



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

POLTTOMOOTTORIKÄYTTÖISTEN VARA- VOIMALAITTEIDEN MITOITUS JA SUOJAUS

Roope Rajala

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017
Talotekniikan koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka

RAJALA, ROOPE:

Polttomoottorikäyttöisten varavoimalaitteiden mitoitus ja suojaus

Opinnäytetyö 26 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Huhtikuu 2017

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia erilaisia polttomoottorikäyttöisten varavoimalaitteiden mitoitus- ja suojausohjeita. Varavoimalaitteita myyvät monet rauta- ja verkko-kaupat. Varavoimalaitteen mitoitus jää monesti tekemättä, kun maallikko ostaa koneen itsenäisesti, ilman sähköalan ammattilaisen apua. Opinnäytetyön aihe valittiin käytännönläheisistä syistä: kirjoittajan omasta mielenkiinnosta sekä tarpeesta hankkia laite.

Työssä esitellään mitoituksen periaate. Mitoituksessa tulee ottaa huomioon varavoimalaitteen toiminta mahdollisessa ylikuormitus- ja oikosulkutilanteessa. Mahdollisten vikatilanteiden huomiointi on oleellinen osa henkilöturvallisuuden kannalta. Koneen koko tulisi määrittää niin, että suojalaitteet toimivat oikein vikatilanteessa ja tarvittaessa käytetään kuin perinteisiä pienjänniteasennusten suojalaitteita.

Opinnäytetyössä käytetyt suunnitelmat perustuvat ST-kortistoon, *Varavoima- ja sähköturvallisuus-* hankkeen raporttiin sekä myyjien ohjeistuksiin, joita hyödyntäen valittiin varavoimalaite kirjoittajan omaan omakotitaloon. Työn tekeminen auttoi ymmärtämään mikä varavoimalaitteen mitoituksessa on olennaista. Työn mitoitus osiota pystyy soveltamaan jatkossa erilaisten kohteiden suunnittelussa.

Asiasanat: varavoimalaite, mitoitus, suojaus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Building Services Engineering

RAJALA, ROOPE:
Aggregate capacity and protection

Bachelor's thesis 26 pages, appendices 2 pages
April 2017

The goal for this thesis was to study different kinds of instructions concerning the protection systems in aggregates and the selection of a suitable aggregate. The subject originated from the author's personal need for an aggregate system. Aggregates are sold by many hardware stores and online stores. The capacity of the aggregate is often left without attention, when a customer buys the device by himself without help from a professional.

When considering the capacity of the system, attention must be paid to the behaviour of the aggregate in possible overload or short-circuit situations. Considering possible fault situations is important to avoid any bodily injury. The size of the device should be selected so that safeguards will work correctly in fault situations and other than traditional low voltage assembly safeguards can be used if needed

The principle of choosing the right capacity is presented in this thesis, along with a discussion on what type of aggregate is suitable for the author's detached house. The plans are based on ST electrical database, Varavoima- ja sähköturvallisuushanke report and suppliers instructions manual.

Key words: aggregate, dimensioning, protection

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	LAITTEISTON MITOITUS JA VALINTA	6
2.1	Mitoituksen lähtökohdat	6
2.2	Laitteiston valinta	7
2.2.1	Polttomoottori aggregaatti.....	7
2.2.2	Traktorikäyttöinen generaattori.....	8
3	SÄHKÖINEN SUOJAUS JA LIITTÄMINEN.....	9
3.1	Suojauksen toteutuminen	9
3.1.1	Ylikuormitussuojaus	9
3.1.2	Automaattinen poiskytkentä.....	10
3.1.3	Vikavirtasuojaja lisäsuojana	12
3.1.4	Muita suojalaitteita.....	13
3.1.5	Liittäminen kiinteään asennukseen	14
4	Erilaisia ohjeita valintaan	15
4.1	FinGen	15
4.2	Kw-Set Oy – varavoimaratkaisuiden asiantuntija.....	16
4.3	TUKES – sähkötuotteiden turvallisuuden varmistaminen verkkokaupassa	16
5	ESIMERKKIKOHDE	17
5.1	Kohteen esittely	17
5.2	Kulutuksen mittaus	18
5.3	Mitoitus.....	18
5.3.1	Varavoimalaitteen valinta	20
5.4	Automaattinen toiminta	21
6	POHDINTA.....	23
	LÄHTEET.....	24
	LIITTEET	25
	Liite 1. Mittaustulokset teho.....	25
	Liite 2. Mittaustulokset näennäsiteho.....	26

1 JOHDANTO

Suomessa on lähes joka vuosi suuri alueellinen pitkäkestoinen sähkönjakeluhäiriö. Pitkäkestoisia sähkökatkoja aiheuttavat pääasiassa myrskyt. Viime vuoden elokuun Rauli – myrskyssä 200 000 taloutta oli ilman sähköä usean päivän ajan maan etelä- ja keski-osassa. Haja-asutusalueilla sähkökatkot ovat varsin arkipäiväisiä. Yleisin syy on ilmajohdon päälle kaatunut puu. Jakeluverkkoyhtiöt maakaapeloivat verkkoja koko ajan paremman toimintavarmuuden saavuttamiseksi. Kaikesta huolimatta varavoimalaitteistot ovat yleisiä etenkin haja-asutusalueilla. Niillä saadaan tuotettua tarvittava sähkö paikallisesti sähkökatkon aikana.

Tämän työn tavoitteena on tutustua erilaisiin varavoimaan liittyviin ohjeisiin ja tehdä ohjeiden perusteella oikeaan kohteeseen varavoimalaitteiston valinta. Varavoimalaitteen liittäminen sähköjärjestelmään vaatii sähköalan ammattilaista, mutta usein asennuksen tekee maallikko. Varavoimalaitteet ovat edullisia ja niitä myydään liki jokaisessa sekata-varakaupassa ja lukuisissa verkkokaupoissa. Laitteet ovat yleisiä edullisen hinnan ja hyvän saatavuuden vuoksi.

Varavoimalaitteen mitoittaminen tehdään monesti arvioiden tarve karkeasti tai ostetaan samanlainen kuin naapurissa on. Lisäksi liittäminen esimerkiksi talon sähköjärjestelmään saattaa aiheuttaa hengenvaaran vikatilanteessa, mikäli ei käytetä oikeanlaisia suojalaitteita. Työssä perehdytään varavoiman mitoitus ja asennusohjeisiin, SFS - standardeihin sekä ST - kortteihin.

