

VAMP 300F-SUOJARELEEN KÄYTTÖÖNOTTO JA KOESTUS

Ramstedt Mikko

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2022

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Mikko Ramstedt	Vuosi	2022
Ohjaaja	Ins. (YAMK) Aila Petäjäjärvi		
Toimeksiantaja	Lapin Ammattikorkeakoulu, TeLu		
Työn nimi	VAMP 300F-suojareleen käyttöönotto ja koestus		
Sivu- ja liitesivumäärä	55 + 10		

Tämän opinnäytetyön aiheena oli johtolähdön suojaukseen tarkoitetun VAMP 300F-suojareleyksikön käyttöönotto kokonaisuudessaan. Tähän työhön sisältyvät vaiheet olivat releyksikön koteloinnin rakentaminen, jonka jälkeen releelle suoritettiin käyttöönotto sisältäen valmiin yksikön testaamisen, ensikäynnistys- ja releasettelun. Lopuksi releen suojaustoimintoja ja releasettelua testattiin fyysisellä ja virtuaalisella vikasimuloinnilla. Työn loppuosuudessa käsitellään myös tarkemmin releen monia ominaisuuksia ja niiden käyttämistä.

Työssä käytettiin aineistona kirjallisuutta relesuojauksesta ja sähköverkoista. Yksi keskeisistä tiedonlähteistä oli myös VAMP 300F-suojareleen valmistajan materiaalit, jotka olivat helposti saatavilla ja sisälsivät paljon olennaista tietoa. Paljon tietoa saatiin myös releelle tehtyjen kokeiden, testaamisen ja käytännön tutkimustyön kautta.

Teoriaosuudessa käsiteltiin relesuojausta yleisesti sekä työn kohteena olevan suojareleen keskeisiä ominaisuuksia. Tarkasteltiin myös Suomen sähköverkkoa, asetuksia sen suojaamisesta ja tällaisessa verkossa tyypillisesti käytetyn suojauksen rakennetta. Lopuksi selvitettiin eri vikatilanteita, joita vastaan relesuojauksella suojaudutaan.

Työn tuotoksena saatiin valmis releyksikkö, jota tullaan myöhemmin käyttämään Lapin ammattikorkeakoulun opetuskäytössä. Lisäksi tuotokseksi saatiin kattava raportti kaikista työn vaiheista, sekä opetuskäyttöä varten tehdyt käyttöohjeet VAMP 300F-suojareleen käytöstä.

Kokonaisuudessaan työssä saavutettiin kaikki sille asetetut tavoitteet ja saatiin luotua tarvittavat lopputuotokset.

Bachelor of Electrical and Automation Engineering

Author	Mikko Ramstedt	Year	2022
Supervisor	Aila Petäjäjärvi, MEng		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	Commissioning and Testing of the VAMP 300F-Protection Relay		
Number of pages	55 + 10		

The subject of this thesis was the commissioning of the VAMP 300F-protection relay unit for feeder protection in its entirety. The steps involved in this work were the construction of the housing of the relay unit, after which the relay was commissioned, including testing of the finished unit, initial start-up and relay setup. Finally, the relay protection functions and relay layout were tested by physical and virtual fault simulations. The rest of the work also deals in more detail with the many features of the relay and its use.

The literature on relay protection and electrical networks was used as material for the work. One of the key sources of information was also the materials from the manufacturer of the VAMP 300F-protection relay, which were readily available and contained a lot of relevant information. A lot of information was also obtained through experiments, testing and practical research on the relay.

The theoretical part dealt with relay protection in general and the key features of the protection relay. The Finnish electricity network, regulations on its protection and the structure of protection typically used in such a network were also examined. Finally, various fault situations against which relay protection is used were investigated.

The result of the work was a finished relay unit, which will later be used in the teaching of Lapland University of Applied Sciences. In addition, a comprehensive report on all stages of the work was created, as well as instructions for the use of the VAMP 300F protection relay for educational use.

In total, the work achieved all the goals set for it and desired results were achieved.

Key words relay protection, relay configuration, electric grid.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	TEORIA	9
2.1	Relesuojaus	9
2.2	Sähköverkon rakenne	10
2.3	Sähköverkon suojaus.....	11
2.4	Suojauksen rakenne ja osat.....	12
2.5	VAMP 300F-suojarele.....	13
2.6	Suojattavat vikatilat.....	15
2.6.1	Ylivirta	15
2.6.2	Maasulku.....	15
2.6.3	Katkeileva maasulku	16
2.6.4	Vaihekatkos.....	16
2.6.5	Nollajännite	17
3	VAMP 300F-SUOJARELEYKSIKÖN RAKENTAMINEN.....	18
3.1	Kotelon rakentaminen	18
3.2	Liitinten asennus.....	20
3.3	Releen asentaminen ja johdotus.....	21
3.4	Releen moduulit ja niiden kytkennät	23
4	LAITTEEN TARKISTUKSET.....	25
4.1	Käyttöönottotarkastus	25
4.2	Ensikäynnistys.....	26
5	VAMPSET-OHJELMISTO	27
5.1	Ohjelmisto yleisesti	27
5.2	Laitteen yhdistäminen Vampset-ohjelmistoon.....	27
5.3	Releohjelmoinnin päävalikko	30
6	KÄYTTÖÖNOTTO	31
7	KONFIGUROINTI	33
7.1	Verkon lähtöarvojen syöttäminen.....	33
7.2	Suojausarvojen asettelu.....	34
7.2.1	Ylivirta-asettelu.....	34

7.2.2	Maasulkuasettelu	36
7.2.3	Katkeilevan maasulun asettelu.....	37
7.2.4	Nollajänniteasettelu	38
7.3	Matriisit	40
7.3.1	Lähtömatriisi	40
7.3.2	Lukitusmatriisi	41
7.3.3	Ledimatriisi	41
7.4	Näytön konfigurointi	43
8	RELEEN TOIMINNOT JA KÄYTTÖ.....	45
8.1	Paikallishjauksen käyttöliittymä.....	45
8.2	Mittaustoiminnot ja sähkönlaadun tarkkailu	47
8.3	Tapahtumat ja valvontatoiminnot	49
8.4	Jälleenkytkentä	51
9	POHDINTA	53
	LÄHTEET	54
	LIITTEET	55

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa Aila Petäjäjärveä, sekä Lapin Ammattikorkeakoulua kiinnostavasta opinnäytetyön aiheesta ja kaikesta työn aikana saamastani avusta. Haluan myös kiittää työni kohteena olevan suojarleen valmistajaa, Schneider Electricia, joka oli luonut helppokäyttöisen ohjelman releen ohjelmointia ja käyttöä varten, sekä kattavan materiaalipankin työssä käytetyn tiedon löytämistä varten.

Lopuksi haluan kiittää perhettäni, jolta olen saanut paljon tukea niin tämän työn suorittamisen, kuin myös koko opiskeluni aikana.

Haparanda 20.4.2022

Mikko Ramstedt

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

kV	Kilovoltti, jännitteen arvo tuhatkertoimella.
DC	Direct current, eli tasasähkö.
I/O	Input ja output ovat laitteistossa olevia tuloja ja lähtöjä, joiden avulla relesuojaus saa tietoja ja ohjaa erilaisia suojauksia.
USB	Universal Serial Bus on liitäntä, jolla erilaisia laitteita voidaan yhdistää tietokoneeseen.
Vampset	VAMP 300F-suojareleen ohjelmointiin ja käyttöön tarkoitettu ohjelmisto.
THD	Total harmonic distortion, eli harmoninen kokonaissärö. Esittää kaikkien harmonisten komponenttien yhteenlaskettua summaa verrattuna perustaajuuteen.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä perehdytään VAMP 300F-suojareleeseen, joka on Schneider Electricin valmistama johtolähtöjen suojaamiseen tarkoitettu monipuolinen suojauskokoonpano. Relesuojaus on yksi tärkeimmistä ja käytetyimmistä sähköverkköjen suojausmenetelmistä ympäri maailmaa ja sen pääasialliset käyttökohteet ovat sähköverkon eri osissa.

Työssä käsitellään releyksikön asentaminen, testaaminen, käyttöönotto ja asetelu sekä esittely releen keskeisistä toiminnoista ja niiden käyttämisestä. Lisäksi käsitellään myös relesuojauksen, suojattavien sähköverkköjen, sekä niissä esiintyvien vikatilojen teoriaa. Työ tapahtuu vaiheittain, alkaen releyksikön rakentamisella ja jatkaen siitä sen käyttöönottoon ja lopulta käyttämiseen. Kaikki työn vaiheet on esitelty tässä raportissa kronologisessa järjestyksessä.

Tämän opinnäytetyön tekeminen sisältää paljon työtä laitteiston ja siihen liittyvän teorian tutkimisen parissa, sillä relesuojaus aihealueena on melko laaja ja työn kohteena olevan laitteen ominaisuudet ja käyttötavat ovat hyvin monipuoliset. Suuri osa opinnäytetyöstä on myös käytännön tekemistä kuten rakentamista, johdotusta ja laitteiston ohjelmointia. Tämä tekee työn suorittamisesta monipuolista ja mielenkiintoista.

Työn tuotoksina syntyy käyttövalmis relesuojausyksikkö, jota voidaan myöhemmin käyttää Lapin Ammattikorkeakoulun opetuskäytössä. Työstä tehtävässä raporttiosuudessa kuvataan työn eri vaiheiden tekeminen yksityiskohtaisesti ja opastavalla tyyllillä. Lisäksi työssä käytettyä laitteistoa varten tehdään lyhyt käyttöohje tukemaan sen käyttöä opetuksessa.

Työn aiheen valitsin koska se kiinnosti minua ja sen tekemisen myötä oli mahdollista oppia paljon tulevaisuuden työelämässä tarvittavia taitoja.

2 TEORIA

2.1 Relesuojaus

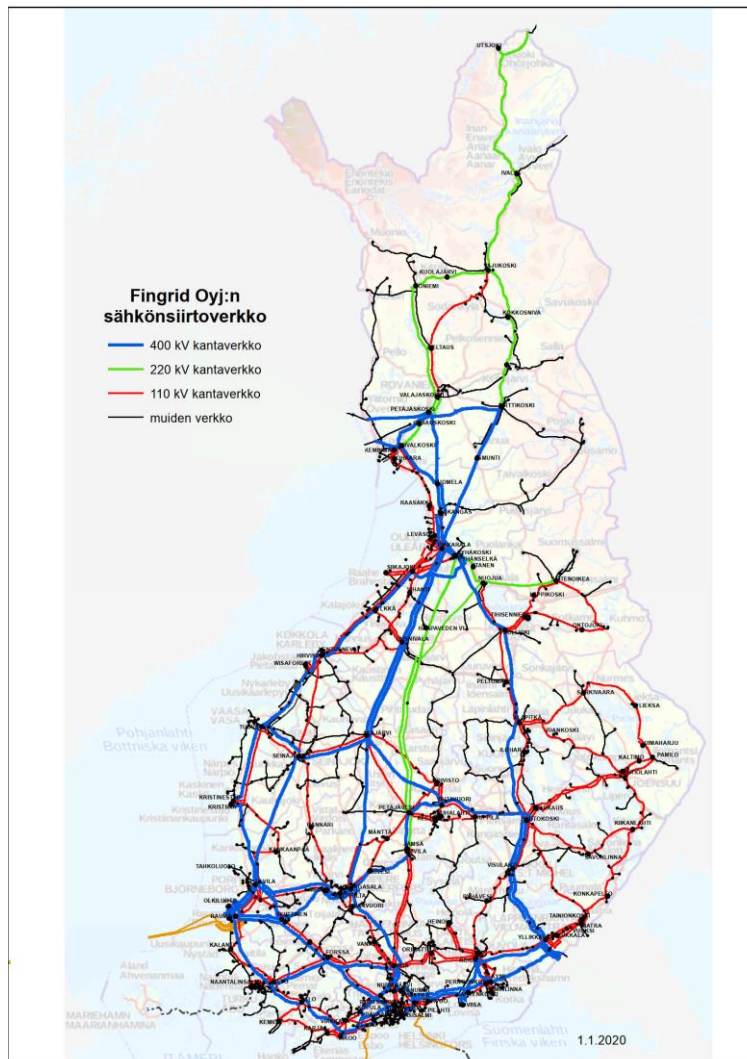
Relesuojauksen tavoitteena on suojella sähköjärjestelmien komponentteja erilaisten vikatilanteiden aiheuttamilta sähköisiltä suureilta, jotka saattaisivat ilman toimivaa suojausta vaurioittaa järjestelmän laitteita. Suojareleet tarkkailevat niiden suojaamassa verkossa esiintyviä sähköisiä suureita ja suorittavat verkon osien kytkentöjä ohjelmoidulla tavalla ja nopeudella, suureiden poiketessa releeseen asetelluista arvoista. (Mörsky 1993, 14.)

Toimivan relesuojauksen rakentamiseksi on tärkeää saavuttaa tietyt edellytykset. Relesuojauksen on toimittava selektiivisesti, eli vikatilanteen havaitessaan rele kytkee verkosta irti mahdollisimman pienen osan, jotta muun verkon toiminta ei häiriidy. Releen suorittamien kytkentöjen on myös tapahduttava nopeasti ja riittävällä herkkyydellä, jotta esiintynyt vikatila ei ehdi aiheuttaa vaurioita verkon komponentteihin, eikä verkon stabiilisuus vaarannu. Relesuojauksen pitää olla koko järjestelmän kattava, varmatoiminen, sekä mahdollisimman yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Myös releiden koestamisen on hyvä olla suoritettavissa niiden käyttöpaikoilla ja verkon ollessa käytössä. Lopuksi mainittakoon, että hyvän relesuojauksen ei välttämättä tarvitse olla kaikkein kallein ja kattavin järjestelmä, vaan suojaus on sovellettava käyttökohteen tarpeisiin ja sen hankintahinnan on oltava kohtuullinen. (Mörsky 1993, 15.)

Relesuojaus toimii suojareleiden ja katkaisijoiden yhteistyönä. Kun rele havaitsee poikkeavan arvon sen tarkkailemassa verkon osassa, antaa se asetellun aikamääreen jälkeen katkaisijalle käskyn kytkeä kyseinen verkon osa irti. Vikatilanteesta ja havaitun poikkeaman suuruudesta riippuen verkon osan irti kytkentä ei aina ole tarpeen, vaan rele voi sen ohjelmoinnista riippuen antaa verkon haltijoille hälytyksen havaitusta poikkeavasta arvosta. Releet voidaan myös asetella kytkemään erotettu verkon osa takaisin käyttöön, jos vikatila on poistunut. Tällöin puhutaan aikajälleenkytkennästä. (Mörsky 1993, 15-16.)

2.2 Sähköverkon rakenne

Suomen kantaverkko koostuu 400, 220 ja 110 kV:n voimajohtolinjoista, näitä on yhteensä noin 13 600 kilometriä. Kantaverkon sähkö muunnetaan jakeluverkkoon sopivaksi sähköasemilla, joita Suomessa on 116 kappaletta. Näiden lisäksi Suomen ja sen naapurimaiden välillä kulkee useita korkeajännite tasasähkökaapeleita, joiden kautta sähköä myydään ja ostetaan näiden maiden kesken. Suomen kantaverkko on esitelty kuvassa 1. (Fingrid 2020.)



Kuva 1. Suomen kantaverkko. (Fingrid, 2020)

Jakeluverkon tehtävänä on siirtää sähköenergia sen käyttökohteisiin, kuten kotitalouksiin ja teollisuudelle. Suomen jakeluverkon jännitetasot ovat 110 kV:n ja 0,4 kV:n välillä riippuen verkon osan sijainnista sähkö käyttökohteeseen nähden. (Fingrid 2020.)

