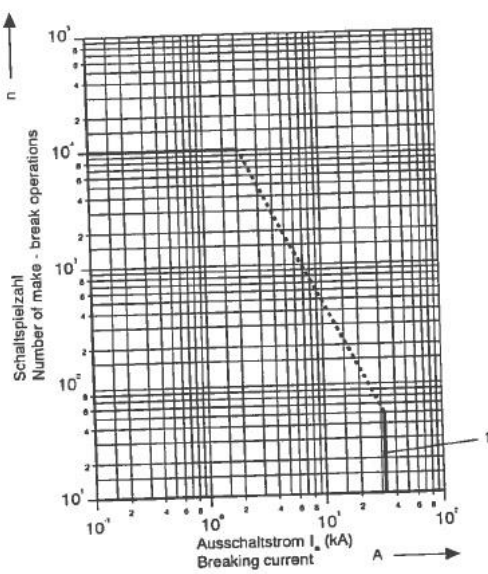
Taulukko 4. Siemens 3AF-katkaisijan huoltotaulukko. (Vacuum Circuit-Breaker 3AF Operating Instructions, 1991 6/2.)

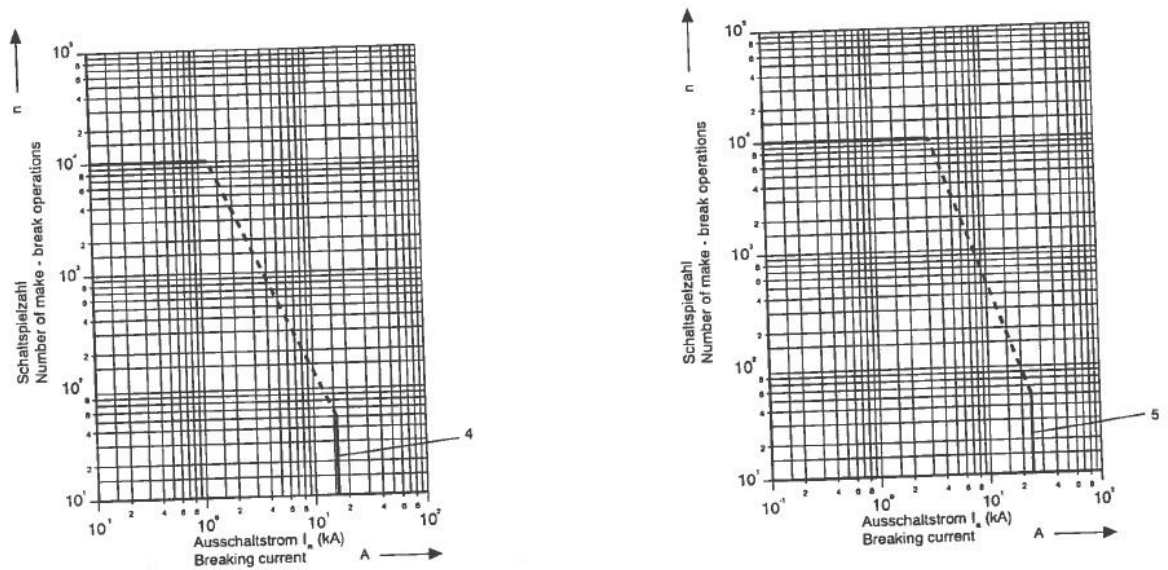
Wartungsplan	Maintenance schedule			
	Alle 10 Jahre Every 10 years	Alle 10 000 Schaltspiele Every 10,000 operating cycles	Nach 30 000 Schaltspielen After 30,000 operating cycles	Bei Bedarf As required
Reinigen Cleaning				x
Ölen bzw. Fetten des Antriebes Oiling or greasing of the operating mechanism	x	x		
Kontrolle des Kontaktsystems Contact system check		x		
Vakuum-Kontrolle Vacuum check				x
Austausch der Vakuum-Schaltröhren Replacing the vacuum Interrupters			x	x
Große Revision Major inspection			x	

3AH-katkaisijaa normaaleissa olosuhteissa käytettäessä, se on huolto-vapaa. Kumminkin suotavaa olisi suorittaa silmämääräisiä tarkastuksia. Varmistaakseen eristyskykynsä on tarpeellista, että eristyskomponentit ovat puhtaita. Erityskomponentit ja ulkoiset katkaisijan osat tulee olla pyyhitty kostealla liinalla. Koskettimien kunto tulisi myös tarkistaa sekä tyhjiö mahdollisilta vuodoilta. Näiden tarkastuksien ajoiksi ei ole suositeltu mitään. Katkaisijan mekaaninen ikä on kumminkin 10 000 toimintaker-
taa. (Vacuum Circuit-Breaker 3AH1, 1990 5/1-5/3.)

Taulukko 5. Selvennys kuormien ominaiskäyrien numerointiin. (Vacuum Circuit-Breaker 3AH1, 1990 5/4.)

Nennspannung Rated voltage kV	Nennkurzschlußausschaltstrom Rated short-circuit breaking current kA	Kennlinien-Nr. bei Nennbetriebsstrom Load characteristics number at rated normal current				
		800 A	1250 A	2000 A	2500 A	3150 A
7.2	20	1	1	—	—	—
	25	1	1	2	2	—
	31.5	—	2	2	2	—
	40	—	3	3	3	3
12	20	1	1	—	—	—
	25	1	1	2	2	—
	31.5	—	2	2	2	—
	40	—	3	3	3	3
15	20	1	1	—	—	—
	25	1	1	2	2	—
	31.5	—	2	2	2	—
	40	—	3	3	3	—
17.5	20	1	1	—	—	—
	25	1	1	2	2	—
	31.5	—	2	2	2	—
24	16	4	4	—	—	—
	20	—	5	5	5	—
	25	—	5	5	5	—





Kuva 4. Ominaiskäyrät 1-5. Sallitut toimintakerrat katkaisuvirran funktiona. (Vacuum Circuit-Breaker 3AH1, 1990 5/4.)

Siemensin 3AK-katkaisijalle suositellaan vuosittaiseksi tarkastukseksi että varusteet on täydellisinä ja hyväkuntoisina, sekä tarkastetaan yleisesti mahdolliset vauriot, pölyn määrä, kosteus kojeistossa ja mahdolliset osittaispurkausten aiheuttamat äänet. 10 vuoden välein koestetaan maadoituserottimien toiminta, kytkinkensojen putsaus ja tarkastetaan, että läpivientitukieristimet ja läpivientivirtamuuntajat ovat tukevasti paikoillaan sekä tarkastetaan kytkinkennon toiminallisuus. (Keskijännitekojeisto KÄYTTÖOHJE, 2003 75.)

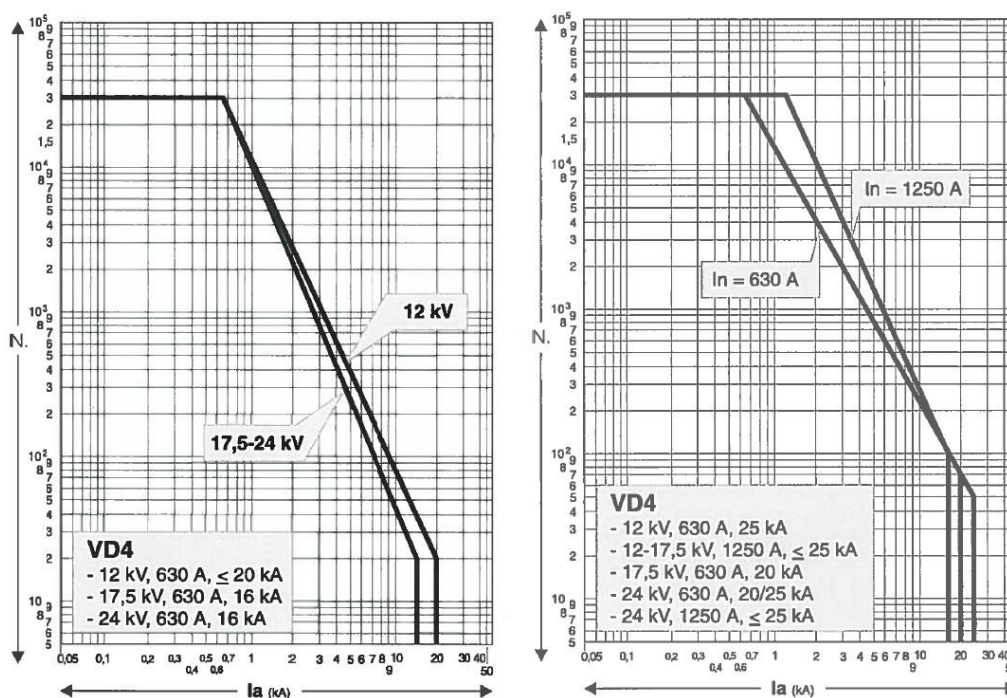
ABB:n VD4-katkaisimelle on asetettu muutamia oletettuja arvoja käyttöiän suhteen:

-Tyhjökatkaisijaelementit: noin 30 000 käyttökertaa, riippuen tyypistä (ks. kuva 123.)

-ohjainmekanismi ja siirtomekanismi: noin 30 000 käyttökertaa säännöllisesti huollettuna normaaleissa käyttöolosuhteissa, riippuen katkaisijan mallista. Ohjainmekanismien testaus kuitenkin 5 000 käyttökerran jälkeen tai normaalien huoltotoimenpiteiden yhteydessä.

-oikein suoritettujen katkaisijan siirrot erotettu-käyttöasennon välillä mahdollistaa noin tuhat toimintakertaa

-käyttöikä koskevat tiedot ovat periaatteessa sovellettavia kaikkiin osiin, joihin ei vaikuta käyttäjän toimet. Käsikäyttöiset osat voivat muuttaa käyttäytymistään. (ABB VD4 Asennus- ja käyttöohjeet, 2014 61.)



Kuva 5. Sallitut määrät tyhjiökatkaisijan kiinni-auki syklejä katkaisukyvyn mukaan. (ABB VD4 Asennus- ja käyttöohjeet, 2014 52.)

VD4-katkaisijalle yleiset toimenpiteet:

- Tarkista laitteiden kunto säännöllisesti.
- Välitarkastukset voidaan välttää, kun laite on osaavan henkilöstön hallinnassa.
- Tarkastukset on ennen kaikkea suoritettava silmämääräisesti, tarkistaen mahdolliset pinttymiset, jäljet korroosiosta tai sähkönpurkausilmiöt.
- Suorita tarkastuksia useammin, kun käyttöolosuhteet ovat epätavalliset tai ympäristö saastunut.
- Koskettimien silmämääräinen tarkastelu. On suositeltavaa käänellä liittimiä, jolloin saadaan liittimien sisäpinnat pysymään puhtaina. Liitäntäpinnat on puhdistettava, kun on havaittavissa ylikuumenemistä.
- Poikkeavissa olosuhteissa ryhdy asianmukaisiin huoltotoimenpiteisiin.

Enintään 17,5 kV:n, 2 500 A:n, 31,5 kA:n katkaisijoiden oikean toiminnan varmistamiseksi laukaisulaitteen tarkistus ja huolto on suositeltavaa suorittaa aina 10 000

käyttökerran välein. Koko ohjainmekanismin, iskunvaimentimen ja muiden voimansiirron osien korvaaminen on suoritettava 30 000 käyttökerran jälkeen. (ABB VD4 Asennus- ja käyttöohjeet, 2014 61-63.)

HD4-katkaisijoiden huoltosuunnitelmaa seuraamalla ne ovat muuten huoltovapaita. Tarkastuksien tiheys ja laajuus riippuvat käyttöolosuhteista. Muutamia asioita tarvitsee ottaa huomioon: laukaisumäärät, katkaisujen virrat, suhteellinen tehokerroin ja asennusympäristö. Kuva 123423535 näyttää merkitykselliset huollot. (HD4 Installation and service instructions, 2015 36.)

Checking operation	Time interval	Criteria
1 Carry out five mechanical opening closing operations.	1 year.	The circuit-breaker must operate normally without stopping in intermediate positions
2 Visual inspection of the poles (parts in resin).	1 year or 5,000 operations.	The parts in resin must be free of any accumulation of dust, dirt, cracks, discharges or traces of surface discharges.
3 Visual inspection of the operating mechanism and transmission.	1 year or 5,000 operations.	The elements must be free of any deformation. Screws, nuts, bolts, etc. must be tight.
4 Visual inspection of the isolating contacts.	5 year or 5,000 operations.	The isolating contacts must be free of any deformation or erosion. Lubricate the contact elements with industrial vaseline greaseindustriale.
5 Measuring the insulation resistance.	5 year or 5,000 operations.	See para. 8.1. point 2.
6 Checking interlock operation.	5 year.	The interlocks provided must operate correctly.

After 10,000 operations or after 10 years, for installation in polluted and aggressive ambients, it is advisable to contact an ABB service center to have the circuit-breaker checked.

Kuva 6. HD4-katkaisijan huoltotaulukko. (HD4 Installation and service instructions, 2015 36.)

3.2 Suojareleet

Sähköverkoissa tapahtuvia vikatilanteita, kuten oikosulkuja, maasulkuja, ylikuormituksia, ylijännitteitä ja alijännitteitä varten voimalaitokset, sähköasemat ja kytkinlaitokset varustetaan suojalaitteilla, joista osan muodostavat releet. Releet tarkkailevat sähköverkon tilaa ja tarpeen vaatiessa suorittavat kytkentöjä automaattisesti, luotettavasti ja nopeasti.

Relesuojaukselta edellytetään seuraavaa:

- Toiminnan on oltava selektiivistä, jotta vian sattuessa mahdollisimman pieni osa verkosta jää pois käytöstä.
- Toiminnan on tapahduttava riittävän nopeasti ja herkästi niin, että vaarat, vauriot, häiriöt ja haitat jäävät kohtuullisiksi sekä verkon stabiilisuuden tulee säilyä kaikissa olosuhteissa.
- Suojauksen tulee kattaa aukottomasti koko suojattava järjestelmä.
- Se on oltava käyttövarma ja mahdollisimman yksinkertainen.
- Käytettävyyden tulee olla hyvä.
- Suojaus on voitava koestaa käyttöpaikalla.
- Suojauksen on oltava hankintakustannuksiltaan kohtuullinen.

Relesuojauksen päätehtävä on vikojen havaitseminen ja vika-alueen rajoittaminen mahdollisimman pieneksi. Eräät releet, kuten ylikuormitusreleet ja epäsymmetriareleet sekä muuntajan kaasusuoja pyrkivät ennakoimaan mahdollisen vian syntymisen. Relesuojauksen kehitys kulkee vikojen ennakoivaan torjumiseen. (Mörsky 1992, 15-16.)

