

SAIMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikka, Imatra
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

Teemu Kärkkäinen

Korvaava sähkönsyöttö paineenvähennysasemalle

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

Teemu Kärkkäinen

Korvaava sähkönsyöttö paineenvähennysasemalle 40 sivua, 7 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Imatra

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

Ohjaaja: Seppo Jaakkola, Saimaan ammattikorkeakoulu

Yritys: Gasum Oy

Yrityksen yhteyshenkilö: Mika Komu

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli suunnitella korvaava sähkönsyöttö maakaasun paineenvähennysasemalle. Työn tarkoituksena oli mahdollistaa Gasum Oy:n paineenvähennysasemien toimivuus ja käyttö mahdollisten pitkien sähkökatkosten aikana. Työn tavoitteena oli siis varmistaa maakaasun toimitus asiakkaalle mahdollisista sähköverkon häiriötekijöistä huolimatta.

Ensimmäisenä kartoitettiin maakaasun paineenvähennysaseman tehontarve niiden laitteiden osalta, jotka ovat kyseessä olevan aseman toiminnan kannalta tärkeitä. Tästä päästiin tekemään johtopäätöksiä siitä, että millainen varavoimajärjestelmä olisi järkevä, kätevä, taloudellinen ja mahdollisimman huoltovapaa.

Sähkö on paineenvähennysasemilla erittäin tärkeässä asemassa pv-asemien toimivuuden ja turvallisuuden kannalta. Tärkeimpiä toimintoja ovat lämmitys, erinäiset mittaukset, hälytykset sekä valaistus.

Avainsanat: sähkökatko, varavoima, suojaus

ABSTRACT

Teemu Kärkkäinen

Back-up Power Supply for Pressure Reduction Station , 40 pages, 7 appendix

Saimaa University of Applied Sciences

Electrical Engineering

Electrical Power Technology

Tutor: Mr Seppo Jaakkola, MSc, Senior Lecturer, Saimaa UAS

Company: Gasum Ltd.

Contact: Mr Mika Komu

The starting point of this thesis was to design a back-up power supply for natural gas pressure reduction station. The purpose was to secure the functionality and operation of Gasum Ltd's pressure reduction station during long power outages. The aim was therefore to ensure the supply of natural gas to the customer on any grid, despite the disturbances.

At the pressure reduction station was first charted the power need of those devices that are essential for the operation of the station. From this could be concluded what kind of back-up system would be sensible, convenient, economical and as maintenance-free as possible.

Electricity is very important for the power reduction station to operate properly and safely. The most important operations are heating, various measurements/alarms and lighting.

Keywords: Power outage, Back-up power, Protection

SISÄLTÖ

SISÄLTÖ.....	4
1 JOHDANTO	5
2 GASUM OY	6
2.1 Mitä on maakaasu?	7
3 SÄHKÖVERKON ONGELMAT	8
4 VARAVOIMAJÄRJESTELMÄ	9
4.1 Rakenne	10
4.2 Moottori.....	10
4.3 Generaattori.....	11
5 SUOJAUS.....	12
5.1 Yleistä.....	12
5.2 Ylivirtasuojaus	12
5.2.1 Ylikuormitussuojaus.....	12
5.2.2 Oikosulkusuojaus	13
5.3 Kosketusjännitesuojaus	19
5.4 Selektiivisyys	20
6 MAAKAASUN PAINEEENVÄHENNYSASEMA	22
6.1 Lämmitys	24
6.2 Kaasun paine/lämpötila	24
6.3 Määrämittaus.....	24
6.4 Akusto.....	24
6.5 Hälytykset ja kaasuvuodonvalvonta.....	25
7 ONGELMA.....	25
8 GENERAATTORILAITTEISTOJA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET	26
8.1 Yleiset vaatimukset.....	26
9 ASENNUKSEN SUOJAUS	27
10 TN-C- & TN-S-JÄRJESTELMÄT.....	28
11 VARAVOIMAN VALINTA	31
11.1 Verkonvaihtokytkin.....	31
12 MITOITUS JA TOTEUTUS	34
12.1 Sähkökatkotilanteen sähkölaitteet	35
12.1.1 Asennukset pv-aseamalla	35
12.1.2 Aggregaatin käyttö.....	36
13 KUSTANNUSLASKELMA.....	36
14 LOPPULUKU	37
KUVAT	38
KUVIOT	38
TAULUKOT	38
LÄHTEET.....	40
LIITE1 Toimintaohje	
LIITE2 Dieselkäyttöinen aggregaatti	
LIITE3 Bensiinikäyttöinen aggregaatti	
LIITE4 Putkistopiirustus sivusta	
LIITE5 Putkistopiirustus edestä	
LIITE6 Putkistopiirustusyläpuolelta	
LIITE7 Sähköpääkeskus	

1 JOHDANTO

Koska olin ollut useina vuosina Gasum Oy:ssä kesätöissä opiskeluideni aikana, oli luonnollista että myös opinnäytetyöaihe löytyi kyseisestä paikasta. Itse aihe tuli minulle, koska tällaista suunnitelmaa paineenvähennysasemille ei oltu tehty. Kesän 2010 lopulla sain kyseisen aiheen opinnäytetyöksi, jonka jälkeen sitä alettiin suunnitella ja koota sitä varten aineistoa.

Sähköverkoissa tapahtuvien jakeluhäiriöiden takia kriittisimpiä kohteita, joissa sähköä tarvitaan, tulisi turvata varavoimamenetelmällä. Varavoimajärjestelmiä on monenlaisia ja niistä voi tapauskohtaisesti katsoa, mikä kyseiseen tapaukseen olisi järkevin ja kätevin tapa toteuttaa.

Tämän opinnäytetyön aiheena on suunnitella korvaava sähkönsyöttö maakaasun paineenvähennysasemalle. Sen tarkoituksena on turvata aseman toiminta mahdollisissa pitkissä sähkökatkoissa. Tässä työssä käsitellään sähköasennusten suojauksiin liittyviä asioita sekä erinäisiä määräyksiä varavoimatilanteisiin.