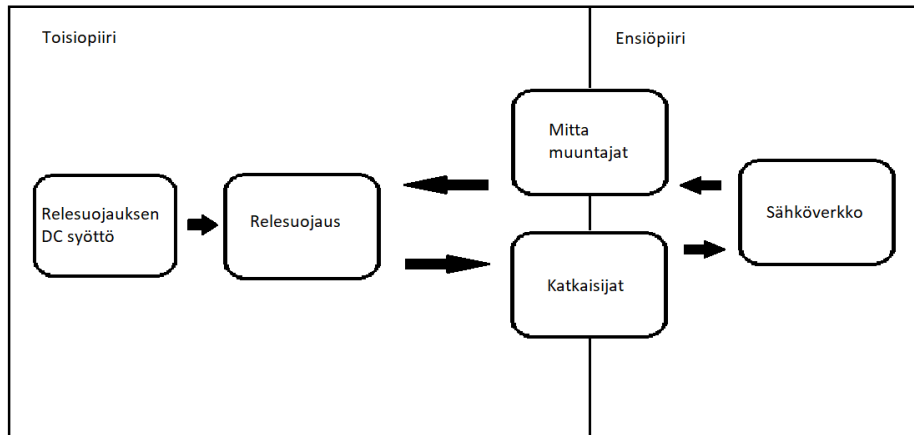
2.3 Sähköverkon suojaus

Kantaverkkoa koskevien säännösten mukaan yksittäiset vikatilanteet eivät saa johtaa laajenevaan häiriötilanteeseen tai niin kutsuttuun verkon stabiilisuuden menetykseen. Jotta tämän tasoinen toiminnan varmuus saavutetaan, tulee 400 kV jakeluverkossa tapahtuvat oikosulkuviat erottaa korkeintaan 0,1 sekunnin kuluessa vian alkamishetkestä. Verkon suojaus on toteutettu relesuojauksella, joka ohjaa verkon katkaisijoita. (Fingrid 2017.)

Suojaukselta kantaverkon 110 ja 220 kV jännitealueilla vaaditaan, että oikosulku tai matalaresistanssisen maasulun sattuessa vikakohta erotetaan verkosta 0,5 sekunnin kuluessa vian alkamisesta. Myös kantaverkon 110 ja 220 kV osia suojataan relesuojauksen keinoin, käyttäen monen erityyppisen suojareleen yhdistelmää. Suojauksen on toimittava nopeinten lähellä sähköasemia ja johto-osioiden loppupäässä voi vikatila kestää huomattavasti pitempään, esimerkiksi suuriresistanssisten maasulkujen tapauksessa poiskytkentä tapahtuu muutamien sekuntien aikana vian alkamisesta. (Fingrid 2017.)

2.4 Suojauksen rakenne ja osat

Relesuojausjärjestelmä koostuu muutamasta pääkomponentista. Komponentit ja niiden väliset yhteydet on esitelty kuvassa 2.



Kuva 2. Kuvaus relesuojauksen rakenteesta.

Relesuojauksen pääkomponentit ja niiden tarkoitukset ovat seuraavat:

1. Relesuojauksen DC syöttö. Koska releiden toiminta täytyy pystyä varmistamaan myös sähköverkon ollessa vikatilassa, on niiden sähkönsyöttö toteutettu erillisestä DC järjestelmästä, jonka sähkönsyöttö on varmistettu akustoilla.
2. Relesuojaus, eli sähköjärjestelmän suojauksesta vastaava rele, joka sille tulevien tietojen mukaan tekee tarvittavat suojaustoimenpiteet.
3. Mittamuuntajat, jotka muuntavat sähköverkosta tulevat virran ja jännitteen arvot suojarellelle sopiviksi. Mittamuuntajien kautta suojarelleet saavat tiedon verkon tilasta, jonka perusteella suojaustoimenpiteet tehdään.
4. Katkaisija. Suojarelle ohjaa katkaisijoita ja niiden avulla voi irrottaa osan verkosta siinä tapahtuneen vikatilanteen neutralisoimiseksi.
5. Sähköverkko on kokonaisuus, jota siihen yhdistetty suojarelle suojelee. Kun sähköverkossa syntyy vikatila, havaitsee suojarelle sen ja irrottaa vikaantuneen verkon osan muusta verkosta, siten estäen komponenttien vaurioitumisen ja vikatilanteen leviämisen.

2.5 VAMP 300F-suojarele

VAMP 300F-suojarele on johtolähtöjen monipuoliseen suojaukseen käytetty relesuojausyksikkö. Laite on modulaarinen, tarkoittaen että sen käyttäjä voi tilata suojareleensä haluamallaan kokoonpanolla. Laite toimitetaan kuvassa 3 esitetyillä perusmoduuleilla varustettuna, joiden lisäksi sen tyhjiin korttipaikkoihin voidaan asentaa lisämoduuleita muita suojaustarpeita varten. (Schneider Electric 2013, 1.)

Tarjolla olevat suojausratkaisut on jaoteltu neljään eri ryhmään, sekä joko moottori- tai johtolähtösovellukseen. Kuvassa 3 esitetyssä taulukossa ryhmät A – D eroavat toisistaan analogisen mittauskortin kytkentöjen lukumäärässä ja kortin nimellisvirroissa. Kaikissa kokoonpanoissa esimerkiksi ylivirta- ja maasulkusuojaukset ovat vakiona, mutta monet muut suojat on jaoteltu tarkoitetun käyttökohteen mukaan.

Suojaus	A= 3L + U + lo (5/1A)		B= 3L+4U+lo (5/1A) C= 3L+4U+2lo (5+1A) D= 3L+4U+2lo (1+0.2A)	
	Johtolähtö	Moottori	Johtolähtö	Moottori
Valokaarisuojaus (optio)				
Ylivirta (50/51)				
Suunnattu ylivirtasuojaus (67)				
Kylmän kuorman tunnistus				
Terminen ylikuorma (49)				
Maasulku (50N/51N)				
Suunnattu maasulku (67N)				
Jaksottainen maasulku (67N-IEF)				
Alijännite (27)				
Ylijännite (59)				
Maasulkujännite (59N)				
Vaihealivirta (37)				
Epätasapaino (46)				
Vaihejärjestys (47)				
Suunnattu teho (32)				
Jumisoija (48)				
Toistuvat käynnistykset (66)				
Käynnistysvälivirta (68F2)				
Taajuus (81H/81L)				
Synkronoinnin tarkistus (25)				
Taajuuden muutosnopeus (81R)				
Jälleenkytkentä (79)				
Katkaisijavika (50BF)				
Ohjelmoitava porras 1-8 (99)				

■ = yksivaiheinen

Kuva 3. VAMP 300-sarjan suojareleen moduulit. (Schneider Electric 2013, 2.)

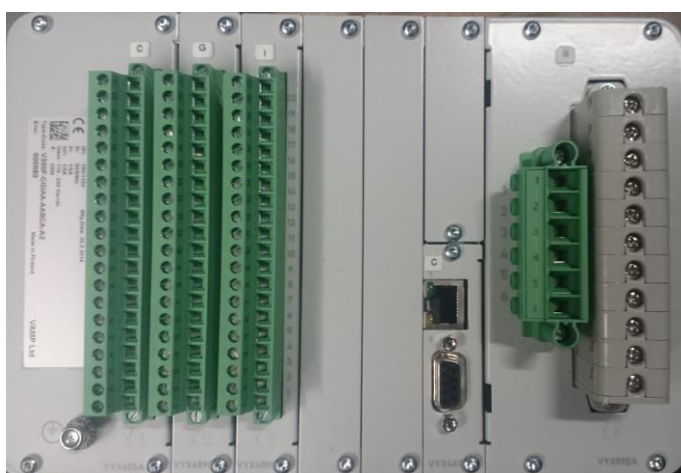
Kuvassa 4 on esitelty VAMP 300F-suojareleen etupaneeli. Työssä relettä tullaan ohjaamaan etupaneelin käyttöliittymästä tai kytkemällä se tietokoneeseen paneelin oikeassa alareunassa olevalla USB-portilla, ja käyttämällä Vampset-ohjelmistoa.



Kuva 4. VAMP 300F-suojareleen käyttöpaneeli.

Kuvassa 5 on esitelty releen takapaneeli, jonka kautta rele kytketään sen suojaamaan kohteeseen. Nämä kytkennät sisältävät esimerkiksi seuraavaa:

1. Analogisen mittauskortin kytkennät, joiden kautta mitataan suojattavan verkon arvoja, ja siten ohjataan suojien toimintaa.
2. I/O korttien kytkennät, joiden kautta releelle tuodaan lisää tietoa sen suojaamasta kohteesta ja joiden kautta rele antaa laukeamiskäskyjä sen ohjaamille katkaisijoille.
3. Suojareleen syöttöjännitekortti, joka sisältää myös liitännät mahdollisten valokaarisuojasantureiden kytkemiselle.



Kuva 5. Releen takapaneeli.

2.6 Suojattavat vikatilat

Releellä suojattavien vikatilojen teoriasta käydään läpi kohdat, joita varten työn rele tullaan ohjelmoimaan. Laitteella ja siihen asennettavilla lisämoduuleilla on mahdollista suojautua myös lukuisia muita vikoja vastaan, mutta niitä ei käsitellä tässä työssä.

2.6.1 Ylivirta

Ylivirtaviat voidaan jaotella kahteen kategoriaan: oikosuluista aiheutuviin ylivirtoihin ja verkon kuorman liiallisesta kasvamisesta aiheutuneisiin ylivirtoihin. Oikosulkutapauksessa verkon vaihejohtimet joutuvat yhteyteen toistensa kanssa ja sen seurauksena syntyvä ylivirta voi olla 30–40 kertainen verrattuna verkon nimellisiin virta-arvoihin. Tällainen vikatila rasittaa verkkoa suuresti ja vaurioiden välttämiseksi on tärkeää, että vikaantunut osa verkosta kytketään irti mahdollisimman nopeasti. Kasvaneesta kuormituksesta aiheutunut ylivirta tapahtuu, kun verkon sähkönkulutus kasvaa tai siihen kytketään suuria kuormia äkillisesti. Ylikuormituksesta tapahtuva ylivirta ei ole läheskään yhtä suuri ja nopeasti syntyvä kuin oikosulkuvirta ja se ei välttämättä vaadi samanlaisia toimia kuin oikosulkuvika. Suojareleen havaitessa yli aseteltujen arvojen kasvava virta voi se verkon osan irtikytkennän sijaan antaa asiasta hälytyksen, jolloin voidaan ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin virran alentamiseksi. (Aura & Tonteri 1993, 159.)

2.6.2 Maasulku

Maasulku tapahtuu, kun jokin verkon jännitteellisistä johtimista joutuu yhteyteen maapotentiaalin kanssa muuten kuin kuorman tai jännitelähteen kautta. Tyypillinen maasulku syntyy johtimen eristyksen peittämisen seurauksena tai ulkoisten tekijöiden, kuten johtolinjojen päälle kaatuneen puun seurauksena.

Maasulkutilanteissa puhutaan joko yksi- tai monivaiheisesta maasulusta. Yksivaiheisessa maasulussa verkon yksi vaihe joutuu kosketuksiin maapotentiaalin kanssa, kun taas monivaiheisessa yhteys maapotentiaaliin tapahtuu useamman vaiheen kautta. Maasulusta syntyvä vikavirta on käyttömaadoitetussa verkossa rinnastettavissa oikosulussa syntyvän virran suuruuteen ja kunhan vikakohdan

resistanssi ei ole liian suuri, toimivat verkon suojaukset luotettavasti. (ABB 2000-07, 1.)

Viattomassa sähköverkossa sen vaihejohtimien jännitteet ovat symmetrisiä maapotentiaaliin nähden, eli niiden yhteenlaskettu summa on aina nolla. Maasulun sattuessa yhteen tai useampaan vaiheeseen putoaa vikaantuneen vaiheen jännite ja verkon terveiden vaiheiden jännite kasvaa. Tilanteessa, jossa maasulkukohdan resistanssi on nolla, putoaa maasulussa olevan vaiheen jännite noltaan ja muiden vaiheiden jännite kasvaa verkon pääjännitteen suuruiseksi. Tyypillisesti maasulkusuojaukseen käytettävä rele tarkkaileekin vaiheiden ylijännitteitä ja havaitsee niiden perusteella syntyneen maasulun. (Aura & Tonteri 1993, 163; ABB 2000-07, 1.)

2.6.3 Katkeileva maasulku

Katkeileva maasulku on hyvin pitkälti tavallisen maasulun kaltainen vika, jossa vaihejohdin joutuu yhteyteen maapotentiaalin kanssa, sen eristyksen heikentymisen vuoksi. Katkeilevassa maasulussa syntynyt eristyksen läpilyönti kuitenkin yleensä sammuu itsekseen siniaallon nollakohdassa ja syttyy taas uudelleen siniaallon saavuttaessa korkeamman jännitepisteen. Useimmiten maasulkuviat alkavatkin katkeilevina maasulkuina ja muuttuvat täysiksi maasuluiksi eristyksen heiketessä entisestään. (Wahlroos 2018.)

Katkeileva maasulku aiheuttaa virran ja jännitteen käyrämuodon muuttumisen hyvin epäsäännölliseksi. Katkeilevan maasulun synnyttämän vikavirran kesto on lyhyt ja sulun katkettua se tasoittuu. Vian seurauksena kasvanut nollajännite ei ehdi kuitenkaan palautua niin nopeasti ja näin relesuojaus saattaa havahtua ensimmäisenä katkeilevan maasulun aiheuttamaan nollajännitteen kasvuun. (Wahlroos 2018.)

2.6.4 Vaihekatkos

Vaihekatkoksella tarkoitetaan tilannetta, jossa johonkin verkon vaiheista tulee katkos. Katkoksen seuraukset riippuvat siitä, miten katkos tapahtuu. Jos katkenut vaihe joutuu kosketuksiin muiden vaiheiden kanssa, syntyy oikosulku. Jos taas se joutuu yhteyteen maapotentiaalin kanssa, syntyy maasulku. Jos vaihe

pelkästään katkeaa eikä joudu yhteyteen minkään verkon muun osan tai maan kanssa, ei katkoksesta aiheudu vikavirtoja, mutta katkos aiheuttaa silti epäsymmetriaa verkossa. Tapaus, jossa vaihekatkoksesta ei synny vikavirtaa, voikin olla hankala havaita.

