

Eerik Uusitalo

SELLUTEHTAAN SÄHKÖKESKUSTEN RELESUOJAUKSIEN
KUNTOKARTOITUS

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2015

SELLUTEHTAAN
KUNTOKARTOITUS

SÄHKÖKESKUSTEN

RELESUOJAUKSIEN

Uusitalo, Eerik
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2015
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri
Sivumäärä: 25
Liitteitä: 5

Asiasanat: relesuojaus, sähkökeskus, valokaarirele, ylivirtarele, eristystason valvontarele

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää Metsä Fibren Rauman sellutehtaan 690 VAC keskuksien relesuojauksen kunto. Lisäksi tehtiin selvitys uusista laitteista vanhojen maasulun valvontalaitteiden tilalle.

Työssä esitellään Metsä Fibren Rauman sellutehdasta ja kunnossapitoyritys Oy Botnia Mill Service Ab:tä yleisesti. Lisäksi työssä käsitellään suojarleiden toimintaa ja niiden nykyistä kuntoa. Työ sisältää myös ehdotuksia käyttövarmuuden ja turvallisuuden parantamiseen suojarleiden osalta.

CONDITION SURVEY OF MOTOR CONTROL CENTERS RELAY PROTECTION OF PULP MILL

Uusitalo, Eerik

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

December 2015

Supervisor: Pulkkinen, Petteri

Number of pages: 25

Appendices: 5

Keywords: relay protection, motor control center, arc protection relay, over current relay, ground fault monitor relay

The purpose of this thesis was to determine the condition of 690 VAC motor control centers relay protection in Metsä Fibre Rauma pulp mill. In addition to that survey was made about new equipment to replace the old ground fault monitoring equipment.

In this thesis Metsä Fibre Rauma pulp mill and Oy Botnia Mill Service Ab is presented generally. In addition protection relays functions and present condition are describe in this thesis. Thesis also includes suggestions to improve reliability and safety by protection relays.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TEHDASESITTELY.....	6
2.1	Metsä Fibren Rauman tehdas.....	6
2.2	Kunnossapitoyritys Botnia Mill Service.....	6
3	LÄHTÖKOHDAT.....	8
3.1	Työn rajaus ja tavoitteet.....	8
3.2	Alkutilanne.....	8
3.2.1	Valokaarisuojaus.....	8
3.2.2	Ylivirtasuojaus.....	9
3.2.3	Maasulun valvonta.....	9
3.3	Työn kulku.....	9
4	VALOKAARIRELEET.....	10
4.1	Toimenpiteet.....	10
4.1.1	NES 2.....	10
4.1.2	VAMP 221.....	12
4.2	Turvallisuus.....	13
5	YLIVIRTASUOJARELE.....	14
5.1	Toimenpiteet.....	14
5.2	Parannettavaa.....	16
6	MAASULUN VALVONTA.....	17
6.1	Toimenpiteet.....	17
6.2	Eristysvian paikannus.....	19
6.3	Turvallisuus ja käyttövarmuus.....	21
6.4	Eristystason valvontareleiden uusinta.....	21
7	YHTEENVETO.....	23
	LÄHTEET.....	25
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Metsä Fibren Rauman sellutehtaalla ja työn tilaaja on kunnossapitoyritys Oy Botnia Mill Service Ab.

Työn tarkoituksena on selvittää tehtaan 690 VAC keskusten ylivirtasuojien, maasulun valvontalaitteiden ja valokaarisuojien kunto ja tarkastaa toiminta. Maasulun valvontalaitteet on koettu ongelmallisimmiksi, joten työn pääpaino on näiden laitteiden kunnan ja laitekannan selvityksessä. Lisäksi tarkoituksena on tehdä selvitys uusista laitteista vanhojen maasulun valvontalaitteiden tilalle.

Opinnäytetyössä käsitellään käytössä olevien suojareleiden toimintaa yleisesti sekä niiden nykyistä kuntoa. Työstä saatujen tietojen pohjalta kunnossapito saa paremman kuvan suojareleiden nykytilasta. Näiden tietojen avulla pystytään parantamaan käyttövarmuutta ja turvallisuutta.

2 TEHDASESITTELY

2.1 Metsä Fibren Rauman tehdas

Tehdas käynnistyi vuonna 1996 ja tehtaalla on nykyään henkilöstöä 120. Rauman tehdas edustaa perusratkaisuiltaan parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa ja lukeutuu Suomen energiayliomavaraisimpiin sellutehtaisiin 146% energiaomavaraisuudella. Tuotantokapasiteetti on 650 000 tonnia ECF-valkaistua havusellua vuodessa, josta viennin osuus on noin 41%. Tehdas on erikoistunut tuottamaan pehmopaperisellua ja armeeraussellua, joka soveltuu aikakauslehtipaperin valmistukseen. (Metsä Fibre 2015)

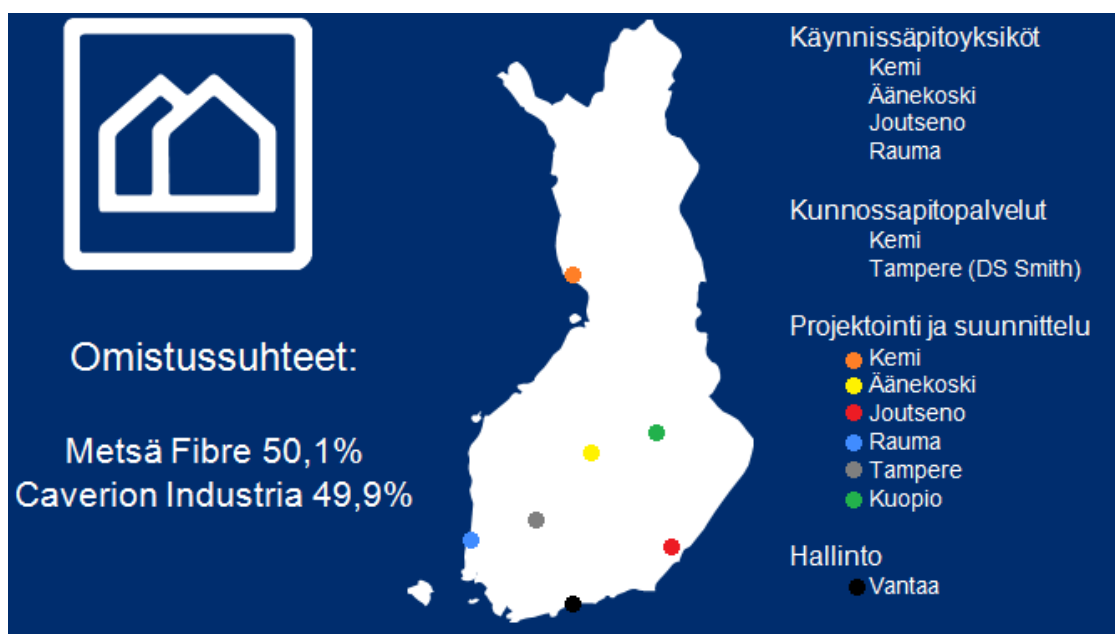


Kuva 1. Metsä Fibren tehdas Raumalla (Metsä Fibren www-sivut 2015).