Seuraavaksi paneudumme hieman Rauman tehtaan yleisimpien suojareleiden toimintatapoihin.

3.2.1 Virtareleet

Virtareleet ovat yksisuurereleitä ja toimivat seuraavilla periaatteilla:

-Hetkellinen ylivirtarele.

Rele toimii lisäviiveettä, kun sen läpi kulkeva virta yrittää releeseen asetellun toiminta-arvon (kuva 1.1, käyrä 1).

-Vakioaikaylivirtarele.

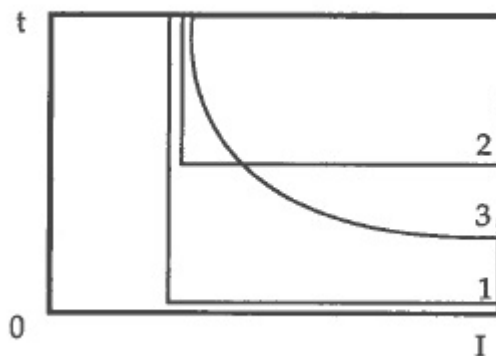
Hetkellisestä ylivirtareleestä ja aikareleestä yhdessä saadaan vakioaikaylivirtarele, jonka toiminta-aikaa voidaan asettaa aikareleestä. Nimitys "vakioaika" viittaa toiminta-ajan riippumattomuuteen ylivirran suuruudesta (kuva 1.1, käyrä 2).

-Käänteisaikaylivirtarele.

Rele toimii sitä nopeammin, mitä enemmän virta ylittää releeseen asetellun toiminta-arvon. Releitä on useita erityyppisiä toimintahitauden virtariippuvuuden voimakkuuden suhteen. Nykyaikaisissa releissä $t = f(I)$ on varsin vapaasti määrättävissä kullekin releelle (kuva 7, käyrä 3).

-Lämpörele.

Rele selvittää kuormitusvirrasta ylikuormitukselta suojatun kohteen lämpötilan.



Kuva 7. Ylivirtareiden toiminta-aikoja virran funktiona $t = f(I)$. (Mörsky 1992, 36.)

Hetkelliset ylivirtareleet ja vakioaikaylivirtareleet ovat tyypillisiä oikosulkusuojareleitä. Jotta ne toimimatta sallisivat käytössä esiintyvät lyhytaikaiset kuormitusnykäykset, ne on aseteltava huomattavasti nimellisvirran yläpuolelle (esimerkiksi 1,5...2 kertaa nimellisvirta). Ne eivät kykene suojaamaan kohdettaan varsinaisilta ylikuormituksilta, jotka ajan mittaan voivat aiheuttaa kohteessa liiallista lämpenemistä.

Vakioaikaylivirtareleet voidaan tavallisesti asettaa toimimaan hyvin suurilla oikosulkuvirroilla hetkellisesti, jos suojattavien laitteiden terminen oikosulkukestoisuus on niin pieni, että se on tarpeellista.

Ylivirtareiden oikea asettelu vaatii niiden sijaintipaikalla esiintyvän pienimmän ja suurimman mahdollisen oikosulkuvirran tuntemista. Releet asetellaan muutosoikosulkuvirran mukaan.

Numeeristen ylivirtareiden avulla voidaan saada tietoa vikapaikan etäisyydestä sähköasemalta releen ensin toimittua. Myös releiden välisen selektiivisyyden toteu-

tumisesta saadaan tietoa, kun nähdään, miten kauan havahtuneena rele on ollut alemman portaan viassa.

Ylikuormitussuojina käytetään kuormitusvirran lämmittämiä ja suojattavan kohteen lämpenemistä analogisesti tai digitaalisesti matkivia lämpöreileitä, joiden tarkoituksena on antaa hälytys tai laukaisu, kun kohteen lämpötila tulee asettelun suuruiseksi.

Lämpöreleen lämpenemisaikavakion tulee olla suunnilleen yhtä suuri kuin suojattavan laitteen lämpenemisaikavakion. Hyvien releiden lämpenemisaikavakioita voidaan muuttaa ja niissä on kompensoitu myös ympäristön lämpötilan vaikutus releen toimintaan. Kehittyneimmissä lämpöreleissä voidaan käyttää useita erialaisia aikavakioita, jolloin suojattavan kohteen lämpötilat kriittisissä kohteissa saadaan riittävän tarkasti selville.

Numeeriset lämpöreleet ovat luonnollisesti monipuolisempia, tarkempia ja joustavampia kuin muut releet. Erityisesti numeerisen lämpöreleen taakka virtamuuntajille on pieni.

Lämpöreileitä käytetään etupäässä generaattorien ja moottorien yhteydessä.

Virtareleiden valinnan yhteydessä joudutaan kiinnittämään huomioita useisiin seikkoihin kuten:

- releen sallima virtarasitus 1 s ajan - terminen kestoisuus
- toiminta-aika - releen toimiakseen vaatima aika virran ylittäessä asetteluarvon
- aika-asettelualue ja aikaportaiden lukumäärä
- virta- ja aika-asettelutarkkuus. (Mörsky 1992, 35-38.)

3.2.2 Taajuusrele

Taajuusreleiden tehtävänä on tarpeellisten kytkentöjen automaattinen aiheuttaminen verkon taajuuden tullessa liian suureksi tai pieneksi. Tahtigeneraattorin taajuuden liiallinen nousu viittaa voimakoneen tehonsäätäjän (nopeudensäätäjän) vioittumiseen. Teollisuudessa taajuusreileitä voidaan käyttää tahtimoottorien ja toissijaisten kuormi-

tusten automaattiseen erottamiseen, kun taajuus laskee verkon tehonantokyvyn pienennyttyä häiriön tähden. (Mörsky 1992, 40.)

3.2.3 Ali- ja ylijännitereleet

Alijänniterele toimii, kun jännite alittaa sen toiminta-arvon. Alijännitereleitä käytetään varsinkin suurten moottorien yhteydessä erottamaan moottori verkosta, kun jännite poistuu tai pienenee niin paljon, että moottoria uhkaa pysähtyminen. Jos moottori jäisi silloin kytketyksi, syntyisi jännitteen palatessa oikosulkua muistuttava suuri sysäysvirta.

Alijännitereleet eivät saa toimia hyvin lyhytaikaisten jännitevaihtelujen vaikutuksesta, etteivät ne aiheuttaisi tarpeettomia käyttökeskeytyksiä. Tästä syystä hyvien alijännitereleiden toimintajännitettä on voitava asetella noin 50 %:iin asti nimellisjännitteestä, minkä lisäksi niillä tulee olla aseteltava aikahidastus.

Ylijänniterele toimii jännitteen ylittäessä asetellun arvon. Niitä käytetään laajasti havaitsemaan maasulkuja useimmiten aikahidastettuina. Ylijännitereleitä käytetään myös tahtigeneraattorien yhteydessä vaarallisen jännitteennousun varalta. Koska ylijännitereleiden on yleensä annettava kytkentävirike usealle kohteelle (katkaisija, kenttäkatkaisija, pysäytys), tulee niissä olla useita koskettimia tai niiden apuna on käytettävä monikoskettimista apurelettä.

Moottoreiden yhteydessä ylijännitereleitä käytetään mittaamaan vastajännitettä, jolloin paljastuu mahdollinen vaihekatkos tai väärä vaihejärjestys. (Mörsky 1992, 38-39.)

3.2.4 Differentiaalirele

Jos vian merkkinä on virtojen suhteen muuttuminen epänormaaliksi suojattavan järjestelmän määrättyissä kohdissa, voidaan suojaukseen käyttää vertoreleistä differentiaalireleitä, jos suojattava alue on suppea kuten voimalaitos tai sähköasema.

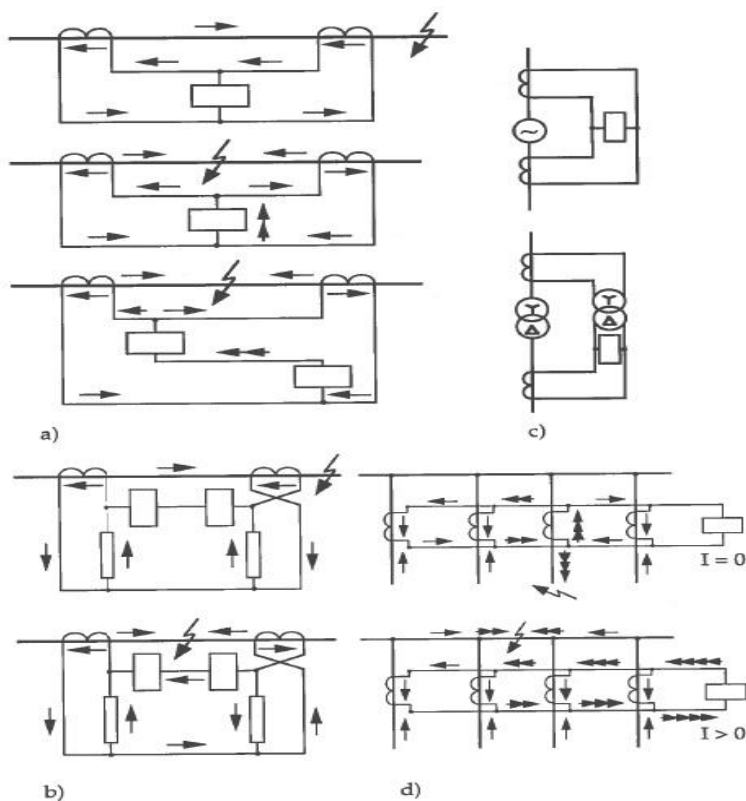
Kuvassa 8c on yksivaiheisesti esitettyä (pitkittäis)differentiaalisuoja, joka vertaa esimerkiksi generaattorin staattorin vaiheen alku- ja loppupään virtoja kahden samanlaisen virtamuuntajan ja virtareleen (differentiaalireleen) avulla. Kun staattori-käämissä ei ole vikaa, virta on käämin molemmissa päissä sama, ja toisiopiirissä kiertää vastaava virta. Releen kautta ei kulje virtaa. Jos taas käämistä poistuu virtaa poikittaissuuntaan, mikä merkitsee eristysvikaa, niin virtojen erotuksen on pakko kulkea releen kautta (tästä nimi differentiaalirele), jolloin rele toimii ja aiheuttaa tarvittavat kytkennät.

Kun suojauskohteena on muuntaja (kuva 8c), niin toinen virtamuuntajaryhmä pannaan sen ensiö- ja toinen toisiopuolelle. Muuntajan muuntosuhteen poiketessa arvosta $1 \perp 0^\circ$, tarvitaan vastaavan muuntosuhteen omaavat välivirtamuuntajat. Jos, kuten yleensä käytännössä, virtamuuntajien muuntosuhteet eroavat toisistaan toisin kuin muuntajan muuntosuhde edellyttää ja/tai kytkentäryhmä poikkeaa tähti-tähti tai kolmio-kolmio-vaihtoehtoista, on tämäkin otettava huomioon välivirtamuuntajia hankittaessa. Käytännössä muuntajien differentiaalisuojaus toteutetaan välivirtamuuntajia käyttäen. Useimmiten se on välttämätöntä. Uusimmat releratkaisut eivät niitä kuitenkaan enää edellytä.

Kuva 8a ja 8b esittävät apuyhteyksiä tarvitsevia vertorelesuojauksia. Huomaa yleensä johtoyhteyden kummassakin päässä tarvittavat releet paitsi kuvan 8a ylimmät sovellukset.

Kuvan 8d kiskodifferentiaalisuojauksen ylemmässä kuvassa vika on johdolla ja kiskosuoja ei saa toimia, kun taas alemmassa kuvassa on kiskovika ja releen tulee toimia mahdollisimman nopeasti.

Differentiaalisuojat kuuluvat nopeimpiin oikosulkusuojaan. Niiden toiminta-aika on vain 1...2 jaksoa, ja niiden toimintavirta on yleensä aseteltavissa. (Mörsky 1992, 46-49.)



Kuva 8. Differentiaalireleen toteuttamisperiaate eräissä tyypillisissä suojauskohteissa. (Mörsky, 1992, 47.)

3.2.5 Maasulkusuojaus

Yleishälytys toteutetaan tavallisimmin verkon nolajännitettä U_0 valvovalla vakioaikajännitereleellä. Verkon nolajännite voidaan mitata muuntajan (tai generaattorin) tähtipisteen ja maan väliin kytketyllä jännitemuuntajalla, vaiheiden ja maan väliin kytketyn kolmesta yksivaiheisesta jännitemuuntajasta muodostetun kolmivaiheisen jännitemuuntajan toisiokäämien avokolmiosta tai viisipylväisen kolmivaihejännitemuuntajan avulla. Viimeksi mainittu ratkaisu edustaa vanhaa tekniikkaa keskijännitteellä. (Mörsky 1992, 327.)

Selektiivinen hälytys tai selektiivinen laukaisu voidaan maasta erotetuissa verkoissa toteuttaa johtokohtaisten nolavirtareleiden tai nolajännitteeseen ja nolavirtaan kytkettyjen suuntareleiden avulla.

Nollavirtareleillä toteutettu suojaus perustuu terveeseen verkon maakapasitanssien kautta palaavaan maasulkuvirtaan, jonka viallisen johdon summavirtamuuntaja mittaa. (Mörsky 1992, 328.)

Maasulkuvirran pienentämiseksi on käytettävissä lähinnä kaksi vaihtoehtoa: verkon jakaminen osiin tai verkon maakapasitanssin kompensointi.

Syöttömuuntajan syöttämien verkko-osien galvaanisesti yhteenkytketyn johtopituuden rajoittaminen, ts. verkon jakaminen osiin tarvittaessa, on tehokas keino maasulkuvirran pitämiseksi pienenä. Kuormitusnäkökohtien lisäksi syöttöpisteiden sijoitusta ja lukumäärää valittaessa on kiinnitettävä huomioita myös maadoitusjännitevaatimusten täyttämiskustannuksiin. Liittämällä uusi sähköasema verkkoon siirretään vanhoja suurjännitejohtoja uuden aseman alaisuuteen, ja täten pienennetään maasulkuvirtaa vanhojen sähköasemien verkoissa sekä vältetään tulossa oleva mahdollinen maadoitusten parantaminen.

Verkon maakapasitanssin kompensoinnilla voidaan vikakohdassa kulkeva maasulkuvirta varsin helposti rajoittaa maadoitusjännitteiden kannalta riittävän pieneksi. (Mörsky 1992, 313-314.)