2 GASUM OY

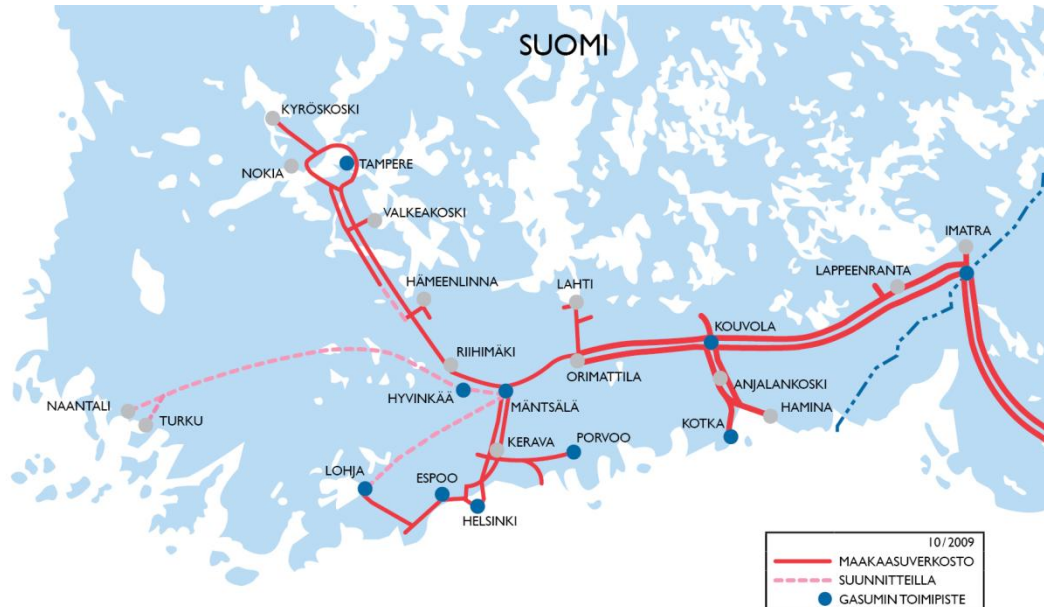
Gasum Oy on maakaasun maahantuontia, siirtoa ja myyntiä suorittava yhtiö Suomessa. Maakaasun siirtoverkoston ylläpito kuuluu myös sen toimenkuvaan. Gasum Oy:n omistajia ovat Fortum Heat and Gas Oy 31 %, OAO Gazprom 25 %, Suomen valtio 24 % sekä E.ON Ruhrgas International GmbH 20 %.

Maakaasun siirto Neuvostoliitosta Suomeen alkoi vuonna 1974 maakaasun hankinta sopimuksen tultua solmituksi vuonna 1971. Alkuun siirtoputkisto oli aika suppea eikä Suomessa ollut yhtäkään kompressoria, joten putkiston paine muodostui Neuvostoliitossa sijainneista kompressoreista.

Gasum Oy:n eri toimipisteissä työskentelee noin 220 henkilöä. Yhtiöllä on kaasuverkoston alueella useita toimipisteitä.

- Imatra: vastaanotto- ja kompressoriasema
- Kouvola: maakaasukeskus, keskusvalvomo, kompressoriasema
- Kotka: asiakaspalvelu, jakelumyynti
- Mäntsälä: kompressoriasema
- Hyvinkää: huoltokeskus
- Lohja: jakelumyynti
- Helsinki: jakeluputkiston rakentaminen, kunnossapito, asennus ja huolto-palvelut
- Espoo: pääkonttori
- Tampere: huoltokeskus

Maakaasuverkostoa on Suomen eteläisessä osassa Kuvan 1. osoittamalla tavalla. Kuvasta nähdään nykyinen sekä suunnitteilla oleva maakaasuverkosto.



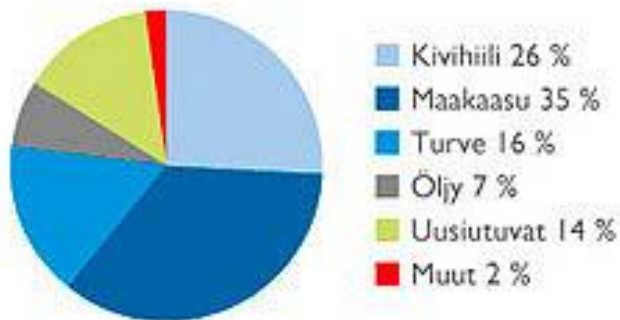
Kuva 1. Maakaasuverkosto. (Gasum Oy)

2.1 Mitä on maakaasu?

Maakaasu on lähes kokonaan metaanista koostuva fossiilinen polttoaine, joka soveltuu hyvin esimerkiksi energiantuotantoon, sillä maakaasu palaa puhtaasti, koska siinä ei ole esimerkiksi rikkiä, raskasmetalleja eikä palaessa syntyviä kiinteitä aineita. (Gasum Oy; Maakaasu.fi)

Maakaasulla on Suomen primäärienergian kokonaiskulutuksesta noin 11 % osuus vuosittain. Kaukolämmöntuotannossa maakaasun osuus on noin 35-40 %. Maakaasun osuus sähköntuotannossa vaihtelee markkinatilanteen mukaan prosentista kahteen. Seuraavassa kuvassa nähdään, miten eri polttoaineiden osuudet vaihtelevat kaukolämmön ja sähkönyhteistuotannossa. (Gasum Oy)

MAAKAASUN OSUUS KAUKOLÄMMÖN JA SÄHKÖNYHTEISTUOTANNOSSA



Polttoaine-energia yhteensä v. 2009 57,8 TWh

Kuvio 1. Maakaasun osuus kaukolämmön ja sähkönyhteistuotannossa. (Gasum Oy)

Maakaasun merkittäviä esiintymisalueita on Pohjois-Amerikassa, Lähi-idässä ja entisen Neuvostoliiton alueilla. Suurin yksittäinen kaasumaa on Venäjä, jonka alueella on 33 % maailmalla todetuista kaasuvaroista. Suomessa käytettävä maakaasu on peräisin Länsi-Siperiasta. (Gasum Oy)

3 SÄHKÖVERKON ONGELMAT

Sähköverkossa tapahtuvat sähkökatkokset eivät ole jatkuva ongelma, mutta suurempia muutaman tunnin mittaisia katkoksia esiintyy vuosittain. Pahimmissa tapauksissa ongelmat, jotka jatkuvat pitkään sähköverkossa, voivat aiheuttaa tuotannon katkeamisen, joka voi tarkoittaa mittavia taloudellisia menetyksiä.

Suomessa sääolot vaikuttavat huomattavasti sähköverkon suunnitteluun ja sähkön toimitusvarmuuteen. Talvella kovat pakkaset aiheuttavat erinäisiä kytkinlaiteongelmia, kun taas lumimassat kaatavat tai taivuttavat puita sähkölinjojen päälle. Myös huurre ja jäätävä sade tekevät tuhojaan pahimmissa tapauksissa. Laitteongelmiin kuitenkin saadaan luotettavuutta riittäväällä huollolla, käyttämällä sopivia voiteluaineita, tarvittaessa lämmityksellä sekä mekaanisen toimivuuden varmistamisella. Puiden aiheuttamat ongelmat voitaisiin ehkäistä metsänhoidollisilla toimenpiteillä, eli pitämällä linjat tarpeeksi puhtaina, jotteivat lumimassat pääsisi aiheuttamaan ongelmia. Puista johtuvat ongelmat ovat myös ympärivuo-

tisia ongelmia johtuen kovista tuulista ja syysmyrskyistä (Lakervi; Partanen 2008,9.)

Sähkökäyttäjien kannalta tärkeimpänä on sähkön toimitusvarmuus. Sähkönlaadun merkitykset ovat alkaneet korostua enemmän, kun kodinkoneista on tullut herkempiä ja niitä on valtavia määriä kotitalouksissa. Jännitteen vaihtelut sähköverkossa aiheuttavat muun muassa valojen välkkymistä, joka ei yleensä ole haitaksi muille laitteille, mutta herkemmat laitteet saattavat vaurioitua. Etenkin paljon elektroniikkaa sisältävät laitteet ovat herkkiä jännitevaihteluille (ABB 2000, 117.)