2 LAITTEISTON MITOITUS JA VALINTA

2.1 Mitoituksen lähtökohdat

Varavoimaa hankkiessa tarvitsee tietää, mitä sillä aiotaan käyttää. Normaalisissa omakotitalossa suurin kulutus muodostuu lämmityksestä, ruoanlaitto välineistä ja mahdollisesta sähkökiukaasta. Varavoimalaitteisto on mitoittettava niin, että se pystyy tuottamaan suurimman tarvittavan hetkellisen tehon. Kannattaa kuitenkin miettiä, onko varavoimalla tarkoituksenmukaista käyttää kaikkia kodin mukavuuslaitteita. Vai käytetäänkö vain välttämättömiä järjestelmiä, kuten lämmitys, ruoansäilytys ja -valmistus.

Lisäksi on otettava huomioon mahdolliset moottorikuormat. Sähkömoottorin suorakäynnistyksessä ottaa verkosta noin seitsemän kertaisen virran verrattuna moottorin nimellisvirtaan. Mikäli moottorikäyttöä on paljon kannattaa harkita niiden käynnistykseen tarkoitettuja laitteita. Esimerkiksi varsin edullisella tähtikolmiokäynnistimellä virtapiikki putoaa kolmannekseen. Hieman arvokkaimmilla pehmokäynnistimillä piikki putoaa vielä pienemmäksi. (ABB, Pehmokäynnistinopas)

Olemassa olevan kohteen tehon voi selvittää verkkoyhtiön reaaliaikaisilla kulutuksen seuranta palveluilla. Niistä saa kulutustiedot jopa minuutin tarkkuudella. (Elenia Aina-palvelu 2017.) Parempi tapa selvittää kulutustiedot ja verkossa mahdollisesti esiintyvät häiriöt (yliaallot, loisivirrat yms.) on suorittaa verkonanalysointi mittaus. Mittalaitteet ovat varsin arvokkaita (useita tuhansia euroja), joten niitä ei kannata ostaa itselle. Esimerkiksi verkkoyhtiöt suorittavat asiakkailleen kyseisiä mittauksia varsin edullisesti.

Suunnitteluvaiheessa olevan kohteen mitoitus perustuu suunnittelijan arvioihin. Monesti omakotitalon sähkösuunnitelmat tehdään varsin nopeasti. Eikä jokaista yksityiskohtaa mietitä tarkkaan. Syynä tähän on se, että talot ovat keskenään hyvin samankaltaisia ja tehontarpeet tiedetään jo tehdyistä kohteista. On kuitenkin suositeltavaa, että etenkin varavoimakohteissa sähkön kulutusta oikeasti mietittäisiin ja laskettaisiin. Liian pieni varavoimalaitos aiheuttaa ongelmia käytössä, kun teho ei riitä. Liian suuri laitos puolestaan aiheuttaa turhia investointikustannuksia. Sähköjärjestelmän mitoittamiseen saa apua esimerkiksi ST-kortistosta (ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen)

2.2 Laitteiston valinta

Yleisin varavoiman tuotantotapa on polttomoottorikäyttöinen aggregaatti tai traktorikäyttöinen generaattori. Lisäksi varavoimaa voidaan tuottaa erilaisilla aurinko- ja tuulivoimaloiden sekä akkujen ja inverttereiden yhdistelmillä. Myös polttokennot ovat hieman yleistyneet. Aurinko ja tuulivoimaloiden vähäinen käyttö varavoimana johtuu siitä, että energia pitäisi pystyä varastoimaan. Tällä hetkellä kyseiset järjestelmät ja akustot ovat niin kalliita, että niiden käyttö on vähäistä. Lisäksi niiden kapasiteetti ei riitä kuin lyhyeksi aikaa, vaikka tarve sähkökatkon aikana saattaa olla joskus jopa muutamia päiviä. Tässä luvussa esitellään lyhyesti aggregaattia ja traktorigenaattoria. Tämän luvun jälkeen mainittaessa aggregaatti tai generaattori tarkoitetaan samaa asiaa.

2.2.1 Polttomoottori aggregaatti

Aggregaatti on generaattorin ja voimakoneen muodostama kokonaisuus (Kuva 1). Yleensä voimakoneena on bensiini- tai dieselmoottori. Moottorin akseli kytketään usein suoraan generaattorin akselille. Aggregaatti voi olla 1- tai 3 – vaiheinen asynkroninen eli epätahti- tai synkroninen eli tahtigenaattori. Asynkroniset aggregaatit soveltuvat resistiivisten kuormien syöttöön, sillä niissä ei ole erillistä jännitteensäätöä. Ne ovat usein yksivaiheisia. Synkroniset aggregaatit ovat usein teholtaan isompia ja ne sopivat hyvin yleiskäyttöön esimerkiksi koko omakotitalon varavoimalaitteeksi. (ST 52.40)

Aggregaatit voidaan jakaa myös sen mukaan, miten ne toimivat vikatilanteissa. Oikosulkusuojauksen kannalta on oleellista, että jatkuva oikosulkuvirta on riittävän suuri, jotta suojalaite varmasti toimii riittävän nopeasti (SFS 6000:2012). Yleisesti aggregaatit tuottavat vain kolminkertaisen oikosulkuvirran nimellisvirtaan nähden.



KUVA 1. Dieselkäyttöinen pieni aggregaatti 5,5kVA (Kärkkäinen 19.4.2017)

2.2.2 Traktorikäyttöinen generaattori

Traktorikäyttöinen generaattori (Kuva 2) kytketään traktorin voimanulosottoon nivelakselin avulla. Jännitteensäätö tapahtuu generaattorissa automaattisesti, mutta taajuus riippuu ulosottoakselin pyörintänopeudesta. Traktorin moottorin kierrosluku on siis säädettävä siten, että generaattori pyörii oikeaa nopeutta.

Traktorigenaattori on huomattavasti edullisempi kuin vastaavan kokoinen aggregaatti. Hinta ero johtuu yksinkertaisesti siitä, että siinä ei ole omaa moottoria. Traktorigenaattori on hyvä valinta maatiloille. On kuitenkin huomioitava, että varavoimalaitetta käytettäessä yksi traktori on koko ajan ”sidottuna” varavoiman tuotantoon, eikä sitä voi käyttää tilan muihin töihin. Lisäksi traktori tuottaa ikävää meluhaittaa. Ulkomitoiltaan pienemmälle aggregaatille on helppoa rakentaa äänieristetty tila, jolloin siitä ei kuulu kuin pieni hurina.