Maasulkureleistyksen suunnitteluun tarvitaan verkosta ja kytkinlaitoksista seuraavia tietoa ainakin:

- maasulkuvirran suuruus ja sen kehitys
- verkon maadoitustapa
- mittamuuntajien muuntosuhteet
- suojaustapa: laukaiseva vai ensin hälyttävä ja sitten laukaiseva. (Mörsky 1992, 335.)

3.2.6 Valokaarirele

Valokaarivaurio kojeiston sisällä on pahin mahdollinen onnettomuus, mikä voi sähkönjakelua tai –käyttöjä kohdata. Valokaarivaurioista aiheutuu aina vakavia aineelli-

sia vahinkoja puhumattakaan niistä vaaroista, joita se aiheuttaa käyttö- ja huoltohenkilöstölle.

Valokaaren seuraukset ilmenevät:

- valtavana lämpötilan nousuna sen välittömässä läheisyydessä,
- kojeistopalona,
- myrkyllisinä kaasuina ja
- rakenteita rikkovana paineiskuna.

Ensisijainen tehtävä kojeiston rakenteita suunniteltaessa on tietenkin minimoida valokaaren syttymismahdollisuus. On kuitenkin taloudellisesti mahdotonta rakentaa sellaisia virtateitä kojeistoon, että valokaaren syttymismahdollisuus olisi täysin eliminoitu. Niinpä on tyydyttävä tekemään rakenteet sellaisiksi, että edellä mainitut valokaari-ilmiön haitalliset seuraukset voitaisiin saada mahdollisimman vähäisiksi.

Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi:

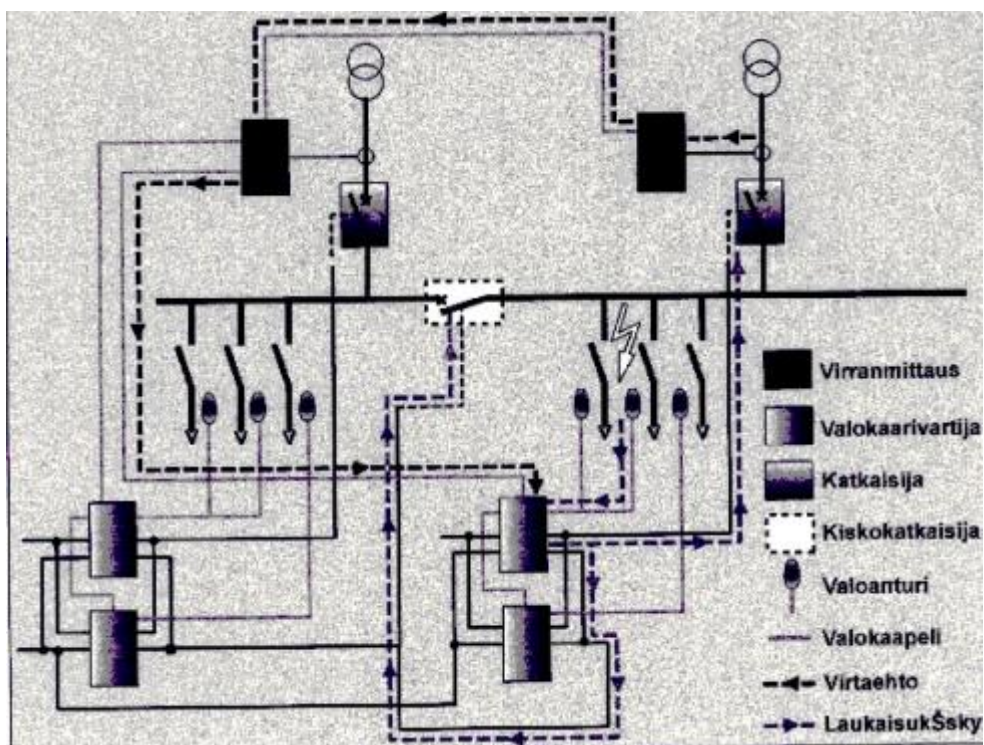
- virtateiden ja lähtöyksiköiden osastointi mahdollisen valokaarivaurion rajaamiseksi mahdollisimman pienelle alueelle,
- valokaaripaineelle on varattava purkaustiet ja on suunnattava purkaus käyttöhenkilöstön kannalta vaarattomaan suuntaan ja
- kojeistorakenteissa on minimoitava palokuormaa lisäävien materiaalien käyttö.

Valokaaren aiheuttamien vaurioiden kannalta tärkein tekijä on sen palo aika, jonka minimoimiseksi valokaarireleet ja – vartijat on kehitetty. Näiden laitteiden olennainen osa on valokaaren havaitseva anturi.

Valokaariantureita on kahta tyyppiä. Ns. avokuituun valo pääsee periaatteessa mistä kohtaa vain, mikä on etu toteutettaessa nykyaikaisen pitkälle osastoidun kojeiston valokaarisuojausta. Sama kuitu voidaan kierrättää monen osaston kautta, jolloin saadaan mahdollisimman täydellinen valokaarisuojaus toteutetuksi koko kojeiston osalta. Toisessa konstruktiossa valo pääsee kuituun päässä olevan linssin kautta. Tällaisen ratkaisun etuina ovat helppo asennettavuus myös olemassa olevaan kojeistoon, sekä hyvä mekaaninen kestävyys.

Valokaarireleen virhetoimintojen välttämiseksi käytetään ylivirtatietoa lisäehtona laukaisulle. Ylivirtatieto tuotetaan eri järjestelmissä eri tavoin. Esimerkiksi Rauman tehtaalta löytyvä ABB Control Oy:n TVOC- valokaarivartijajärjestelmässä valokaaren havaitseminen perustuu valokuitujen päissä oleviin valoantureihin, jotka sijoitetaan kuhunkin valvottavaan kojeiston osaan. Järjestelmään kuuluu valokaarivartija ja virranmittausyksikkö. Yhdessä ne antavat laukaisukäskyn alle 2 ms:ssa. Järjestelmä toimii riippumatta muusta hitaammasta oikosulkusuojauksesta.

Yhteen valokaarivartijaan voidaan liittää 1-9 valoanturia. Mikäli kojeistossa on useampia valvottavia osastoja, voidaan useampia yksiköitä kytkeä rinnan. Tämä järjestelmä mahdollistaa monen syötön kojeiston selektiivisen valokaarisuojauksen. (ABB:n TTTT-käsikirja 2000-07, n.d 26).



Kuva 9. Esimerkki selektiivisestä valokaarisuojauksesta toteutettuna TVOC- valokaarivartijalla. (ABB:n TTTT-käsikirja 2000-07, n.d 27.)

Kuvan 9. tapauksessa valokaarivartija antaa laukaisun kiskokatkaisijan lisäksi vain sen muuntajan katkaisijalle, jonka piirissä oikosulku tapahtuu. Toisen muuntajan kautta syöttö tapahtuu normaalisti. Oikosulun tapahtuessa valoanturi reagoi heti ja

antaa tiedon valokaarivartijalle. Samoin virranmittausyksikkö antaa välittömästi myös tiedon virtaehdon täyttymisestä ja valokaarivartija antaa laukaisukäskyn yllä mainituille katkaisijoille. (ABB:n TTTT-käsikirja 2000-07, n.d 27.)

3.3 Erotin

Erottimien ensisijaisena tehtävänä on luoda turvallinen avausväli erotettavan virtapiirin ja muun laitoksen välille, ja saada laitoksen osa jännitteettömäksi turvallista työskentelyä varten.

Näiden tehtävien perusteella erottimen avausvälin on oltava erittäin luotettava. Tämä edellyttää ensiksi sitä, että erottimen avausvälin on oltava näkyvä tai erotin on varustettava luotettavalla mekaanisella asennonosoituksella. Toiseksi erottimen avausvälin jännitelujuuden on oltava suurempi kuin muun ympäröivän eristyksen, esimerkiksi vaiheen ja maan välisen eristyksen jännitelujuus.

Jos energian virtaussuunnalle on olemassa vain yksi vaihtoehto, riittää, että erotin sijoitetaan katkaisijan ja syötettävän kiskon väliin. Mikäli energian syöttö on mahdollista molemmista suunnista, erottimia on käytettävä katkaisijan molemmilla puolilla.

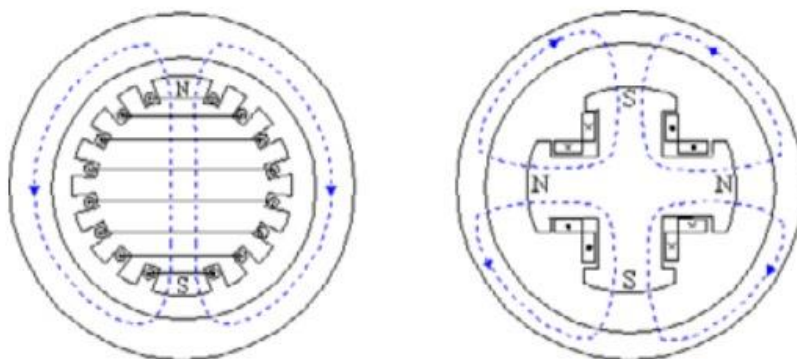
Erottimet ovat joko yksi- tai kolminapaisia. Tavallisesti keskijänniteverkkojen erottimet valmistetaan suoraan kolminapaisiksi samalle rungolle. Suuremmilla jännitteillä kolminapaisestikin käytettävät erottimet kootaan yksinapaisista yksiköistä. Erottimien virtakestoisuusvaatimukset ovat yleensä suuremmat kuin kytkinlaitoksen todelliset kuormitus- ja oikosulkuvirrat. Suurimmillaan mitoitusvirta-alueet ovat tyypillisesti 2500-3150 A ja termiset kestovirrat 31,5 – 50 kA. Suomessa yleinen erottimen lisävaatimus on, että se pystyy toimimaan kovien pakkasten ohella myös jäätävissä oloissa, mikä tarkoittaa kykyä murtaa jopa 20 mm:n jääkerros sekä kiinni- että aukiohjauksessa. (Haarla & Elovaara, 2011 190-192.)

3.4 Tahtikoneet

Rauman tehtaan 6 kV:n ja 10 kV:n jakeluverkossa on ilmoitettu 23 moottoria, ja nämä kaikki ovat tahtimoottoreita. Suurin osa moottoreista on hiomakone- ja jauhin-käytössä. Suuruusluokaltaan moottoreiden teho vaihtelee 1,8 MW:n ja 12 MW:n välillä.

Tahtikoneiden nimitys tulee siitä, että niiden roottorit pyörivät koneen sisäisen magneettikentän, ja siten myös syöttävän verkon kanssa tarkalleen samalla nopeudella eli ns. tahtinopeudella. Suuret moottorit ovat yleensä tahtikoneita, sillä ne ovat usein taloudellisin ratkaisu.

Roottorin eli napapyörän rakenteen puolesta tahtikoneet voidaan jakaa kahteen eri ryhmään: avonapaisiin ja umpinapaisiin tahtikoneisiin, joiden napapyörrien eroja on havainnollistettu kuvassa 10. (Sähkökoneet, osa 2, n.d 1.)



Kuva 10. Vasemman puoleinen on 2-napainen lieriö- eli umpinaparoottori ja oikean puoleinen on 4-napainen avonaparoottori. (Sähkökoneet, osa 2, n.d 1.)

Tahtikoneen staattorissa on kolmivaiheinen vaihtovirtakäämitys kuten epätahtikoneissakin. Ero epätahtikoneisiin on, että roottorin magnetointikäämityksiin on johdettava magnetointivirtaa, joka on tasavirtaa. Tämä tasavirta synnyttää roottorin magneettinapaan pysyvän magneettivuon, vaikka roottori pyöriikin. Tätä magnetoimisvirran synnyttämää magneettivuota sanotaan päävuoksi. Tahtikoneissa on siis erikseen työvirta- ja magnetoimiskäämitykset. Lisäksi tahtikoneissa on myös ns. käynnistys- eli vaimennuskäämitys.

Avonaparoottorissa on akselille sijoitettu koneen napaluvun mukainen määrä magneettinapoja. Staattorikäänitys on aina tehty samalle napaluvulle kuin roottori. Jokaisella navalla on omat magnetointikääninsä, jotka on kytketty sarjaan siten, että navat magnetoituvat vuorotellen S- ja N-navoiksi. Koska napojen vuo ei tasavirralla vaihtelee, ei niissä synny rautahäviöitä, jolloin ne tehdään massiivisesta teräksestä. Navan päässä on napakenkä, joka on muotoiltu siten, että vuon jakautuminen napakengän ja staattorikehän välissä on mahdollisimman sinimäinen. Ilmaväli ei siis ole vakio, vaan suurenee reunoille päin. Avonapaisia koneita käytetään hitaasti pyörivissä koneissa (72-500 rpm), kuten vesivoimalaitosten generaattoreissa. Suurien avonapageneraattoreiden halkaisijat voivat olla muutamia metrejä.

Umpinaparoottorissa käänitys on sijoitettu roottorin akselin suuntaisiin uriin. Uria ei ole sijoitettu tasaisesti koko kehälle, vaan niiden välissä on myös urattomia alueita, eli magneettinapoja. Tavoitteena on myös mahdollisimman sinimuotoinen vuontiheys ilmavälissä. Tätä rakennetta käytetään vastaavasti nopeasti pyörivissä koneissa (3000 rpm), kuten höyryvoimalaitosten generaattoreissa. Isoissa generaattoreissa roottorin pituus voi olla kymmeniä metrejä.

Tahtikonetta käynnistettäessä roottorin pyörimisnopeus ei ole sama kuin verkon taajuus, mistä johtuu, ettei tahtikonetta voida kytkeä suoraan verkkoon samalla tavalla kuin esimerkiksi oikosulkumoottoria. Se kuitenkin saadaan kytkettyä verkkoon erilaisten apulaitteiden avulla. (Sähkökoneet, osa 2, n.d 1-7.)

4 SAP-TIETOJÄRJESTELMÄ

Rauman tehtaalla käytetään SAP- tietojärjestelmää mm. dokumentoinnissa, ennakko-
khuoltojen laatimisessa, työtilauksien laatimisessa, ts. kaikissa toimenpiteissä. SAP-

järjestelmä otettiin Raumalla käyttöön 2010-luvun vaihteessa. Tällöin kaikki dokumentit ja tiedot siirrettiin SAP:iin vanhasta järjestelmästä, Pimarasta. Uuden ohjelmiston käyttö on jakanut mielipiteitä.

”Saavuta etulyöntiasema tehtaan tuotteilla, SAP-ohjelmiston avulla. Kasvata voitot, turvallisuus ja tehokkuus SAP-ohjelmistolla tuotantolaitoksille tehdasteollisuuksissa. Ratkaisumme käyttää viimeisintä teknologiaa auttaakseen sinua suoriutumaan huipputasotavoituksissa – katsomatta valmistatko sellua ja paperia, rakennus tarvikkeita, tekstiilejä, metalleja, muoveja tai sementtiä ja betonia. Kasvata asiakkaan tyytyväisyyttä, hallitse voitot ja odotukset toimitusketjussa ja saavuta erinomaisuus ja etulyöntiasema projekteissa.” (SAP:in www-sivut, 2016.)