Teollisuudessa jännitevaihtelut voivat vaikuttaa esimerkiksi oikosulkumoottoreiden vääntömomenttiin ja jättämään. Usein ilmenevänä ongelmana tämä voi aiheuttaa moottorissa värähtelyitä, jotka luonnollisesti heikentävät moottorin käyttöikää lisäten kustannuksia. Tässä tapauksessa jännitteen vaihteluiden on oltava huomattavasti suurempia kuin siinä tapauksessa, jonka havaitsee silmillä valaistuksessa.

4 VARAVOIMAJÄRJESTELMÄ

Varavoimalaitteistojen avulla pyritään turvaamaan yksittäisen kulutuskohteen tai sen osan sähkönsyöttö. Varmennusta käytetään kohteissa, joissa lyhyetkin sähkönjakeluhäiriöt voivat olla kohtalokkaita tai pitkä keskeytys voi aiheuttaa huomattavia taloudellisia menetyksiä. Tällaisia kohteita ovat muun muassa sairaalat, sähkö- ja puhelinjärjestelmien valvomot, teollisuuslaitokset ja niiden ohjausjärjestelmät, kauppakiinteistöt, hätäpoistumisvalot yms.

Normaaliolosuhteissa varavoimalaitteistot eivät tuota tehoa eikä niitä yleensä ole tehty kestämaan pitkäaikaista käyttöä. Vain poikkeustapauksissa varavoiman tuotantokoneisto pyörii jatkuvasti, jolloin riittävän nopealla tehonsäädöllä saavutetaan myös katkeamaton sähkönsyöttö. Yleensä varavoimalaitteet käynnistetään keskeytyksen tapahduttua, jolloin keskeytymättömän sähkönjakelun takaamiseksi tarvitaan akusto (Bovellan, Hakanen, Heikkilä, Kapp, Kivekäs, Kousa, Poikonen, Sahlström & Tummavuori 2005, 103-110.)

Varavoimailaitteistoa ei tulisi mitoittaa siten, että siitä saatava maksimiteho on yhtä suuri kuin kytkettävän kuorman jatkuva ottoteho, vaan siihen tulisi jättää marginaalia, jottei varavoimailaite kävisi jatkuvasti täydellä teholla. Tämän avulla varavoimailaitteesta tulee huomattavasti pitkäikäisempi sekä sen käyttökustannukset pienenevät.

Varavoimailaitteistoihin on saatavilla monenlaisia lisävarusteita, kuten kaukokäynnistysautomaatiikka langallisena tai langattomana, automaattinen käynnistyminen jonkin tietyn ehdon täytyessä ja kontaktorikeskuksen avulla automaattikäynnistys verkkojännitteen laskiessa riittävän alhaiseksi, jolloin myös siirtymisen takaisin verkkosähköön tapahtuu automaattisesti verkkosähkön palattua.

Jos varavoimajärjestelmä mitoitetaan siten, että se ei tule kattamaan kaikkea kyseisessä laitoksessa, tulisi miettiä ne tärkeimmät laitteet, joiden tulisi toimia. Varavoimailaitteiston mitoitukseen tämä tärkeimpien laitteiden kartoitus on aika hyvä ratkaisu, mikäli se vain on mahdollista, koska tämän avulla saadaan varavoimailaitetta todennäköisesti mitoitettua hieman alaspäin, mikä taas tarkoittaa edullisempaa hintaa sekä käyttökustannuksia. Suunnitelma laitteiden kytkentäjärjestykseen varavoimailanteessa on suositeltavaa esimerkiksi sähkömoottoreiden ison käynnistysvirran takia koska varavoimailaitteiden hetkellistehojen anto on rajallista (Bovellan 2005, 103-110.)

4.1 Rakenne

Polttomoottori-generaattori koostuu moottorista ja tahtigeneraattorista ja myös ohjaus ja valvontalaitteet ovat osa kokonaisuutta. Tyypillisesti generaattorin akseli kytketään suoraan moottorin kampiakselille, jolloin erillistä vaihteistoa ei tarvita.

4.2 Moottori

Varavoimageneraattorin työkoneena toimii useimmiten dieselmoottori tai bensiinimoottori. Yleensä suuremmat varavoimailaitokset käyttävät dieselmoottoria, koska se on käytännössä havaittu luotettavaksi ja kustannuksiltaan pienemmäksi verrattuna bensiinimoottoriin. Bensiinin herkkä syttyvyys sekä räjähdysvaara tekee dieselmoottorista myös turvallisemman vaihtoehdon.

Suuremmilla tehoilla käytetään tyypillisesti ahdettuja dieselmoottoreita paremman hyötysuhteen, halvemman hinnan ja pienemmän koon vuoksi. Ahdetut moottorit eivät kuitenkaan pysty heti käynnistyksen jälkeen ottamaan yhtä suurta kuormaa kuin vapaasti hengittävät versiot. Toisaalta vapaasti hengittävä malli on tekniikaltaan yksinkertaisempi ja huoltovapaampi (Bovellan 2005, 110.)

Generaattorikäytössä olevat moottorit ovat pitkäikäisiksi suunniteltuja, joten ne kestävät pitkiä yhtäjaksoisiakin käyttöjä. Useimpia voidaan käyttää yhtäjaksoisesti useita vuorokausia.

Generaattorikäytössä moottorilla on oltava tarkka kierrosluvun säätö. Mikäli kierrosluku sattuisi laskemaan liikaa asetetusta, siitä voisi seurata suojeien laukeaminen sekä mahdollisesti varavoimakoneen sammuminen. Yleensä generaattorikäytön moottoreissa on kierrosluvun säätimenä keskipakosäädin, joka kasvattaa moottorin tehoa kierrosluvun laskiessa alaspäin alle säädetyin arvon (Bovellan 2005, 103-110)

4.3 Generaattori

Varavoimalaitoksissa käytetään yleisesti kolmivaiheisia yksilaakerisia, harjattomia tahtigeneraattoreita, joiden nimellinen pyörimisnopeus on 1500 1/min. Moottori pyörittää generaattoria tahtinopeudella, jolloin vaihteistoa ei tarvita ja kokoonpano pysyy mahdollisimman yksikertaisena ja varmana (hsaoy).

Generaattori on varustettu elektronisella, häiriösuojatulla jänniteensäätäjällä, koska jännitteen tulee olla mahdollisimman samankaltaista verkosta tulevan sähkön kanssa.

Yleensä 1-vaiheisissa varavoimakoneissa on harjaton tahtigeneraattori, koska se on edullinen ja huoltovapaa. Tahtigeneraattorin magnetointitapa on parempi verraten epätahtigeneraattoriin. Käytettäessä epätahtigeneraattoria oikosulkuvirta ei kasva nimellisvirtaa juurikaan suuremmaksi. Tahtigeneraattorissa saadaan hyvinkin oikosulkuvirta, joka on jopa yli 300% nimellisvirrasta (hsaoy).