KUVA 2. Traktorikäyttöinen generaattori 22kVA (Genel Oy 19.4.2017)

3 SÄHKÖINEN SUOJAUS JA LIITTÄMINEN

3.1 Suojauksen toteutuminen

Henkilösuojauksen kannalta on välttämätöntä, että varavoimalaitteiston suojalaitteet toimivat vikatilanteessa. Mitoitusta ei voi tehdä pelkän tarvittavan tehon mukaan. Varavoimalaitteiston on täytettävää standardin *SFS 6000* vaatimukset mitoituksesta. Lisäksi varavoimakäytöissä on kiinnitettävä huomiota ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksiin.

3.1.1 Ylikuormitussuojaus

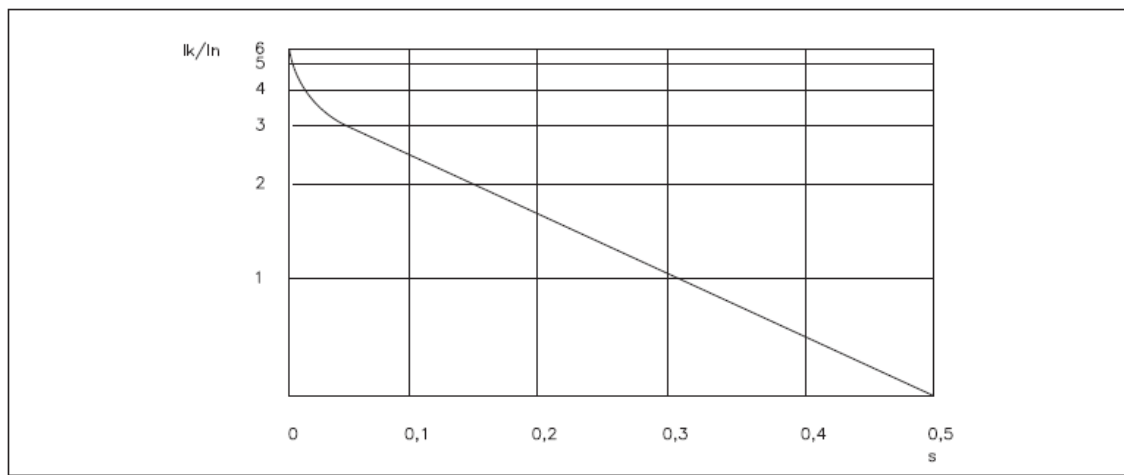
Ylikuormitussuojana käytetään usein gG - tyyppin sulakkeita tai johdonsuojakatkaisijoita. Sulakkeilla ja johdonsuojakatkaisijoilla on kuitenkin toimintarajavirta I_2 , jolla suojalaite toimii tehokkaasti. Toimintavirta on 1,45 kertaa sulakkeen nimellisvirta I_n . Virran I_2 suuruus määräytyy kaavan 1 mukaisesti. (SFS 6000-4-43)

$$I_2 \geq 1,45 * I_n \quad (1)$$

Varavoimakoneen on siis tuotettava jatkuvasti niin suuri virta, että suojalaite varmasti toimii ylikuormitustilanteessa. Toisin sanoen varavoimakone on ylimitoitettava vähintään siten että ylikuormitussuojaus toimii. Monesti ylikuormitussuojauksen toteutumisesta tulee mitoituksen määräävä tekijä.

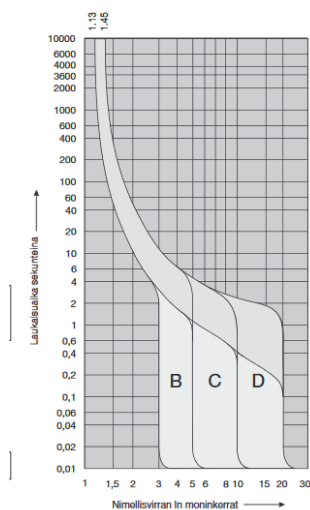
3.1.2 Automaattinen poiskytkentä

Automaattiseen poiskytkentään käytetään useimmiten samaa laitetta, kuin ylikuormitus-suojaukseen. Oikosulkutilanteessa suojalaite toimii riittävän nopeasti, vain jos vikavirta vikapiirissä kasvaa riittävän suureksi. Monet varavoimalaitteet syöttävät oikosulkutilanteessa vain lyhytkestoisen virtapiikin oikosulun alussa. Piikki on niin nopea, että sulakkeet ja johdonsuojakatkaisijat eivät ehdi reagoida siihen. (KUVA 3)



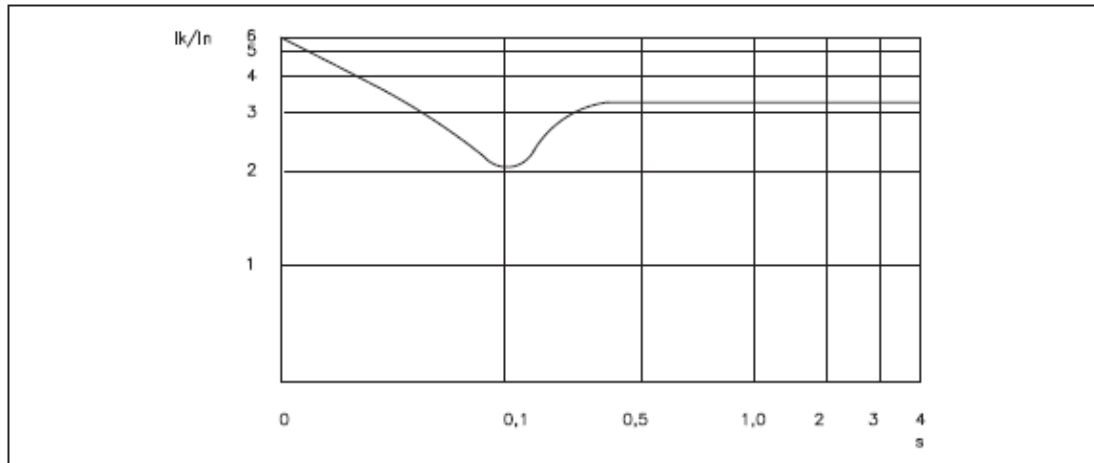
KUVA 3. Pienen generaattorin tuottama virta vikatilanteessa (ST 52.40)

Kuten kuvasta huomataan, generaattorin tuottama oikosulkuvirta laskee alle nimellisen virran alle 0,4 sekunnissa. Kuvasta 4 nähdään johdonsuojakatkaisijoiden toimintakäyrä. Siitä huomataan, että ne eivät toimi ilman riittävän suurta ja pitkäkestoista virtaa.