SAP:iin luodessa ennakkohuoltoa tarvitsee asettaa sykliväli, ts. kuinka usein järjestelmä ilmoittaa ennakkohuollosta. Lisäksi ennakkohuoltoa luodessa ohjelma vielä haluaa tietää, kuinka paljon ennen järjestelmä aloittaa ilmoittamisen tulevasta huollosta, tämä annetaan %-lukuna. Kun valitsemme laitepaikan, mihin luomme ennakkohuollon, asetetaan ennakkohuollon sykliseksi 100 päivää, ja asetamme ilmoituksen antamiseksi 95%. Tällöin järjestelmä antaa ilmoituksen kun 95% on täytynyt 100 päivästä eli tässä tapauksessa viisi päivää aikaisemmin ilmoituksen tulevasta huollosta. Tämän johdosta on helppoa tilata huollot etukäteen laitteille, eikä sitten kun pitäisi huoltaa.

5 ENNAKOIVA KUNNOSSAPITO

5.1 Ennakoivan kunnossapidon tärkeys

Sähkölaitostekniikan ylimpinä tavoitteina on huolehtia turvallisuudesta ja sähkön laadusta. Kumpaakin tavoitetta palvelee tehokas vikojen ennaltaehkäisy.

Valvomalla ja ennakoivaa kunnossapitoa suorittamalla sähköasemien komponentteihin niiden käyttöaikana, voidaan estää vikojen syntymistä sekä löytää piileviä vikoja, ennen kuin laite rikkoontuu, ja parantaa siten käyttövarmuutta. Kunnonvalvonnalla

voidaan myös määrittää järkevä ja taloudellinen laitteen huoltoväli. (Mörsky 1992, 416-417.)

5.2 Ennakoivan kunnossapidon nykytila

Rauman tehtaassa 6 kV:n ja 10 kV:n sähkötiloihin on kohdistettu yli 700 ennakkohuoltosuunnitelmaa ennen tämän työn seurauksena tulevia muutoksia.

Dokumentoimatonta ennakoivaa kunnossapitoa tapahtuu päivittäin tehtaalla, kun sähkötilojen läpi kuljetaan. Tällöin tapahtuu visuaalista tarkastelua, katsotaan silmämääräisesti, että kaikki on kunnossa. Tämän tyyliseen tarkasteluun kuuluu se, palako releissä ylimääräisiä ledejä, jos palaa niin mitkä ledit. Näyttävätkö kojeistossa olevat mittarit oikein suurin piirtein, sähkötilojen siisteys ja tarvittavien kylttien olemassaolo.

Dokumentoitavassa kunnossapidossa, mm. katkaisijoiden määräaikaishuolloissa, ei löytynyt huomattavia määriä puutteita omasta mielestäni. Ennakkohuoltojen määrän kohotessa yli 700:aan, prosentuaalinen puutteiden ilmaantuminen jää hyvin pieneksi.

Suurin osa ilmaantuneista puutteista johtuu siitä, kun laitteen toimintapaikka ja -tapa on muuttunut ja tämän johdosta ennakkohuoltosuunnitelma on tarvinnut päivitystä, mitä ei ole tapahtunut. Tämän työn tarkoitus on saada puutteiden lukumäärä nolllaan, päivittämällä ennakkohuoltosuunnitelma ajan tasalle.

6 MUUTOSEHDOTUKSIA ENNAKKOHUOLTOON

6.1 Suojareleiden muutosehdotukset

Rauman tehtaassa 6 kV:n ja 10 kV:n sähkötiloissa on entuudestaan ennakkohuoltosuunnitelmia yleisesti suojareleille, ts. releitä ei ole eritelty vaan jokaisella sähkötilalla on yksi suuri ennakkohuoltosuunnitelma, mikä kattaa jokaisen suojareleen. Jarno

Bergmanin pyynnöstä nämä ennakkohuoltosuunnitelmat on käyty läpi ja laajat sähkötilan suojarelekoestus ennakkohuollot korvataan jokaiselle suojareleelle tehdyllä omalla ennakkohuoltosuunnitelmalla. Seuraavia muutos-, uudistus- ja poistoehdotuksia tuli ilmi: (Liitteet 1, 2, 3 ja 4)

Jokaisesta 6 kV:n ja 10 kV:n sähkötiloista poistetaan laajat suojarelekoestuksia ennakkohuollot. Lisäksi muutamissa sähkötiloissa on ”huolto suojareleet”- ennakkohuolto sekä ”tarkastus suojarele”-ennakkohuolto, jotka ehdotan poistoon myös. On keskusteltu työntekijän Antti Harejan kanssa näistä ja todettu olevan ylimääräisiä, varsinkin sen jälkeen kun jokaiselle suojareleelle on oma ennakkohuolto ja jokainen suojarele saa vaativansa koestus-syklin. Tämän hetkisillä suojareleiden ennakkohuolloilla on ollut mielestäni väärä koestus-sykli muutamissa tapauksissa.

Jokaiselle suojareleelle tehdään ennakkohuoltosuunnitelma massamuutoksena. Olen asettanut tehtaan uusimmille numeerisille suojareleille, mitkä testaavat ja valvovat kuntoaan itsenäisesti, viiden vuoden välein koestuksen. Tätä ideaa on noudatettu tehtaalla entuudestaan, mutta muutamia tapauksia löytyi, missä näin ei tapahdu.

Jos sähkömekaanisesti toimivat suojareleet ovat vanhoja eivätkä ilmoita häiriötilastaan itsenäisesti, ehdotan koestusvälin asetettavaksi kahden vuoden välein. Sähkömekaanisesti toimivissa releissä on aina vaara, että rele menee jumiin, esimerkiksi liiallisen lian tai pölyn takia. Kahden vuoden koestusvälin toimintatapaa on myös noudatettu tehtaalla entuudestaan, mutta muutamia tapauksia löytyy, missä näin ei tapahdu.

TVOC Valokaarivartija sekä virranmittausyksikössä on ehdotettu asetettavaksi kaksi vuotta koestusväliksi, sillä käyttöohje mainitsi suosituskoestusväliksi kerran vuodessa, kumminkin vähintään kahden vuoden välein.

6.2 Katkaisijoiden muutosehdotukset, kojeistot PK4, TMP3 ja TMP4

Tässä luvussa kerrotaan, mitä muutos-, poisto- ja lisäysehdoituksia on saatu aikaan PK4, TMP3 ja TMP4-kojeistoille. Sähkötiloja on yhteensä näissä kohteissa viisi kappaletta, joissa on kuuden tai kymmenen kilovoltin laitteistoja ja vaativat päivitystä ennakkohuoltojen osalta. Jokainen sähkötila mikä vaatii toimenpiteitä, käsitellään erikseen, jolloin saadaan toteutettua selkeä ja helppolukuinen työ mahdollisia jatko-toimenpiteitä varten.

Tekstissä ilmoitettu suluissa esim. (RAU1-*****) tai (*****), ovat huolto-suunnitelma numeroita, joita käsitellään tekstissä. Tähdet kuvastavat numeroita.

6.2.1 40-8C41

Ehdotan RAU1-40-8C41 sähkötilaan kolme muutosehdotusta ja yhden lisäysehdoituksen.

Kenno kaksi, JAUHIN 2 PÄÄMOOTTORI -katkaisija (RAU1-061284) omaa katkaisijan määräaikaishuolto ennakkohuollon, joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. Kyseessä on Siemensin 3AH-tyhjökatkaisija, joka on moottorilähtökäytössä. Tämä on jo tarpeeksi painava syy kymmenen vuoden määräaikaishuollon pienentämistä viiteen vuoteen, koska laukaisukertoja tulee useampia. Luvussa 3.1.4 on kerrottu, mitä 3AH-käyttöohje sanoo huollosta, mutta tässäkin tapauksessa siellä ei mainita huoltotiheydestä. Ehdotan huoltovälin pienentämistä viiteen vuoteen, koska kyseessä on moottorilähtö.

Kenno kymmenen, JAUHIN 31 PÄÄMOOTTORI -katkaisija (RAU1-061262) omaa katkaisijan määräaikaishuolto ennakkohuollon, joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. Kyseessä on Siemensin 3AH-tyhjökatkaisija, joka on moottorilähtökäytössä. Tämä on jo tarpeeksi painava syy kymmenen vuoden määräaikaishuollon pienentämistä viiteen vuoteen, koska laukaisukertoja tulee useampia. Luvussa 3.1.4 on kerrottu mitä 3AH käyttöohje sanoo huollosta, mutta tässäkin tapauksessa siellä ei mai-

nita huoltotiheydestä. Ehdotan huoltovälin pienentämistä viiteen vuoteen, koska kyseessä on moottorilähtö.

Kenno kaksitoista, JAUHIN 41 PÄÄMOOTTORI -katkaisija (RAU1-061264) omaa katkaisijan määräaikaishuolto ennakkohuollon, joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. Kyseessä on Siemensin 3AH-tyhjökatkaisija, joka on moottorilähtökäytössä. Tämä on jo tarpeeksi painava syy kymmenen vuoden määräaikaishuollon pienentämistä viiteen vuoteen, koska laukaisukertoja tulee useampia. Luvussa 3.1.4 on kerrottu, mitä 3AH käyttöohje sanoo huollosta, mutta tässäkin tapauksessa siellä ei mainita huoltotiheydestä. Ehdotan huoltovälin pienentämistä viiteen vuoteen, koska kyseessä on moottorilähtö.

RAU1-40-8C41-sähkötilassa on Siemensin 3AH- tyhjökatkaisijoita. 3.1.4 kohdassa mainitaan, että ohjekirja suosittelee visuaalista tarkistusta. Jokavuotisella visuaalisella tarkastuksella pystyisi ennakoimaan, tarvitseeko jokin katkaisija ennen aikaista huoltoa sekä onko ilmaantunut haitallista likaa tai pölyä. Ulkopuolinen tarkastus eroosioista sekä yleisestä kunnosta olisi myös suotavaa. Näin taattaisiin katkaisijoille toimivuusvarmuutta. Ehdotan lisättäväksi sähkötilaan 8C41 joka vuotuisen kojeistojen visuaalinen tarkastus -ennakkohuollon.

6.2.2 40-8C42

Ehdotan RAU1-40-8C42 sähkötilaan neljä muutosehdotusta ja yhden lisäysehdotuksen.

Kenno seitsemän, REJEKTIJAUHIN 4 PÄÄMOOTTORI -katkaisija (RAU1-061265) omaa katkaisijan määräaikaishuolto ennakkohuollon, joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. Kyseessä on Siemensin 3AH-tyhjökatkaisija, joka on moottorilähtökäytössä. Tämä on jo tarpeeksi painava syy kymmenen vuoden määräaikaishuollon pienentämistä viiteen vuoteen, koska laukaisukertoja tulee useampia. Luvussa 3.1.4 on kerrottu, mitä 3AH -käyttöohje sanoo huollosta, mutta tässäkin ta-

pauksessa siellä ei mainita huoltotiheydestä. Ehdotan huoltovälin pienentämistä viiteen vuoteen, koska kyseessä on moottorilähtö.

Kenno kolmetoista, LC-JAUHIN 3 PÄÄMOOTTORI -katkaisija (RAU1-061279) omaa katkaisijan määräaikaishuolto ennakkohuollon, joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. Kyseessä on Siemensin 3AH-tyhjäkatkaisija, joka on moottorilähtökäytössä. Tämä on jo tarpeeksi painava syy kymmenen vuoden määräaikaishuollon pienentämistä viiteen vuoteen, koska laukaisukertoja tulee useampia. Luvussa 3.1.4 on kerrottu, mitä 3AH -käyttöohje sanoo huollosta, mutta tässäkin tapauksessa siellä ei mainita huoltotiheydestä. Ehdotan huoltovälin pienentämistä viiteen vuoteen, koska kyseessä on moottorilähtö.

Kenno neljätoista, REJEKTIAUHIN 2 PÄÄMOOTTORI -katkaisija (RAU1-061274) omaa katkaisijan määräaikaishuolto ennakkohuollon, joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. Kyseessä on Siemensin 3AH-tyhjäkatkaisija, joka on moottorilähtökäytössä. Tämä on jo tarpeeksi painava syy kymmenen vuoden määräaikaishuollon pienentämistä viiteen vuoteen, koska laukaisukertoja tulee useampia. Luvussa 3.1.4 on kerrottu, mitä 3AH -käyttöohje sanoo huollosta, mutta tässäkin tapauksessa siellä ei mainita huoltotiheydestä. Ehdotan huoltovälin pienentämistä viiteen vuoteen, koska kyseessä on moottorilähtö.

Kenno kaksitoista, LC-JAUHIN 4 PÄÄMOOTTORI -katkaisija (RAU1-061278) omaa katkaisijan määräaikaishuolto ennakkohuollon, joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. Kyseessä on Siemensin 3AH-tyhjäkatkaisija, joka on moottorilähtökäytössä. Tämä on jo tarpeeksi painava syy kymmenen vuoden määräaikaishuollon pienentämistä viiteen vuoteen, koska laukaisukertoja tulee useampia. Luvussa 3.1.4 on kerrottu, mitä 3AH -käyttöohje sanoo huollosta, mutta tässäkin tapauksessa siellä ei mainita huoltotiheydestä. Ehdotan huoltovälin pienentämistä viiteen vuoteen, koska kyseessä on moottorilähtö.

RAU1-40-8C42 sähkötilassa on Siemensin 3AH- tyhjäkatkaisijoita. 3.1.4 kohdassa mainitaan, että ohjekirja suosittelee visuaalista tarkistusta. Jokavuotisella visuaalisella tarkastuksella pystyisi ennakoimaan tarvitseeko jokin katkaisija ennen aikaista

huoltoa sekä onko ilmaantunut haitallista likaa tai pölyä. Ulkopuolinen tarkastus eroosioista sekä yleisestä kunnosta olisi myös suotavaa. Näin taattaisiin katkaisijoille toimivuusvarmuutta. Ehdotan lisättäväksi sähkötilaan 8C42 jokavuotisen kojeistojen visuaalinen tarkastus -ennakkohuollon.

6.2.3 40-8C43

Ehdotan RAU1-40-8C43 sähkötilaan yhden lisäsehdotuksen.