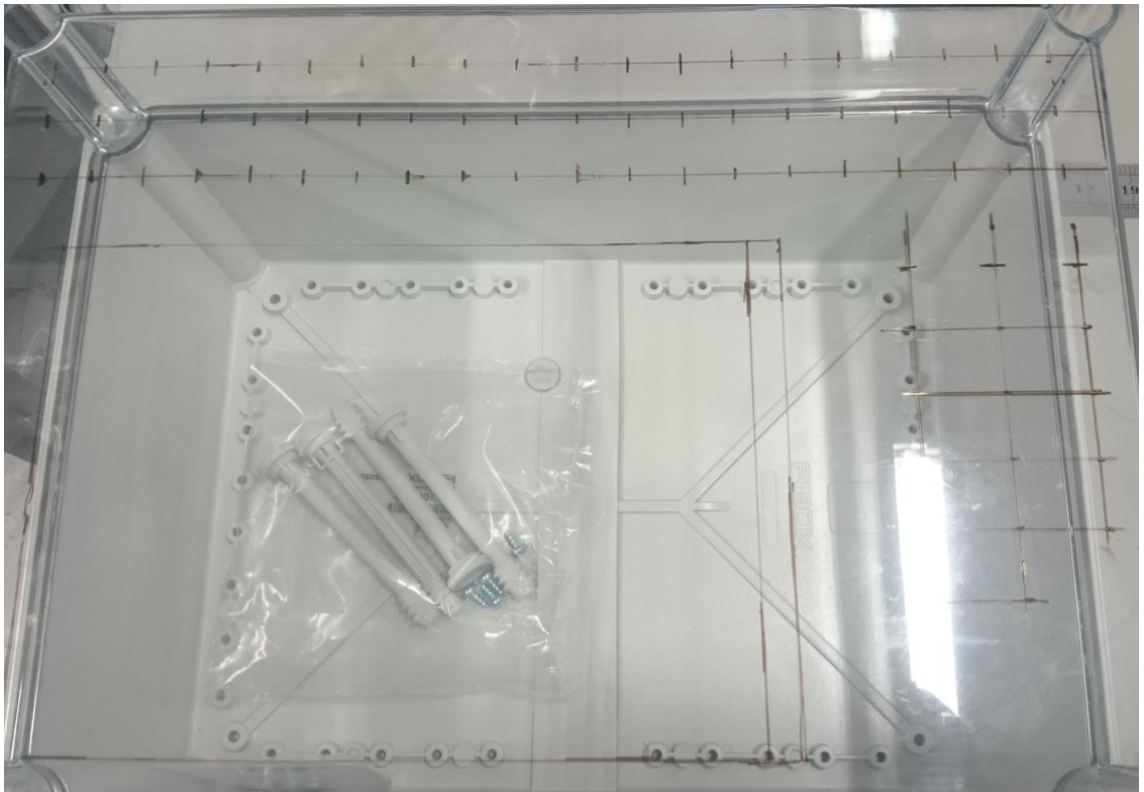
2.6.5 Nollajännite

Nollajännitteeksi kutsutaan sähköverkon tähtipisteen ja maapotentiaalin välistä jännitettä. Edellä mainitut viat, kuten maasulut, aiheuttavat nollajännitteen kasvua, jonka perusteella verkkoa suojaavat releet voivat havaita vikatilanteet. Nollajännitesuojausta käytetään usein niin sanottuna varasuojana, joka toimii, kun muut suojat eivät vian ominaisuuksien vuoksi havaitse sitä. Tällaisessa tapauksessa nollajännitesuojaus saattaa irrottaa verkosta suuremman osan, kuin mitä muut, kohdennetummat suojat, joten nollajännitesuojauksessa voidaan käyttää pidempiä laukaisuaikoja, antaen enemmän aikaa muille suojuille toimia.

3 VAMP 300F-SUOJARELEYKSIKÖN RAKENTAMINEN

3.1 Kotelon rakentaminen

Suojarelekotelon rakentaminen aloitettiin mittaamalla ja luonnostelemalla liitinten ja suojareleen paikat kotelon kanteen. Kuvassa 6 on esitelty kotelon kanteen tehdyt merkinnät, joiden perusteella tehdään vaadittavat läpiviennit.



Kuva 6. Suojarelekotelon suunnittelu.

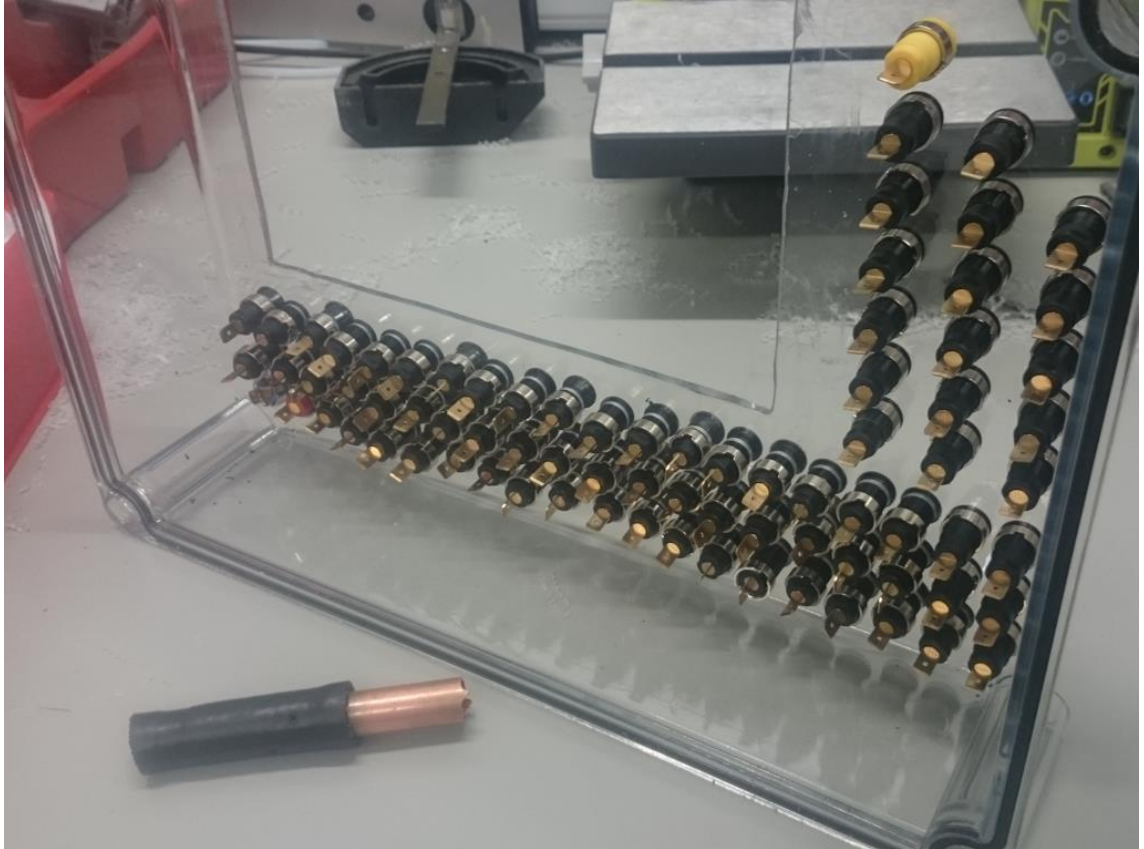
Releketelon läpivientien teko aloitettiin poraamalla pilottireiät kanteen, kuten on esitetty kuvassa 7. Tämän jälkeen ne suurennettiin oikean kokoisiksi isommalla terällä. Läpivienti suojareleelle tehtiin kuviosahalla.



Kuva 7. Releketelon läpivientien teko.

3.2 Liitinten asennus

Liitinpisteitä koteloon tarvittiin 78 kappaletta. Liittimet aseteltiin niitä varten porattuihin reikiin ja kiinnitettiin paikalleen liitinten takaosaan ruuvattavilla renkailla. Liittimet kiristettiin käyttämällä kuvassa 8 esitettyä erikoistyökalua.



Kuva 8. Liitinten asennus suojakoteloon.

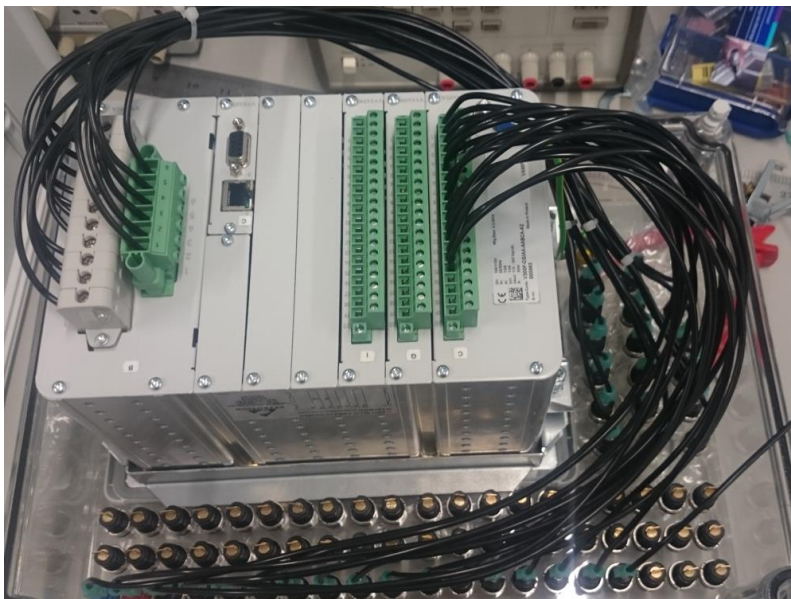
3.3 Releen asentaminen ja johdotus

Suojarele kiinnitettiin koteloon sen mukana toimitetulla metallikehyksellä ruuvattavilla kiristimillä, kuten on esitetty kuvassa 9.



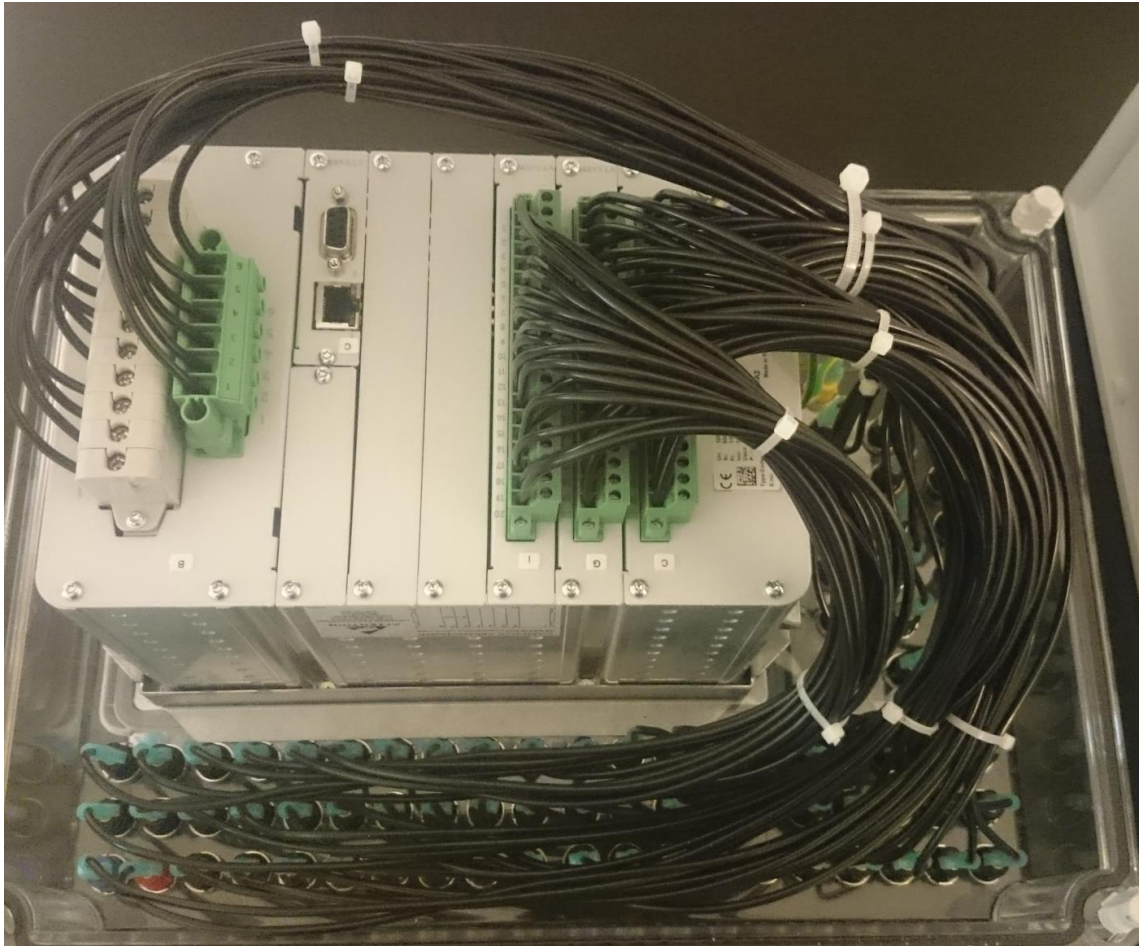
Kuva 9. Releen kiinnitys koteloon.

Releen johdotukset kiinnitettiin kotelon liitinpisteisiin abico-liittimillä ja releeseen sen takaosassa olevilla ruuviliittimillä. Kaikkiin johdotuksiin käytettiin 1,5 mm² paksuista johtoa. Johdotustyö esiteltä kuvassa 10.



Kuva 10. Liitinten johdotus.

Valmis johdotus kerättiin siisteihin nippuihin ja kiinnitettiin paikalleen nippusiteiden avulla. Relesuojausyksikön valmis johdotus on esitelty kuvassa 11. Takapaneelissa sijaitsevat Ethernet- ja 232-kommunikaatioliitännän ovat tarkoitettu releen etäohjaukseen, mutta niitä ei tarvittu tässä työssä, sillä releen etäohjaus onnistui parhaiten etupaneeli USB-kytkennän kautta.



Kuva 11. Valmis kotelointi ja johdotus.

Johdotuksen valmistuttua voitiin relekotelo sulkea ja lopuksi kaikkien kotelon liittimien tunnukset merkattiin etupaneeliin. Relesuojausyksikkö on nyt valmis tarkastettavaksi ja käyttöönotettavaksi.

3.4 Releen moduulit ja niiden kytkennät

VAMP 300F-suojarele koostuu neljästä erillisestä moduulista, jotka on merkitty kirjaimilla C, G, I ja B. Näihin moduuleihin yhdistettiin kaikki relekotelon liitännät. Lisäksi releessä ovat moduulit sen näytölle sekä moduuli 232-kommunikointiliitännälle ja Ethernet-portille. Kuvassa 12 on esiteltynä Vampset-ohjelman luettelo suojareleen moduuleista.

SLOT INFO

Slot	Card ID	Trace ID	FPGA program	Status
1	Power C		-	OK
2	6DI+4DO	F685421402000223VB464D	-	OK
3	10DI		-	OK
4	Ei	-	-	-
5	Ei	-	-	-
6	Ei	-	-	-
7	Ei	-	-	-
8	3L+4U+Io		-	OK
9	232+EthRJ	F660941341000133VB449D	-	OK
10	Ei	-	-	-
Display	128x64	F581991403000493VB397F	-	OK
MB	3xx MB	VB356K	V1.5	OK

Kuva 12. Releen moduulit.

Tarkemmat tiedot suojarleen moduuleista, niiden tarkoituksesta ja sisäisistä kytkennöistä on esitelty luettelossa alla sekä luettelossa viitatuissa liitteissä.

1. Syöttöjännite ja valokaarisuojausmoduuli C. Moduuli sisältää laitteen käyttöjännitekytkennät, valokaarisuojauksen releet, signaalireleet sekä laitteen statuksesta kertovat tulot. Moduulissa on myös paikka releen suojamaajohtimen kytkemistä varten. Tarkka kuvaus moduulin kytkennöistä on esitetty liitteissä (Liite 1).
2. Mittausmoduuli B. Moduuli sisältää kaikki inputit suojarleen mittalaitteille. Tämän moduulin tehtävänä on siis mitata ja tulkita kaikkia siihen sähköverkosta tulevia arvoja ja ohjata releen suojiin toimintaa niiden mukaan. Tarkka kuvaus moduulin kytkennöistä on esitetty liitteissä (Liite 2).
3. I/O moduuli G. Moduuli sisältää input- ja output-liitäntöjä katkaisijaohjausta tekeville releille, sekä niiden asentotiedon tuomiseksi laitteelle. Digitaaliset tulot eivät ole polaarisia, joten niihin kytkettävien tulojen + ja – kaapelit voidaan kytkeä kummin päin tahansa. Tarkka kuvaus moduulin kytkennöistä on esitetty liitteissä (Liite 3).
4. I/O moduuli I. Moduuli sisältää 10 kappaletta digitaalisia tuloja tietojen ja kommentojen lähettämiseksi laitteelle. Digitaaliset tulot eivät ole polaarisia, joten niihin kytkettävien tulojen + ja – kaapelit voidaan kytkeä kummin päin tahansa. Tarkka kuvaus moduulin kytkennöistä on esitetty liitteissä (Liite 4).