KUVA 4 Johdonsuojakatkaisijoiden toimintakäyrä (UTU)

Tehokkaammat koneet jotka tuottavat oikosulkuvirtaa pidemmän aikaa tuottavat sitä varsin vähän. (KUVA 5). Monesti generaattorin tuottama oikosulkuvirta on vain kolmekertainen suurempi kuin nimellisvirta. Suojalaitteet vaativat kuitenkin paljon suuremman virran toimiakseen riittävän nopeasti taulukot 1 ja 2.



KUVA 5. Suuren generaattorin tuottama oikosulkuvirta (ST 52.40)

TAULUKKO 1. Johdonsuojakatkaisijoiden pienimmät toimintavirrat

Pienimmät oikosulkuvirrat, jolla erilaiset suojalaitteet toimivat 0,2, 0,4 tai 5,0 sekunnissa					
Suojalaitteen nimellisvirta A	Pienin sallittu yksivaiheinen oikosulkuvirta A				
	Johdonsuojakatkaisijat				
	B-tyyppi 0,2, 0,4 s ja 5,0 s	C-tyyppi 0,2 ja 0,4 s	C-tyyppi 5,0 s	D-tyyppi 0,2 ja 0,4 s	D-tyyppi 5,0 s
	Lask.arvo / mitattu arvo	Lask.arvo / mitattu arvo	Lask.arvo/ mitattu arvo	Lask.arvo / mitattu arvo	Lask.arvo / mitattu arvo
6	30 / 38	60 / 75	42 / 55	120 / 150	42 / 55
10	50 / 65	100 / 125	70 / 90	200 / 250	70 / 90
16	80 / 100	160 / 200	112 / 140	320 / 400	112 / 140
20	100 / 125	200 / 250	140 / 180	400 / 500	140 / 180
25	125 / 160	250 / 320	175 / 220	500 / 630	175 / 220
32	160 / 200	320 / 400	225 / 280	640 / 800	225 / 280
40	200 / 250	400 / 500	280 / 350	800 / 1000	280 / 350
50	250 / 320	500 / 630	350 / 440	1000 / 1250	350 / 440
63	315 / 400	630 / 790	440 / 550	1260 / 1600	440 / 550
80	400 / 500	800 / 1000	560 / 700	1600 / 2000	560 / 700
125	625 / 780	1250 / 1570	875 / 1100	2500 / 3130	875 / 1100

TAULUKKO 2. gG - sulakkeiden pienimmät toimintavirrat

Sulakkeiden nimellisvirta A	Laukaisuaika	
	0,4 s	5,0 s
	Laskettu arvo / mitattu arvo	Laskettu arvo / mitattu arvo
2	16 / 20	9 / 12
4	32 / 40	18 / 23
6	46,5 / 58	28 / 35
10	82 / 103	46,5 / 58
16	110 / 138	65 / 81
20	145 / 180	85 / 105
25	180 / 225	110 / 138
32	270 / 340	165 / 210
35	290 / 365	175 / 220
40	315 / 395	190 / 240
50	470 / 590	250 / 315
63	550 / 690	320 / 400
80	840 / 1050	425 / 530
100	1000 / 1250	580 / 725
125	1450 / 1800	715 / 895
160	1600 / 2000	950 / 1190
200	2100 / 2625	1250 / 1560
250	2800 / 3500	1650 / 2065
315	3700 / 4625	2200 / 2750
400	4800 / 6000	2840 / 3550
500	6400 / 8000	3800 / 4750
630	8500 / 10625	5100 / 6375

Esimerkiksi jos kiinteistön pääsulakkeet ovat 25A gG – sulakkeet, tarvitsee generaattorin tuottaman oikosulkuvirran olla vähintään 110A viiden sekunnin ajan. Hyvä generaattori pystyy parhaimmillaan tuottamaan kolminkertaisen vikavirran eli generaattorin nimellisvirran tulisi olla noin 37A, vaikka kuorman kannalta riittäisi 25A.

3.1.3 Vikavirtasuojajien lisäsuojana

Generaattorin heikkojen vikavirtaominaisuuksien vuoksi voidaan käyttää lisäsuojana vikavirtasuojaa. Monissa aggregaateissa on tehdasasenteinen vikavirtasuojakytkin. Vikavirtasuojan summavirtamuuntaja mittaa vaihejohtimien ja nollajohtimen välistä virran erotusta. Mikäli erotus on yli 30 mA kytkin aukeaa. Aggregaateissa käytetään yleensä 300 mA vikavirtasuojaa, koska 30 mA vikavirtasuojaa on monesti liian herkkä suojaamaan koko järjestelmää.

Vikavirtasuojaa on erinomainen lisäsuojaa varmistamaan riittävän nopea automaattinen poiskytkentä. Vikavirtasuojaa toimii vain TN-S järjestelmässä. Sitä ei voi asentaa vanhaan TN-C järjestelmään, jossa on yhteinen nolla ja suojamaa eli PEN – johdin.