Pienehköt 3-vaihegeneraattorit ovat harjallisia generaattoreita, toisin sanoen sisänapageneraattoreita. Sisänapageneraattorilla tarkoitetaan sitä, että magneettiset navat ovat generaattorin sisällä pyörivässä roottorissa. Tässä käytössä

roottorille menevien harjasten läpi menee vain pieni magnetointivirta, eikä generaattorin syöttämää päävirtaa, kuten ulkonapageneraattorissa. Pieni virta tarkoittaa pitkää hiiliharjojen käyttöikä (hsaoy).

5 SUOJAUS

5.1 Yleistä

Normaalin sähköverkkosyötön aikana sattuvassa oikosulkuilanteessa oikosulkuvirrat kasvavat satojen ja monien tuhansien ampeerien suuruiseksi, joten suojausten nopea toiminta on laitteiden suojaamisen kannalta todella tärkeää. Toisaalta taas kuormitusvirtojen ja oikosulkuvirtojen isojen erojen vuoksi suojausten nopea toiminta on myös helppo toteuttaa. Varavoimalaitteiden syöttäessä järjestelmää tilanne on erillainen, koska oikosulkuvirrat eivät välttämättä ole tarpeeksi suuria.

5.2 Ylivirtasuojaus

Standardien mukaan johdot tulee varustaa ylivirtasuojilla, jotka estävät johtimien liiallisen lämpenemisen. Ylivirtasuojaa ei kuitenkaan saa käyttää, mikäli se on vaarallisempaa kuin johtimen lämpeneminen, esimerkiksi nolla- ja suojajohtimissa ei saa olla ylivirtasuojia. Ylivirtasuojat jaetaan ylikuormitus- ja oikosulkusuojiin.

5.2.1 Ylikuormitussuojaus

Ylikuormitusvirralla tarkoitetaan virtapiirissä muulloin kun vian aikana esiintyvää ylivirtaa. Ylivirralla taas tarkoitetaan virtaa, mikä on suurempi kuin mitoitettu virta.

Jokainen virtapiiri tulee suojata ylikuormitussuojalla siten, ettei ylikuormitusvirta ehdi aiheuttaa tuhoa johtimissa, liitoksissa, jatkoksissa, eristyksissä tai ettei johtimia ympäröivä ympäristö vahingoitu. Ylikuormitusvirta katkaistaan sulakkeilla, katkaisijoilla tai johdonsuojakatkaisijoilla jotka kytkävät ylikuormitetun johdon irti syötöstä (Tiainen 2004, 31.)

Johdinta ylikuormitukselta suojaavan suojalaitteen ominaisuuksien on SFS 6000:n mukaan täytettävä seuraavat ehdot:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad 1.1$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad 1.2$$

jossa

I_B on virtapiirin mitoitusvirta

I_z johtimen jatkuva kuormitettavuus

I_n suojalaitteen nimellisvirta

I_2 virta, jossa suojalaite toimii määritellyssä ajassa. Virran I_2 on arvo, jolla suojalaite toimii tehokkaasti, sekä se on annettu laitestandardeissa.

Kaavan alkuosa tarkoittaa sitä, että arvioidun kuormitusvirran ja ylikuormitus-suojan nimellisvirran tulee olla vähintään yhtä suuria. Ylikuormitussuojaksi valitaan käytännössä suojalaite, jonka nimellisvirta on mitoitusvirtaa seuraavaksi suurempi standardiarvo.

Suojalaitteen nimellisvirralla tarkoitetaan virtaa, jonka suojalaite voi jatkuvasti johtaa lävitseen. Suojalaitteen oikosulku- ja ylikuormitusvirta, sekä toimintavirta, ovat suurempia kuin suojalaitteen nimellisvirta. Täten suojalaitteen läpi voi kulkea hyvinkin kauan suojalaitteen nimellisvirtaa voimakkaampia virtoja ilman, että suojalaite reagoi. Suojalaitteen toiminta-aikaan vaikuttavat myös ulkoiset tekijät kuten lämpötila (Tiainen 2004, 32.)

5.2.2 Oikosulkusuojaus

Jokainen virtapiiri on suojattava oikosululta siten, että se ei aiheuta vaaraa liitosten ja johtimien lämpenemisen tai mekaanisen vaikutuksen vuoksi. Yleensä oikosulkusuojaus on osa ylivirtasuojauksesta, johon kuuluu myös ylikuormitus-

suojaus. Oikosulkusuojaus toteutetaan joko sulakkeilla, katkaisijoilla tai johdon-suojakatkaisijoilla.

Suojalaitteen katkaisukyky pitää olla pienempi kuin suojalaitteen asennuspaikalla esiintyvä oikosulkuvirta, paitsi jos suojalaitteen syöttöpuolella on toinen suoja-laitte, jonka katkaisukyky riittää. Tällaista poikkeusta käytetään yleensä, kun ja-kelua suojataan johdonsuojakatkaisijoilla tai tulppasulakkeilla ja niiden ryhmien edessä on kahvasulake (Tiainen 2004, 71).

Missä tahansa virtapiirin kohdassa on oikosulkuvirta katkaistava viimeistään silloin, kun johtimet saavuttavat suurimman sallitun käyttölämpötilan.

Jos sulake toimii ainoastaan oikosulkusuojana, sen nimellisvirta voi olla suurempi kuin johdon kuormitettavuus. Pelkästään oikosulkusuojana toimiva sulake voidaan valita suojalaitteiden valmistajien ohjeiden mukaisesti tai taulukon 1 mukaan (Tiainen 2004, 71).

Generaattorisyytön aikana verkon suojauksen toimintaa vaikeuttaa varavoimakoneen huono kyky tuottaa oikosulkuvirtaa. Generaattorityypistä riippuen oikosulkuvirta voi olla aluksi iso mutta pienenee nopeasti. Jatkuvaa oikosulkuvirtaa varavoimakone pystyy tuottamaan yleensä noin 3 kertaa nimellisvirran verran, mutta sitäkin vain rajoitetun ajan (yleensä sekunteja). Varavoimajärjestelmää suunniteltaessa on varmistuttava siitä, että suojaus toimii riittävän nopeasti myös generaattorin oikosulkuvirralla. Joskus suojaus joudutaan tekemään määräysten mukaiseksi selektiivisyyden kustannuksella. Jos vian automaattista poiskytkentää ei voida tavallisilla ylivirtasuojilla toteuttaa, pitää käyttää joko vikavirtasuojakytkimiä tai alijännitesuojan, maasulkusuojan ja vakioaikaylivirtasuojan ohjaamaa katkaisijaa. Mikäli normaalit suojalaitteet eivät toimi on varavoimakoneen suojalaitteiden toimittava, vaikka juuri epäselektiivisesti (Bovellan 2005, 158.)

Sulakkeessa olevilla kirjainmerkinnöillä kuvataan sulakkeen katkaisualuetta ja käyttöluokkaa. Katkaisualueen ilmaisee ensimmäinen kirjain.

Sulakkeen katkaisualetta kuvataan kirjaimella g tai a:

- g-sulakkeen katkaisukyky käsittää koko virta-alueen
- a-sulakkeen katkaisukyky käsittää tietyn osa-alueen.