RAU1-40-8C43 sähkötilassa on Siemensin 3AH- tyhjökatkaisijoita. 3.1.4 kohdassa mainitaan, että ohjekirja suosittelee visuaalista tarkistusta. Jokavuotisella visuaalisella tarkastuksella pystyisi ennakoimaan tarvitseeko jokin katkaisija ennen aikaista huoltoa sekä onko ilmaantunut haitallista likaa tai pölyä. Ulkopuolinen tarkastus eroosioista sekä yleisestä kunnosta olisi myös suotavaa. Näin taattaisiin katkaisijoille toimivuusvarmuutta. Ehdotan lisättäväksi sähkötilaan 8C43 jokavuotisen kojeistojen visuaalinen tarkastus -ennakkohuollon.

6.2.4 40-8C44

Ehdotan RAU1-40-8C44 sähkötilaan yhden lisäsehdotuksen.

RAU1-40-8C44 sähkötilassa on Siemensin 3AH- tyhjökatkaisijoita. 3.1.4 kohdassa mainitaan, että ohjekirja suosittelee visuaalista tarkistusta. Jokavuotisella visuaalisella tarkastuksella pystyisi ennakoimaan tarvitseeko jokin katkaisija ennen aikaista huoltoa sekä onko ilmaantunut haitallista likaa tai pölyä. Ulkopuolinen tarkastus eroosioista sekä yleisestä kunnosta olisi myös suotavaa. Näin taattaisiin katkaisijoille toimivuusvarmuutta. Ehdotan lisättäväksi sähkötilaan 8C44 jokavuotisen kojeistojen visuaalinen tarkastus -ennakkohuollon.

6.2.5 40-8C45

Ehdotan RAU1-40-8C45 sähkötilaan yhden lisäysehdotuksen.

RAU1-40-8C45 sähkötilassa on ainoastaan ABB:n VD4 tyhjiökatkaisijoita. Kohdassa 3.1.4 käydään VD4 katkaisijan suositeltavat huollot ja tarkastukset laitevalmistajan mukaan. Siinä kehoitetaan muun muassa tarkistamaan laitteiden kunto säännöllisesti. Tarkastukset on ennen kaikkea suoritettava silmämääräisesti ja koskettimien silmämääräinen tarkastus on suotavaa. Visuaalisella tarkastuksella pystyisi tekemään edellä mainitut tarkastukset ja havaitessa jotain puutteita ryhtyisi korjaaviin toimenpiteisiin. Näin taattaisiin katkaisijoille pitkä elinikä ja parempi toimintavarmuus. Ehdotan lisättäväksi sähkötilaan 8C45 jokavuotisen kojeistojen visuaalinen tarkastus - ennakkohuollon.

6.3 Katkaisijoiden muutosehdotukset, kojeistot PK3, PK2 ja 2 HIOMO

Tässä luvussa kerrotaan mitä muutos-, poisto- ja lisäysehdotuksia on saatu aikaan PK3, PK2 ja 2 HIOMO -kojeistoille. Sähkötiloja on yhteensä näissä kohteissa kuusi kappaletta, joissa on kuuden tai kymmenen kilovoltin laitteistoja ja vaativat päivitystä ennakkohuoltojen osalta, pois lukien sähkötilan 252-11D kojeistot, minkä ennakkohuollot ovat mielestäni kunnossa. Jokainen sähkötila mikä vaatii toimenpiteitä, käsitellään erikseen, jolloin saadaan toteutettua selkeä ja helppolukuinen työ mahdollisia jatkotoimenpiteitä varten.

Tekstissä ilmoitettu suluissa esim. (RAU1-*****) tai (*****), ovat huolto-suunnitelma numeroita, joita käsitellään tekstissä. Tähdet kuvastavat numeroita.

6.3.1 252-22D

Ehdotan 252-22D sähkötilaan 25 poistoehdotusta ja yhden lisäysehdotuksen.

Kenno neljässä on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056414) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on

ohjattu lähtöä – MEKAANISEN MASSAN JAUHIN 171-3909. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno viidessä on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056700) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M41/171-41H JAKELUMUUNTAJA 41. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno kuudessa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056701) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M42/171-42H JAKELUMUUNTAJA 42. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno kahdeksassa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056703) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M43/171-51X JAKELUMUUNTAJA 43. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno yhdeksässä on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056704) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – KOMPENSOINTI 1. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno kymmenessä on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056705) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä –KOMPENSOINTI 2. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno yhdessätoista on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056706) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M44/172-43H JAKELUMUUNTAJA 44. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno kahdessatoista on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056707) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M45/172-44H JAKELUMUUNTAJA 45. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno kolmessatoista on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056708) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M46/172-52X JAKELUMUUNTAJA 46. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno neljässätoista on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056709) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – JAK.MUUNT M61/173-61X SC32 DC-KÄYTTÖ. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno viidessätoista on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056710) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M47/172-53X JAKELUMUUNTAJA 47. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno kuudessatoista on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056711) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M48/172-54X JAKELUMUUNTAJA 48. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno seitsemässätoista on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056712) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M49/172-55X JAKELUMUUNTAJA 49. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno kahdeksassatoista on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056714) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M50/172-56X JAKELUMUUNTAJA 50. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 22:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056727) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä –SYÖTTÖ KENTTÄÄN 41. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 24:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056717) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M62/173-62X, SC31 DC-KÄYTTÖ. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 25:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056415) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – VARA. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 26:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056416) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – VARA. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 27:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056417) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – VARA. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 28:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056718) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – VARA. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 29:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056418) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – VARA. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 30:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056456) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – VARA. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 31:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056458) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – VARA. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 36:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056723) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – M52/172-45H JAKELUMUUNTAJA 52. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 40:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056725) kymmenen vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – SYÖTTÖ PÄÄMUUNTAJALTA M27. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

RAU1-252-22D sähkötilassa on neljää eri katkaisija tyyppiä mitkä ovat käytössä. Strömbergiltä OSAN- ja OSAO- vähäöljykatkaisijoita, Siemensiltä yksi 3AF- tyhjökatkaisija ja Sprecher Energie:ltä yksi vähäöljykatkaisija.

Luvussa 3.1.4 käsitellään 3AF-katkaisijan huolto- ja tarkastustarpeet, ja siellä mainitaan mm. suositellaan normaalia visuaalista tarkastusta katkaisijan yleisestä kunnosta, esimerkiksi kerran vuodessa

Luvussa 3.1.2 käsitellään näiden vähäöljykatkaisijoiden huolto- ja tarkastustarpeet. Näiden Strömbergien katkaisijoiden käsikirja suosittelee mm. vuosittaiseksi toimenpiteeksi öljypinnan tarkastus, eristimien kunnan tarkastus.

Sprecher Energien katkaisijalle suositellaan ohjekirjan mukaan öljypinnan tarkastus kolmen kuukauden välein, mikä on mielestäni tarpeettoman tiheä. Tehtaan muissa vastaavissa katkaisijoissa on visuaalinen tarkastus vuoden välein, ja ongelmia ei ole ilmennyt.

Katkaisijat tarvitsevat vuosittaisia tarkastuksia, sekä vuosittainen pölyn ja lian putsaus toisi katkaisijoille toimintavarmuutta. Sekä ulkopuolisesti näkyviä vikoja tai voutoja voidaan havaita ennen kuin on liian myöhäistä.

Ehdotan sähkötilaan 22D vuosittainen kojeiston visuaalinen tarkastus ennakkohuollon lisäämistä.

6.3.2 252-12D

Ehdotan sähkötilaan 252-12D lisättäväksi yhden ennakkohuollon.

12D sähkötilassa on Siemensin 3AK-tyhjiökatkaisijoita. Luvussa 3.2.1 mainitaan laitevalmistajan suositukset tarkastuksille ja huolloille. Visuaalisen tarkastuksen yksi tärkeimmistä asioista on kojeistojen puhtaana pito pölystä ja liasta sekä havaita jos laitteisto on rikkoontunut tai rikkoontumassa. Lisäämällä tähän sähkötilaan vuosittainen kojeistojen visuaalinen tarkastus, kasvattaisimme katkaisijoiden toimintavarmuutta. Ehdotan sähkötilaan RAU1-252-12D sähkötilaan lisättäväksi kojeistojen visuaalinen tarkastus -ennakkohuollon vuosittaisella syklivälillä.

6.3.3 252-13D

Ehdotan sähkötilaan 252-13D lisättäväksi yhden ennakkohuollon.

13D sähkötilassa on Siemensin 3AK-tyhjiökatkaisijoita. Luvussa 3.2.1 mainitaan laitevalmistajan suositukset tarkastuksille ja huolloille. Visuaalisen tarkastuksen yksi tärkeimmistä asioista on pitää kojeistot puhtaana pölystä ja liasta sekä havaita jos laitteisto on rikkoontunut tai rikkoontumassa. Lisäämällä tähän sähkötilaan vuosittaisen kojeistojen visuaalinen tarkastus kasvattaisimme katkaisijoiden toimintavarmuutta. Ehdotan sähkötilaan RAU1-252-13D sähkötilaan lisättäväksi kojeistojen visuaalinen tarkastus -ennakkohuollon vuosittaisella syklivälillä.

6.3.4 252-28D

Ehdotan sähkötilaan 252-28D lisättäväksi yhden ennakkohuollon sekä poistettavaksi kolme.

Sähkötilassa 252-28D on Siemensin 3AF-tyhjiökatkaisijoita. Luvussa 3.1.4 on ilmoitettu Siemensin suositus visuaaliselle tarkastukselle. Mielestäni se on järkeenkäypä ja oleellinen katkaisijan pitkän toimintaiän jatkamiseksi. Tämän johdosta ehdotan sähkötilaan RAU1-252-28D lisättäväksi jokavuotisen visuaalinen tarkastus - ennakkohuollon.

Kenno 16:ssa on katkaisijan määräaikaahuolto (RAU1-056754) kymmenen vuoden välein. Katkaisija ollut kompensoinnin 7-yliaaltojen poiston kondensaattorien pääkatkaisijana. Muutama vuosi sitten tuhoutuivat kuristimet ja kondensaattorit suojarlevian takia. Tuhoutuneita kohteita ei korjattu, joten katkaisijalle ei ole enää käyttöä. Sen perusteella ehdotan tämän ennakkohuollon poistoa.

Kenno 16 B:ssa on katkaisijan määräaikaahuolto (RAU1-062397) kymmenen vuoden välein. Katkaisija ollut kompensoinnin 7-yliaaltojen poiston kondensaattorien vaimennuspiirikatkaisijana. Muutama vuosi sitten tuhoutuivat kuristimet ja kondensaattorit suojarlevian takia. Tuhoutuneita kohteita ei korjattu, joten katkaisijalle ei ole enää käyttöä. Sen perusteella ehdotan tämän ennakkohuollon poistoa.

Kenno 16 C:ssa on katkaisijan määräaikaahuolto (RAU1-062398) kymmenen vuoden välein. Katkaisija ollut kompensoinnin 7-yliaaltojen poiston kondensaattorien pääpiirikatkaisijana. Muutama vuosi sitten tuhoutuivat kuristimet ja kondensaattorit suojarlevian takia. Tuhoutuneita kohteita ei korjattu, joten katkaisijalle ei ole enää käyttöä. Sen perusteella ehdotan tämän ennakkohuollon poistoa.

6.3.5 252-9D

Ehdotan sähkötilaan RAU1-252-9D sähkötilaan kaksi muutosehdotusta, neljä lisäys- ja poistoehdotusta ennakkohuoltoihin.

Kenno 23:ssa on Sprecher Energien vähäöljykatkaisija, nimellisvirraltaan 1600A ja tähän on kohdistettu katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056547) neljän vuoden välein. Luvussa 3.1.2 tarkastellaan tämän katkaisijatyypin laitevalmistajan antamia huoltosuosituksia. Katkaisijan ulkopuolinen kunto ja tarkastus mukaan lukien öljymäärän tarkastus tulee tarkastettu jokavuotisessa visuaalisessa tarkastus - ennakkohuollossa. Jos näissä havaitaan jotain puutteita, voidaan määräaikaishuoltoa aikaistaa. Katkaisija on moottorilähtökatkaisija, joten katkaisukertoja voi kertyä useita. Katkaisija ohjaa lähtöä – HIOKE-REJEKTIJAUHIN 151-24402/1.

Neljän vuoden välein teettämä määräaikaishuolto on mielestäni turhan tiheä ja tästä koituu pitkässä aikavälissä vain ylimääräisiä kustannuksia. Vastaavissa katkaisijoissa on moottorilähdöissä käytetty viisi vuotta määräaikaishuollon syklinä, minkä on todettu olevan toimiva ratkaisu, sillä katkaisijat ovat toimineet moitteettomasti. Tämän seurauksena ehdotan kyseisen määräaikaishuollon sykliväliä muutettavaksi neljästä vuodesta viiteen vuoteen.

Kenno 16:ssa on Sprecher Energien vähäöljykatkaisija, nimellisvirraltaan 1600A ja tähän on kohdistettu katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056542) viiden vuoden välein. Luvussa 3.1.2 tarkastellaan tämän katkaisijatyypin laitevalmistajan antamia huoltosuosituksia. Katkaisijan ulkopuolinen kunto ja tarkastus mukaan lukien öljymäärän tarkastus tulee tarkastettu joka vuotuisessa visuaalisessa tarkastus - ennakkohuollossa. Jos näissä havaitaan jotain puutteita, voidaan määräaikaishuoltoa aikaistaa. Katkaisija on varalla, joten katkaisukertoja ei kerry.

Viiden vuoden välein teettämä määräaikaishuolto on mielestäni aivan turhan tiheä, koska katkaisijalle ei kerry katkaisuja. Kuitenkin jos ilmaantuu vikatilanteita tai muita poikkeavia tapahtumia, minkä johdosta vara-katkaisijaa tarvitaan, olisi suotavaa, että katkaisijalle olisi kumminkin kohdistettu määräaikaishuoltoja. Tällä varmistettaisiin se, että katkaisija on luotettavassa toimintakyvyssä eikä esimerkiksi ole silloin

jumissa, kun sitä tarvitaan. Tämän vuoksi ehdotan viiden vuoden huoltosyklin kasvattamista kymmeneen vuoteen.

Kenno kuudessa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056648) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä ja samalla TMP- linjat 1 ja 2 poistuttua, kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – TMP-JAUHIN 151-24504/1. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 18:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056544) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä ja samalla TMP- linjat 1 ja 2 poistuttua, kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – HIOMO 1 REJEKTIJAUHIN 2 151-24406. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 21:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056545) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä ja samalla TMP- linjat 1 ja 2 poistuttua, kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – VARA REJEKTIJAUHIN 151-24403/1. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno 22:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056546) viiden vuoden välein. PK3:n poistuttua käytöstä ja samalla TMP- linjat 1 ja 2 poistuttua, kyseisellä katkaisijalla ei ole käyttöä. Katkaisijalla on ohjattu lähtöä – TMP-REJEKTIJAUHIN 151-24401/1. Ehdotan tämän ennakkohuoltosuunnitelman poistoa.