3.1.4 Muita suojalaitteita

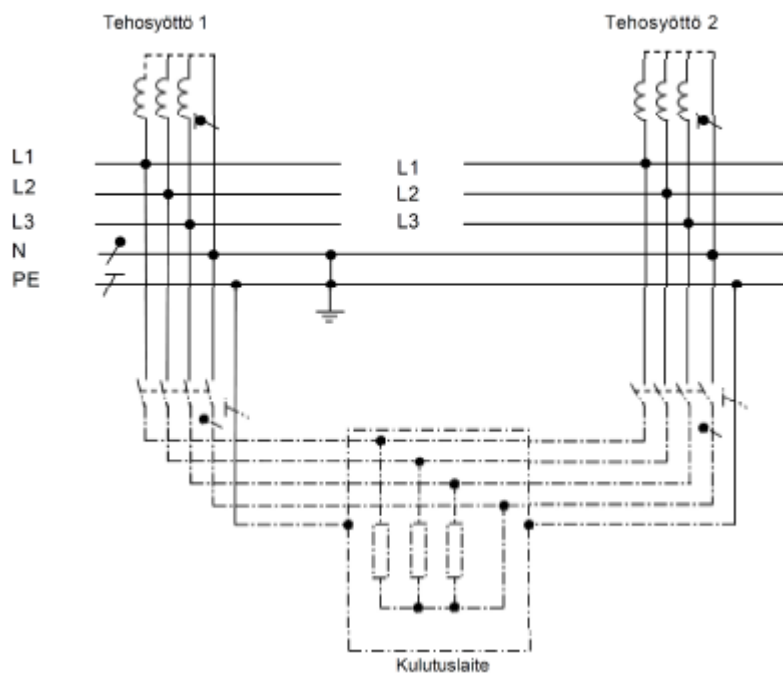
Vikavirtasuojaa ei voi käyttää TN-C järjestelmissä, joten on olemassa muitakin oikosulkusuojia. Suojalaitetta kutsutaan kompaktikatkaisijaksi. Katkaisijan toiminta perustuu esimerkiksi maasulku – tai vakioaikaylivirta – tai alijännitereleen havahtumiseen. Menetelmää käytetään yleisesti jakeluverkon suojaukseen, mutta sitä voi soveltaa myös pienemmässä mittakaavassa. Rele havaitsee esimerkiksi maasulun tai alijännitteen, ja asetellun ajan kuluttua se katkaisee virtapiirin.

Toiminta perustuu vaihevirtojen ja nollavirran jatkuvaan mittaamiseen. Kun suojalaite havaitsee poikkeaman virroissa, joka ei ole asetelluissa rajoissa antaa se asetellun ajan kuluttua katkaisijalle avautumiskäskyn. Mikäli vika poistuu ennen asetellun ajan umpeutumista katkaisija ei aukea.

3.1.5 Liittäminen kiinteään asennukseen

Kiinteä sähköasennus saa normaalisti syöttönsä yleisestä jakeluverkosta. Jakeluverkon vikaantuessa saa sähköasennus syöttönsä aggregaatilta. Aggregaatti voidaan liittää kiinteään laitteistoon pistokkeella, puolikiinteästi tai kiinteästi. Varavoimailaitteiston on tarkoitus toimia täysin erillään jakeluverkosta. Laitteiston kytkeytyminen voi tapahtua manuaalisesti, automaattisesti tai automaattisesti ilman katkoksia (vaatii akuston).

Jakeluverkon ja aggregaatin virtapiirit tulee olla erotettu. Erottaminen tapahtuu helpoiten kolmiasentoisella nelinapaisella vaihtokytkimellä, joka katkaisee toisen syötön ennen toisen syötön kytkeytymistä (KUVA 6). Kytkin katkaisee kaikki vaiheet ja nollajohtimen. Yksinkertaisin toteutustapa on korvata keskuksen pääkytkin vaihtokytkimellä. Sähkökatkotilanteessa käyttäjä itse kääntää kytkimen aggregaatti asentoon ja käynnistää voimakoneen.



KUVA 6. Vaihtokytkennän toimintaperiaate (ST 54.20)

4 Erilaisia ohjeita valintaan

Nykyisin varavoimalaitteita myydään melkein jokaisessa rautakaupassa ja monissa verkkokaupoissa. Monesti varavoimalaitteen hankkija ei ole sähköalan ammattilainen ja valintaperuste esim. verkkokaupasta ostettaessa tapahtuu tehon mukaan. Valitaan siis sellainen kone, jonka jatkuva teho riittää syöttämään omat tarpeet. Mikään ei kuitenkaan takaa, että suojaukset toimivat oikein.

4.1 FinGen

FinGen on yksi varavoimalaitteiden toimittajista Suomessa. Heillä ei ole verkkokauppaa vaan kaikki kohteet suunnitellaan yksilöllisesti. Heidän opas alkaa mitoittamisesta, jossa huomioidaan myös mahdolliset moottorikuormat. Lisäksi he kertovat ohjeessaan, että etenkin pienet generaattorit eivät tuota tarpeeksi oikosulkuvirtaa, joten on asennettava lisäsuojalaitteita. Sivuilla mainitaan vikavirtasuojakytkimet, alijännitelaukaisu ja mahdolliset muut maasulun laukaisulaiteet.

Oppaan mukaan vikavirtasuoja on yleisin lisäsuoja varavoimakäytöissä. Oppaassa kehoitetaan saneeraamaan TN-C järjestelmät TN-S järjestelmiksi, jotta vikavirtasuoja toimii. Erikoinen seikka on kuitenkin seuraava ” Mikäli kohteen saneerauksesta (TN-C => TN-S) aiheutuu kohtuuton työ, voidaan generaattorissa oleva vikavirtasuoja ohjelmoida pois.” Olisi kuitenkin syytä korostaa, että jokin muu suojalaite on otettava tilalle. (FinGen 8.3.2017)

4.2 Kw-Set Oy – varavoimaratkaisuiden asiantuntija

Kw-Set Oy:llä on verkkokauppa josta kuka tahansa maallikko voi tilata varavoimakoneen ilman ammattilaisen tekemää mitoitusta. Tuotteiden tiedoissa ei mainita mitään käytössä olevista suojalaitteista. Yhteydenottolomakkeella saa apua mitoitukseen ja suojauksiin liittyen, mutta eniten sivusto korostaa seuraavia:

- Turvallinen verkkokauppa
- Tunnetut merkit
- Aina ilmainen toimitus

4.3 TUKES – sähkötuotteiden turvallisuuden varmistaminen verkkokaupassa

TUKES on laatinut muistion asioista, jotka on otettava huomioon, kun tilataan sähkötuote verkkokaupasta. Seuraavien asioiden tulee toteutua:

1. Tuotteessa tulee olla CE – merkintä. Tällöin voidaan olettaa, että tuote täyttää EU:n asettamat vaatimukset sähkölaitteiden turvallisuudesta ja sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta.
2. Varmistuttava, että tuote toimii oikealla jännitteellä ja taajuudella.
3. Suomen- ja ruotsinkieliset asennus- ja käyttöohjeet
4. Valmistajan nimi ja yhteystiedot
5. On suositeltavaa, että verkkokaupasta selviää, miten huolto- ja takuukysymykset on järjestetty

Lisäksi verkkokaupasta ostaessa tulee muistaa, että mikäli tuote tilataan ETA – alueen ulkopuolelta on tilaaja myös maahantuoja siihen liittyvine vastuineen. Mikäli laite aiheuttaa vahinkoa omaisuudelle, hengelle tai terveydelle voidaan tilaajaa pitää yksin vastuussa aiheutuneista vahingoista.