2.2 Kunnossapitoyritys Botnia Mill Service

Opinnäytetyö tehtiin Oy Botnia Mill Service Ab:lle eli BMS:lle, joka vastaa tehtaalla kunnossapidosta. BMS on Metsä Fibren ja Caverion Industriian omistama kunnossapitoyritys, josta Metsä Fibre omistaa 50,1% ja Caverion Industria loput 49,9%. BMS tarjoaa kaikki metsäteollisuuden käynnissäpito-, kunnossapito- ja asennuspalvelut sekä projektointi- ja suunnittelupalvelut. BMS:n tehtävänä on tuottaa kustannustehokkaasti käyttövarmuutta sekä asiantuntijapalveluita prosessiteollisuudelle. (Botnia Mill Service 2015)

BMS aloitti toimintansa vuonna 1997, jolloin Metsä Fibre ulkoisti kunnossapitopalvelu- sekä projektointi- ja suunnittelutoimintonsa Kemissä BMS:lle. Vuoteen 2007 BMS oli laajentunut vastaamaan kaikkien Metsä Fibren Suomen tehtaiden kokonaisvaltaisesta kunnossapidosta. Vuonna 2014 BMS liikevaihto oli 56,7 M€ ja samana vuonna se työllisti 360 työntekijää. Toimipisteitä BMS:llä on Kemissä, Äänekoskella, Joutsenossa, Kuopiossa, Raumalla, Tampereella ja hallinto Vantaalla. (Botnia Mill Service 2015)



Kuva 2. Botnia Mill Servicen toimipisteet ja omistussuhteet (Botnia Mill Service 2015).

3 LÄHTÖKOHDAT

3.1 Työn rajaus ja tavoitteet

Työ päätettiin rajata koskemaan 690VAC keskuksia, joita on yhteensä 29 kappaletta ja joista kuudessa on taajuusmuuttajaohjauksia. Keskuksissa on käytössä maasta erotettu jakelujärjestelmä eli IT-järjestelmä, jota käytetään silloin kun halutaan estää tai siirtää maasulusta aiheutuvia käyttökeskeytyksiä (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2012, 66-69).

Näiden keskuksien relesuojaus oli jäänyt kunnossapidossa vähemmälle huomiolle kuin olisi ollut tarpeellista, joten suojauksen nykytilanteesta ei oltu täysin selvillä. Alkutietojen pohjalta päädyimme keskittymään eniten ongelmallisimmaksi koettuun osa-alueeseen, eli maasulun valvontaa. Työn tavoitteena oli saada selville relesuojauksen nykyinen tila. Lisäksi tavoitteena oli tehdä selvitys uusista laitteista vanhojen maasulun valvontalaitteiden tilalle.

3.2 Alkutilanne

3.2.1 Valokaarisuojaus

Valokaarisuojaus on toteutettu tehtaalla käyttäen kahta eri reletyyppiä. Vanhoja ABB Strömbergin NES 2 valokaarireleitä on 16:ssa keskuksessa. NES 2 valokaarireleet korvataan uusilla Schneider Electricin VAMP 221 valokaarireleillä. Työn aloitushetkellä valokaarisuojaus oli uusittu 13:een keskukseen. Valokaarisuojauksen uusinta jatkui työn aikana, mutta näitä uusintoja ei ole otettu huomioon tässä opinnäytetyössä. Valokaarisuojauksien uusintaa on suunniteltu jatkettavan osissa kunnes kaikki valokaarireleet on uusittu.

3.2.2 Ylivirtasuojaus

Ylivirtasuojaus on toteutettu tehtaalla käyttäen ABB Strömbergin kolmivaiheista vakioaikaylivirtarelettä SPAJ 3C5 J3. Keskuksia jotka oli suojattu ylivirtareleellä oli yhteensä 28 kappaletta ja jokaisessa oli käytössä SPAJ 3C5 J3.

3.2.3 Maasulun valvonta

Maasulun valvonta on toteutettu tehtaalla käyttäen kahta eri reletyyppiä. Benderin A-Isometer IRDH 265:sia on 17 keskuksessa ja lopuissa 12:ssa keskuksessa on Benderin A-Isometer IRDH 275. Maasulun valvonnassa oli tiedossa hälyttäviä keskuksia sekä sekoilevia valvontareleitä, joten näille pyrittiin löytämään korvaaja ja paikantamaan mahdollisia vikoja.

3.3 Työn kulku

Työn alussa perehdyin laitteiden toimintaan pääasiassa ohjekirjojen ja piirikaavioiden avulla. Työ jakautui kahteen osaan, joista ensimmäisessä tarkastettiin valokaari- ja ylivirtasuojaus, jonka jälkeen vasta siirryin maasulun valvontalaitteiden tarkastukseen. Keräämieni tietojen pohjalta suunnittelin kuntokartoituksessa läpikäytäviä asioita, jotka kävimme yhdessä tilaajan kanssa läpi ennen toteutusta. Suunnitelmien hyväksymisen jälkeen suoritin kierrokset, joissa kävin läpi releille suunnitellut toimenpiteet ja tarkastukset. Kierroksilla saaduista mittaustuloksista ja havainnoista on tilaajalle toimitettu yksityiskohtaisemmat raportit.

4 VALOKAARIRELEET

Valokaarivalvonta on toteutettu ABB Strömbergin NES 2 valokaarireleissä pitkällä havaitsinkuidulla, joka kulkee läpi keskuksen. Valokaaresta syntyvä kirkas valo pääsee kulkemaan kuidun seinämän läpi kuidun ytimeen ja sitä pitkin valokaarireleen valodetektorille. (ABB Strömberg NES 2)

Vastaavasti Schneider Electricin VAMP 221 valokaarisuojajärjestelmä on toteutettu käyttäen modulaarista järjestelmää, joka koostuu keskusyksiköstä, keskittimistä ja valokaariantureista. Keskusta kohti on yksi keskusyksikkö ja keskuksen koosta riippuen muutama keskitin, joista kuhunkin voi kytkeä enintään kymmenen anturia. Voimakas valo muuttuu anturissa virtasignaalksi, joka siirtyy keskittimen kautta keskusyksikölle. (Schneider Electric Vamp 221)