4 LAITTEEN TARKISTUKSET

4.1 Käyttöönottotarkastus

Laitekotelon rakentamisen jälkeen sen kytkennät, liitosten yhteydet ja niiden välinen eristys tarkistettiin, jotta releen kytkeminen jännitteelliseksi ja sen käyttäminen voitaisiin suorittaa turvallisesti ja että laite toimisi oikein. Tarkastukset suoritettiin yleismittarilla, kuten on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13. Laitekotelon mittaukset.

Kaikkien laitekokonaisuuden liitinten ja suojareleen takaosassa olevan vastaavan liitinkohdan välinen yhteys tarkistettiin, lisäksi tarkistettiin kaikkien liitinpisteiden eristys maadoituspisteeseen. Ongelmia ei löytynyt ja rele on valmis käyttööntoon.

4.2 Ensikäynnistys

VAMP 300F-suojarele toimii 110 voltin tasasähköllä. Jännitelähteenä sille käytettiin kuvassa 14 esitettyä tasajännitelähdettä. Kun laite kytkettiin ensimmäisen kerran jännitteelliseksi, latasi se asetuksia noin viiden minuutin ajan, jonka jälkeen sitä voitiin alkaa käyttämään.



Kuva 14. Suojareleen ensikäynnistys.

5 VAMPSET-OHJELMISTO

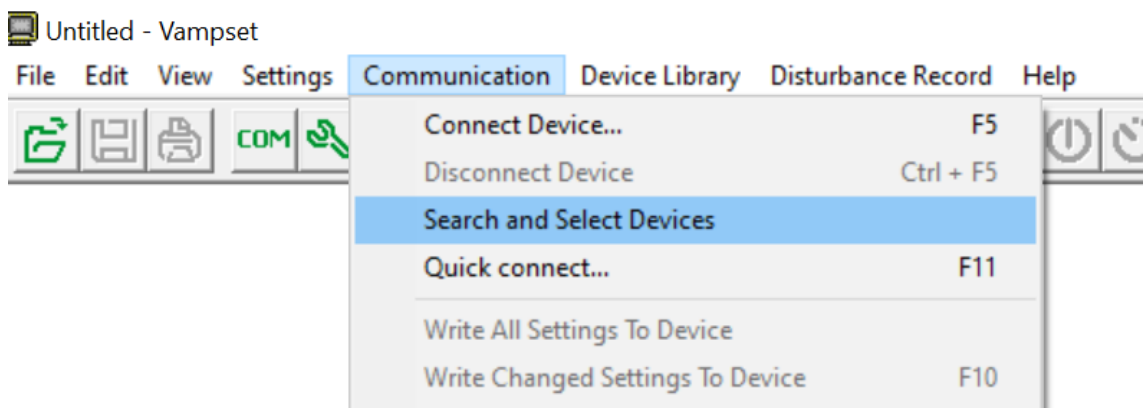
5.1 Ohjelmisto yleisesti

Tästä vaiheesta eteenpäin releen konfigurointi- ja ohjelmointityöt tullaan tekemään pääosin Vampset-ohjelmiston avulla. Vampset on VAMP-sarjan suojarleiden konfigurointiin, ohjelmointiin ja käyttämiseen tarkoitettu ohjelmisto, jota käytetään kytkemällä työn kohteena oleva suojarle tietokoneeseen USB-kaapelin välityksellä.

Ohjelmisto on maksuton ja saatavilla VAMP-suojarleiden valmistajan, Schneider Electricin verkkosivuilta. Ohjelmistolla voidaan luoda ja tallentaa valmiita konfiguraatioasetuksia, sekä ladata niitä suoraan ohjelmitavaan releeseen. Ohjelmisto myös lukee releen sen hetkiset tiedot, asetukset ja mahdolliset häiriötilanteet, sekä tuo ne käyttäjän tarkasteltaviksi ja muokattaviksi ohjelman käyttöliittymään. (Schneider Electric 2018b.)

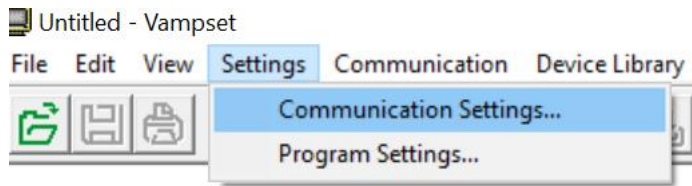
5.2 Laitteen yhdistäminen Vampset-ohjelmistoon

Laite yhdistettiin tietokoneeseen USB-kaapelin välityksellä. Tämän jälkeen avattiin Vampset-ohjelmisto ja etsittiin laitetta valikosta: Communication → Search and Select Devices, kuten on esitetty kuvassa 15. Ohjelma löysi releen heti ja ilmoitti siihen yhdistävän portin tunnuksen.



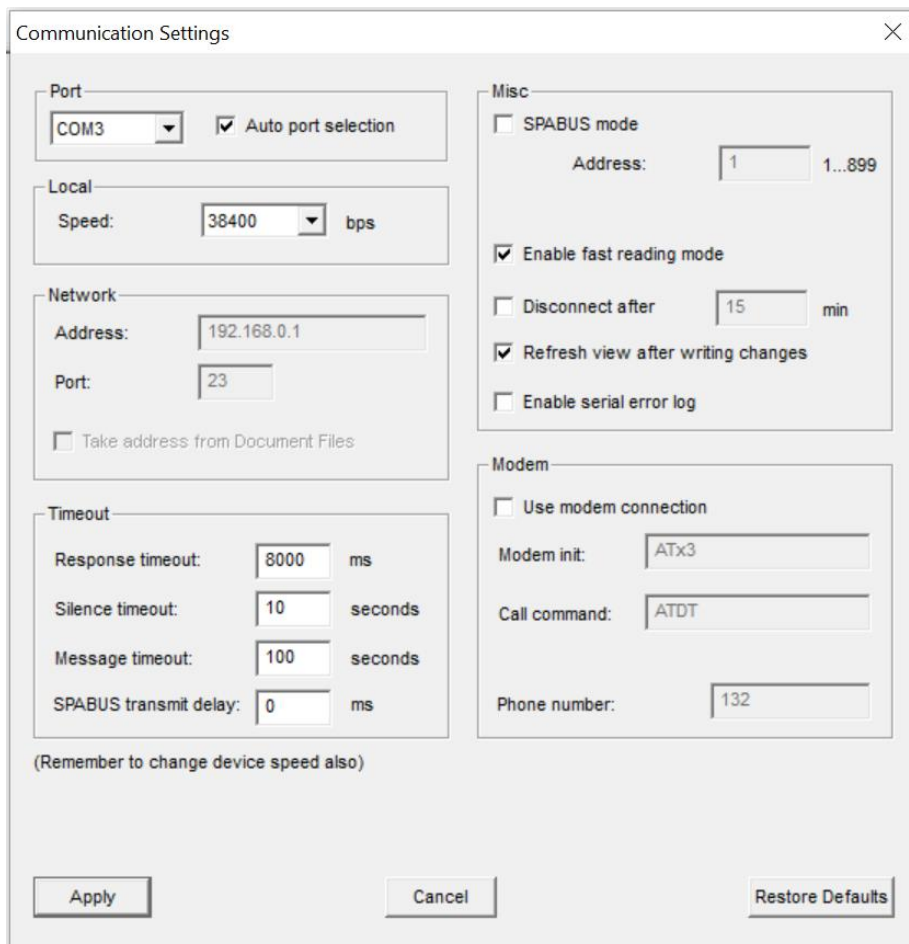
Kuva 15. Laitteen etsintä.

Laitteen löydyttyä tarkasteltiin yhteysasetuksia kuten on esitetty kuvassa 16.



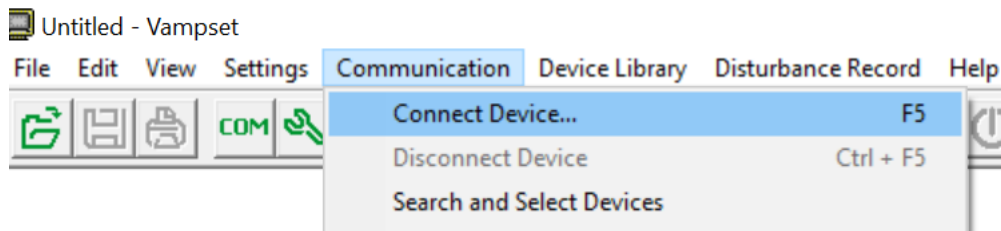
Kuva 16. Yhteysasetusten valikko.

Kuvassa 17 esitetyssä yhteysasetusruudussa voitiin valita yhdistettävän laitteen portti, tai Auto port selection kohdan ollessa valittuna ohjelma etsi sen automaattisesti. Muita asetuksia ei muutettu.



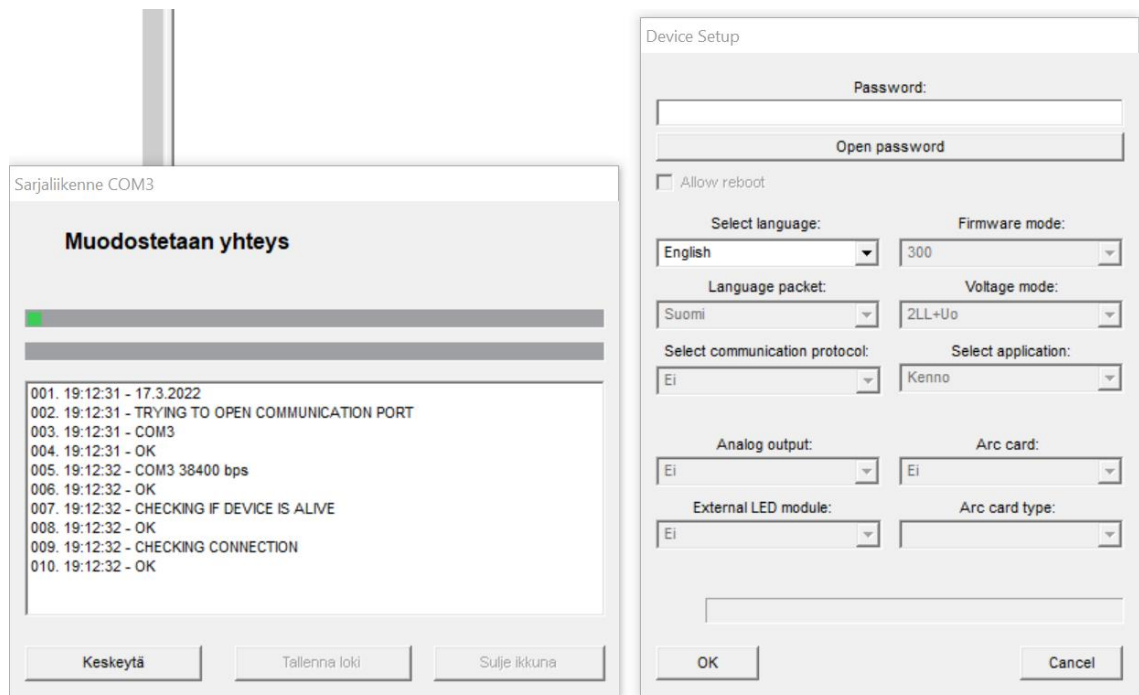
Kuva 17. Yhteysasetukset.

Lopuksi valittiin kohta Connect Device kuten on esitetty kuvassa 18 ja yhdistämisprosessi alkoi.



Kuva 18. Laitteeseen yhdistäminen.

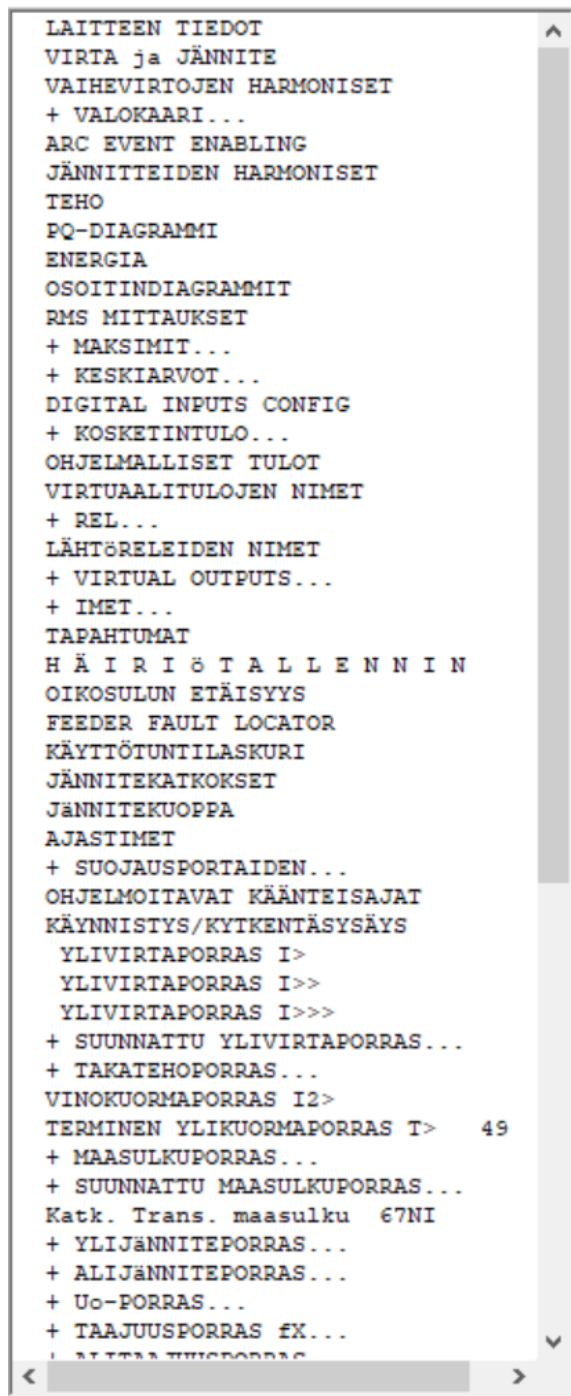
Ohjelman luodessa yhteyttä laitteeseen vaati se salasanaa. Tähän käytetään VAMP 300-sarjan suoja-alueiden oletussalasanaa; 0002. Salasanan syöttämisen jälkeen ohjelma loi yhteyden laitteeseen ja latsi kaikki laitteen asetukset ja tiedot ohjelmaan. Yhdistämisvalikko esitelty kuvassa 19.



Kuva 19. Yhdistäminen ja salasana.

5.3 Releohjelmoinnin päävalikko

Kaikki ohjelmalla releelle tehtävä ohjelmointi tapahtuu ohjelmanäkymän vasemmassa laidassa olevan valikon kautta. Valikossa ovat listattuna kaikki mahdolliset releen asetusvalikot, sekä lukuisia valikkoja releen ja sen suojaaman verkon toiminnan valvomiseen. Valikko toimii painamalla haluttua otsikkoa, joka avaa kyseisen ryhmän asetusvalikon. Päävalikko on esitelty kuvassa 20.



Kuva 20. Releohjelmointiin käytettävä päävalikko.