5 ESIMERKKIKOHDE

5.1 Kohteen esittely

Tässä luvussa mitoitetaan ja suunnitellaan varavoimalaitteisto käyttäen edellä mainittuja ohjeita. Kohteena on Ylöjärven Länsi – Teiskossa sijaitseva tila. Tilalla on seuraavat rakennukset

- Pääatalo, 135 m², rakennettu 1987, sähköt uusittu 2016
- Vapaa-ajan asunto 80 m², rakennettu 1930, sähköt uusittu 1970
- Navetta rakennus 160 m², rakennettu 1950, käytetään varastona
- Viljakuivuri (ei toiminnassa) 60 m², rakennettu 1970, käytetään varastona

Pääataloon on tehty 2016 täydellinen sähköjen uusiminen. Keskusta ei uusittu, mutta vanhaan tulppasulakekeskukseen lisättiin tarvittava määrä vikavirtasuojakytkimiä ja keskuksen sisäisiä kytkentöjä muutettiin vastaamaan nykypäivän keskusta. Taloon tehtiin remontin yhteydessä vesikiertoinen lattialämmitys. Lämmitysjärjestelmässä on Arimax 25 puukattila, Tatpar V1 vesikiertokiuas, sekä Jäspin Ovali 1800 varaaja. Varaajassa on 16 kilowattia sähkövastuksia. Sähkövastukset eivät ole normaalisti käytössä. Vastuksia ohjataan termostaatilla, mutta vastukset menevät päälle vain silloin kun asukkaat eivät lämmitä puilla.

Vapaa-ajan asunto pidetään läpivuoden peruslämpöisenä (noin 12°C). Lämmitys tapahtuu kahdella tulisijalla ja sähköpattereilla. Rakennus on aikakautensa tuotos, joten se ei vastaa eristysominaisuuksiltaan läheskään nykypäivän vaatimuksia. Myös sähköjärjestelmä alkaa olla käyttöikänsä päässä.

Pihapiirissä olevat navetta ja entinen kuivuri ovat pelkkää kylmää varastotilaa. Niissä ei ole käytännössä lainkaan sähkökuormaa. Navetan sähköjärjestelmät ovat elinkaarensa päässä. Kaikissa vanhoissa rakennuksissa on TN – C järjestelmä.

5.2 Kulutuksen mittaus

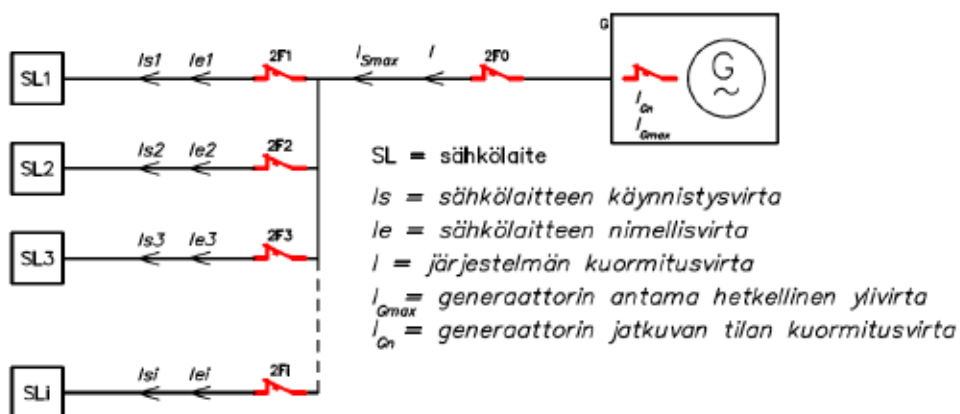
Kulutuksen mittaus tehtiin käyttäen Fluke 434 verkkoanalysaattoria. Fluke kytkettiin mitaamaan kulutusta kiinteistön pääkeskukselta. Mittaus suoritettiin 2.1.2017 - 10.1.2017, mittausjakson keskilämpötila oli noin -10°C . Mittausjaksolla oli myös yli 20 asteen pakaskasia.

Fluke aseteltiin tallentamaan dataa 30 sekunnin välein. Datasta nähdään, että hetkellinen kulutus ei ylitä normaalissa käytössä 6 kilowattia mittauksen aikana. Muutamit piikit mittaustuloksissa johtuvat klapiin sähkömoottorista, jota käytettiin muutaman kerran testimielessä. Mittaustuloksista on kuvakaappaukset liitteissä 1 ja 2.

5.3 Mitoitus

Mitoituksen apuna käytetään *Varavoima ja sähköturvallisuus* hankkeen raporttia, jossa tutkitaan ja ohjeistetaan muun muassa mitoittamiseen ja suojaukseen liittyen. Selvityksessä on parannusehdotuksia ST-korttiin 52.40.

Selvityksen mukaan varavoimakoneen omat ylikuormitussuojat ovat puutteelliset, joten on perusteltua lisätä generaattorin ja verkon välille suojauslaitte 2F0. (KUVA 7)



KUVA 7. Mitoitusvirran määrittäminen (Varavoima ja sähköturvallisuus)

Suojalaitteen koko määräytyy järjestelmän kuormitusvirran I mukaan. Kuormitusvirta muodostuu seuraavan kaavan mukaisesti:

$$I = I_S + \sum_{i=2}^n I_{ei} = I_S + I_{e2} + I_{e3} + \dots + I_{ei}$$

jossa I_S on suurimman sähkölaitteen käynnistysvirta ja I_e on sähkölaitteen nimellisvirta. (Varavoima ja sähköturvallisuus)