Kenno yhdessä on Brown Boverin paineilmakatkaisija, johon on kohdistettu entuudestaan viiden vuoden välein tehtävä tarkastushuolto. Luvussa 3.1.1 käsitellään laitevalmistajan suositukset ja ehdotukset huoltoon nähden. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – HIOMAKONE 4.

Nämä katkaisijat ovat entuudestaan aiheuttaneet tehtaalla jumiutumisia, minkä seurauksena tämän tyyppisiin katkaisijoihin on kohdistettu viiden vuoden välein tehtäväksi tarkastushuolto ja 15 vuoden välein täyshuolto. Tällä katkaisijalla kumminkaan ei ole täyshuoltoa. Ehdotan katkaisijalle lisättäväksi 15 vuoden välein tehtäväksi kat-

kaisijan täyshuolto, ts. joka kolmas ennakkohuolto olisi täyshuolto. Näin voitaisiin varmistaa suuremmalla todennäköisyydellä katkaisijan toimivuus tulevaisuudessa.

Kenno kahdessa on Brown Boverin paineilmakatkaisija. Luvussa 3.1.1 käsitellään laitevalmistajan suositukset ja ehdotukset huoltoon nähden. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – HIOMAKONE 5.

Nämä katkaisijat ovat entuudestaan aiheuttaneet tehtaalla jumiutumisia, minkä seurauksena tämän tyyppisiin katkaisijoihin on kohdistettu viiden vuoden välein tehtäväksi tarkastushuolto ja 15 vuoden välein täyshuolto. Tällä katkaisijalla kumminkaan ei ole tarkastus- tai täyshuoltoa. Ehdotan katkaisijalle lisättäväksi viiden vuoden välein tehtäväksi katkaisijan tarkastushuolto sekä 15 vuoden välein tehtäväksi täyshuolto, ts. joka kolmas ennakkohuolto olisi täyshuolto. Näin voitaisiin varmistaa suuremmalla todennäköisyydellä katkaisijan toimivuus ja taata pitkä toimintaikä myös tulevaisuudessa.

Kenno viidessä on Brown Boverin paineilmakatkaisija ja tähän on kohdistettu entuudestaan viiden vuoden välein tehtävä tarkastushuolto (RAU1-056642). Luvussa 3.1.1 käsitellään laitevalmistajan suositukset ja ehdotukset huoltoon nähden. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – HIOKE-REJEKTIJAUHIN 151-24405.

Nämä katkaisijat ovat entuudestaan aiheuttaneet tehtaalla jumiutumisia, minkä seurauksena tämän tyyppisiin katkaisijoihin on kohdistettu viiden vuoden välein tehtäväksi tarkastushuolto ja 15 vuoden välein täyshuolto. Tällä katkaisijalla kumminkaan ei ole täyshuoltoa. Ehdotan katkaisijalle lisättäväksi 15 vuoden välein tehtäväksi katkaisijan täyshuolto, ts. joka kolmas ennakkohuolto olisi täyshuolto. Näin voitaisiin varmistaa suuremmalla todennäköisyydellä katkaisijan toimivuus ja taata pitkä toimintaikä myös tulevaisuudessa.

6.4 Katkaisijoiden muutosehdotukset, kojeistot PK1

Tässä luvussa kerrotaan, mitä muutos-, poisto- ja lisäysehdoituksia on saatu aikaan PK1 -kojeistoille. Sähkötiloja on yhteensä näissä kohteissa kuusi kappaletta, joissa on kuuden tai kymmenen kilovoltin laitteistoja ja vaativat päivitystä ennakkohuoltojen osalta, pois lukein sähkötilojen 252-7D sekä 252-10D kojeistot, minkä ennakkohuollot ovat mielestäni kunnossa. Jokainen sähkötila mikä vaatii toimenpiteitä, käsitellään erikseen, jolloin saadaan toteutettua selkeä ja helppolukuinen työ mahdollisia jatkotoimenpiteitä varten.

Tekstissä ilmoitettu suluissa esim. (RAU1-*****) tai (*****), ovat huolto-suunnitelma numeroita, joita käsitellään tekstissä. Tähdet kuvastavat numeroita.

6.4.1 252-5D

Ehdotan sähkötilaan 252-5D lisättäväksi kolme ennakkohuoltoa.

Kenno 21:ssa on Brown Boverin paineilmakatkaisija, ja tähän on kohdistettu entuudestaan viiden vuoden välein tehtävä tarkastushuolto. Luvussa 3.1.1 käsitellään laitevalmistajan suositukset ja ehdotukset huoltoon nähden. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – HIOMAKONE 3.

Nämä katkaisijat ovat entuudestaan aiheuttaneet tehtaalla jumiutumisia, minkä seurauksena tämän tyyppisiin katkaisijoihin on kohdistettu viiden vuoden välein tehtäväksi tarkastushuolto ja 15 vuoden välein täyshuolto. Tällä katkaisijalla kumminkaan ei ole täyshuoltoa. Ehdotan katkaisijalle lisättäväksi 15 vuoden välein tehtäväksi katkaisijan täyshuolto ts. joka kolmas ennakkohuolto olisi täyshuolto. Näin voitaisiin varmistaa suuremmalla todennäköisyydellä katkaisijan toimivuus tulevaisuudessa.

Kenno 22:ssa on Brown Boverin paineilmakatkaisija, ja tähän on kohdistettu entuudestaan viiden vuoden välein tehtävä tarkastushuolto. Luvussa 3.1.1 käsitellään laitevalmistajan suositukset ja ehdotukset huoltoon nähden. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – HIOMAKONE 2.

Nämä katkaisijat ovat entuudestaan aiheuttaneet tehtaalla jumiutumisia, minkä seurauksena tämän tyyppisiin katkaisijoihin on kohdistettu viiden vuoden välein tehtäväksi tarkastushuolto ja 15 vuoden välein täyshuolto. Tällä katkaisijalla kumminkaan ei ole täyshuoltoa. Ehdotan katkaisijalle lisättäväksi 15 vuoden välein tehtäväksi katkaisijan täyshuolto ts. joka kolmas ennakkohuolto olisi täyshuolto. Näin voitaisiin varmistaa suuremmalla todennäköisyydellä katkaisijan toimivuus tulevaisuudessa.

Kenno 23:ssa on Brown Boverin paineilmakatkaisija, ja tähän on kohdistettu entuudestaan viiden vuoden välein tehtävä tarkastushuolto. Luvussa 3.1.1 käsitellään laitevalmistajan suositukset ja ehdotukset huoltoon nähden. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – HIOMAKONE 1.

Nämä katkaisijat ovat entuudestaan aiheuttaneet tehtaalla jumiutumisia, minkä seurauksena tämän tyyppisiin katkaisijoihin on kohdistettu viiden vuoden välein tehtäväksi tarkastushuolto ja 15 vuoden välein täyshuolto. Tällä katkaisijalla kumminkaan ei ole täyshuoltoa. Ehdotan katkaisijalle lisättäväksi 15 vuoden välein tehtäväksi katkaisijan täyshuolto, ts. joka kolmas ennakkohuolto olisi täyshuolto. Näin voitaisiin varmistaa suuremmalla todennäköisyydellä katkaisijan toimivuus tulevaisuudessa.

6.4.2 252-6D

Ehdotan sähkötilaan 252-6D lisättäväksi kaksi ennakkohuoltoa.

Kenno 15:ssa on Brown Boverin SBK-vähäöljykatkaisija. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – KOJEISTOON 11D16. Katkaisijan käyttökohteen ottaen huomioon katkaisijalle ei kerry monia laukaisukertoja vuodessa. Luvussa 3.1.2 käydään läpi laitevalmistajan antamat suositukset tarkastuksille ja huolloille.

Katkaisijan ulkopuolinen kunto ja öljymäärä tulee tarkastettu visuaalisessa tarkastus ennakkohuollossa. Jos tässä havaitaan mm. puutteita tai öljyvuotoja, huoltoa aikaiste-

taan. Katkaisija on syöttökatkaisija, joten katkaisukertoja ei tule monia. Katkaisijalle on kertynyt jo ikää, jumiutumisen ja osien rikkoutumisen välttämiseksi, ehdotan tälle katkaisijalle katkaisijan määräaikaishuollon lisäämistä kymmenen vuoden sykliajalla.

Kenno 30:ssa on Brown Boverin SBK-vähäöljykatkaisija. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – KOJEISTOON 7D27. Katkaisijan käyttökohteen ottaen huomioon katkaisijalle ei kerry monia laukaisukertoja vuodessa. Luvussa 3.1.2 käydään läpi laitevalmistajan antamat suositukset tarkastuksille ja huolloille.

Katkaisijan ulkopuolinen kunto ja öljymäärä tulee tarkastettua visuaalisessa tarkastus ennakkohuollossa. Jos tässä havaitaan mm. puutteita tai öljyvuotoja, huoltoa aikaistetaan. Katkaisija on syöttökatkaisija, joten katkaisukertoja ei tule monia. Katkaisijalle on kertynyt jo ikää, jumiutumisen ja osien rikkoutumisen välttämiseksi, ehdotan tälle katkaisijalle katkaisijan määräaikaishuollon lisäämistä kymmenen vuoden sykliajalla.

6.4.3 252-8D

Ehdotan sähkötilaan 252-8D lisättäväksi yhden ennakkohuollon.

Kenno kolmessa on Strömbergin OSAP vähäöljykatkaisija, ja tähän ei ole kohdistettu katkaisijan määräaikaishuoltoa. Lähtönä ilmoitetaan – VARA. Luvussa 3.1.2 tarkastellaan tämän katkaisijatyypin laitevalmistajan antamia huoltosuosituksia. Katkaisijan ulkopuolinen kunto ja tarkastus mukaan lukien öljymäärän tarkastus tulee tarkastettua jokavuotisessa visuaalisessa tarkastus ennakkohuollossa. Jos näissä havaitaan jotain puutteita, voidaan määräaikaishuoltoa aikaistaa. Katkaisija on varalla, joten katkaisukertoja ei kerry.

Kuitenkin jos ilmaantuu vikatilanteita tai muita poikkeavia tapahtumia, minkä johdosta vara-katkaisijaa tarvitaan, olisi suotavaa, että katkaisijalle olisi kumminkin kohdistettu määräaikaishuoltoja. Tällä varmistettaisiin se, että katkaisija on luotettavassa toimintakyvyssä eikä esimerkiksi ole silloin jumissa, kun sitä tarvitaan. Tämän

johdosta ehdotan katkaisijalle lisättäväksi katkaisijan määräaikaishuollon tehtäväksi kymmenen vuoden välein.

6.4.4 252-23D

Ehdotan sähkötilaan RAU1-252-23D sähkötilaan viisi lisäys- ja kaksi poistoehdotusta ennakkohuoltoihin.

Kohteessa 23D11/7E1.A5:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto -ennakkohuolto (RAU1-056614) viiden vuoden välein tehtävänä. Tällä katkaisijalla ohjattu lähtöä – HIOMAKONE 7 (TÄMÄ KATKAISIJA EI KÄYTÖSSÄ).

Niin kuin lähdön nimestäkin voi lukea, katkaisija ei ole käytössä. Tämä katkaisija poistettu käytöstä, kun 7-linjan moottori uusittu. Ollut nyt poistetun käynnistysmuuntajan apu- tai nollapistekatkaisijana. Tämän perusteella ehdotan tämän ennakkohuollon poistamista.

Kohteessa 23D11/7E2.A4:ssa on katkaisijan määräaikaishuolto ennakkohuolto (RAU1-056615) viiden vuoden välein tehtävänä. Tällä katkaisijalla ohjattu lähtöä – HIOMAKONE 7 (TÄMÄ KATKAISIJA EI KÄYTÖSSÄ).

Niin kuin lähdön nimestäkin voi lukea, katkaisija ei ole käytössä. Tämä katkaisija poistettu käytöstä, kun 7-linjan moottori uusittu. Ollut nyt poistetun käynnistysmuuntajan apu- tai nollapistekatkaisijana. Tämän perusteella ehdotan tämän ennakkohuollon poistamista.

Kenno kahdessa on Sprecher Energien vähäöljykatkaisija, nimellisvirraltaan 2500A. Luvussa 3.1.2 tarkastellaan tämän katkaisijatyypin laitevalmistajan antamia huoltosuosituksia. Katkaisijan ulkopuolinen kunto ja tarkastus mukaan lukien öljymäärän tarkastus tulee tarkastettu jokavuotisessa visuaalisessa tarkastus ennakkohuollossa. Jos näissä havaitaan jotain puutteita, voidaan määräaikaishuoltoa aikaistaa. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – SYÖTTÖ M4:LTÄ. Katkaisijan käyttökohteesta johtuen, katkaisijaan ei kohdistu monia auki-kiinni-ohjauksia vuodessa.

Viiden vuoden välein teettämä määräaikaishuolto on mielestäni turhan tiheä, koska katkaisijalle ei kerry katkaisuja kuin aivan muutamia. Kymmenen vuoden välein tehtävä määräaikaishuolto olisi mielestäni sopiva, mm. sen takia koska tämän tyyllisissä katkaisija kohteissa voidaan havaita jumittumisia, koska laukaisuja ei tule monia. Ottaen huomioon laitevalmistajan suositukset ja katkaisijan käyttökohteen ja olosuhteet, ehdotan lisättäväksi katkaisijalle määräaikaishuollon tehtäväksi kymmenen vuoden sykli-ajalla. Näin varmistettaisiin katkaisijalle huomattavasti luotettavampi toiminta vuodesta toiseen kuin tällä hetkellä.

Kenno neljässä, tarkemmin 23D04.Q0/1 on Sprecher Energien vähäöljykatkaisija, nimellisvirraltaan 1600A ja tähän ei ole kohdistettu katkaisijan määräaikaishuoltoa. Lähtönä ilmoitetaan – VARA. Luvussa 3.1.2 tarkastellaan tämän katkaisijatyypin laitevalmistajan antamia huoltosuosituksia. Katkaisijan ulkopuolinen kunto ja tarkastus mukaan lukien öljymäärän tarkastus tulee tarkastettu jokavuotisessa visuaalisessa tarkastus ennakkohuollossa. Jos näissä havaitaan jotain puutteita, voidaan määräaikaishuoltoa aikaistaa. Katkaisija on varalla, joten katkaisukertoja ei kerry.