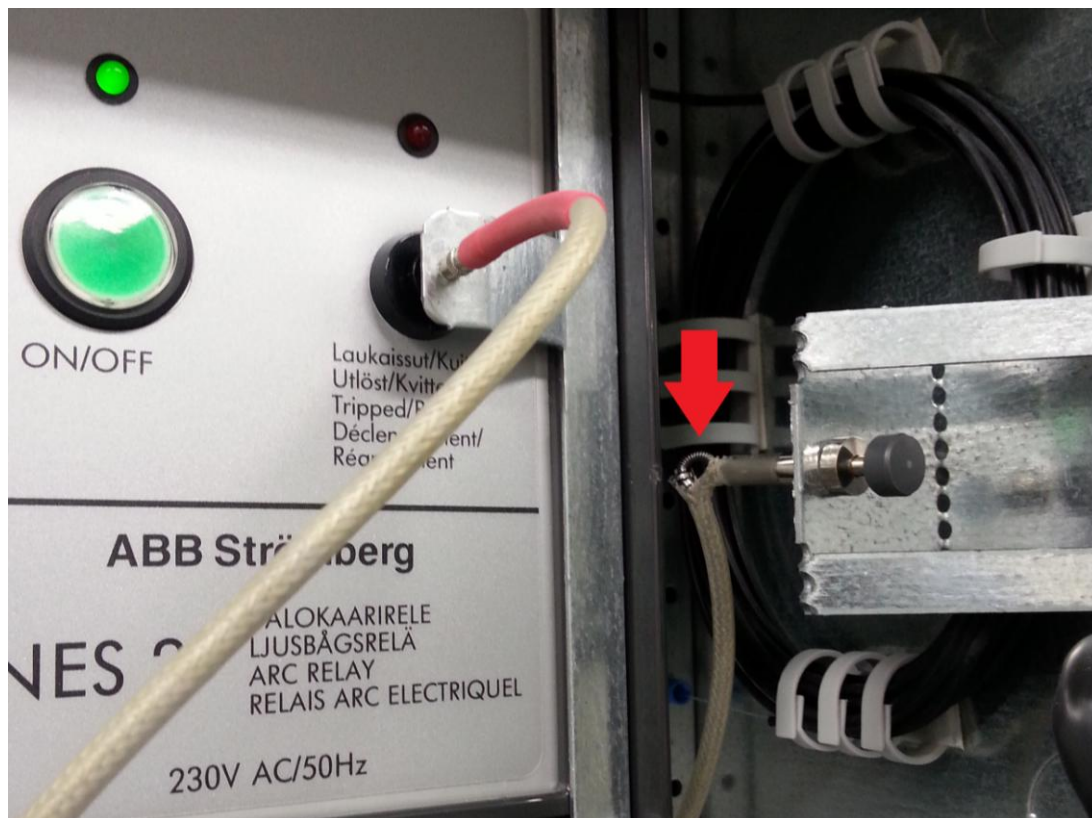
Käyttövarmuutta on parannettu kytkemällä NES 2 valokaarireleet sarjaan ylivirtareleiden kanssa ja VAMP 221 valokaarireleessä on oma ylivirtamittaus, jolloin laukaisuun vaaditaan valon lisäksi myös ylivirta. Näin vähennetään valokaarireleiden virhelaukaisumahdollisuuksia. Yleiskuva valokaarisuojauksen tilasta on esitetty liitteessä 1.

4.1 Toimenpiteet

4.1.1 NES 2

Keskusta kohti oli yleisesti kaksi kappaletta NES 2 valokaarireleitä, koska kuidun maksimipituus ei ole tarpeeksi pitkä kattaakseen koko keskuksen. NES 2 valokaarireleille suoritettiin silmämääräinen tarkastus ja toiminnan testaus.

Silmämääräiseen tarkastukseen kuuluu katsaus laitteen ulkoisesta kunnosta sekä käyttöympäristön ja olosuhteiden tarkastus. Käyttöolosuhteet oli hyvät ilmastoidussa sähkötilassa, jossa oli viileää, kuivaa ja vähäpölyistä. Kahdessa keskuksessa hälytyksen kuittausvaijeri oli revennyt auki, jolloin valokaarirele piti kuitata itse laitteesta, eikä keskuksen ulkopuolelle asennetusta painikkeesta.



Kuva 3. Revennyt kuittausvaijeri.

Yhdeksän valokaarireleen "valokaari hälytys"- ja "valokaari hälytys kuitattu" -valot eivät toimineet. Kaksi valokaarirelettä olivat kokonaan pois päältä eli näiden valokaarireleiden keskuksat olivat kokonaan ilman valokaarisuojausta. Nämä kaksi valokaarirelettä käynnistyivät kuitenkin normaalisti ja tilanne oli näin korjattu helposti.

Keskuksessa oli kytkin, josta saatiin valittua testi-tila päälle. Testi-tilassa valokaarireleen laukaisupiiri oli avattuna ja valokaarireleen toiminta pystyttiin testaamaan. Toiminnan testaus suoritettiin kameran salamavalolla, koska taskulamppujen valot eivät olleet tarpeeksi voimakkaita laukaistakseen valokaarirelettä. Kuidun kulkua keskuksessa oli melko vaikea seurata, koska se kulki pääasiassa keskuksen takaosassa, katossa tai lattian rajassa. Kuitu oli siis usein jännitteisten osien takana tai läheisyydessä, joka vaikeutti testausta. Tätä varten keskuksiin oli asennettu testausta varten testauspisteitä, jotka oli sijoitettu kuidun päätyihin. Testauspisteestä toimiessaan valokaarireleen kuitu voitiin todeta ehjäksi koko matkalta. Neljässä keskuksessa oli kuitu katkennut matkalta ja jättänyt näin osan keskukselta suojaamatta. Kuitu on herkkä ja saattaa katketa huomaamattomasti esimerkiksi työskenneltäessä keskuksessa.



Kuva 4. Katkennut havaitsinkuitu.

Suuri osa kuiduista oli palanut tai sulanut poikki ja loput katkenneet muutoin, kuten muiden töiden yhteydessä. Nämä keskuksset joista kuitu on katkennut ovat henkilöturvallisuusriski ja voivat aiheuttaa myös mittavia vahinkoja, mikäli juuri suojaamattomalla alueella ilmenee valokaari.

4.1.2 VAMP 221

VAMP 221 valokaarireleelle suoritettiin silmämääräinen tarkastus, toiminnan testaus, asetusarvojen vertailu ja itsevalvonnan testaus.

Silmämääräisessä tarkastuksessa laitteisto tarkastetaan ulkoisesti. VAMP 221 valokaarisuojausjärjestelmät on tehtaalla suhteellisen uusia, joten ne olivat vielä hyvässä kunnossa. Anturit on numeroitu ja merkitty pienillä tarroilla, joiden avulla pystytään paikantamaan, mistä päin keskusta hälytys on tullut. Seitsemässä keskuksessa anturi-

en tarroista oli yksi tai useampi merkitty väärin verrattuna pääyksikön ilmoittamiin tietoihin. Tällöin pääyksikön ilmoittamaksi vikapaikaksi saatetaan luulla väärää paikkaa.

Laukaisupiiri oli avattuna valokaarireleen toiminnan testauksen aikana, jottei valokaarirele suorittaisi laukaisua. Toiminnan testauksessa käytiin kaikki anturit läpi kameran salamavalolla ja todettiin niiden toiminta sekä oikea osoite pääyksikössä. Neljän keskuksen VAMP 221 valokaarisuojausjärjestelmästä löytyi antureita, jotka eivät reagoineet salamavaloon. Vialliset anturit tulisi korjata mahdollisimman pian, jotta valokaarisuojaus olisi kattava.

Asetusarvojen vertailussa tarkasteltiin ylivirta-asetteluarvoja. Asetetut arvot eivät poikenneet merkittävästi toisistaan. Virran asetteluarvot on esitetty liitteessä 2.

Itsevalvonnan testauksessa testattiin anturien ja I/O-väylän itsevalvontaa. Anturien itsevalvonta testattiin irrottamalla vuorotellen yksi anturi jokaiselta keskittimeltä ja odotettiin, että keskitin huomaa anturissa olevan vikaa. I/O itsevalvonta testattiin irrottamalla yksi keskitin järjestelmästä ja odotettiin, että keskusyksikkö huomasi keskittimessä olevan vikaa. (Schneider Electric Vamp Arc Flash Protection) Molemmat itsevalvonnat toimivat moitteettomasti ja havaitsivat muutokset järjestelmässä.