Käyttöluokkaa osoittaa toinen kirjain, joka määrittelee virta-aikaominaisuudet.

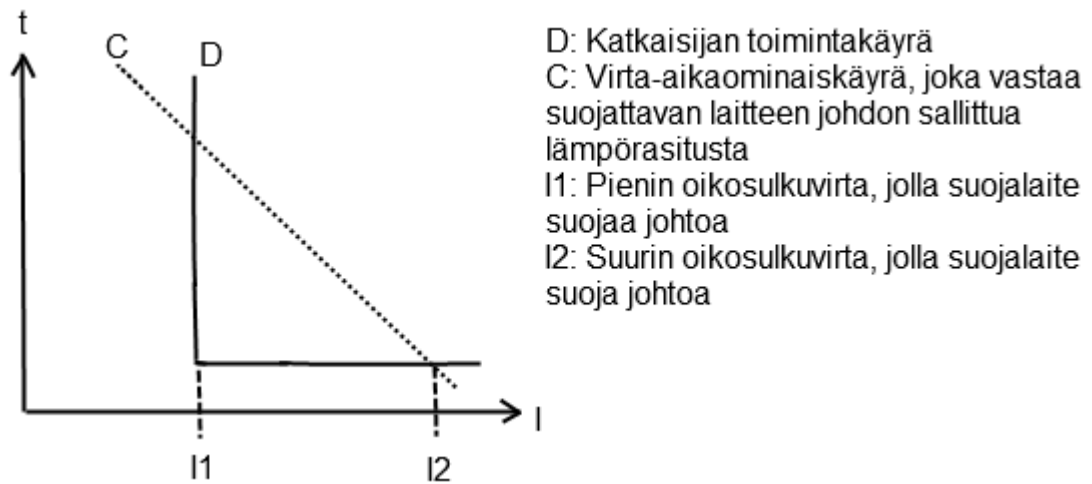
- gG on yleiskäyttöön tarkoitettu sulake, jonka katkaisukyky käsittää koko virta-alueen
- gM on moottoripiirin suojasulake, jonka katkaisukyky käsittää koko virta-alueen. Erona gG sulakkeeseen on se että gM sulake sallii suuremmat käynnistysvirrat
- aM on moottoripiirin suojasulake, joka käsittää vain tietyn virran osa-alueen. Suurilla ylikuormavirroilla aM sulake on nopeampi kuin gG sulake, kun taas moottorin käynnistysvirroilla aM sulake on hitaampi kuin gG sulake (Tiainen 2004, 76).

Taulukossa 1 nähdään SFS 6000-standardin mukaiset vaaditut oikosulkuvirta-arvot gG tulppasulakkeille. Esimerkkinä voidaan todeta että 16 A:n sulake vaatii toimiakseen 0,4 sekunnissa 110 A:n oikosulkuvirran.

Taulukko 1. Vaaditut oikosulkuvirrat käytettäessä gG tulppasulakkeita

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

Johdonsuojakatkaisijaa ei kovin usein käytetä pelkästään oikosulkusuojana, ja usein johdonsuojakatkaisijan kanssa joudutaan käyttämään etusulaketta. Kuvassa 2 kuvataan tapaus, jossa oikosulkusuojaus on toteutettu johdonsuojakatkaisijalla. Johdonsuojakatkaisija suoja oikosulkuvirroilta, joiden suuruus on I1:sta I2:een. Mikäli asennuksessa voisi esiintyä I2:ta suurempia oikosulkuvirtoja, on oikosulkusuojaukseen käytettävä sulaketta tai semmoista johdonsuojakatkaisijaa, joka rajoittaa kyseisen oikosulkuvirran (Tiainen 2004, 71-75).



Kuva 2. Johdonsuojakatkaisijan toimintakäyrä.

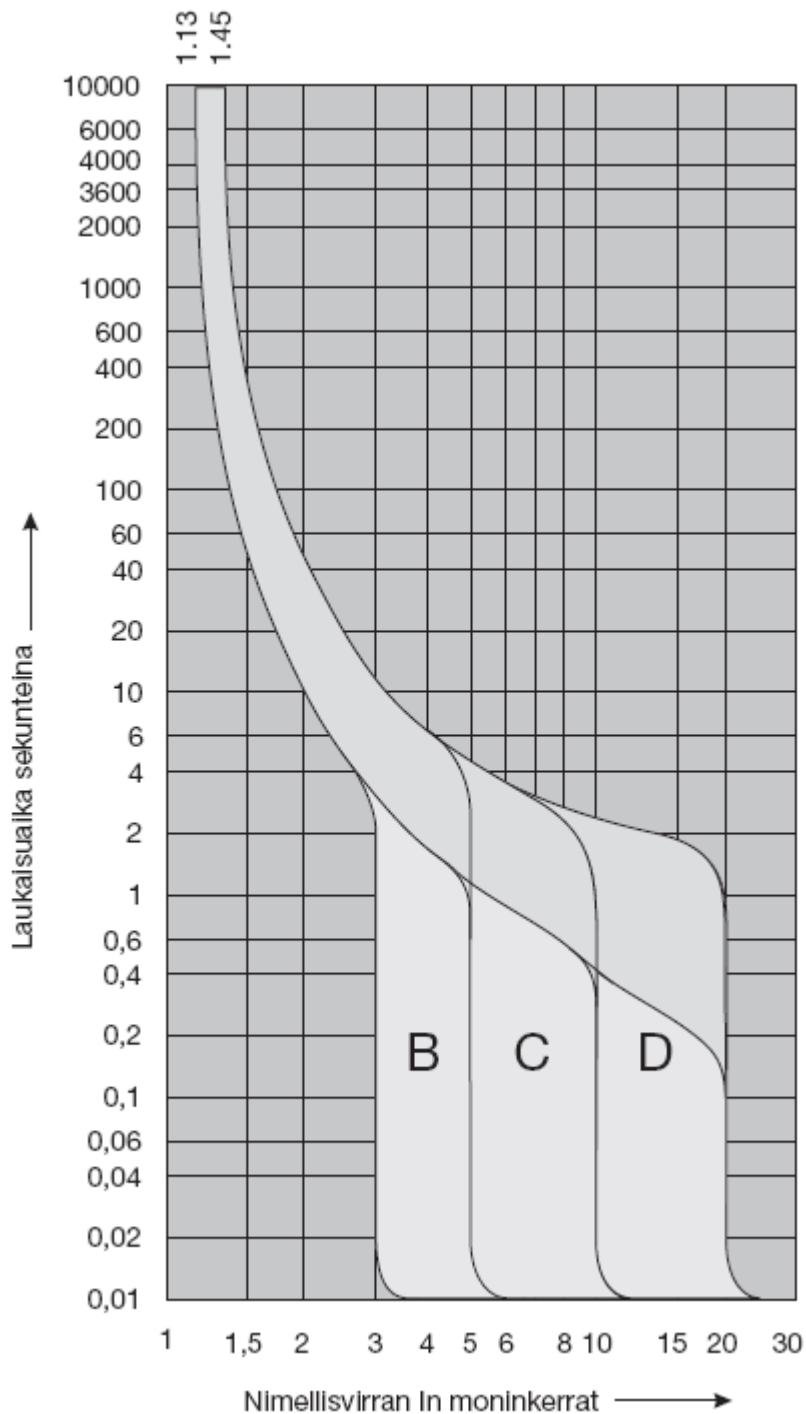
Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2.) näemme SFS 6000-standardin vaatimusten mukaiset arvot johdonsuojakatkaisijoille. Kuvasta nähdään esimerkiksi että 10 A:n B-tyyppin johdonsuojakatkaisija vaatii 65 A:n mitattuna toimiakseen vaaditussa ajassa.