6 KÄYTTÖÖNOTTO

Suojareleen käynnistämisen ja Vampset-ohjelmistoon yhdistämisen jälkeen voi-
tiin aloittaa sen käyttöönotto. Ensimmäiseksi tutkitaan laitteen perustietoja ja teh-
dään tarvittavat muutokset.

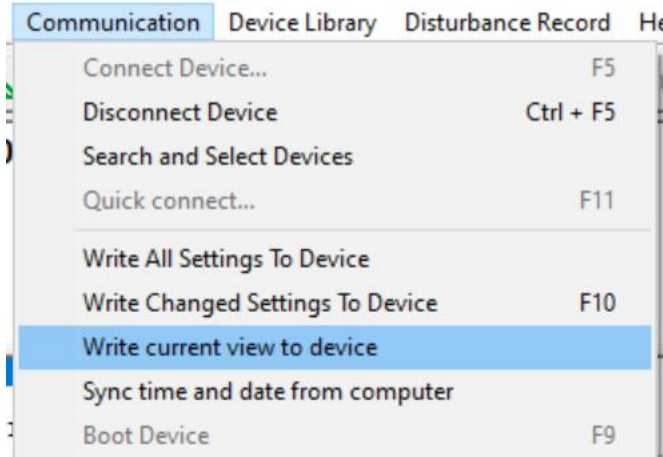
The screenshot shows the 'LAITTEEN TIEDOT' (Device Information) screen. The left pane contains a tree view of configuration options, and the right pane displays the selected device's details.

LAITTEEN TIEDOT	
Aseman tunnus	KARVIA
Kentän tunnus	J11
Laitetunnus	Protected target
Laitteen nimi	Feeder relay
Laitteen tyyppi	V300F
Sovellus	Kenno
Lisäkieli	Suomi
Käytä releen kieltä PC:ssä	<input checked="" type="checkbox"/>
Sarjanumero	863
Tilauuskoodi	-CGIAA-AABCA-A2
Ohjelmaversio	V10.143
Motherboard FPGA program version	V1.5
Vanhin hyväksytty Vampset versio	2.2.125
Nykyinen Vampset versio	2.2.209
Päiväys	2022-03-17
Kellonaika	21:37:28
Näytön kontrasti	110
Taustavalon ohjaus	-
Paneelin käyttötaso	PERUS
PC käyttötaso	KONF
Koestaja	Jukka Isoheikkilä
Kalibrointipäivämäärä	2014-3-4
Change operator password	0
Change configurator password	0

Kuva 21. Laitteen perustiedot.

Kuvassa 21 on esitelty Vampset-ohjelman laitekohtainen valikko, josta valittuna ovat laitteen perustiedot. Ensimmäiseksi muutettiin laitteen kellonaika oikeaksi. Tämä onnistuu helposti kirjoittamalla kohtiin päiväys ja kellonaika oikeat arvot, jonka jälkeen muutetut arvot voidaan ladata laitteelle Communication valikosta, kuten on esitetty kuvassa alla. On huomioitava, että muutettavat arvot on kirjattava ohjelmaan juuri samalla tavalla kuin ne ovat alun perin esitettynä. Eli päiväys tyyliä: vuosi-kuukausi-päivä ja kellonaika: tunnit:minuutit:sekunnit.

Päivän ja kellonajan voi myös synkronoida suoraan laitteeseen kytketystä tietokoneesta valitsemalla kuvassa 22 esitettyssä valikossa kohta "Sync time and date from computer".



Kuva 22. Muutettujen asetusten lataaminen laitteelle.

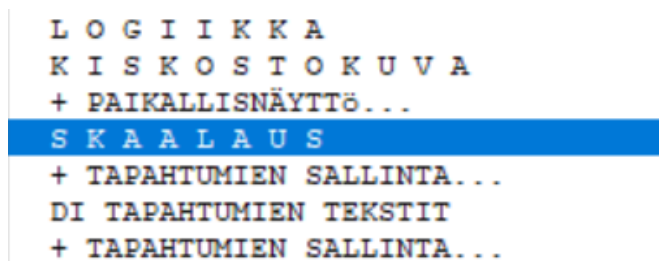
Jotta Vampset-ohjelmistolla tehdyt muutokset tulevat voimaan, tulee ne ladata laitteeseen. Muutosten lataaminen tapahtuu kuten on esitetty kuvassa 22. Ohjelmassa on mahdollisuus valita ladattavaksi ainoastaan muutetut asetukset ja tämä on suositeltavaa, sillä näin muutosten latausaika on paljon lyhyempi, kuin kaikkien asetusten lataamisessa. Ohjelman asetuksista voidaan myös säätää, että kaikki muutokset ladataan laitteelle heti kun ne tehdään.

7 KONFIGUROINTI

7.1 Verkon lähtöarvojen syöttäminen

Jotta suojariele voidaan ottaa käyttöön, täytyy siihen asetella raja-arvot, jotka ohjaavat releen toimintaa. Tällaisia arvoja ovat esimerkiksi virran ja jännitteen suurimmat sallitut arvot sekä havahtumis- ja toiminta-aika. Nämä arvot voidaan asettaa ja tallentaa suojarielelle melko helposti Vampset-ohjelman avulla.

Releen asettelu aloitetaan syöttämällä ohjelmaan suojustavan verkon nimellisarvot. Ensiksi valitaan releasettelun päävalikosta kohta skaalaus, kuten on esitetty kuvassa 23.



Kuva 23. Skaalausvalikko.

Tämän valitseminen avaa kuvassa 24 esitetyn ikkunan.

SKAALAU S

In ensiönimellisvirta	200 A
In toisionimellisvirta	5 A
In virtatulo	5 A
VT ensiönimellisjännite	11000 V
Un toisionimellisjännite	100 V
Io1 ensiönimellisvirta	100 A
Io1 toisionimellisvirta	1.0 A
Io1 virtatulo	1.0 A
Uo toisionimellisjännite	100.000 V
Jännitemittausmoodi	2LL+Uo
Taajuuden oppiminen	Auto
Opittu taajuus	50.0 Hz

Kuva 24. Releen skaalaukset.

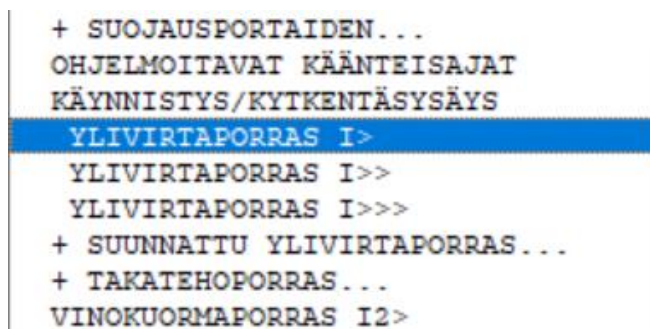
Skaalausikkunaan voidaan nyt syöttää suojattavan verkon arvot. Kaikissa kohdissa syötetään sekä ensiö-, että toisioarvot. Nämä ovat suoja-releeseen kytkettyjen mittamuuntajien nimellisarvoja, joiden pohjalta releen eri suojausryhmien asettelu lopulta tehdään. Lisäksi voidaan valita jännitteenmittausmoodi useasta vaihtoehdosta, sekä järjestelmän taajuus vaihtoehdoista: automaattinen, manuaalinen tai annettu arvo.

7.2 Suojausarvojen asettelu

Suojausportaisiin syötettävillä arvoilla määritellään suojien toiminta. Yleisimmin syötettävät arvot ovat sähköisiä suureita tai niiden kertoimia, sekä suojausportaiden toiminta-aikoja. Suojausportaasta riippuen voi olla tarpeen syöttää myös muita arvoja.

7.2.1 Ylivirta-asettelu

Ylivirtasuojauksen raja-arvojen asettelu aloitetaan valitsemalla ohjelman vasemmassa laidassa olevasta valikosta kohta ylivirtaporras, kuten on esitetty kuvassa 25. Ylivirtaportaita on kolme kappaletta, joiden avulla voidaan asettaa useita päällekkäisiä suojauskerroksia. Esimerkiksi portaaseen 1 asetetaan hitaasti toimiva suojaus matalaa ylivirtaa varten ja portaaseen 2 hyvin nopeasti toimiva suojaus korkeaa ylivirtatapahtumaa varten.



Kuva 25. Ylivirta-asettelun valikko.

Ylivirtaportaan asetusvalikossa ensimmäisenä voidaan valita, onko suoja aktiivinen vai ei. Seuraavassa ikkunassa ohjelma kertoo tietoja verkon tilasta, releen statuksesta ja laskee tapahtuneet havahtumiset ja laukaisut. Kolmannessa ikku-

nassa esitetään skaalausvalikossa aseteltu ensiövirran arvo ja siinä voidaan asettaa aktiivinen suojausryhmä, havahtumiskerroin, sekä suojauksen toiminta-aika. Ylivirran aseteluvalikossa on lisäksi vikaloki-ikkuna, joka kertoo keskeisimmät tiedot tapahtuneista vikatiloista. Ylivirtasuojauksen asettelu valikko ja vikaloki-ikkuna ovat esitelty kuvassa 26 ja kuvassa 27.

YLIVIRTAPORRAS ▶

Aktivoi suoja ▶ <input checked="" type="checkbox"/>	
Suurin vaihevirta	0 A
Status	-
Arvioitu aika laukaisuun	0.0 s
Havahtumislaskuri	0
Laukaisulaskuri	0

Ryhmänvaihtotulo	-	
Aktiivinen ryhmä	2	
	Ryhmä 1	Ryhmä 2
Havahtumisasettelu	200 A	200 A
Havahtumisasettelu	1.00 xIn	1.00 xIn
Käyräperhe	DT	DT
Viivetyyppi	DT	DT
Toiminta-aika	0.50 s	0.50 s
Käänteisaika (20x)	- s	- s
Käänteisaika (4x)	- s	- s
Käänteisaika (1x)	- s	- s
	Yhteiset asettelut	
Include harmonics	Pois	

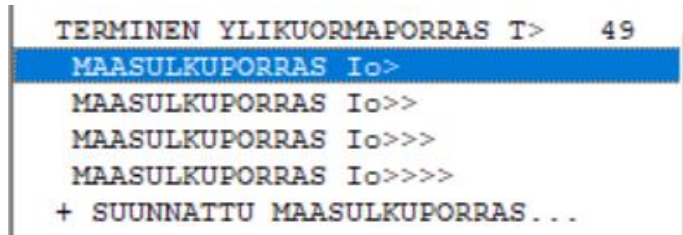
Kuva 26. Ylivirta-asetusten valikko.

VIKALOKI							
	Päiväys	hh:mm:ss.ms	Aktiivinen ryhmä	Vikatyyppi	Vikavirta	Vian kesto	Virta ennen vikaa
[1]	-	-	-	-	0.00 A	0 %	0.00 A
[2]	-	-	-	-	0.00 A	0 %	0.00 A
[3]	-	-	-	-	0.00 A	0 %	0.00 A
[4]	-	-	-	-	0.00 A	0 %	0.00 A
[5]	-	-	-	-	0.00 A	0 %	0.00 A
[6]	-	-	-	-	0.00 A	0 %	0.00 A
[7]	-	-	-	-	0.00 A	0 %	0.00 A
[8]	-	-	-	-	0.00 A	0 %	0.00 A

Kuva 27. Ylivirtatapahtumien vikaloki.

7.2.2 Maasulkuasettelu

Maasulkusuojaukselle releen valikosta löytyy neljä eri porrasta maasulkusuojauksella ja kaksi porrasta suunnatulle maasulkusuojaukselle. Kuvassa 28 on esitelty eri maasulkusuojausryhmien valikko ja kuvassa 29 maasulkusuojauksen asetukset.



Kuva 28. Maasulkusuojausten valikko.

MAASULKUPORRAS Io>

Aktivoi suoja Io>		<input type="checkbox"/>
Io tulo	Io1	
Nollavirta Io1	0.000	pu
Status	-	
Arvioitu aika laukaisuun	0.0	s
Havahtumislaskuri	0	
Laukaisulaskuri	0	
Ryhmänvaihtotulo	-	
Aktiivinen ryhmä	1	
	Ryhmä 1	Ryhmä 2
Havahtumisasettelu	5.00 A	5.00 A
Havahtumisasettelu	0.050 pu	0.050 pu
Käyräperhe	DT	DT
Viivetyyppi	DT	DT
Toiminta-aika	1.00 s	1.00 s
Käänteisaika (20x)	- s	- s
Käänteisaika (4x)	- s	- s
Käänteisaika (1x)	- s	- s
	Yhteiset asetellut	
Viivelaskurin pitoaika	0.00 s	

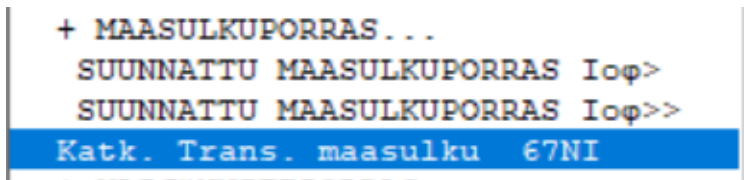
Kuva 29. Maasulkusuojauksen asetukset.

Asetusikkuna maasulkusuojaukselle noudattaa samaa tyyliä aikaisemmin käsitellyn ylivirtasuojausvalikon kanssa. Ensimmäinen ikkuna on suojauksen aktiivointia varten ja toinen ikkuna esittää tietoja verkon ja suojauksen tilasta. Maasulkusuojauksen arvojen asettelu tehdään kolmannessa ikkunassa. Tärkeimmät

kohdat tässä ovat havahtumisasettelu ja toiminta-aika. Havahtumisasettelu tehdään syöttämällä kerroin, joka laskee havahtumisvirran aiemmin syötetyn skaalausvirran mukaan. Kuvan 29 esimerkin mukaan havahtuminen on asetettu kertoimella 0,050 ja aiemmin asetettu skaalausarvo on 100 A, jolloin ohjelma laskee havahtumisvirraksi 5 A. Myös maasulkuvalikoissa on mukana samankaltainen vikaloki-ikkuna kuin ylivirtasuojauksen valikossa.

7.2.3 Katkeilevan maasulun asettelu

VAMP 300F-suojareleessä on oma suojausportaansa myös katkeilevaa maasulku varten. Katkeilevan maasulun asetusvalikko löytyy kuvan 30 mukaisesta valikosta.



Kuva 30. Katkeilevan maasulun suojausvalikot.

Katkeilevan maasulun asetusvalikko on melko samankaltainen normaalin maasulkuvalikon kanssa. Se sisältää suojan aktivointikomennon, tietoikkunan ja ikkunan arvojen asettelua varten. Katkeilevan maasulun tapauksessa asetellaan nol-lajännitteen prosenttiarvo, jossa relesuojauksen tulisi havahtua, lisäksi asetellaan suojan toiminta-aika. Koska katkeileva maasulku ilmenee useina, lyhyen ajan sisällä tapahtuvina jännitepiikkeinä, vaati suojarele kuvan 31 asetusten mukaan 7 jännitepiikkiä suojien laukaisuun ryhmässä 1 ja 25 ryhmässä 2. Tästä voidaan havaita eroavaisuus jatkuvan ja katkeilevan maasulun välillä suojauksen näkökulmasta. Myös katkeilevan maasulun asetusvalikko sisältää vikaloki-ikkunan, ai-van kuten edellisissäkin suojauksissa.