4.2 Turvallisuus

Valokaari voi saavuttaa jopa 20 000 asteen lämpötilan, jolloin se voi sulattaa jopa metallia. Henkilölle vaarallisia ominaisuuksia valokaarella ovat muun muassa sen aiheuttama lämpösäteily, sulan metallin roiskuminen ja myrkylliset kaasut, kuten kupari- ja alumiinihöyryt. (Kalliomäki 2010) Valokaari suojaamattomassa paikassa aiheuttaisi mittavia vahinkoja sähkökeskuksille ja ajoituksesta riippuen mahdollisia henkilövahinkoja, joten valokaarivalvonnan on tärkeää olla kunnossa. Vanhat NES 2 valokaarivahdit, joissa kuitu on katkennut tulisi korvata mahdollisimman pian sekä VAMP 221:n rikkinäiset anturit vaihtaa uusiin. Valokaarivalvonta olisi hyvä tarkastaa säännöllisesti, jotta viat havaittaisiin ja korjattaisiin ajoissa. Näin saataisiin pidettyä keskuksissa mahdollisimman kattava suojaus.

5 YLIVIRTASUOJARELE

Ylivirtasuojaus on toteutettu ABB Strömbergin SPAJ 3C5 J3 ylivirtareleissä mittamalla keskuksen virtaa, joka on muutettu mittamuuntajalla sopivaksi.

Ylivirtasuojarele sisältää kaksi apurelettä A ja B, jotka on ohjelmoitavissa eritasoisiin laukaisuihin. Ylivirtasuojareleeseen saadaan asetettua erikseen pikalaukaisuvirta $I_{>>}$ ja havahtumisvirta $I_{>}$. Ylivirtarele havahtuu ja aikapiiri käynnistyy, jos mittausvirta yhdessä, kahdessa tai kaikissa kolmessa vaiheessa ylittää asetellun toiminta-arvon $I_{>}$. Apurele A toimii asetellun toimintahidastuksen jälkeen, joka voi olla välillä 0,2...30 sekuntia. Ylivirtasuojarele palautuu, kun virta alittaa jokaisessa vaiheessa vähintään 4% alle asetteluarvon. (ABB Strömberg SPAJ 3C5 J3)

Apureleen A kautta tulevan aikahidastetun toimintasihtaaliln lisäksi on mahdollista saada apureleen B kautta havahtumissignaali, joka on ohjelmoitavissa täysin hidastamattomaksi tai 100 ms hidastukselle. Pikalaukaisuporras $I_{>>}$ voidaan valita ohjaamaan apureleitä A tai B ilman toimintahidastusta tai 100ms hidastettuna. (ABB Strömberg SPAJ 3C5 J3)

5.1 Toimenpiteet

Ylivirtareleille suoritettiin silmämääräinen tarkastus, ohjelmointien vertailu, toiminta-arvojen vertailu, toiminnan testaus sekä releen apuenergiasyötön ja sisäisen elektronikan tarkastus.

Silmämääräinen tarkastus pitää sisällään katsauksen laitteen ulkoisesta kunnosta sekä käyttöympäristön ja olosuhteiden tarkastuksen. Käyttöolosuhteet olivat hyvät ilmastoidussa sähkötilassa, jossa oli viileää, kuivaa ja vähäpölyistä. Kahden ylivirtareleen toimintamerkki T_1 paloi vihreänä. Vihreä merkkivalo ilmaisee, että havahtumisvirta $I_{>}$ oli ylittynyt hetkellisesti ja punainen valo ilmaisee, että laukaisurele A on toiminut aikahidastuksen jälkeen. Potentiometrien vanhoja arvoja oli merkitty kynällä asteikkoon ja joissain tapauksissa oli vaikea huomata omaa merkkiä vanhojen joukosta, ellei vanhaa arvoa merkinnyt ylös muualle.

Ylivirtarele ohjelmoitiin etulevyssä sijaitsevilla ohjelmointipistikkeillä. Kaikki ylivirtareleet oli ohjelmoitu samalla tavalla. Havahtumisvirran I> toiminnan hidastuksen t/s hidastuksen alueeksi oli valittu nopein mahdollinen eli 0,2...1,2 sekuntia. Kokonaishidastusaika muodostuu potentiometrillä säädettävästä arvosta, joka kerrotaan hidastusalueen arvolla. Lähtörele A oli ohjelmoitu toimimaan välittömästi kun pikalaukaisuvirta I>> ylittyy. Lähtörele B oli ohjelmoitu toimimaan välittömästi havahtumisvirran I> tai pikalaukaisuvirran I>> ylityttyä. Kummallekaan apureleelle A tai B ei oltu valittu 100 ms hidastettua toimintaa.

Toiminta-arvojen vertailussa tarkasteltiin havahtumisvirran I> aikahidastusta, havahtumisvirran I> tasoa ja pikalaukaisuvirran I>> havahtumistasoa. Toiminta-arvot säädettiin kolmella potentiometrillä, jotka sijaitsevat ylivirtareleen etulevyssä. Potentiometrillä ei saanut luettua tarkkaa arvoa, joten arvot on arvioitu mahdollisimman tarkasti, mutta kuitenkin noin yhden desimaalin tarkkuudella. Varsinaiset arvot eivät vaihdelleet keskusten kesken merkittävästi. Havahtumisvirran toiminnan hidastuksen t/s arvot olivat säädetty nopeimmalle mahdolliselle kahta poikkeusta lukuun ottamatta, jotka eivät kuitenkaan eronneet merkittävästi muista. Havahtumisvirran I> arvot olivat välillä 3...3,3 ja pikalaukaisuvirran I>> arvot olivat välillä 4,5...5. Havahtumisvirran I> ja pikalaukaisuvirran I>> arvot ovat nimellisvirran kertoimia, joka on SPAJ 3C5 J3:ssa viisi ampeeria (ABB Strömberg SPAJ 3C5 J3). Asetteluarvot ovat liitteessä 3.

Laukaisupiiri oli avattuna ylivirtareleen toiminnan testauksen aikana, jottei ylivirtarele suorittaisi laukaisua. Toiminnan testaus suoritettiin laitteen TEST painikkeella, jota painettaessa suojarele havahtuu tulovirran suuruudesta riippumatta. Testauksen aikana potentiometrit täytyi olla aseteltuna asteikkojen ensimmäiselle puoliskolle (ABB Strömberg SPAJ 3C5 J3). Kaikki ylivirtareleet toimivat toiminnan testauksessa halutulla tavalla ja laukaisureleet toimivat oikeilla hidastuksilla.

Apuenergiasyöttö ja sisäinen elektroniikka voidaan tarkastaa likimääräisesti pitämällä kuittauspainiketta pohjassa, jolloin toimintamerkin T₁ tulee palaa himmeästi vihreänä (ABB Strömberg SPAJ 3C5 J3). Kaikkien ylivirtareleiden apuenergiasyöttö ja sisäinen elektroniikka oli kunnossa testin perusteella.

5.2 Parannettavaa

Ylivirtasuojauksen kunto oli yleisesti hyvä. SPAJ 3C5 J3 ylivirtarele ei tarvitse erityistä huoltoa, mikäli relettä käytetään teknisissä tiedoissa määritellyissä olosuhteissa. Käyttöolosuhteiden poiketessa kosteuden, lämpötilan tai pölyisyyden suhteen määritellyistä tai ilman sisältäessä syövyttäviä kaasuja tulisi suorittaa silmämääräinen tarkastus ylivirtareleen sisälle. Tässä tarkastuksessa tulisi huomioida onko releen sisälle kertynyt pölyä, onko metalliosissa ruostumisen merkkejä tai näkykö hopeoiduissa liittimissä tummumista. Ylivirtareleelle suositellaan tehtäväksi toisiokoestus säännöllisesti noin kolmen vuoden välein. (ABB Strömberg SPAJ 3C5 J3) Vaikka ylivirtareleiden käyttöolosuhteet ovat teknisten tietojen mukaisia voisi ylivirtareleille olla syytä ikänsä puolesta suorittaa edellä mainittu silmämääräinen tarkastus ja toisiokoestus mahdollisuuksien mukaan.