Taulukko 2. Johdonsuojien vaatimat oikosulkuvirrat vikasuojaukseen ja oikosulku-suojaukseen

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 / mi- tattu arvo	Lask.arvo / mitattu arvo	Lask.arvo/ mitattu arvo	Lask.arvo / mitattu arvo	Lask.arvo / mi- tattu 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

Kuvassa 3 nähdään B, C ja D-tyypin johdonsuojakatkaisijoiden laukaisukäyrät. Erityyppisiä johdonsuojakatkaisijoita käytetään esimerkiksi

- Laukaisukäyrä B: Asuinrakennusten valo- ja pistorasiaryhmien sekä kaapeleiden ja johtimien suojaksi.
- Laukaisukäyrä C: Kun kuormassa on suuria käynnistysvirtoja esim. moottorit.
- Laukaisukäyrä D: Kun kuormassa on erityisen suuria käynnistysvirtoja esim. hitsausmuuntajat, moottorit.



Kuva 3. Johdonsuojakatkaisijoiden laukaisukäyrät, B, C ,D tyypin johdonsuojakatkaisijat(UTU Powel Oy).

5.3 Kosketusjännitesuojaus

Kosketusjännitesuojauksella tarkoitetaan suojausta, joka estää ihmistä koskettamasta vian myötä jännitteiseksi tulleeseen johtavaan osaan niin, että se aiheuttaa vaaraa. Kosketusjännitesuojauksen voi toteuttaa joko automaattisella vian

poiskytkennällä tai rajoittamalla kosketusjännite niin pieneksi ettei vaaraa aiheudu (Bovellan 2005, 170).

Kun johdossa on suojajohdin, toteutetaan kosketusjännitesuojaus automaattisella poiskytkennällä TT- ja TN-järjestelmissä.

Kun johdossa ei ole suojajohdinta, automaattista poiskytkentää ei voida käyttää vaan vaihtoehtoisesti suojaus joudutaan toteuttamaan jollain seuraavista:

- Suojaeristys
- Suojaerotus
- Käyttöpaikan eristys
- Paikallinen potentiaalinen tasoitus

SFS 6000-standardin mukaan TN-järjestelmässä suurimmat vian poiskytkentäajat ovat:

- 230V 0,4 s
- 400V 0,2 s
- >400V 0,1 s

Ennen standardi edellytti 0,4 sekunnin poiskytkentäaika pistorasiaryhmille ja kiinteästi asennettuja laitteita syöttäville ryhmäjohtoille 5 sekunnin poiskytkentäaika. Nykyisin 0,4 sekunnin poiskytkentäaika vaaditaan kaikilta alle 32 A:n suojalaitteella suojatutuille ryhmäjohtoille.

Edellä mainittujen aikojen on toteuduttava niin sähköverkolla kuin varavoi-masyötölläkin. Jos oikosulkuvirtojen pienuudesta johtuen tätä ei saavuteta normaalilla automaattisella poiskytkennällä, joudutaan käyttämään vikavirtasuojakytкимиä tai alijännitelaukaisua.

5.4 Selektiivisyys

Suojauksen selektiivisyydellä tarkoitetaan sitä, että vikatapauksessa verkon vi-allinen osa irrotetaan jakelusta eli vain vikapaikkaa lähinnä oleva sulake palaa

tai suojat laukeavat. Muut verkossa sitä ennen olevat suojat eivät laukea (Bovellan 2005, 181.)

Selektiivisyys saavutetaan

- ylivirtasuojien virta-asetteluilla
- sulakekokojen porrastuksella
- peräkkäisten portaiden aika-asetteluilla
- virtaporrastuksella (muuntajat, kuristimet)

Kun suojaus toteutetaan sulakkeilla ja johdonsuojakatkaisijoilla, se perustuu virran suuruuteen ja suojien sulamis- ja toiminta-aikoihin. Johdonsuojakatkaisijoissa voidaan käyttää virta- ja aika-asetteluja selektiivisyyden parantamiseksi. Sulakkeita käytettäessä voidaan käyttää hyväksi valmistajien laatimia taulukoita, joiden mukaan selektiivisyys saavutetaan. Käytännössä selektiivisyyden varmistamiseksi käytetään kahden sulakekoon porrastusta yhden sijaan, mikäli se vain on mahdollista (Bovellan 2005, 181.)

Suojauksen selektiivisyys on tavoittelemisen arvoinen asia, koska vikojen haitat jäävät sen ansiosta pienemmiksi, mutta ensisijaisesti suojien on toimittava vaatimusten mukaisesti.

Jos laitteisto jää pieneksi varavoimakoneiston mitoituksessa, niin silloin kosketusjännitesuojausta ei voida toteuttaa annetuissa poiskytkentä ajoissa. Tällöin tärkeitä mitoitukseen liittyviä tekijöitä ovat liitettävä kokonaiskuorma, suurin käynnistettävä moottori ja suurin sulakekoko.

Varavoimasyötössä toimivaa ja selektiivistä suojausta ei saada saavutettua sulakkeilla tai vakioaikaylivirtasuojauksella. Varavoimasyöttö tuleekin suojata virrasta riippuvalla ylivirtasuojalla, jolloin suoja toimii sekä oikosulku- että ylikuormitussuojana (Bovellan 2005, 184).

6 MAAKAASUN PAINEENVÄHENNYSASEMA

Maakaasun paineenvähennysasemalla maakaasun paine alennetaan jakeluputkistolle sopivaksi ja jakelupaine puolestaan kullekin asiakkaalle sopivaksi paineeksi. Maakaasun paineenvähennysasemia on Imatran huoltoalueella kaksikymmentäkaksi. Paineenvähennysasema on jaettu kahteen eri puoliskoon, ex-tilaan ja sähkötilaan.

Paineenvähennysasemat ovat aidatuissa häikeissä, ja ne on pidettävä lukittuina turvallisuussyistä. Seuraavassa Partekin paineenvähennysasema, jossa näkyy itse paineenvähennysasema sekä sitä ympäröivä verkkoaita.



Kuva 4. Paineenvähennysasema Partek.

Tila, jossa kaasunpaine alennetaan, on luokiteltu Ex räjähdysvaaralliseksi tilaksi. Kuvassa 5 keltaisella merkitty putkisto on lähtöpuolta ja takana näkyvä punainen putkisto tulopuolta.