Katk. Trans. maasulku 67NI

Aktivoi suoja loint>		<input checked="" type="checkbox"/>
Io tulo	Io1h	
Io1 huippuarvo	0.001	pu
Nollajännite	0.0	%
Havahtumislaskuri	0	
Laukaisulaskuri	0	
Status	-	
Ryhmänvaihtotulo -		
Aktiivinen ryhmä 1		
	Ryhmä 1	Ryhmä 2
Uo pick-up	20 %	10 %
Toiminta-aika	0.14 s	0.50 s
Min number of peaks	7	25
Yhteiset asetellut		
Viivelaskurin pitoaika	0.40 s	

Kuva 31. Katkeilevan maasulun asetukset

7.2.4 Nollajänniteasettelu

Releen nollajännitesuojauksen asetuskikuna voidaan avata kuvan 32 valikosta. Nollajännitesuojaukselta varten releessä on kaksi suojausporasta, jossa kummasakin on kaksi suojausryhmää.

+ YLIJÄNNITEPORRAS...
+ ALIJÄNNITEPORRAS...
Uo-PORRAS Uo> 59N
Uo-PORRAS Uo>> 59N
+ TAAJUUSPORRAS fx...
+ ALITAAJUUSPORRAS...

Kuva 32. Nollajännitesuojauksen valikko.

Myös nollajännitesuojauksen asetusalikko näyttää hyvin samankaltaiselta muihin suojausasetuksiin nähden. Valikosta voidaan aktivoida kyseinen suoja ja se tarjoaa reaaliaikaista tietoa nollajännitteen tasosta, suojausstatuksesta ja tapahtuneista havahtumisista ja laukaisuista. Nollajännitesuojauksen asettelu tehdään aiemmin skaalausasetuksissa asetellun nollajännitteen prosentiosuuksilla. Valikosta asetellaan myös suojausajan toiminta-aika. Lisäksi asetusalikossa on myös muiden valikkojen tapaan vikaloki-ikkuna. Nollajännitesuojauksen asetusalikko on esitelty kuvassa 33.

Uo-PORRAS Uo> 59N

Aktivoi suoja Uo>	<input checked="" type="checkbox"/>
-------------------	-------------------------------------

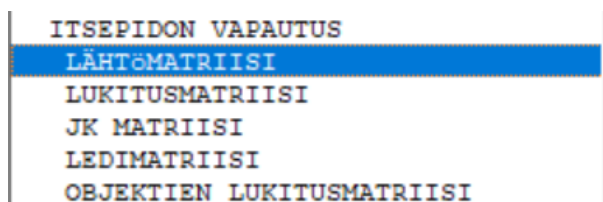
Nollajännite	0.0 %
Status	-
Havahtumislaskuri	0
Laukaisulaskuri	0

Ryhmänvaihtotulo	DI7	
Aktiivinen ryhmä	1	
	Ryhmä 1	Ryhmä 2
Havahtumisasettelu	40 %	60 %
Toiminta-aika	8.0 s	8.0 s

Kuva 33. Nollajännitesuojauksen asetukset.

7.3 Matriisit

Matriisit ovat olennainen osa tämän tyyppisen relesuojan ohjelmointia. Kuvassa 34 on esitelty kaikki laitteelle ohjelmoitavat matriisivalikot. Matriiseilla määritellään pitkälti releen toimintaa sen normaali käytössä tapahtuvissa tilanteissa. Matriisivalikkojen tarkoitukset ja toiminnot on esitelty kappaleissa alla, kohta JK Matriisi, eli jälleenkytkentämatriisi on esitelty myöhemmin raportissa.



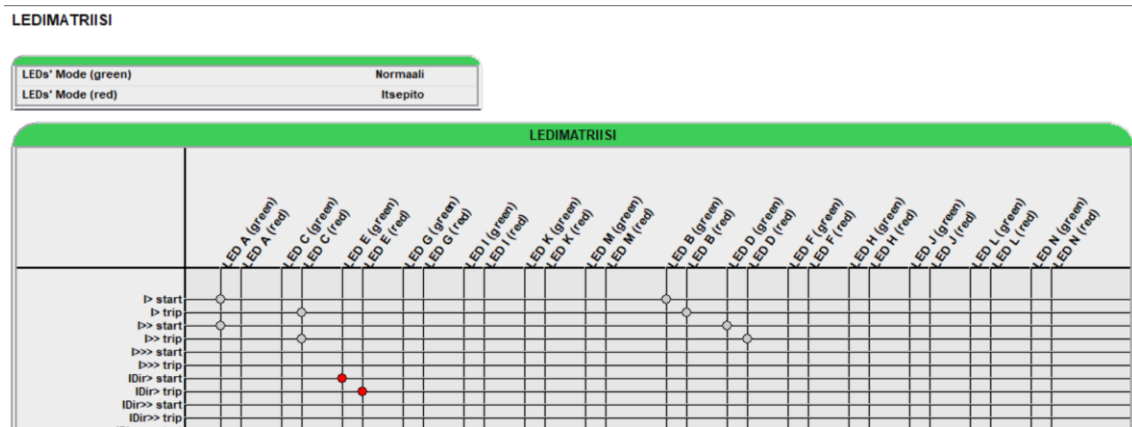
Kuva 34. Matriisivalikot.

7.3.1 Lähtömatriisi

Lähtömatriisivalikossa määritellään suojareleen lähtöjen toimintaa releen suojien havahtumis- ja laukeamistilanteissa. Tämä valikko siis ohjaa releen output-moduulien toimintaa ja antaa niiden koskettimille matriisin mukaan aseteltuja käskyjä. Näin rele pystyy vikatilaa mitatessaan antamaan output-koskettimien kautta käskyn esimerkiksi katkaisijan avaamiselle ja siten vikatilaa neutralisoimiselle. Valikossa on oma komponenttinsa jokaiselle releen moduulin ulostulolle ja ne on merkitty T1, sekä T9-T16. Näistä T1, T9, T10, T11 ja T12 sijaitsevat releen moduulissa C ja on tarkoitettu käytettäväksi valokaarisuojauksessa. Loput T12 – T16 sijaitsevat moduulissa G ja niitä voidaan käyttää vapaasti muiden suojauskäskyjen antamiseen.

Lähtömatriisin asetusvalikko on esitelty kuvassa 35. Matriisia käytetään yhdistämällä halutun suojausportaan reaktiot haluttuun lähtöön asettamalla niiden risteyskohtaan kuvan mukainen piste. Tässä valikossa käytettävissä on kahden tyyppisiä liospisteitä; pelkät pisteet pitävät ulostulon aktiivisena niin pitkään kun vikatila on aktiivisena, kun taas pisteet, joiden ympärillä on kehä, lukitsevan ulostulon aktiiviseksi, kunnes vika on käyttäjän toimesta kuitattu. Kun matriisiin tehdään muutoksia ja ennen kuin asetetut muutokset on ladattu ohjelmoitavaan suojaareleeseen, esitetään yhteyskohta punaisella. Kun asetukset on ladattu laitteelle, muuttuu yhteyskohta harmaaksi, sama pätee myös muissa matriisivalikoissa.

ollessa aktiivisena ja tapahtuneista laukaisukäskyistä kertovat punaiset ledit jäävät palamaan, kunnes ne on kuitattu.



Kuva 37. Ledimatriisien asetteluikkuna.

Kuvassa 37 olevasta ledimatriisien asetusvalikosta ledien toiminta asetellaan klikkaamalla vaakatasossa olevan reletapahtuman viiva yhteyteen siihen halutun ledin kanssa. Kun asetukset on ladattu ja relesuoja on käytössä, syttyvät ohjelmoidut ledit alla esitettyssä kuvassa olevaan käyttöliittymään, niille asetellun tapahtuman aktivoituessa.

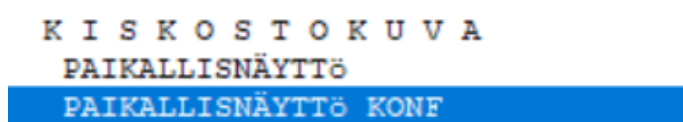


Kuva 38. Ledien tunnukset ledimatriisissa.

Kuvassa 38 laitteen ledit on merkattu aakkosilla A – N, nämä vastaavat Kuvassa 37 esitettyjä ledimatriisin pystyviivojen merkintöjä. Laitteen käyttöliittymän ylimmät ledit, jotka kertovat laitteen käynnissäolosta ja huollontarpeesta ovat aseteltu pelkästään näihin tarkoituksiin ja niiden ohjelmointia ei voi muuttaa.

7.4 Näytön konfigurointi

VAMP 300F-suojareleen näyttökuvaa, sekä funktionäppäimien toimintaa voidaan säädellä halutunlaiseksi Vampset-ohjelmistolla. Ohjelmiston päävalikosta näihin asetuksiin päästään kuvassa 39 olevien valikkojen kautta.



Kuva 39. Näyttöasetusten valikko.

Paikallisinäytön asetussivut on esitelty kuvassa 40. Ensimmäisestä ikkunasta voidaan asettaa mitä mittaustietoja kukin laitteen mittaussivusta esittää. Mittausnäyttöjä on käytettävissä 5 kappaletta ja niiden välillä voidaan navigoida nuolinäppäimillä. Valikon toisesta asetussivusta voidaan muuttaa laitteen paikallisohjauksen perusasetuksia, esimerkiksi näytön taustavalon ohjaus voidaan asettaa toimimaan laitteen digitaalisten tulojen kautta.

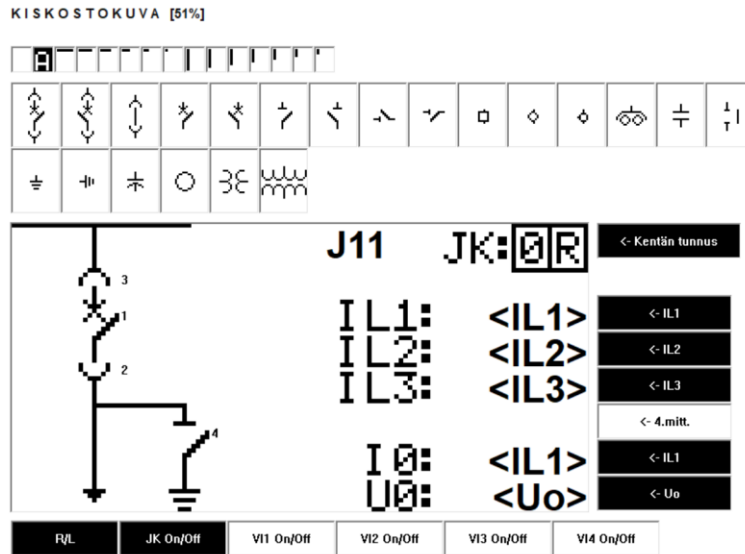
PAIKALLISNÄYTTÖ KONF

MITTAUSNÄYTÖT				
NÄYTTÖ 1	NÄYTTÖ 2	NÄYTTÖ 3	NÄYTTÖ 4	NÄYTTÖ 5
IL1	U12	UL1	f	P.F.
IL2	U23	UL2	P	CosFii
IL3	U31	UL3	Q	-
Io1	Uo	Uo	S	-

Näytön kontrasti	110
Taustavalon ohjaus	-
Backlight off timeout	10.0 min
Hälytysnäytön aktivointi	<input type="checkbox"/>
JK tila kiskostokuvaan	<input checked="" type="checkbox"/>
Object for control buttons	Obj1
Mode for control buttons	Selective
Vika-arvon skaalaus	Pri
Päiväyksen muoto	v-k-p
Kiskostokuva	<input checked="" type="checkbox"/>
Tapahtumapuskurin koko	200

Kuva 40. Näyttöasetusten valikko.

Vampset-ohjelmisto tarjoaa työkalun näytön kiskostokuvan rakentamiseen, kuten on esitetty kuvassa 41.



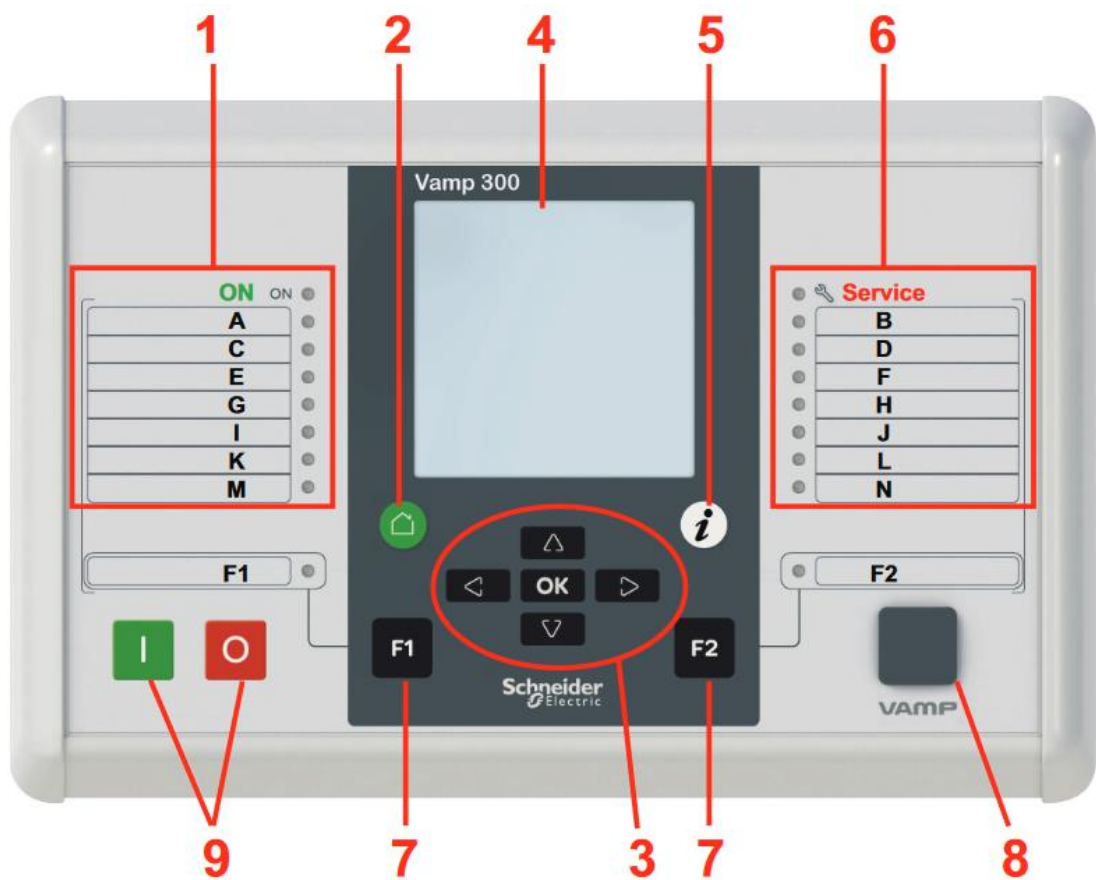
Kuva 41. Kiskostokuvan editori.

Tällä työkalulla laitteen suojaamasta lähdöstä voidaan luoda graafinen esitys ja lisätä siihen katkaisijoita, joita voidaan ohjata suoraan suojareleen käyttöliittymän kautta. Editorissa voidaan myös asettaa halutut suojattavan verkon tiedot suoraan laitteen aloitusnäytölle, kuten yllä olevassa kuvassa näytöllä ovat vaihekohtaiset virrat, sekä nollavirta ja -jännite.

8 RELEEN TOIMINNOT JA KÄYTTÖ

8.1 Paikallisohjauksen käyttöliittymä

Vampset-ohjelmiston lisäksi relettä voidaan käyttää ja ohjelmoida myös sen oman käyttöliittymän kautta, vaikkakin käyttöliittymän tarjoamat ohjelmointi- ja valvontatyökalut ovat huomattavasti ohjelmaa suppeammat. Kuvassa 42 on esitelty työn kohteena olevan VAMP 300F-suojareleen paikallisohjauksen käyttöliittymä.