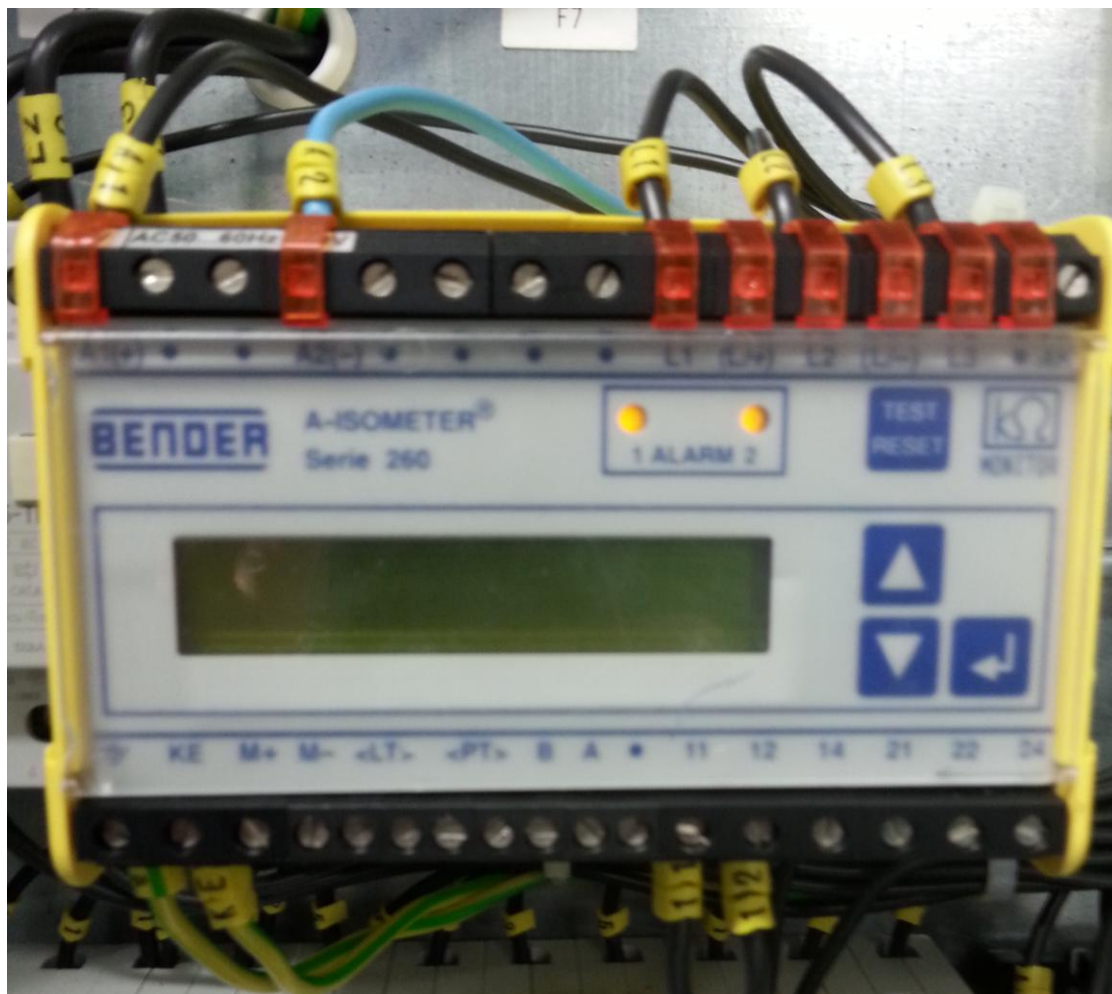
6 MAASULUN VALVONTA

Maasulun valvonta on toteutettu Benderin A-Isometer IRDH 265 ja IRDH 275 eristystason valvontareleissa seuraamalla verkon ja suojamaan välistä eristystasoa. Eristystasoa seurataan käyttäen AMP-mittaustapaa, jossa eristystason valvontarele syöttää verkkoon pulssitettua mittaussännitettä. Mittauspulssi muodostuu saman amplitudista positiivisista ja negatiivisista pulsseista. Verkon vuotokapasitanssi ja eristystaso määräävät pulssien jakson pituuden. Eristysvika verkon ja suojamaan välillä sulkee virtapiirin. Mikroprosessori laskee tämän perusteella eristystason ja ilmoittaa sen LCD-näytöllä. (Bender A-Isometer IRDH 265)

6.1 Toimenpiteet

Eristystason valvontareleiden tilanne ja mittaustulokset on esitetty liitteessä 4. Eristystason valvontareleille suoritettiin silmämääräinen tarkastus, toiminnan testaus, mahdollisten vikojen paikannus, asetusten vertailu ja kuvienmukaisuuden tarkastus.

Silmämääräinen tarkastus pitää sisällään katsauksen laitteen ulkoisesta kunnosta sekä käyttöympäristön ja olosuhteiden tarkastus. Laitteet olivat ulkoisesti ehjiä ja sijoitettu suojaan keskuksen sisälle. Käyttöolosuhteet oli hyvät ilmastoidussa sähkötilassa, jossa oli viileää, kuivaa ja vähäpölyistä. Yhdeksässä eristystason valvontareleessä oli hälytyksiä päällä ja niistä kuudessa oli hälytyksien lisäksi näyttö pimeänä. Nämä kaikki kuusi eristystason valvontarelettä olivat vanhempia IRDH 265 tyyppisiä. Lisäksi yhden keskuksen IRDH 265 sekoilee menen päälle ja pois. Päällä ollessaan eristystason valvontarele toimii normaalisti näyttäen eristystasoksi hyvää arvoa n. 4,3 M Ω , eikä hälytyksiä ole päällä. Satunnaisesti eristystason valvontarele kuitenkin sammuu ja hälytysvalot 1 ja 2 syttyvät.



Kuva 5. Bender A-Isometer IRDH 265 jossa hälytykset päällä ja näyttö pimeänä.

Toiminnan testaus suoritettiin eristystason valvontareleen omalla testi-näppäimellä. Testi-näppäimellä eristystason valvontarele testaa toimintansa ja mikäli vikoja ei havaita aktivoituu ulostuloreleet, merkkivalot syttyvät ja näyttöön tulee teksti IRDH 265:ssä "TEST OK R<1kΩ" ja IRDH 275:ssä "Test ok!". Mikäli vikaa löytyy ilmoittaa IRDH 265 siitä tekstillä "TEST ALARM" ja IRDH 275 tekstillä "!Error!". (Bender A-Isometer IRDH 265; Bender Operating Manual IRDH275/IRDH275B) Kaikki eristystason valvontareleet, jotka oli mahdollista testata olivat kunnossa.