Kuva 5. Paineenvähennysaseman Ex-laitetila.

Paineenvähennysaseman sähkötila sijaitsee Ex-laitetilan seinän toisella puolella. Kuvassa 6 nähdään lämmityskattilat oikealla, takaseinällä kiertovesipumput sekä akusto ja vasemmalla seinustalla muun muassa sähkökeskus, määramuuntimet sekä kaasunvalvontayksiköt.



Kuva 6. Paineenvähennysaseman sähkötila.

6.1 Lämmitys

Maakaasun paineen alentamisessa tarvitaan tiettyä lämpötilaa, jotta paineen alennus saadaan toteutettua.

Voidaan sanoa että lämmitysjärjestelmä koostuu pääosin lämmityskattilasta ja kiertovesipumpusta. Yleisesti näitä molempia on yhtä asemaa kohden kaksi kappaletta.

Lämmityskattiloiden ja kiertovesipumppujen toiminta on toteutettu niin, että jos lämmityskattilassa tai kiertovesipumpussa ilmenee vika tai häiriö, niin varalämmityskattila tai varakiertovesipumppu lähtee toimintaan.

Osalla paineenvähennysasemista on käytössä kaukolämpö, joissa lämmönvaihtimille menevän veden lämpötilaa säätelee erillinen säädin. Lämmityskattilat puolestaan ovat maakaasukäyttöisiä.

6.2 Kaasun paine/lämpötila

Paineenvähennysasemilla on painelähttimiä sekä asemalle tulevalle kaasulle että lähtevälle kaasulle. Lämpötilalähetintä ei ole kuin asiakkaalle lähtevälle kaasulle. Paine- sekä lämpötilalähttimien antamien tietojen avulla voidaan seurata paineenvähennysaseman toimintaa keskusvalvomosta. Paikanpäällä paineen voi tarkistaa painemittareista sekä lämpötilan lämpötilamittarista.

6.3 Määrämittaus

Paineenvähennysasemalla olevat kaasun turbiinimittarit mittaavat asiakkaalle lähtevän kaasun määrän normikuutiometreissä (m^3n). Turbiinimittareiden mitaama määrä siirretään määrämuuntimelle, jolle tulevat myös tiedot lähtevän kaasun lämpötilasta ja paineesta. Näiden tietojen perusteella määrämuunnin antaa oikean tiedon kaasun määrästä, joka on toimitettu asiakkaalle.

6.4 Akusto

Paineenvähennysasemilla on 24VDC akusto turvaamassa eräitä toimintoja sähkökatkojen varalta, kuten yhteys keskusvalvomoon, johon menevät tiedot kaasun paineesta, lämpötilasta sekä asiakkaan kulutuksesta. Aseman hälytyk-

set toimivat ja näkyvät sähkökatkotilanteissa normaalisti keskusvalvomossa. Akustoa varataan erillisellä verkkovirralla toimivalla varaajalla.

6.5 Hälytykset ja kaasuvuodonvalvonta

Paineenvähennysasemalla hälytyksiä voivat antaa muun muassa kattilat, kiertovesipumput, kiertoveden paine ylä- ja alaraja, kuivakiehuntasuoja, kaasuvuoto, vaihtojännite, tasajännite ja joillakin asemilla myös linjasulku ja turvasulku sekä säädinvika. Tiedot kaikista hälytyksistä tulevat näkyviin paineenvähennysasemalla olevaan hälytyskeskukseen sekä keskusvalvomoon.

Kaasuvuodon valvonta toimii akuston turvin asemilla, joilla on 24VDC jännitteellä toimivat kaasunvalvontalaitteet. Osalla asemista on 230VAC jännitteellä toimivia kaasunvalvontalaitteita, jotka eivät toimi sähkökatkotilanteissa. Kaasuvuotoa ilmaisevia antureita on kullakin paineenvähennysasemalla kaksi kappaletta.

7 ONGELMA

Sähkönjakeluverkostossa tapahtuvan pidemmän katkoksen takia maakaasun toimitus asiakkaalle voisi keskeytyä, koska paineenvähennysaseman toiminnat ovat riippuvaisia sähköstä. Suoranaisesti sähköä itse kaasuntoimitus ei tarvitse, mutta esimerkiksi lämmityksen ongelmat voivat alkaa jo piakkoin sähkökatkon takia, koska kiertovesipumput eivät toimi.

Lämmönvaihtimissa kiertävän lämmitysveden lämpötila on hyvin kriittinen paineen alentamisessa. Paineenalennuksessa kaasun lämpötila on +20°C. Lämpötilan laskiessa -10 asteeseen alkaa paineenalennus häiriintyä, josta seuraa linjan lukittuminen. Lukittumisen seurauksena kaasuntoimitus siirtyy varalinjalle, jossa kaasu pääsee kulkemaan sen aikaa, kunnes varalinjakin lukittuu. Molemmilla linjoilla on omat lämmönvaihtimensa, jonka takia varalinja pystyy toimimaan tietyn aikaa päälinjan lukittumisen jälkeenkin. Molemmissa lämmönvaihtimissa kiertää sama vesi, joten kovinkaan pitkäksi pelastukseksi varalinjasta ei ole. Pahimmassa tapauksessa linjojen lukittuminen voi tapahtua lämpöongelmien takia alle 30 minuutissa.

Lähtötilanne on se, että paineenvähennysasemille ei ole sähkökatkojen varalle laitteistoa, jolla pystyttäisiin turvaamaan häiriötön kaasuntoimitus asiakkaalle.

8 GENERAATTORILAITTEISTOJA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET

SFS 6000 standardi määrittää vaatimukset pienjännitteisille generaattorilaitteistoille, jotka syöttävät jatkuvasti tai ajoittain koko sähköasennusta tai asennuksen osaa. Kohdassa 8.1 on käsitelty joitain osia standardeista ja lisää löytyy SFS 6000 kohdasta 551 pienjännitteiset generaattorilaitteistot.

8.1 Yleiset vaatimukset

Jokaiselle syöttöjärjestelmälle tai niiden yhdistelmälle, jota voidaan käyttää muista syöttöjärjestelmistä tai syöttöjärjestelmien yhdistelmistä riippumatta, on määritettävä odotettavissa olevat oikosulku- ja maasulkuvirrat. Sähköasennukseen kuuluvien suojalaitteiden ja mahdollisesti yleiseen jakeluverkkoon liittyvien suojalaitteiden oikosulunkestävyydet eivät saa ylittyä missään syöttöjärjestelmien käyttötavassa.

Jos generaattorilaitteistoa käytetään kytkettävänä vaihtoehtona yleiselle jakeluverkolle, generaattorilaitteiston tehon ja muiden ominaisuuksien on oltava sellaisia, etteivät jännite- ja taajuusvaihtelut vaaranna tai vaurioita laitteita kytkettäessä kuormituksia päälle tai pois päältä.

Jos generaattori toimii kytkettävänä vaihtoehtona TN-verkolle, suojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla ei saa riippua liittymisestä yleisen jakeluverkon maadoitukseen. Laitteistolla on oltava sopiva maadoituselektrodi.