Kuva 42. VAMP 300F-suojareleen käyttöliittymä. (Schneider Electric 2018.)

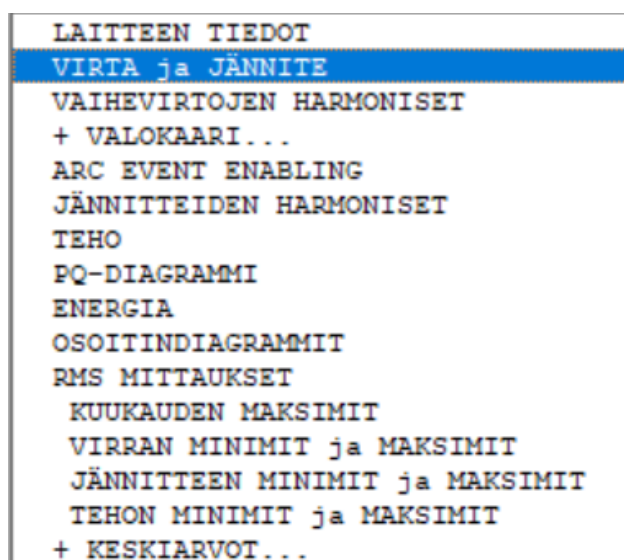
Releen käyttöliittymän painikkeiden ja ledien toiminnot ovat seuraavanlaiset:

1. Ylimmäisenä releen päällä olemisesta kertova "ON" led, sen alla seitsemän kappaletta ledejä, jotka kertovat laitteen ja suojauksen tilasta ja joita voidaan ohjelmoida eri tarkoituksiin.
2. Laitteen peruutusnäppäin. Useasti painettuna palauttaa käyttäjän lopulta laitteen aloitusikkunaan.
3. Laitteen nuolinäppäimet menuissa liikkumiseen ja eri arvojen nostamiseen tai laskemiseen. Lisäksi keskellä "OK" näppäin, joka on laitteen Enter-komento.
4. Laitteen LCD-näyttö.
5. Info-näppäin, joka painettaessa tarjoaa lisätietoja valituista kohteista. Käytetään myös useissa pikakomennoissa, kuten kontrastin säädössä ja salasanan syöttämisessä.
6. Ylinnä laitteen statuksesta kertova led ja sen alla seitsemän ohjelmoitavaa lediä.
7. F1 ja F2 näppäimet ovat ohjelmoitavia komentonäppäimiä, jolle voidaan Vampset-ohjelmiston avulla asettaa monia erilaisia toimintoja.
8. Portti laitteen kytkemiseksi tietokoneeseen.
9. Laitteen I ja O näppäimet objektien kontrollointiin. Käytetään pääosin katkaisijoiden kiinni- ja aukiohjaukseen. Voidaan asetella Vampset-ohjelmiston avulla yhden objektin pikaohjausta varten.

8.2 Mittaustoiminnot ja sähkönlaadun tarkkailu

Sähköverkkoa valvoville tahoille on tärkeää olla perillä verkon tilasta ja siinä liikuvan sähkön laadusta kaiken aikaa. Muutokset sähköarvoissa voivat kertoa verkosta vastuussa oleville henkilöille mahdollisista vikatilanteista jo ennen varsinaisen vian syntymistä. Nämä arvot auttavat myös uusien verkon osien ja huoltotoimenpiteiden suunnittelussa.

VAMP 300F-suojareleellä on mahdollista tarkkailla sen suojaaman verkon keskeisiä sähkötekniisiä arvoja, sekä sähkönlaatua. Tätä varten Vampset-ohjelmisto tarjoaa monia ominaisuuksia, jotka ovat myös käytettävissä laitteen omasta, paikallisesta käyttöliittymästä. Kuvan 43 valikossa ovat listattuna nämä ominaisuudet.



Kuva 43. Laitteen mittaustoiminnot esitettynä päävalikossa.

Valikko sisältää laajan kokoelman ominaisuuksia sähköarvojen ja sähkönlaadun tarkkailuun. Laitte esittää näitä tietoja reaaliajassa sen ollessa kytkettynä verkkoon. Tarkemmat tiedot näistä ominaisuuksista ovat alla:

1. Virta- ja jänniteikkuna, josta voidaan tarkkailla vaihevirtojen, sekä vaihe- ja pääjännitteiden arvoja. Lisäksi ikkunassa esitetään myös nollajännite ja -virta, sekä sähköverkon taajuus. Mittausikkuna on esitetty liitteissä (Liite 5).

2. Vaihevirtojen harmonisten yliaaltojen mittausikkuna, josta voidaan tarkkailla jokaisen vaiheen THD-lukemaa, sekä jokaisessa vaiheessa vaikuttavia harmonisia yliaaltoja viidenteentoista kertalukuun asti. Harmonisten yliaaltojen mittausikkuna on esitelty liitteissä (Liite 6).
3. Vaihejännitteiden harmonisten yliaaltojen mittausikkuna, joka on samanlainen kuin edellä esitelty virtojen yliaaltoikkuna, mutta tehty jännitteiden tarkkailuun. Esittää THD-lukeman ja joka vaiheen harmoniset komponentit 15-kertalukuun asti.
4. Teholukemien mittausikkuna, jossa on esitelty verkon kaikki keskeiset teholukemat. Ikkunassa ovat eriteltynä kokonaistehon pätö-, lois- ja näennäisarvot, sekä näiden tehokertoimet ja tehon kulma-arvo. Samat tiedot ovat tarjolla myös vaihekohtaisesti. Tehojen mittausikkuna on esitelty liitteissä (Liite 7).
5. Energiamittausikkuna, jossa voidaan tarkkailla verkon läpi kulkenutta energian määrää. Energialukemat on eritelty pätö-, - ja loisenergioihin. Ikkunasta voidaan asetella haluttu energian keruu-aika, joka mittaa energian kulutuksen määriteltynä aikana. Energiamittausikkuna on esitelty liitteissä (Liite 8).
6. Osoitindiagrammi-ikkuna, jossa ovat esiteltynä pää- ja vaihejännitteiden, sekä vaihevirtojen osoitindiagrammit. Diagrammien virtuaaliset esitykset ovat saatavilla vain Vampset-ohjelmiston kautta.
7. Maksimi- ja keskiarvomittaukset. Maksimiarvojen mittausikkuna esittää monia viimeisen kuukauden aikana mitattuja maksimiarvoja suojareleen tarkkailemassa verkossa. Lisäksi valikossa on toinen ikkuna, joka esittää maksimiarvot viimeisen vuoden ajalta. Keskiarvoja tarkkaileva mittaustoiminto esittää eri vaihevirtojen ja -tehojen laskennalliset keskiarvot. Maksimi- ja keskiarvojen mittausikkunat on esitelty liitteissä (Liite 9) ja (Liite 10).

8.3 Tapahtumat ja valvontatoiminnot

Tapahtumarekisterien avulla sähköverkon kunnosta vastaavat henkilöt tietävät kaikki verkossa tapahtuneet poikkeavat tilanteet ja voivat siten jatkossa suoja-
tua paremmin niitä vastaan. Tapahtumalokien avulla ollaan myös perillä verkon
suojalaitteiden kunnosta ja voidaan tarkasti ajoittaa laitteiden huolto- ja vaihtotoi-
menpiteet.

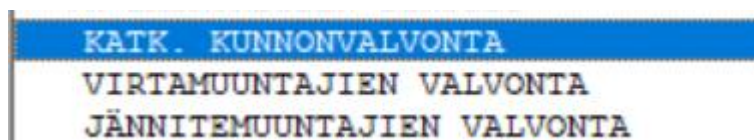
VAMP 300F-suojarele kerää paljon dataa kaikista itse laitteessa ja sen suojaa-
massa verkossa esiintyneistä tapahtumista. Kuvassa 44 oleva luettelo esittelee
käyttäjälle näitä tapahtumia. Luettelossa jokaisen tapahtuman tarkka päivä-
määrä, kellonaika ja tapahtumakohtainen koodi on kirjattu.

TAPAHTUMAT

[1]	2022-04-01	11:54:34.625	69E21	VO3 päälle
[2]	2022-04-01	12:03:40.625	19E10	L1 Hälytys 250 A
[3]	2022-04-01	12:03:40.625	01E01	▷ start on 250 A
[4]	2022-04-01	12:03:41.095	01E02	▷ trip on 250 A
[5]	2022-04-01	12:03:47.084	01E04	▷ trip ohi
[6]	2022-04-01	12:03:47.084	01E03	▷ start ohi
[7]	2022-04-01	12:04:41.425	00E59	Laukaisu L1 Pois
[8]	2022-04-01	12:04:41.425	19E11	L1 Hälytys ohi
[9]	2022-04-01	12:05:06.529	69E22	VO3 pois

Kuva 1. Tapahtumarekisteri.

Kuvan 45 valikossa on luettelo suojareleen toimintaan liittyvien laitteiden valvon-
taopitoista. Virta- ja jännitemuuntajien valvontavalikoista voidaan asetella mak-
simi- ja minimiarvot, joilla näille muuntajille, jos nämä arvot poikkeavat aset-
tuista, voidaan rele ohjelmoida aktivoimaan suojaustoimia mittamuuntajien vau-
rioitumisen estämiseksi. Mittamuuntajien valvontavalikot sisältävät myös vikaloki-
ikkunan, jonne kerätään tietoa poikkeuksellisista arvoista.



Kuva 2. Valvontatoimintojen valikko.

VAMP 300F-suojareleessä on mahdollisuus seurata tarkasti sen ohjaamien katkaisijoiden toimintaa ja näin antaa käyttäjälle tietoa katkaisijoiden kunnosta ja mahdollisesta huollontarpeesta. Katkaisijoiden kunnonvalvonnan ikkuna on esitelty Kuvassa 46. Kunnonvalvonnan ikkunaan käyttäjä voi asetella hälytysrajat, jotka laskevat tapahtuneita katkaisijoiden ohjauksia ja katkaistuja virtoja, sekä antavat hälytyksen näiden rajojen ylittyessä. Ikkuna esittää myös tiedon viimeisimmästä tapahtuneesta laukaisusta.

KATK. KUNNONVALVONTA

Aktivoi suoja CBWEAR <input type="checkbox"/>	
---	--

HÄLYTYSRAJAT		
Häly	Virtapisteeet	Sallittuja ohjauksia
1	0.80 kA	500
2	6.00 kA	50

SALLITTUJA OHJAUKSIA		
Vaihe	Hälytys1	Hälytys2
1	10000	945
2	10000	945
3	10000	945
CBWEAR Hälytys1		-
CBWEAR Hälytys2		-
Nollaa laskurit		-

KATKAISIJAN KULUMINEN	
Virtapisteeet	Sallittuja ohjauksia
0.00 kA	10000
1.25 kA	10000
31.00 kA	80
100.00 kA	1
100.00 kA	1
100.00 kA	1
100.00 kA	1
100.00 kA	1

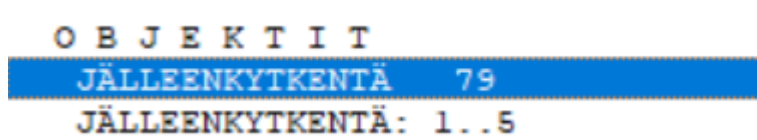
VIIMEISIMMÄT LAUKAISUVIRRAT	
Päiväys	-
hh:mm:ss.ms	-
Vaihevirta IL1	0 A
Vaihevirta IL2	0 A
Vaihevirta IL3	0 A
Valvottu trip rele	1

Kuva 3. Katkaisijoiden kunnonvalvonnan asetukset ja laskurit.

8.4 Jälleenkytkentä

Jälleenkytkentä on tärkeä osa hyvin toimivaa sähköverkkoa. Vikatilanteen sattuessa suojarieleen antavat katkaisukäskyn ja erottavat siten vikakohdan muusta verkosta. Vikatilanne voi kuitenkin olla hyvin nopeasti ohi, tai laukaisu on voinut johtua turvajärjestelmien virheellisestä toiminnasta, joten monet suojausratkaisut asetellaan yrittämään verkosta irrotetun vikakohdan jälleenkytkentää pian sen erottamisen jälkeen. Jälleenkytkennässä vian seurauksena avattu katkaisija yritetään sulkea asetellun aikamäärän jälkeen. Jos vika on poistunut, jälleenkytkentä onnistuu ja verkonosa on taas käytössä. Jos taas tapahtuneeseen erotukseen johtanut vika ei ole poistunut, havaitsee laite sen ja katkaisee yhteyden heti yritetyn jälleenkytkennän jälkeen. Epäonnistuneen jälleenkytkennän jälkeen lait voi yrittää uutta jälleenkytkentää määritellyn ajan jälkeen, tai se voi vaatia käyttäjän kuittauksen ennen seuraavia toimia.

VAMP 300F-suojarieleessä on mahdollista asetella monia jälleenkytkentä toimintoja sen ohjaamille katkaisijoille, nämä asetukset ovat saatavilla kuvassa 47 esitettyssä valikossa.



Kuva 47. Jälleenkytkentä valikot.

Kuvassa 48 esitetyn jälleenkytkentä valikon avulla käyttäjä voi asetella arvoja jälleenkytkentäryhmille. Ryhmiä on yhteensä 4 ja ne vastaavat jälleenkytkentämatriisissa aseteltavia ryhmiä. Asetusvalikossa ryhmille voidaan asetella eri aika-arvoja jälleenkytkennän eri vaiheille.

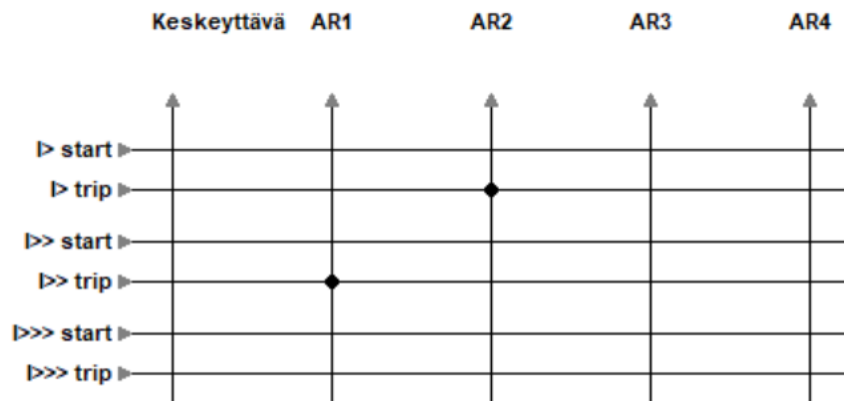
JÄLLEENKYTKENTÄ: 1..5

Jälleenkytkentä 1						
Sallinta	AR pyyntö	Block	Havahtumisviive	Jännitteeton aika	Polttoaika	Palautumisaika
Päällä	1	-	0.02 s	0.30 s	0.02 s	10.00 s
Päällä	2	-	0.02 s	0.30 s	0.02 s	10.00 s
Päällä	3	-	0.02 s	0.30 s	0.02 s	10.00 s
Pois	4	-	0.02 s	0.30 s	0.02 s	10.00 s

Kuva 48. Jälleenkytkentöjen asetukset.

Kuvassa 49 on esitetty jälleenytkentämatriisien asetteluikkuna. Tästä matriisista määritellään mitä jälleenytkentäryhmää käytetään tietyn vikatilanteen jälkeen yritettävässä jälleenytkennässä. Ryhmät AR1 – AR4 ovat pystysuorilla viivoilla ja niihin yhdistetään eri suojausryhmiä vaakatason viivoilta, käyttäen matriisin yhdistämispisteitä. Lisäksi matriisissa on keskeyttävä asetteluviiva, jonka avulla jälleenytkentä voidaan estää tietyn vikatilanteen sattuessa. Tätä voidaan käyttää vikatiloihin, joiden seuraamukset voivat olla niin vakavat, että jälleenytkentää ei edes kannata yrittää.