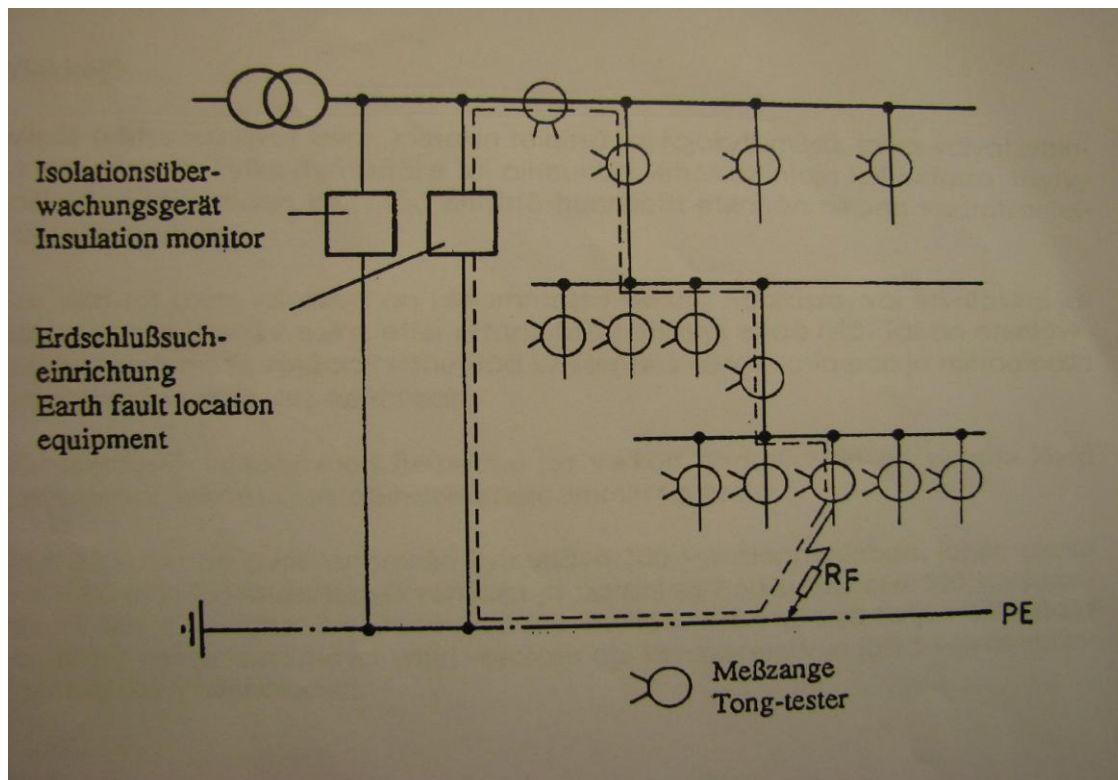
Asetusten vertailussa tarkasteltiin asetuksia ja sitä, olivatko ne yhdenmukaisia kaikissa eristystason valvontareleissä. Asetukset olivat pääpiirteittäin kaikissa eristystason valvontareleissä samat keskenään ja tehdasasetusten mukaisia. Poikkeavia asetuksia olivat kahdessa keskuksessa alhaisemmat hälytysrajat ja samoissa keskuksissa kieleksi oli valittu saksa englannin sijaan.

Kuvienmukaisuuden tarkastuksessa tarkastettiin vastaavatko kuvat kentän kytkentöjä. Kuvissa oli säännönmukaisia virheitä ja vain kahden keskuksen kuvat olivat täysin oikein. Kaikkiin IRDH 265:siin oli merkitty liittimien LT välinen ulkoinen lenkki, vaikkei tätä kentältä löytynyt. LT-LT lenkin ollessa auki hälytyksiä ei tallenneta. Lisäksi kymmeneen kuvaan oli jäänyt kokonaan päivittämättä eristystason valvontareleiden uusinta IRDH 265:stä IRDH 275:ksi. Muilta osin kuvat pitivät paikkansa.

6.2 Eristysvian paikannus

Eristysvika on mahdollista paikantaa kytkemällä osia verkosta irti ja seurata milloin eristystaso palautuu normaaliksi. Teollisuudessa tämä vaihtoehto ei kuitenkaan ole mahdollista, koska laitteet käyvät ympäri vuorokauden. Tätä varten tehtaalla on eristysvian etsintälaitteisto Bender PKA 3001, jolla vika voidaan paikantaa ilman osien irtikytkentää.

Bender PKA 3001 laitteistoon kuuluu itse PKA 3001 pääyksikkö ja MUG 160 elektroniikkayksikkö, johon liitetään virtapihti. Pääyksikkö kytketään suojamaahan ja vaiheisiin, jonka jälkeen se alkaa syöttämään verkkoon pienjännitteistä etsintäsignaalia, joka kulkee verkossa vikapaikkaan ja sieltä suojamaata pitkin takaisin. Tämän jälkeen MUG 160 ja virtapihdin kanssa tarkastetaan signaalin perillemeno PKA 3001:n johdoista. MUG 160 pitäisi piipata ja vilkkua samaan tahtiin kuin PKA 3001. Etsintäsignaali pyritään löytämään laittamalla virtapihti vaiheiden ja nollan ympärille, jolloin summavirraksi jää etsintäsignaali. Virtapihdillä seurataan etsintäsignaalia käymällä haarautumispaikoista eri haarat läpi, jolloin rajataan vika-alueita pienemmäksi. (Bender PKA 3001)



Kuva 6. Vianpaikannuksen eteneminen PKA 3001 laitteistolla (Bender PKA 3001).

Käytännössä tämä tarkoitti jokaisen lähdön tutkimista erikseen, jolloin saatiin rajattua mahdollinen vika-alue tarpeeksi pieneksi. Tässä menetelmässä on kuitenkin haittapuolena, että keskusten sisäiset viat jäivät havaitsematta. Lisäksi tehtaalla oli käytössä vain yksi virtapihti, joka oli liian suuri ahtaimpiin väleihin ja suurempiin kohteisiin liian pieni. Tulevaisuutta ajatellen voisi olla hyvä hankkia erikokoisia virtapihitejä tai kokonaan uusi vianetsintälaitteisto, jotta kaikki lähdöt voitaisiin käydä tehokkaasti läpi. Uudeksi laitteistoksi sopisi esimerkiksi Benderin EDS3096PG, johon on mahdollista hankkia 20mm, 52mm ja 115mm virtapihdit (Bender Operating Manual EDS309x).

Eristysvikaa etsittiin yhteensä kymmenestä keskuksista. Keskuksista etsintä suoritettiin jokaiselle lähdölle, jolta se oli mahdollista suorittaa käytössä olleella virtapihdillä. Suoria lähtöjä sisältävissä keskuksissa laitteisto toimi kuten pitikin, mutta taajuusmuuttajia sisältävissä keskuksissa MUG 160 piippasi jatkuvasti tai eri tahtiin kuin PKA 3001 jokaiselta lähdöltä. Totesimme tämän luultavasti johtuvan taajuusmuuttajien kondensaattoreista, joissa on jatkuvaa vuotovirtaa, joka saa signaalin säreilemään ja hankaloittaa vian etsintää merkittävästi. Laitteella löytyi viallinen lähtö

vain yhdestä keskuksista, joten muissa keskuksissa vika oli lähdössä johon ei päässyt käsiksi tai keskuksen sisällä. Vian ollessa keskuksen sisällä on vika todella vaikea löytää, koska tällöin sitä ei pysty paikantamaan etsintälaitteella signaalin mennessä maihin jo ennen mahdollisia mittauspisteitä.