Kuitenkin jos ilmaantuu vikatilanteita tai muita poikkeavia tapahtumia, minkä johdosta vara-katkaisijaa tarvitaan, olisi suotavaa että katkaisijalle olisi kumminkin kohdistettu määräaikaishuoltoja. Tällä varmistettaisiin se, että katkaisija on luotettavassa toimintakyvyssä eikä esimerkiksi ole silloin jumissa kun sitä tarvitaan. Tämän johdosta ehdotan katkaisijalle lisättäväksi katkaisijan määräaikaishuollon tehtäväksi kymmenen vuoden välein.

Kenno neljässä, tarkemmin 23D04.Q0/2 on Sprecher Energien vähäöljykatkaisija, nimellisvirraltaan 1600A ja tähän ei ole kohdistettu katkaisijan määräaikaishuoltoa. Lähtönä ilmoitetaan – VARA (APUKATKAISIJA). Luvussa 3.1.2 tarkastellaan tämän katkaisijatyypin laitevalmistajan antamia huoltosuosituksia. Katkaisijan ulkopuolinen kunto ja tarkastus mukaan lukien öljymäärän tarkastus tulee tarkastettu jokavuotisessa visuaalisessa tarkastus ennakkohuollossa. Jos näissä havaitaan jotain puutteita, voidaan määräaikaishuoltoa aikaistaa. Katkaisija on varalla, joten katkaisukertoja ei kerry.

Kuitenkin jos ilmaantuu vikatilanteita tai muita poikkeavia tapahtumia, minkä johdosta vara-katkaisijaa tarvitaan, olisi suotavaa, että katkaisijalle olisi kumminkin kohdistettu määräaikaishuoltoja. Tällä varmistettaisiin se, että katkaisija on luotettavassa toimintakyvyssä eikä esimerkiksi ole silloin jumissa kun sitä tarvitaan. Tämän johdosta ehdotan katkaisijalle lisättäväksi katkaisijan määräaikaishuollon tehtäväksi kymmenen vuoden välein.

Kenno neljässä, tarkemmin 23D04.Q0/3 on ABB:n OSAN- vähäöljykatkaisija ja tähän ei ole kohdistettu katkaisijan määräaikaishuoltoja. Lähtönä ilmoitetaan – VARA (0-PISTEKATKAISIJA). Luvussa 3.1.2 tarkastellaan tämän katkaisijatyypin laitevalmistajan antamia huoltosuosituksia. Katkaisijan ulkopuolinen kunto ja tarkastus mukaan lukien öljymäärän tarkastus tulee tarkastettu joka vuotuisessa visuaalisessa tarkastus ennakkohuollossa. Jos näissä havaitaan jotain puutteita, voidaan määräaikaishuoltoja aikaistaa. Katkaisija on varalla, joten katkaisukertoja ei kerry.

Kuitenkin jos ilmaantuu vikatilanteita tai muita poikkeavia tapahtumia, minkä johdosta vara-katkaisijaa tarvitaan, olisi suotavaa että katkaisijalle olisi kumminkin kohdistettu määräaikaishuoltoja. Tällä varmistettaisiin se, että katkaisija on luotettavassa toimintakyvyssä eikä esimerkiksi ole silloin jumissa kun sitä tarvitaan. Tämän johdosta ehdotan katkaisijalle lisättäväksi katkaisijan määräaikaishuollon tehtäväksi kymmenen vuoden välein.

Kenno viidessä, tarkemmin 23D05.Q0/1 on Sprecher Energien vähäöljykatkaisija, nimellisvirraltaan 1600A ja tähän ei ole kohdistettu katkaisijan määräaikaishuoltoja. Lähtönä ilmoitetaan – VARAYHTEYS 23D05-6D31. Luvussa 3.1.2 tarkastellaan tämän katkaisijatyypin laitevalmistajan antamia huoltosuosituksia. Katkaisijan ulkopuolinen kunto ja tarkastus mukaan lukien öljymäärän tarkastus tulee tarkastettu jokavuotisessa visuaalisessa tarkastus ennakkohuollossa. Jos näissä havaitaan jotain puutteita, voidaan määräaikaishuoltoja aikaistaa. Katkaisijalla ohjataan varayhteyttä, joten katkaisukertoja ei kerry monia vuosittain, alle kymmenen.

Kuitenkin jos ilmaantuu vikatilanteita tai muita poikkeavia tapahtumia, minkä johdosta varayhteys-katkaisijaa tarvitaan, olisi suotavaa että katkaisijalle olisi kumminkin kohdistettu määräaikaishuoltoja. Tällä varmistettaisiin se, että katkaisija on luotettavassa toimintakyvyssä eikä esimerkiksi ole silloin jumissa kun sitä tarvitaan. Tämän johdosta ehdotan katkaisijalle lisättäväksi katkaisijan määräaikaishuollon tehtäväksi kymmenen vuoden välein.

tettavassa toimintakyvyssä eikä esimerkiksi ole silloin jumissa kun sitä tarvitaan. Tämän johdosta ehdotan katkaisijalle lisättäväksi katkaisijan määräaikaishuollon tehtäväksi kymmenen vuoden välein.

6.5 Katkaisijoiden muutosehdotukset, kojeistot RAVO

Tässä luvussa kerrotaan, mitä muutos-, poisto- ja lisäysehdotuksia on saatu aikaan RAVO:n -kojeistoille. Sähkötiloja on yhteensä tässä kohteessa viisi kappaletta, joissa on kuuden tai kymmenen kilovoltin laitteistoja ja vaativat päivitystä ennakkohuoltojen osalta, pois lukien sähkötilan 252-15D kojeistot, minkä ennakkohuollot ovat mielestäni kunnossa. Jokainen sähkötila mikä vaatii toimenpiteitä, käsitellään erikseen, jolloin saadaan toteutettua selkeä ja helppolukuinen työ mahdollisia jatkotoimenpiteitä varten.

Tekstissä ilmoitettu suluissa esim. (RAU1-*****) tai (*****), ovat huolto-suunnitelma numeroita, joita käsitellään tekstissä. Tähdet kuvastavat numeroita.

6.5.1 252-1D

Ehdotan sähkötilaan RAU1-252-1D yhden ennakkohuollon lisäystä.

Sähkötilassa 252-1D on Siemensin 3AF-tyhjiökatkaisijoita. Luvussa 3.1.4 on ilmoitettu Siemensin suositus visuaaliselle tarkastukselle. Mielestäni se on järkeenkäypä ja oleellinen katkaisijan pitkän toimintaiän jatkamiseksi. Tämän johdosta ehdotan sähkötilaan RAU1-252-1D lisättäväksi jokavuotinen visuaalinen tarkastus ennakkohuollon.

6.5.2 252-2D

Ehdotan sähkötilaan 252-2D lisättäväksi yhden ja poistettavaksi yhden ennakkohuollon.

Sähkötilassa 252-2D on ABB:n HPA SF6-katkaisijoita sekä HD4-katkaisijoita. Luvussa 3.1.3 käydään läpi HPA SF6-katkaisijan laitevalmistajan antamat suositukset tarkistuksille ja huolloille ja luvussa 3.1.4 käydään HD4-tyhjiökatkaisijan laitevalmistajan antamat suositukset tarkistuksille ja huolloille.

Visuaalisella tarkastuksella saisi poistettu vaaratekijöitä, mm. liiallinen pöly. Liiallinen pöly taas voi aiheuttaa jumiutumisia ja ylikuumentumista. Visuaalisella tarkastuksella pystyisi pitämään kojeistot puhtaina ja havaitsemaan, jos katkaisijassa näkyy silmämääräisesti puutteita. Varmistamalla katkaisijoiden pitkän toimintaiän ehdotan sähkötilaan 252-2D lisättäväksi vuosittaisen kojeistojen visuaalinen tarkastus ennakkohuollon.

Kenno yhdeksässä on ABB:n HPA SF6-katkaisija, johon on kohdistettu kaksi katkaisijan määräaikaishuoltoa, (500000023652) viiden vuoden välein ja (RAU1-056570) kymmenen vuoden välein. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – JAKELUMUUNTAJA T13/6102X. Luvussa 3.1.3 mainitaan laitevalmistajan antamat suositukset huolloille ja tarkastuksille.

Katkaisijan ollessa muuntajalähtönä katkaisukertoja ei ilmaannu monia vuosittain, kymmenessä vuodessa alle 5 000. Näin ollen mielestäni viiden vuoden välein tehtävä määräaikaishuolto on turhan tiheä. Kymmenen vuoden välein tehtävä määräaikaishuolto on normaali toimenpide tämän tyyllisissä käyttökohteissa. Näin varmistettaisiin, että katkaisuajat pysyvät kunnossa ja jumiutumisia ei syntyisi. Tämän johdosta ehdotan viiden vuoden välein tehtävää katkaisijan määräaikaishuollon poistamista.

6.5.3 252-3D

Ehdotan sähkötilaan 252-3D lisättäväksi yhden ennakkohuollon.

3D sähkötilassa on Siemensin 3AK-tyhjiökatkaisijoita. Luvussa 3.2.1 mainitaan laitevalmistajan suositukset tarkastuksille ja huolloille. Visuaalisen tarkastuksen yksi tärkeimmistä asioista on kojeistojen pitäminen puhtaana pölystä ja liasta sekä havaita jos laitteisto on rikkoontunut tai rikkoontumassa. Lisäämällä tähän sähkötilaan vuosittainen kojeistojen visuaalinen tarkastus, kasvattaisimme katkaisijoiden toimintavarmuutta. Ehdotan sähkötilaan RAU1-252-3D sähkötilaan lisättäväksi kojeistojen visuaalinen tarkastus ennakkohuollon vuosittaisella syklivälillä.

6.5.4 252-14D

Ehdotan sähkötilaan 252-14D lisättäväksi yhden ennakkohuollon.

Kenno kolmessa ei ole katkaisijaa, ja kenno kuitenkin omaa katkaisijan määräaikaishuollon (RAU1-056409), joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. SAP-järjestelmä ei myöskään näytä että kohteessa pitäisi olla katkaisija. Kohteessa on luultavasti ollut katkaisija, millä ohjattu lähtöä – JAKELUKOJEISTO 15D09. Koska tällä hetkellä kennossa ei ole katkaisijaa, ja katkaisijan määräaikaishuolto kohdistuu tyhjään kennoon, ehdotan tämän ennakkohuollon poistoa.

6.6 Katkaisijoiden muutosehdotukset, kojeistot MUU TEHDASALUE

Tässä luvussa kerrotaan, mitä muutos-, poisto- ja lisäysehdoituksia on saatu aikaan MUU TEHDASALUE -kojeistoille. Sähkötiloja on yhteensä näissä kohteissa seitsemän kappaletta joissa on kuuden tai kymmenen kilovoltin laitteistoja ja vaativat päivitystä ennakkohuoltojen osalta, pois lukein sähkötilojen 252-19D, 252-24D, 252-29D sekä 252-30D kojeistot, minkä ennakkohuollot ovat mielestäni kunnossa.. Jokainen sähkötila mikä vaatii toimenpiteitä, käsitellään erikseen, jolloin saadaan toteutettua selkeä ja helppolukuinen työ mahdollisia jatkotoimenpiteitä varten.

Tekstissä ilmoitettu suluissa esim. (RAU1-*****) tai (*****), ovat huolto-suunnitelma numeroita, joita käsitellään tekstissä. Tähdet kuvastavat numeroita.

6.6.1 252-20D

Ehdotan sähkötilaan 252-20D yhden ennakkohuollon lisäystä.

Sähkötilassa 252-20D on ABB:n HPA SF6-katkaisijoita sekä VD4-katkaisija. Luvussa 3.1.3 käydään läpi HPA SF6-katkaisijan laitevalmistajan antamat suositukset tarkistuksille ja huolloille ja luvussa 3.1.4 käydään VD4-tyhjiökatkaisijan laitevalmistajan antamat suositukset tarkistuksille ja huolloille.

Visuaalisella tarkastuksella saisi poistettu vaaratekijöitä, mm. liiallinen pöly. Liiallinen pöly taas voi aiheuttaa jumiutumisia ja ylikuumentumista. Visuaalisella tarkastuksella pystyisi pitämään kojeistot puhtaina ja havaitsemaan, jos katkaisijassa näkyy silmämääräisesti puutteita. Varmistamalla katkaisijoiden pitkän toimintaiän ehdotan sähkötilaan 252-20D lisättäväksi vuosittaisen kojeistojen visuaalinen tarkastus ennakkohuollon.

6.6.2 252-26D

Ehdotan sähkötilaan RAU1-252-26D sähkötilaan kolme muutos- ja yhden lisäyseh-dotuksen ennakkohuoltoihin.

Kenno kuudessa on Siemensin 3AH-tyhjiökatkaisija. Tähän on kohdistettu katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056803), joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – RUMPUHAKKU 103-1314, eli ohjataan moottorilähtöä. Katkaisukertoja voi ilmaantua useita, riippuen moottorin käytöstä. Luvussa 3.1.4 käydään läpi 3AH-katkaisijan laitevalmistajan antamat suositukset huolloille ja tarkastuksille.

Koska katkaisija on moottorilähtökäytössä ja katkaisukertoja voi ilmaantua useita vuodessa, niin kymmenen vuotta on mielestäni liian harvakseltaan tehtävä huolto. Lisäksi katkaisija on jo iältään vanhahko, ja osien kuntoa ja kulumista helpompi havaita viiden vuoden välein kuin kymmenen. Osien kunnossa ja kulumisessa voi tapahtua paljon kymmenessä vuodessa, varsinkin jos katkaisijalle tulee lukuisia aukiinni-ohjauksia. Lisäksi tehtaalla on muutenkin käytetty jonkunnäköisenä ”sääntönä”, että moottorilähdöissä viisi vuotta huoltoväli. Siksi ehdotan katkaisijan määräaikaishuollon syklivälin muuttamista kymmenestä vuodesta viiteen vuoteen.

Kenno seitsemässä on Siemensin 3AH-tyhjökatkaisija. Tähän on kohdistettu katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-056800), joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – 2.HAKKU 103-1312, eli ohjataan moottorilähtöä. Katkaisukertoja voi ilmaantua useita, riippuen moottorin käytön mukaan Luvussa 3.1.4 käydään läpi 3AH-katkaisijan laitevalmistajan antamat suositukset huolloille ja tarkastuksille.

Koska katkaisija on moottorilähtökäytössä ja katkaisukertoja voi ilmaantua useita vuodessa, niin kymmenen vuotta on mielestäni liian harvakseltaan tehtävä huolto. Lisäksi katkaisija on jo iältään vanhahko, ja osien kuntoa ja kulumista helpompi havaita viiden vuoden välein kuin kymmenen. Osien kunnossa ja kulumisessa voi tapahtua paljon kymmenessä vuodessa, varsinkin jos katkaisijalle tulee lukuisia aukiinni-ohjauksia. Lisäksi tehtaalla on muutenkin käytetty jonkunnäköisenä ”sääntönä”, että moottorilähdöissä viisi vuotta huoltoväli. Siksi ehdotan katkaisijan määräaikaishuollon syklivälin muuttamista kymmenestä vuodesta viiteen vuoteen.