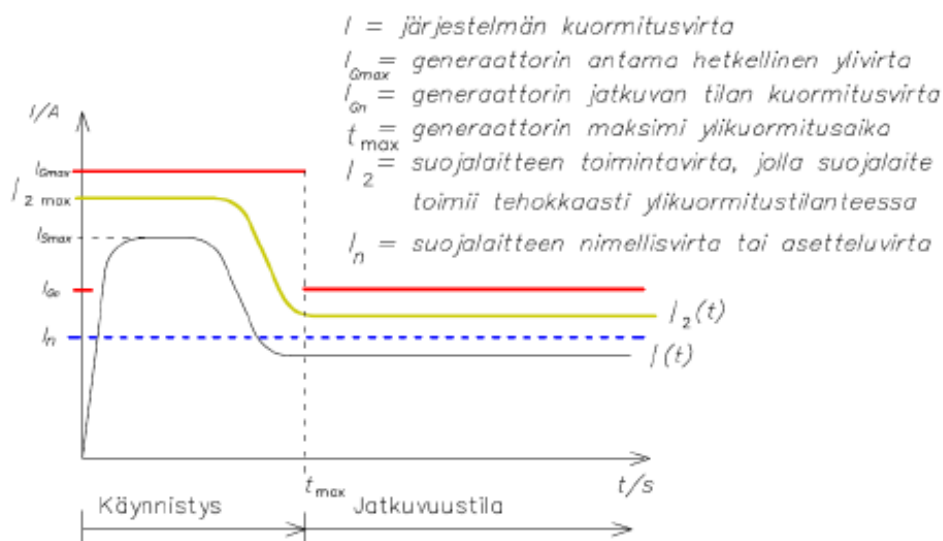
Kohteessa kuormitusvirta nähdään helposti Fluken tuloksista. Kuormitusvirta on noin 9,6 ampeeria. Suojalaitteeksi 2F0 valitaan seuraavaksi suurempi johdonsuojakatkaisija

$I_n > I$ eli 10 ampeerin johdonsuojakatkaisija riittää esimerkki tapauksessa.

Ylikuormitustilanteessa generaattorin on tuotettava riittävän suuri jatkuvan tilan kuormitusvirta I_{Gn} , jotta suojalaite toimii. Virran tulee olla suurempi, kuin johdonsuoja-automaatin terminen toimintavirta I_2 . (Kaava 2)

$$I_2 = 1,45 * I_n = 1,45 * 10A = 14,5A \quad (2)$$

Generaattorin jatkuvan tilan kuormitusvirran on oltava vähintään 15 A. Kuvasta 8 nähdään suojauksen ja mitoituksen riippuvuus toisistaan.



KUVA 8. Järjestelmän kuormitusvirran ja suojalaitteiden toimintavirran suhde (Varavoima ja sähköturvallisuus)

Generaattoreiden teho ilmoitetaan monesti näennäistehona S . Kun tiedetään virta I ja jännite U voidaan näennäisteho laskea kaavalla 3.

$$S = \sqrt{3} * U * I \quad (3)$$

$$S = \sqrt{3} * 400V * 15A = 10,4 \text{ kVA}$$

5.3.1 Varavoimalaitteen valinta

Kohteen generaattorin näennäistehon on oltava vähintään 10,4 kVA. Kuvassa 9 on ote FinGen Oy:n varavoimalaite taulukosta, josta valitaan sopiva varavoimalaite. Kuvan sininen nuoli osoittaa riittävän kokoisen laitteen. Listahinta on 13 200 euroa. Kuvassa LTP (limited time running power) on teho, jolla laitosta voidaan käyttää 500 tunnin ajan vuodessa valmistajan ilmoittaman huoltovälin aikana kuitenkin niin, että yhtäjaksoinen käyttö on rajoitettu 300 tuntiin. PRP (primepower) tarkoittaa jatkuvaa tehoa. Valinta tehdään jatkuvan tehon arvoilla.

50 Hz				
KOKO	LTP	PRP	Virta	Moottori
Malli	kVa	kVa	A	ENGINE
10 KVA				
GE.YA.011\010.	11	10	14	Yanmar
GE.YA.011\010.LT	11	10	14	Yanmar
GE.PK.010\009.	10	9	13	Perkins
GE.CU.011\010.	11	10	14	Cummins
15 KVA				
GE.YA.017\015.	17	15	22	Yanmar
GE.YA.017\015.LT	17	15	22	Yanmar
GE.PK.015\013.	15	13	19	Perkins
GE.DZ.013\012.	14	13	19	Deutz
20 KVA				
GE.YA.022\020.	22	20	29	Yanmar
GE.YA.022\020.LT	22	20	29	Yanmar
GE.PK.021\020.	21	20	29	Perkins
GE.DZ.021\020.	22	21	30	Deutz
GE.DZ3A.021\020.	22	21	30	Deutz



KUVA 9. FinGen Oy:n varavoimalaite mallisto

Valitussa varavoimalaitteessa on vikavirtasuoja automaattisen poiskytkennän toteuttamiseksi. Kohteessa olevat vanhat TN – C järjestelmät tulee saneerata TN – S järjestelmiksi, jotta vikavirtasuojaa voidaan käyttää.

5.4 Automaattinen toiminta

Laitteisto voidaan myös asentaa siten, että se toimii automaattisesti. Toiminta perustuu alijännitevalvontaan, joka havaitsee jakeluverkon jännitteen putoamisen. Alijänniterele ohjaa varavoimalaitteiston käyntiin. Lisäksi on huolehdittava, että verkonvalintakytkin toimii automaattisesti. Usein verkonvalinta tehdään kontaktoreiden avulla.

Omakotitalossa on harvoin järjestelmiä, jotka vaativat täysin keskeytyksettömän syötön. Mikäli sellaisia järjestelmiä on, voidaan varavoimalaitteistoon lisätä akusto, jolloin puhutaan UPS – järjestelmästä. Laitteiston käynnistysprosessin ajan sähkö syötetään akustosta invertterin avulla.

Akuttomaan ja akulliseen järjestelmään on syytä asettaa noin puolen minuutin viive ennen kuin laitteisto käynnistyy. Tällä vältetään turha käynnistäminen lyhyiden katkoksen aikana. Jakeluverkossa tehdään usein vian poistamiseksi PJK ja AJK kytkentöjä, jolloin sähkötkatkeavat ja palautuvat muutamia kertoja.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua varavoimalaitteiden mitoitukseen ja suojaukseen. Lisäksi tavoitteena oli mitoittaa ja suunnitella laitteisto kirjoittajan omakotitaloon. Työn tavoitteisiin päästiin hyvin. Työ on selkeä ja keskittyy vain olennaisiin asioihin, eikä siinä syvennytä sähkön teoriaan. Tarkoituksena oli tuottaa selkeä ohjeistus, jota pystyy hyödyntämään tulevaisuudessa erilaisiin kohteisiin.