6.3 Turvallisuus ja käyttövarmuus

Ensimmäinen eristysvika ei aiheuta IT-verkossa ongelmia sähkönsyötölle, vaan ainoastaan maadoittaa verkon vian kautta. Näin ollen on helppo antaa asian olla ja lykätä korjausta. Vikaan tulisi kuitenkin reagoida mahdollisimman nopeasti, sillä tällöin verkko on menettänyt potentiaalivapauden ja näin heikentänyt myös henkilösuojausta (Bender PKA 3001).

Toinen vika aiheuttaa suoran oikosulun, joka katkaisee sähkönsyötön ja samalla pysäyttää prosessin (Bender PKA 3001). Tästä voi seurata muun muassa tuotannon menetyksiä, mahdollisia laitteiden rikkoutumisia ja muita turhia kustannuksia. Pahimmassa tapauksessa voi seurata jopa henkilövahinkoja. Näistä syistä vika täytyy paikantaa ja korjata mahdollisimman nopeasti, koska tällöin parannetaan käyttövarmuutta ja henkilöturvallisuutta.

6.4 Eristystason valvontareiden uusinta

Osana työtäni oli tehdä selvitys uusista eristystason valvontareleistä vanhojen tilalle. Vaihtoehtoiksi valikoitui kolmen eri valmistajan eristystason valvontareleet. Benderin Isometer iso685-D-B, ABB:n valvontarele CM-IWN.1S ja kytkentäyksiköksi CM-IVN.S sekä Siemensin valvontarele 3UG4583-1CW30 ja liitännäyksiköksi 3UG4983-1A.

Uusien eristystason valvontareiden tekninen vertailu on esitetty liitteessä 5. Teknisistä arvoista jännite- ja taajuusalueissa ei ollut merkittäviä eroja, mutta verkon vuotokapasitanssi ja mittausalueet tekivät suurimman eron Benderin eduksi. Vuotokapasitanssin raja oli ABB:n ja Siemensin eristystason valvontareleissä suhteellisen matala 20 μF , joka riittäisi suorita lähtöjä sisältäviin keskuksiin, mutta suuremman

vuotokapasitanssin taajuusmuuttajia sisältäviin keskuksiin näiden laitteiden soveltuvuus ei ole paras mahdollinen.

IRDH 275:n seuraaja iso685-D-B:ssä on paranneltu mittaustekniikka ja yksinkertaisempi käyttöliittymä. Iso685-D-B:ssä on myös jatkuva taajuuden, jännitteen ja vuotokapasitanssin mittaaminen sekä automaattinen mukautuminen vuotokapasitanssiin. Valittavissa on myös kuusi profiilia erilaisiin kohteisiin, kuten korkean kapasitanssin profiili, jossa vuotokapasitanssin vaikutus mittaustulokseen vähenee. (Bender Operating Manual iso685-D-B)

Ominaisuuksien perusteella iso685-D-B olisi sopivin vaihtoehto erityisesti korkeamman vuotokapasitanssin keskuksiin. IRDH 275:et toimivat tehtaalla suorilla lähtöjä sisältävissä keskuksissa suhteellisen hyvin, joten loppujen IRDH 265:sten päivitys iso685-D-B:ksi olisi paras vaihtoehto ominaisuuksien ja kustannusten puolesta. Näin myös laitekanta pysyy suhteellisen yhtenäisenä, joka helpottaa työskentelyä eristystason valvontareleiden parissa.

Lähetin uusista iso685-D-B releistä tarjouskyselyn, jonka perusteella kaikkien keskusten eristystason valvontareleiden uusinta kustantaisi ilman asennuskustannuksia noin 51 000 € (alv 0%).

7 YHTEENVETO

Työn tuloksena saatiin hyvä kuva kyseisten relesuojauksien nykytilanteesta, jonka pohjalta kunnossapidon on helpompi lähteä jatkamaan työskentelyä suojarleiden parissa.

Kun vikoja on ollut vähän ja relesuojaus on toiminut kohtuullisesti, on niiden ennakkohuolto saattanut jäädä taka-alalle tärkeämpien projektien varjossa. Relesuojauksen kunto on kuitenkin tärkeä osa sähkönsyötön varmuudelle, joten siihen panostaminen ei ole turhaa. Hyväkään relesuojaus ei välttämättä estä katkoja sähkönsyötössä, mutta oikein käytettynä se vähentää niitä merkittävästi. Lisäksi hyvä relesuojaus vähentää korjaukseen kuluvaa aikaa pienentämällä mahdollisia vahinkoja vian sattuessa.

Ylivirtasuojauksen kunto oli hyvä, joten sen ennakkohuolto on ollut riittävää. Ylivirtareleiden ollessa suhteellisen vanhoja, voi niille halutessaan suorittaa tarkemman tarkastuksen.

Valokaarisuojauksen saattamiseksi takaisin koko keskuksia kattavaksi tarvitsisi vaihtaa VAMP 221 releiksi ainakin ne NES 2 releet, joista on kuitu poikki. Lisäksi tulisi vaihtaa muutaman VAMP 221:n rikkinäiset anturit toimiviin. Käyttövarmuuden kannalta paras vaihtoehto olisi kuitenkin vaihtaa kaikki NES 2 releet VAMP 221 releiksi, koska VAMP 221 on vähemmän altis vioille ja helpompi korjata.

Eristystason valvontareleistä olisi hyvä vaihtaa nykyaikaisempiin iso685-D-B releisiin ainakin taajuusmuuttajaohjauksia sisältävien keskuksien eristystason valvontareleet ja loput IRDH 265 releet. Tällä päivityksellä parannettaisiin maasulun valvontalaitteiden luotettavuutta, joka parantaa mahdollisuuksia havaita viat ennen kuin ne muodostuvat suuremmaksi ongelmaksi.

Maasulun valvonnan vianpaikannus ei onnistu kattavasti käytössä olevalla vianetsintälaitteistolla ja vikapaikasta riippuen kaikkia vikoja ei pysty edes havaitsemaan hyvälläkään laitteistolla. Vianetsintälaitteiston päivitys kuitenkin parantaisi mahdollisuuksia löytää vikapaikat käynnin aikana, joka taas puolestaan säästäisi korjaukseen

kuluvaa aikaa seisokissa, kun vika-alue on jo valmiiksi rajattu pieneksi. Maasulun valvonnan saattaminen takaisin kuntoon olisi hyvä suorittaa viimeistään seuraavassa seisokissa, koska niin kauan kun viat ovat korjaamatta on odottamattoman seisokin vaara olemassa.

LÄHTEET

ABB Strömberg NES 2 . Käyttöohje.

ABB Strömberg SPAJ 3C5 J3. Käyttöohje 1981.

Bender A-Isometer IRDH 265. Käyttöohje 1995.

Bender PKA 3001. Käyttöohje.

Bender Operating Manual EDS309x. Viitattu 2.12.2015.
<http://www.bender-de.com/en.html>

Bender Operating Manual IRDH275/IRDH275B. Viitattu 2.12.2015.
<http://www.bender-de.com/en.html>

Bender Operating Manual iso685-D-B. Viitattu 2.12.2015.
<http://www.bender-de.com/en.html>

Botnia Mill Service 2015. BMS yritysesittelymateriaali BMS:n sisäisestä järjestelmästä 8.12.2015.