JK MATRIISI



Kuva 49. Jälleenytkentämatriisit.

9 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin relesuojaukseen yleisesti ja erityisesti VAMP 300F-relesuojausyksikköön, sen ohjelmointiin, sekä käyttöön. Kyseinen suoja-rele on hyvin monipuolinen laite ja mahdollistaa lukuisia suojaustoimintoja, näin ollen työ rajattiin käsittelemään releen käyttämisen ja ohjelmoinnin lisäksi muutamia keskeisiä suojaustoimintoja.

Työn aihe oli mielenkiintoinen ja työskennellessä pääsin perehtymään laajasti työn sisältämiin aihealueisiin. Työn suorittaminen oli hyvin monipuolinen prosessi, sillä se sisälsi tutkimustyön lisäksi myös laitteiston ohjelmointia, sekä käytännön rakentamista. Relesuojaus aiheena oli minulle jo ennestään melko tuttu vastikään suoritetujen opintojen kautta ja pystyin aloittamaan työskentelyn tehokkaasti heti alusta alkaen. Aiheesta oli tarjolla paljon selkeää materiaalia, joten tiedonhaku tai muut työn vaiheet eivät tuottaneet mitään suurempia ongelmia.

Työn tarkoituksena oli rakentaa kotelointi VAMP 300F suoja-releelle, sekä käyttöönottaa ja ohjelmoida kyseinen rele valmiiksi käyttöä varten. Työ alkoi aiheen teorian ja työn kohteena olevan laitteen tutkimisella ja pian sen jälkeen itse rakennusvaiheella. Teoriaosuuden käsittely työssä onnistui hyvin ja sen ohella opin paljon uutta tietoa aiheesta. Relekoteloinnin rakentaminen onnistui hyvin ja oli helppo, sekä nopea tehdä koulun tarjoamien työtilojen ja -välineiden avulla. Lopputuloksena tästä syntyi hyvin myöhempään opetuskäyttöön soveltuva relesuojausyksikkö, sekä opetuskäyttöä tukemaan tehdyt käyttöohjeet. Kaikki työn vaiheet kasattiin yhteen raporttiin, joka on kokonaisuudessaan mielestäni hyvä esitys koko työn suorituksesta.

Voin näin todeta saavuttaneeni kaikki työlle asetetut tavoitteet käytännön tuotosten puolesta. Lisäksi työ tarjosi minulle paljon hyödyllistä tietoa ja opin uusia asioita, joista tulee olemaan varmasti hyötyä tulevaisuuden työelämässä.

LÄHTEET

ABB:n TTT-käsikirja 2000-07. Luku 8: Maasulkusuojaus. Viitattu 12.4.2022.
http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/08_0_Maasulkusuojaus.pdf

Aura, L. & Tonteri, A. J. 1993. Sähkölaitostekniikka. Helsinki: WSOY.

Fingrid 2017. Kantaverkon ja asiakasliityntöjen relesuojaus. Viitattu 12.4.2022.
https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/palvelut/sahkomarkkinainformaatio/kantaverkon-ja-asiakasliityntojen-relesuojausohje_final.pdf

Fingrid 2020. Suomen sähköjärjestelmä. Viitattu 12.4.2022. <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/sahkonsiirto/suomen-sahkojarjestelma/>

Mörsky, J. 1993. Relesuojaustekniikka. 2. korj. p. Espoo: Otatieto.

Schneider Electric 2013. VAMP 300-sarja. Viitattu 14.4.2022.
<https://m.vamp.fi/dmsdocument/5>

Schneider Electric 2018a. VAMP 300-sarja. Viitattu 16.4.2022.
<https://m.vamp.fi/dmsdocument/13>

Schneider Electric 2018b. VAMP-ohjelmistot. Viitattu 16.4.2022.
<https://m.vamp.fi/dmsdocument/23>

Wahlroos A. 2018. ABB Suomi. Maasulun kompensointi – uudet haasteet ja ratkaisut. Viitattu 12.4.2022. <https://www.youtube.com/watch?v=YNPceSP6EJg>

LIITTEET

Liite 1. Syöttöjännite- ja valokaarisuojausmoduulin C kytkennät

Liite 2. Mittausmoduulin B kytkennät

Liite 3. I/O moduulin G kytkennät

Liite 4. I/O moduulin I kytkennät

Liite 5. Virran ja jännitteen mittausikkuna.

Liite 6. Vaihevirtojen harmonisten yliaaltojen mittaus.

Liite 7. Tehojen mittausikkuna.

Liite 8. Energianmittausikkuna.

Liite 9. Kuukauden ja vuoden maksimiarvojen laskurit.

Liite 10. Esitys keskiarvojen mittausikkunasta.

Liite 1. Syöttöjännite- ja valokaarisuojausmoduulin C kytkennät. (Schneider Electric 2018a.)



Figure 10.2: Example of supply voltage card Power C 110-240

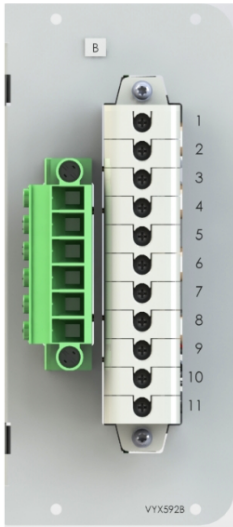
Table 10.1: Supply voltage card Power C 110-240 & Power D 24-48

Pin No.	Symbol	Description
20	T12	Heavy duty trip relay 12 for arc protection
19	T12	Heavy duty trip relay 12 for arc protection
18	T11	Heavy duty trip relay 11 for arc protection
17	T11	Heavy duty trip relay 11 for arc protection
16	T10	Heavy duty trip relay 10 for arc protection
15	T10	Heavy duty trip relay 10 for arc protection
14	T9	Heavy duty trip relay 9 for arc protection
13	T9	Heavy duty trip relay 9 for arc protection
12	T1	Heavy duty trip relay 1 for arc protection
11	T1	Heavy duty trip relay 1 for arc protection
10	A1 NO	Signal relay 1, normal open connector
9	A1 NC	Signal relay 1, normal closed connector
8	A1 COMMON	Signal relay 1, common connector
7	SF NO	Service status output, normal open
6	SF NC	Service status output, normal closed
5	SF COMMON	Service status output, common
4		No connection
3		No connection
2	L / + / ~	Auxiliary voltage
1	N / - / ~	Auxiliary voltage

Liite 2. Mittausmoduulin B kytkennät. (Schneider Electric 2018a.)

Table 10.3: Terminal pins 8/B/1:1 – 11

Pin No.	Symbol	Description
1	IL1 (S1)	Phase current L1 (S1)
2	IL1 (S2)	Phase current L1 (S2)
3	IL2 (S1)	Phase current L2 (S1)
4	IL2 (S2)	Phase current L2 (S2)
5	IL3 (S1)	Phase current L3 (S1)
6	IL3 (S2)	Phase current L3 (S2)
7	Io1	Residual current I_{01} common for 1A and 5A (S1)
8	Io1/5A	Residual current I_{01} 5A (S2)
9	Io1/1A	Residual current I_{01} 1A (S2)
10	Uo/ULL/ULN	U_0 (da)/ ULL (a)/ ULN (a)
11	Uo/ULL/ULN	U_0 (dn)/ ULL (b)/ ULN (n)

*Figure 10.4: Analogue measurement card "B"***Table 10.4: Terminal pins 8/B/2:1 – 6**

Pin No.	Symbol	Description
1	ULL/ULN	Voltage ULL (a) /ULN (a)
2	ULL/ULN	Voltage ULL (b) /ULN (n)
3	ULL/ULN	Voltage ULL (a) /ULN (a)
4	ULL/ULN	Voltage ULL (b) /ULN (n)
5	ULL/ULN	Voltage ULL (a) /ULN (a)
6	ULL/ULN	Voltage ULL (b) /ULN (n)

Liite 3. I/O moduulin G kytkennät. (Schneider Electric 2018a.)

Table 10.10: Slots 2 – 5/G/1:1 – 20



Pin No.	Symbol	Description
20	Tx	Trip relay
19		
18	Tx	Trip relay
17		
16	Tx	Trip relay
15		
14	Tx	Trip relay
13		
12	DIx	Digital input
11		
10	DIx	Digital input
9		
8	DIx	Digital input
7		
6	DIx	Digital input
5		
4	DIx	Digital input
3		
2	DIx	Digital input
1		

Liite 4. I/O moduulin I kytkennät. (Schneider Electric 2018a.)



Table 10.11: Slots 2 – 5//1:1 – 20

Pin No.	Symbol	Description
20	DIx	Digital input
19		
18	DIx	Digital input
17		
16	DIx	Digital input
15		
14	DIx	Digital input
13		
12	DIx	Digital input
11		
10	DIx	Digital input
9		
8	DIx	Digital input
7		
6	DIx	Digital input
5		
4	DIx	Digital input
3		
2	DIx	Digital input
1		

Liite 5. Virran ja jännitteen mittausikkuna.

VIRTA ja JÄNNITE

Vaihevirta IL1	0 A
Vaihevirta IL2	0 A
Vaihevirta IL3	0 A

Pääjännite U12	0 V
Pääjännite U23	0 V
Pääjännite U31	0 V

Vaihejännite UL1	0 V
Vaihejännite UL2	0 V
Vaihejännite UL3	0 V

Nollavirta Io1	0.00 A
Laskennallinen Io	0.00 A
Nollajännite	0.0 %
Taajuus	0.000 Hz
Opittu taajuus	50.0 Hz

Liite 6. Vaihevirtojen harmonisten yliaaltojen mittaus.

VAIHEVIRTOJEN HARMONISSET

IL1 THD	0.0 %
IL2 THD	0.0 %
IL3 THD	0.0 %

IL1 HARMONISSET														
18 %														
16 %														
14 %														
12 %														
10 %														
8 %														
6 %														
4 %														
2 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

IL2 HARMONISSET														
18 %														
16 %														
14 %														
12 %														
10 %														
8 %														
6 %														
4 %														
2 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

IL3 HARMONISSET														
18 %														
16 %														
14 %														
12 %														
10 %														
8 %														
6 %														
4 %														
2 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Liite 7. Tehojen mittausikkuna.

TEHO

Pätöteho	0 kW
Loisteho	0 kvar
Näennäisteho	0 kVA
Tehokerroin	1.00
Kosini fii	1.00
Tangentti fii	0.000
Tehon kulma	0 °
Taajuus	0.000 Hz

Tehokerroin	1.00
Vaiheen L1 pätöteho	0 kW
Vaiheen L2 pätöteho	0 kW
Vaiheen L3 pätöteho	0 kW

Vaiheen L1 loisteho	0 kvar
Vaiheen L2 loisteho	0 kvar
Vaiheen L3 loisteho	0 kvar

Vaiheen L1 näennäisteho	0 kVA
Vaiheen L2 näennäisteho	0 kVA
Vaiheen L3 näennäisteho	0 kVA

Vaiheen L1 tehokerroin	1.00
Vaiheen L2 tehokerroin	1.00
Vaiheen L3 tehokerroin	1.00
Vaiheen L1 kosini	1.00
Vaiheen L2 kosini	1.00
Vaiheen L3 kosini	1.00

Virtavaihejärjestys	??
Jännitevaihejärjestys	??

Liite 8. Energianmittausikkuna.

ENERGIA

Energian laskentamoodi	Fundam
------------------------	--------

+pätöenergia	0	MWh
+loisenergia	0.00	Mvarh
-pätöenergia	0.0	MWh
-loisenergia	0.06	Mvarh

ENERGIA ANNOS LASKURI

Energian keruun tila	Levossa
Kerätty +pätöenergia	0.00 MWh
Energian keruu aikaa jäljellä	60 min
Energian keruu aika	60 min
Pätöteho	0 kW

MWh+ desimaalimäärä	0
MWh- desimaalimäärä	1
Mvarh desimaalimäärä	2
E-annoksen desimaalimäärä	2

Maksimi energialukema	1 TVAh
-----------------------	--------

E+ pulssin koko	100 kWh
Eq+ pulssin koko	100 kvarh
E- pulssin koko	100 kWh
Eq- pulssin koko	100 kvarh

E+ pulssin kesto	300 ms
Eq+ pulssin kesto	300 ms
E- pulssin kesto	300 ms
Eq- pulssin kesto	300 ms

E+ testipulssi	0
Eq+ testipulssi	0
E- testipulssi	0
Eq- testipulssi	0

Liite 9. Kuukauden ja vuoden maksimiarvojen laskurit.

KUUKAUDEN MAKSIMIT

Maksimien aikataso	1s
Nollaa 31 päivän maksimit	-
Nollaa kuukauden maksimit	-

VIIM. 31 PÄIVÄÄ

Mittaus	Päiväys	Kellonaika	
250 A	2022-04-01	12:03:43	
0 A	2022-04-01	11:37:49	
0 A	2022-04-14	13:30:25	
29.14 A	2022-04-01	12:45:52	
Kuvaus	Mittaus	Päiväys	Kellonaika
Pmax	0 kW	2022-04-14	13:30:25
Pmin	0 kW	2022-04-01	11:38:48
Qmax	0 kvar	2022-04-01	11:38:48
Qmin	0 kvar	2022-04-14	13:30:25
Smax	0 kVA	2022-04-01	11:38:48

VIIM. 12 KUUKAUTTA

Kuukausi	Vuosi	IL1max	IL2max	IL3max	Iomax	Pmax	Pmin	Qmax	Qmin	Smax
TAMMIKUU	2022	56 A	54 A	55 A	0.00 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
HELMIKUU	2022	52 A	52 A	51 A	0.96 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
MAALISKUU	2022	42 A	42 A	41 A	1.86 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
HUHTIKUU	2022	250 A	240 A	235 A	29.14 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
TOUKOKUU	2021	247 A	216 A	230 A	0.45 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
KESÄKUU	2021	29 A	29 A	31 A	0.90 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
HEINÄKUU	2021	269 A	267 A	268 A	1.94 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
ELOKU	2021	372 A	358 A	306 A	44.78 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
SYYSKU	2021	202 A	36 A	209 A	1.70 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
LOKAKUU	2021	328 A	316 A	161 A	1.38 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
MARRASKUU	2021	46 A	45 A	45 A	1.43 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA
JOULUKUU	2021	48 A	47 A	47 A	0.00 A	0 kW	0 kW	0 kvar	0 kvar	0 kVA

Liite 10. Esitys keskiarvojen mittausikkunasta.

KESKIARVOT

Keskiarvoaika	10 min
Nollaa minimi ja maksimit	-
DI minimien ja maksimien nolaukseen	-

IL1 KESKIARVO

IL1da, keskiarvo	0 A
IL1 maksimi	0 A
-	2022-04-14 13:30
IL1 minimi	0 A
-	2022-04-14 13:30

IL2 KESKIARVO

IL2da, keskiarvo	0 A
IL2 maksimi	0 A
-	2022-04-14 13:30
IL2 minimi	0 A
-	2022-04-14 13:30

IL3 KESKIARVO

IL3da, keskiarvo	0 A
IL3 maksimi	0 A
-	2022-04-14 13:30
IL3 minimi	0 A
-	2022-04-14 13:30

TEHOJEN KESKIARVOT

Keskipätöteho	0 kW
Maksimipätöteho	0 kW
-	2022-04-14 13:30
Minimipätöteho	0 kW
-	2022-04-14 13:30