Kenno kymmenessä on Siemensin 3AH- tyhjökatkaisija. Tähän on kohdistettu katkaisijan määräaikaishuolto (RAU1-063745), joka suoritetaan kymmenen vuoden välein. Katkaisijalla ohjataan lähtöä – 1.HAKKU 103-1311, eli ohjataan moottorilähtöä. Katkaisukertoja voi ilmaantua useita, riippuen moottorin käytöstä. Luvussa 3.1.4 käydään läpi 3AH-katkaisijan laitevalmistajan antamat suositukset huolloille ja tarkastuksille.

Koska katkaisija on moottorilähtö käytössä ja katkaisu kertoja voi ilmaantua useita vuodessa, niin kymmenen vuotta on mielestäni liian harvakseltaan tehtävä huolto.

Lisäksi katkaisija on jo iältään vanhahko, ja osien kuntoa ja kulumista helpompi havaita viiden vuoden välein kuin kymmenen. Osien kunnossa ja kulumisessa voi tapahtua paljon kymmenessä vuodessa, varsinkin jos katkaisijalle tulee lukuisia aukiinni ohjauksia. Lisäksi tehtaalla on muutenkin käytetty jonkunnäköisenä ”sääntönä”, että moottorilähdöissä viisi vuotta huoltoväli. Siksi ehdotan katkaisijan määräaikaishuollon sykliä muuttamista kymmenestä vuodesta viiteen vuoteen.

Sähkötilassa 252-26D on Siemensin 3AF-tyhjiökatkaisijoita. Luvussa 3.1.4 on ilmoitettu Siemensin suositus visuaaliselle tarkastukselle. Mielestäni se on järkeenkäypä ja oleellinen katkaisijan pitkän toimintaiän jatkamiseksi. Tämän johdosta ehdotan sähkötilaan RAU1-252-26D lisättäväksi jokavuotinen visuaalinen tarkastus -ennakkohuollon.

6.6.3 252-27D

Ehdotan sähkötilaan 252-27D lisättäväksi yhden ennakkohuollon.

Sähkötilassa 252-27D on ABB:n HPA SF6-katkaisijoita. Luvussa 3.1.3 käydään läpi HPA SF6-katkaisijan laitevalmistajan antamat suositukset tarkistuksille ja huolloille.

Laitevalmistaja ei mainitse käyttöohjeessa mitään visuaalisesta tarkastuksesta, mutta mielestäni se on vaivaansa nähden tarpeellinen. Visuaalisella tarkastuksella saisi poistettua vaaratekijöitä, mm. liiallinen pöly. Liiallinen pöly taas voi aiheuttaa jumiumismia ja ylikuumentumista. Visuaalisella tarkastuksella pystyisi pitämään kojeistot puhtaina ja havaitsemaan, jos katkaisijassa näkyy silmämääräisesti puutteita. Varmistamalla katkaisijoiden pitkän toimintaiän ehdotan sähkötilaan 252-27D lisättäväksi vuosittaisen kojeistojen visuaalinen tarkastus -ennakkohuollon.

7 YHTEENVETO

Lopputuloksena on saatu Rauman tehtaan 6 kV:n ja 10 kV:n kaikille kojeistoille yhtenäinen ennakkohuoltosuunnitelma. Pääsääntöisesti moottorilähtökäytössä huoltovä-

li on viisi vuotta ja muuntajalähtökäytössä kymmenen vuotta. Muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta, missä on jouduttu muuttamaan tätä toimintatapaa vikojen ilmaantua. Ei ole enää epämääräisiä kolmen tai neljän vuoden välein tehtäviä huoltovälejä. Tietyn merkkiset katkaisijat, tietyssä käyttökohteessa omaavat samat huoltovälit.

Suojareiden suhteen on karkeasti laitettu kaksi vuotta koestusväliksi, jos suojarele on sähkömekaanisesti toimiva ja eikä ilmoita viasta itsenäisesti. Tehtaan uusille suojareleille, jotka vahtivat itse itsestään ja ilmoittavat mahdollisesta viastaan, koestusväliksi olen asettanut viisi vuotta. TVOC valokaarireleille on käyttöohjeiden suositusten mukaisesti valittu kaksi vuotta koestusväliksi.

Työssä ehdotan jokaiseen 6 kV:n ja 10 kV:n sähkötiloihin visuaalisen tarkastus – ennakkohuollon lisäämistä. Yli puolet sähkötiloista omaavat tämän ennakkohuollon jo entuudestaan. Huoltovälinä tähän on asetettu yksi vuosi. Ennakkohuolto ei ole mielestäni välttämätön, sillä sähkötiloihin kohdistuu visuaalinen tarkastus lähes päivittäin, nimittäin sähköalan työntekijöitä kulkee näissä sähkötiloissa usein.

Kuitenkin on mielestäni paljon selvempää, että jokainen sähkötila on tasavertainen tämän ennakkohuollon suhteen, eli jokainen sähkötila omaa tämän ennakkohuollon tai sitten ei yksikään. Tässä tapauksessa tein ratkaisun ja ehdotin lisättäväksi jokaiseen sähkötilaan tämän ennakkohuollon.

LÄHTEET

UPM Vuosikertomus 2015. 2016. Viitattu 17.03.2016

<http://user-fudicvo.cld.bz/UPM-vuosikertomus-2015>

Rauman tehtaan intranet www-sivut. Viitattu 17.03.2016. <https://intranet.upm.com>

Sähkökoneet, osa 2. Viitattu 01.04.2016.

http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/10sahkokoneet_2osa.pdf

Paineilmakatkaisijat DB ja DBG Asennus- ja käyttöohje AG9 210 Fi, Suomensos
Brown Boverin käyttöohjeesta AG 90210 D

Ahonen, M. Paineilmakatkaisijoista. Vastaanottaja: lauri.friberg@upm.com Lähetetty 3.3.2016 klo 15:07. Viitattu 23.3.2016

SAP: in www-sivut. Viitattu 05.04.2016.

<http://go.sap.com/finland/solution/industry/mill-products.html>

Brown Bover. 1968. Brown Boveri ASENNUKSEKKA JA KÄYTTÖOHJE Vähäöljykatkaisijoille AG 90234 Fi

Siemens. 2003. Keskiännitekojeisto KÄYTTÖOHJE tilausnumero 767-2057.9 Versio 02.

Siemens. 1991. Vacuum Circuit-Breaker 3AF Operating Instructions Order-No. SW 8516e

Siemens. 1990. Vacuum Circuit-Breaker 3AH 7.2kV to 24 kV Operating Instructions Order-No. 9229 9656 174

Sprecher Energie. 1984. Erection and Maintenance Instructions 41.020.176 e Low oil content circuit breaker 7,2 - 24 kV

Stömberg. Vähäöljykatkaisijat OSAP 10 W ja OSAP 20 W Asennus- ja käyttöohje 34-OSAP 2D

Strömberg. 1984. OSAM, OSAN ja OSAO katkaisijoiden käsikirja 34-OSAM 10 A

ABB. 2014. VD4 Asennus- ja käyttöohjeet 12 ... 36 kV - 630 ... 3150 A - 16 ... 50kA

ABB. 2015. HD4 Installation and service instructions 12-40,5 kV - 630-3600 A - 16-50 kA

ABB:n TTTT-käsikirja 2000-07. n.d

http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/10_6_Vianilmaisimet.pdf

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot 2, verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki: Otatietao

LIITE 1

SUOJARELEIDEN ENNAKKOHUOLTOJEN MUUTOSEHDOTUS,
KOESTUSVÄLIN MUUTTAMINEN KAHDESTA VUODESTA
VIIITEEN VUOTEEN

TOIMIPAIKKA	NIMIKE
RAU1-252-15D11	RELE VAMP 255-3C7AAA
RAU1-252-23D05.K1	RELE VAMP 255-3C7AAA
RAU1-252-15D05.F1	RELE STRÖM SPAM 150C-AA 80-265VAC/DC CON
RAU1-252-1D13.F1	RELE SIEME 7SJ6226-5EB00-3HH0 SIPROTEC
RAU1-252-23D11.K1	RELE STRÖM SPAM 150C-AA 80-265VAC/DC CON
RAU1-252-23D04.K1	RELE STRÖM SPAM 150C-AA 80-265VAC/DC CON
RAU1-252-23D02.K1	RELE SIEME 7SJ6226-5EB00-3HH0 SIPROTEC
RAU1-252-7D02.K1	RELE ABB SPAJ 141C-U 80-265VAC 3AFE 3453
RAU1-252-7D12.A01	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 1
RAU1-252-7D13.A03	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 1
RAU1-252-7D13.A04	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 1
RAU1-252-7D27.U1	RELE VAMP VAMP221-3A3AAA 40-265VAC/DC 1
RAU1-252-7D29.A01	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 1
RAU1-252-28D08.F14	RELE SIEME 7SJ55 220VDC 7SJ5501-2BC00-3B
RAU1-252-28D09.F14	RELE ABB SPAJ 141C-U 80-265VAC 3AFE 3453
RAU1-252-28D10.F14	RELE ABB SPAJ 141C-U 80-265VAC 3AFE 3454
RAU1-252-28D11.F14	RELE ABB SPAJ 141C-U 80-265VAC 3AFE 3455
RAU1-252-28D12.F14	RELE ABB SPAJ 141C-U 80-265VAC 3AFE 3456
RAU1-252-9D03.A01	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 1
RAU1-252-9D07.A01	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 2
RAU1-252-9D11.A01	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 3
RAU1-252-9D12.A01	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 4
RAU1-252-9D13.A01	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 5
RAU1-252-9D15.A01	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 6
RAU1-252-9D17.K1	RELE VAMP VAMP 255-3C7APE 40-265VAC/DC 7
RAU1-252-8D04.F4	RELE STRÖM SPAM 150C-AA 80-265VAC/DC CON

LIITE 2

SUOJARELEIDEN ENNAKKOHUOLTOJEN MUUTOSEHDOTUS,
 KOESTUSVÄLIN MUUTTAMINEN VIIDESTÄ VUODESTA
 KAHTeen VUOTEEN

TOIMIPAIKKA	NIMIKE
RAU1-252-2D04.K41	VIRRALILMAISUYKSIKKÖ ABB 1SFA663002-A 1S
RAU1-252-2D04.K42	VARTIJA ABB 1SFA663001-A
RAU1-252-2D07.K41	VIRRALILMAISUYKSIKKÖ ABB 1SFA663002-A 1S
RAU1-252-2D07.K42	VARTIJA ABB 1SFA663001-A
RAU1-252-3D03.F70	VALOKAARISUOJARELE SIEME 8AX1055
RAU1-252-3D07.F70	VALOKAARISUOJARELE SIEME 8AX1056
RAU1-252-3D07.F71	VALOKAARISUOJARELE SIEME 8AX1057
RAU1-252-3D07.F72	VALOKAARISUOJARELE SIEME 8AX1058
RAU1-252-3D13.F70	VALOKAARISUOJARELE SIEME 8AX1059
RAU1-40-8C4109.F70	VALOKAARISUOJARELE SIEME 8AX1060
RAU1-40-8C4107.F70	VALOKAARISUOJARELE SIEME 8AX1061
RAU1-40-8C4210.F70	VALOKAARISUOJARELE SIEME 8AX1062
RAU1-40-8C4310.F70	RELE SCHLE SSP-43-119 110VDC 8AX1055 PAI
RAU1-40-8C4405.F70	RELE SCHLE SSP-43-119 110VDC 8AX1055 PAI
RAU1-40-8C4503.K41	VIRRALILMAISUYKSIKKÖ ABB 1SFA663002-A 1S
RAU1-40-8C4503.K42	VARTIJA ABB 1SFA663001-A
RAU1-40-8C4501.K41	VIRRALILMAISUYKSIKKÖ ABB 1SFA663002-A 1S

LIITE 3

SUOJARELEEN ENNAKKOHUOLLON MUUTOSEHDOTUS,
KOESTUSVÄLIN MUUTTAMINEN KOLMESTA VUODESTA
KAHTEEN VUOTEEN

TOIMIPAIKKA	NIMIKE	HUOLTOSUUN. NUMERO
RAU1-40-8C4406.F70	VALOKAARISUOJARELE SIEME 8AX1055	500000002114

SUOJARELEIDEN ENNAKKOHUOLTOJEN POISTOEHDOTUS

POISTOON MENEVÄT SUOJARELE ENNAKKOHUOLLOT	
500000007346	RELEKOESTUS 10D
500000007339	RELEKOESTUS 11D
500000007354	RELEKOESTUS 12D
500000007355	RELEKOESTUS 13D
500000007335	RELEKOESTUS 14D
500000007336	RELEKOESTUS 15D
500000007327	RELEKOESTUS 1D
500000007348	RELEKOESTUS 20D
500000007349	RELEKOESTUS 22D
RAU1-037180	22D HUOLTO SUOJARELEET
500000007350	RELEKOESTUS 23D
500000007351	RELEKOESTUS 24D
500000007356	RELEKOESTUS 26D
500000007352	RELEKOESTUS 27D
500000007353	RELEKOESTUS 28D
500000007340	RELEKOESTUS 29D
500000007328	RELEKOESTUS 2D
500000007341	RELEKOESTUS 30D
500000007334	RELEKOESTUS 3D
500000007342	RELEKOESTUS 5D
RAU1-037714	5D HUOLTO SUOJARELEET
500000007343	RELEKOESTUS 6D
500000007338	RELEKOESTUS 7D
500000007344	RELEKOESTUS 8D
500000007345	RELEKOESTUS 9D
RAU1-046761	RELEKOESTUS C41
RAU1-046762	RELEKOESTUS C42
RAU1-046763	RELEKOESTUS C43
RAU1-046764	RELEKOESTUS C44
500000007357	RELEKOESTUS C45
RAU1-046765	TEHTÄVÄ TARKISTA SUOJARELEISTYS C41
RAU1-046766	TEHTÄVÄ TARKISTA SUOJARELEISTYS C42
RAU1-046767	TEHTÄVÄ TARKISTA SUOJARELEISTYS C43
RAU1-046768	TEHTÄVÄ TARKISTA SUOJARELEISTYS C44
500000002115	RAU1-APHIOMO VALOKAARIRELEEN KOESTUS (5D15.U10, kohteessa ei ole valokaarirelettä, poistoon.)