Kalliomäki, A. 2010. Oikea suojavaatetus saattaa pelastaa valokaarionnettomuudessa. Viitattu 9.12.2015.
http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/sahkoturvallisuus/fi_FI/oikea_suojavaatetus/

Metsä Fibren www-sivut 2015. Viitattu 1.12.2015.
<http://www.metsafibre.fi>

Metsä Fibre 2015. MF Rauma infotiedote MF sisäisestä järjestelmästä 7.12.2015.

Schneider Electric Vamp 221. Käyttöohje sisäisestä järjestelmästä 17.9.2015.

Schneider Electric Vamp Arc Flash Protection. VAMP Arc Flash Protection Testing Manual Viitattu 8.12.2015.
<http://www.schneider-electric.com/ww/en/>

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2012. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Helsinki; Painokurki Oy.

LIITE 1

Valokaarisuojauksen tilanne

N:O	KESKUS	NES 2				VAMP 221			
		Rele	Kuitu	Merkkivalot	Kuittausvaijeri	Rele	Anturit	Anturien tar- rat	Itsevalvonta
1	12AE01	OK	OK	VIKA	OK				
2	12AE02	OK	POIKKI	VIKA	OK				
3	12AH01	OK	OK	OK	OK				
4	14AE01	OK	POIKKI	OK	VIKA				
5	20AH01					OK	VIKA	OIKEIN	OK
6	20AH03					OK	OK	VÄÄRIN	OK
7	21AE01					OK	VIKA	OIKEIN	OK
8	21AE02					OK	OK	VÄÄRIN	OK
9	22AE01					OK	OK	VÄÄRIN	OK
10	22AE02					OK	OK	VÄÄRIN	OK
11	24AE01					OK	VIKA	OIKEIN	OK
12	24AE02					OK	VIKA	OIKEIN	OK
13	26AE02					OK	OK	VÄÄRIN	OK
14	26AE03					OK	OK	VÄÄRIN	OK
15	26AE04					OK	OK	VÄÄRIN	OK
16	29AE01					OK	OK	OIKEIN	OK
17	31AE01	OK	OK	OK	OK				
18	31AE02	OK	OK	VIKA	OK				
19	31AE03	OK	POIKKI	VIKA	OK				
20	31AE04	OK	OK	OK	OK				
21	31AH01	OK	OK	VIKA	OK				
22	40AH01	OK	OK	VIKA	OK				
23	40AE01	OK	OK	OK	OK				
24	41AE01	OK	POIKKI	OK	VIKA				
25	42AH01	OK	OK	VIKA	OK				
26	42AE01	OK	OK	OK	OK				
27	46AE01	OK	OK	VIKA	OK				
28	68AE01	OK	OK	VIKA	OK				
29	80AE01					OK	OK	EI	OK

VAMP 221 valokaarireleiden asetusarvot

I_0 on havahtumistaso vaihevirralle L2

I on havahtumistaso vaihevirroille L1 ja L3.

Nro.	Keskus	Valokaarivahti	I	I_0
1	20AH01	VAMP 221	2,1	2,00
2	21AE01	VAMP 221	2,1	2,10
3	21AE02	VAMP 221	2,0	2,02
4	22AE01	VAMP 221	2,0	2,02
5	22AE02	VAMP 221	2,0	2,00
6	24AE01	VAMP 221	2,0	2,00
7	24AE02	VAMP 221	2,0	2,02
8	26AE02	VAMP 221	2,0	2,02
9	26AE03	VAMP 221	2,0	2,02
10	26AE04	VAMP 221	2,0	2,02
11	29AE01	VAMP 221	2,1	2,00
12	80AE01	VAMP 221	2,0	2,00

Ylivirtareleiden asetteluarvot

t/s tarkoittaa havahtumisvirran toimintahidastusta

I> tarkoittaa havahtumisvirrantasoa

I>> tarkoittaa pikalaukaisun havahtumistasoa

Nro.	Keskus	Ylivirtasuojaja	t/s	I>	I>>
1	12AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	4,5
2	12AE02	SPAJ 3C5 J3	1,1	3,2	5,0
3	12AH01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	5,0
4	14AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,1	4,5
5	20AH01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	5,0
6	20AH03				
7	21AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,1	4,5
8	21AE02	SPAJ 3C5 J3	1	3,1	5,0
9	22AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	5,0
10	22AE02	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	4,5
11	24AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	5,0
12	24AE02	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	4,5
13	26AE02	SPAJ 3C5 J3	1	3,0	5,0
14	26AE03	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	5,0
15	26AE04	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	4,5
16	29AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,1	5,0
17	31AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	5,0
18	31AE02	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	5,0
19	31AE03	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	4,5
20	31AE04	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	4,5
21	31AH01	SPAJ 3C5 J3	1	3,1	5,0
22	40AH01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	4,5
23	40AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	4,5
24	41AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,1	5,0
25	42AH01	SPAJ 3C5 J3	1	3,3	5,0
26	42AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	5,0
27	46AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	4,5
28	68AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	4,5
29	80AE01	SPAJ 3C5 J3	1	3,2	5,0

LIITE 4

Eristystason valvontaeleiden tilanne ja mittaustulokset

13-14.11.2015								
N:O	KESKUS	IRDH 265	IRDH 275	Hälytykset		Mittausarvo R	Itsetesti	Huomioita
				1	2			
1	12AE01		X			2,5 MΩ	Ok	
2	12AE02	X				> 5 MΩ	Ok	
3	12AH01	X				299 kΩ	Ok	
4	14AE01	X				1,5 MΩ	Ok	
5	20AH01	X				500 kΩ	Ok	
6	20AH03	X		X	X			Näyttö pimeä
7	21AE01	X				> 5 MΩ	Ok	
8	21AE02	X				> 5 MΩ	Ok	
9	22AE01	X		X	X			Näyttö pimeä
10	22AE02	X				> 5 MΩ	Ok	
11	24AE01	X				1,7 MΩ	Ok	
12	24AE02		X	X	X	1 kΩ	Ok	
13	26AE02	X				4,3 MΩ		Sekoilee (ON/OFF)
14	26AE03	X				3,5 MΩ	Ok	
15	26AE04		X			6,8 MΩ	Ok	
16	29AE01	X		X	X			Näyttö pimeä
17	31AE01		X			6,3 MΩ	Ok	
18	31AE02		X			2,4 MΩ	Ok	
19	31AE03		X	X	X	3,6 MΩ	Ok	
20	31AE04		X			630 kΩ	Ok	
21	31AH01		X			330 kΩ	Ok	
22	40AH01	X		X	X			Näyttö pimeä
23	40AE01		X	X		219 kΩ	Ok	
24	41AE01		X			4,6 MΩ	Ok	
25	42AH01	X		X	X			Näyttö pimeä
26	42AE01	X				593 kΩ	Ok	
27	46AE01		X			2,1 MΩ	Ok	
28	68AE01		X			358 kΩ	Ok	
29	80AE01	X		X	X			Näyttö pimeä

Uusien eristystason valvontareleiden tekninen vertailu

	ABB	Siemens	Bender
U_n (VAC)	0-690	0-690	0-793
Max U_n (VDC)	1000	1000	650
F_n (Hz)	15-400	15-400	0,1-460
Vuotokapasitanssi (μ F)	20	20	500
Mittausalue ($k\Omega$)	1-200	2-200	1-10000