Työtä tehdessä oli varsin yllättävää huomata, kuinka puutteellisia monet rautakauppojen laitteistot ovat. Ottaen huomioon, että niitä käytetään paljon omakotitalojen varavoimalaitteina. Kyseiset laitteet eivät välttämättä toimi vikatilanteissa oikein, mutta tietämys laitteiden ominaisuuksista on vähäistä.

Varavoimalaitteistojen mitoituksesta ja suojauksesta olisi syytä tehdä julkinen muutaman sivun mittainen ohje. Ohjeessa tulisi kertoa, mitkä ovat todelliset mitoituskriteerit. Lisäksi siinä tulisi kertoa, mitä vaaratilanteita suojalaitteiden toimimattomuus aiheuttaa, jotta maallikot ymmärtäisivät, että varavoimalaitteistoin valinta on sähköalan ammattilaisen työtä.

LÄHTEET

ABB, Pehmökäynnistinopas 2011. Luettu 8.2.2017. https://library.e.abb.com/public/d11f99611045fef8c125796e00473a8a/OPAS%20Pehmokaynnistys%20FI12_01.pdf

Elenia Aina – palvelu. Luettu 8.2.2017. http://www.elenia.fi/uusi_aina

<http://www.fingen.fi/suunnittelu/>

Genel Oy verkkokauppa. Luettu 19.4.2017. <http://genel.fi/aggregaatit/traktorikayttoiset-aggregaatit/av25r>

<http://www.utu.eu/sites/default/files/attachments/johdonsuojakatkaisijat-tekniset-tiedot-11fi0211.pdf>

Kärkkäinen verkkokauppa, Luettu 19.4.2017. <https://www.karkkainen.com/verkkokauppa/kipor-kde6500e3-diesel-aggregaatti>

ST – kortisto. 15.11.2015. ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen

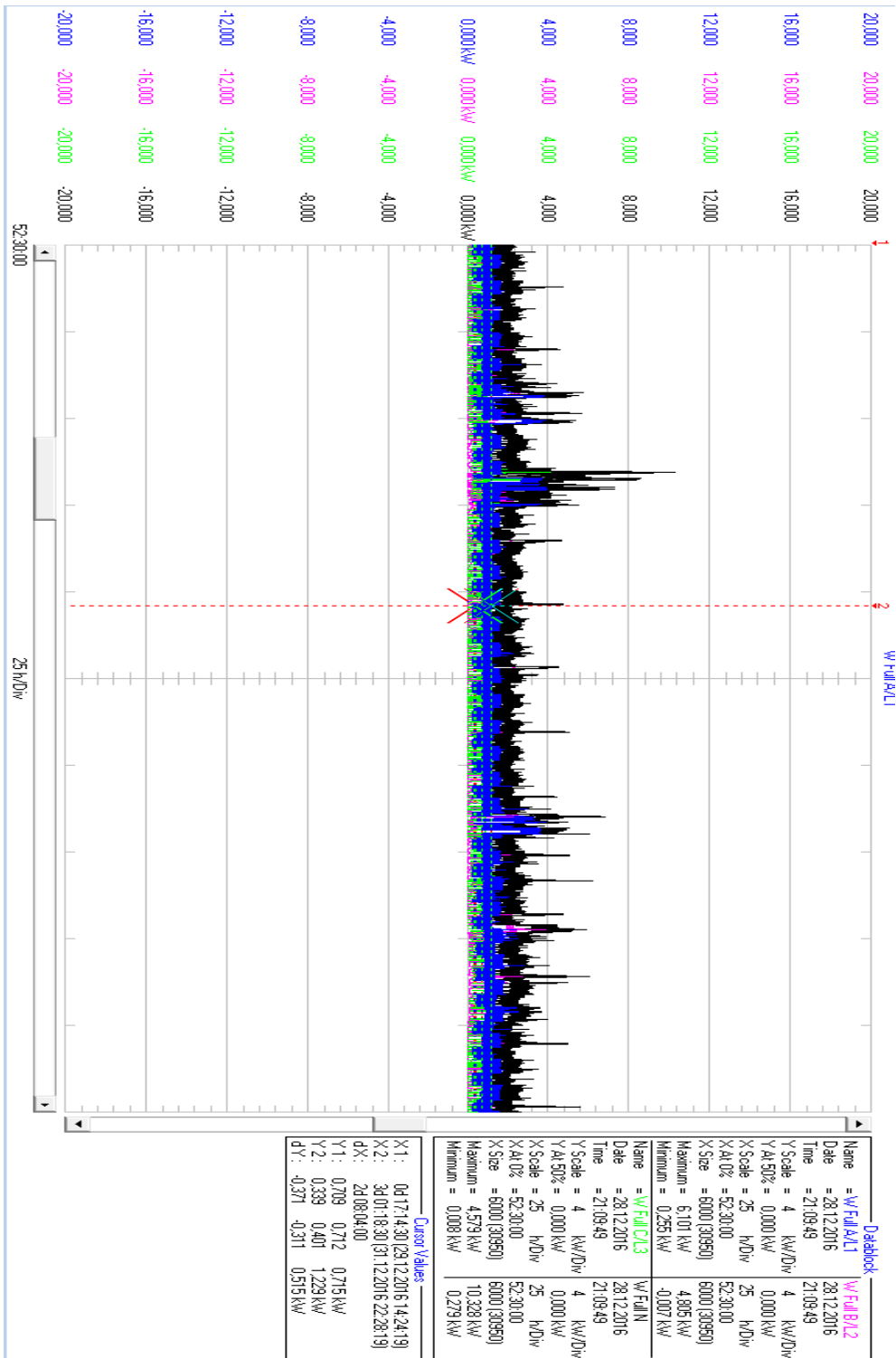
ST – kortisto. 15.11.2015. ST 52.40. Siirrettävän, pienjännitteisen moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaitteistoon

<http://nssoy.fi/uploads/nss/Vaaditut%20oikosulkuvirrat.pdf> Sulakkeiden toimintavirrat. Suunnittelutoimisto Hakala Oy SFS 6000 mukainen mittausten ja laskelmien vaatimustaulukot 1.1.2008 alkaen.

http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/ohjeet/sahkotuoteturvallisuus_verkkokauppa.pdf TUKES sähkötuotteiden turvallisuuden varmistaminen verkkokaupassa, 21.2.2007. Luettu 13.5.2017.

LIITTEET

Liite 1. Mittaustulokset teho



Liite 2. Mittaustulokset näennäsiteho