Generaattorilaitteiston, jonka sisäisenä voimakoneena käytetään polttomoottoria, on oltava ISO 8528-12:n mukainen.

Mikäli generaattorilaitteistoa käytetään rinnan jakeluverkon kanssa, on huolehdittava siitä, ettei yleiseen jakeluverkkoon tai muuhun sähköasennukseen aiheudu häiriötä. Tällaisia häiriöitä voivat olla esimerkiksi jännitteen vaihtelut, verkkojännitteen vääristymät, vaiheiden epäsymmetria sekä käynnistyksen tah-

distuksen aiheuttamat häiriöt. Mahdollisista erityisvaatimuksista on neuvoteltava jakeluverkon haltijan kanssa.

Generaattorilaitteisto on varustettava suojalaitteilla, jotka kytkevät laitteiston irti yleisestä verkosta, jos verkkosyöttö katkeaa tai jännite ja taajuus generaattorin liitännänavoissa poikkeaa normaaliverkon ilmoitetuista arvoista. Generaattorilaitteistoa ei saa kytkeä yleiseen jakeluverkkoon mikäli edellä mainittuja poikkeavuuksia ilmenee.

Generaattori on varustettava laitteilla, joilla sen voi erottaa yleisestä jakeluverkosta, näiden laitteiden on oltava jatkuvasti yleisen jakeluverkon haltijan käytävissä.

9 ASENNUKSEN SUOJAUS

Kuten jo on edellä mainittu, suojauksen tekee ongelmalliseksi yleensä aggregaatin tuottaman oikosulkuvirran riittämättömyys tai liian lyhyt kesto aika nopeaan syötön poiskytkentään kiinteässä asennuksessa oleville suojalaitteille. Tärkeä huomioitava seikka on myös johdonsuojakatkaisijoiden eri laukaisukäyrien vaikutus nopeaan laukaisuun. Esimerkiksi B-tyypin johdonsuojakatkaisija laukeaa varmasti alle 0,1 sekunnissa 5-kertaisella tai sitä suuremmalla oikosulkuvirralla nimellisvirtaan verrattuna. Verraten C-tyypin johdonsuojakatkaisija vaatii 10 kertaisen ja D-tyyppi 20 kertaisen oikosulkuvirran nimellisvirtaan verrattuna.

Vikavirtasuojakytkin täyttää nopean laukaisun vaatimat ehdot. Nimellisvirraltaan 30 mA:n vikavirtasuojakytkin toimii 0,3 sekunnissa jo nimellisellä toimintavirrallaan. Vikavirran arvon ollessa 150 mA, vikavirtasuoja toimii 0,04 sekunnissa. Vikavirtasuojakytkimen huonoja puolia on se, että käytännössä se toimii vain TN-S-järjestelmässä, jossa generaattorin tähtipiste on maadoitettu, joka edellyttää maadoituselektrodin asentamista.

Sähkölaitteistolle tulee aina asentaa oma maadoituselektrodi, mikäli aggregaattilla on mahdollista syöttää kiinteää sähköasennusta siten, että se on erillään kiinteän sähköverkon maadoituksesta.

10 TN-C- & TN-S-JÄRJESTELMÄT

Paineenvähennysasemilla on käytössä TN-C-järjestelmää, TN-S-järjestelmää sekä TN-C-S-järjestelmää. Mikäli käytössä olisi pelkästään TN-S-järjestelmää, suunnittelu olisi huomattavasti helpompaa. Tässä osiossa käsitellään näiden eri syöttöjärjestelmien eroavaisuuksia. Tieto pohjautuu ST-Kortistoon.

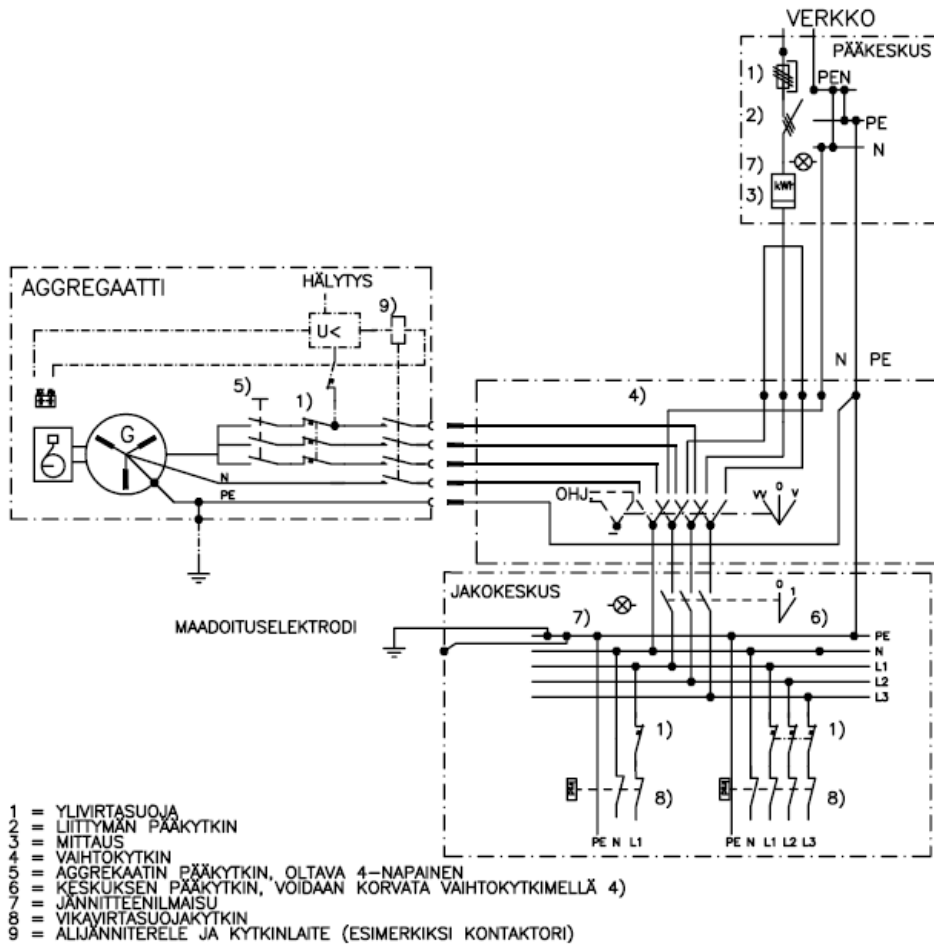
Kuvan 7 tapauksessa syötön automaattinen poiskytkentä voi toteutua joko ryhmäjohtotason vikavirtasuojakytkimillä, ylivirtasuojilla (mikäli oikosulkuvirta on riittävä) tai päävirtapiirin alijännitelaukaisulla.

Nopean poiskytkennän ehtojen toteutuminen vikavirtasuojakytkimellä edellyttää tähtipisteen maadoittamista. Lisäksi edellytetään erillisen maadoituselektrodin asentamista. Kun jakelujärjestelmä on TN-C, niin silloin vikavirtasuojakytkin ei pysy päällä ja on käytettävä jotain muuta suojausmenetelmää.

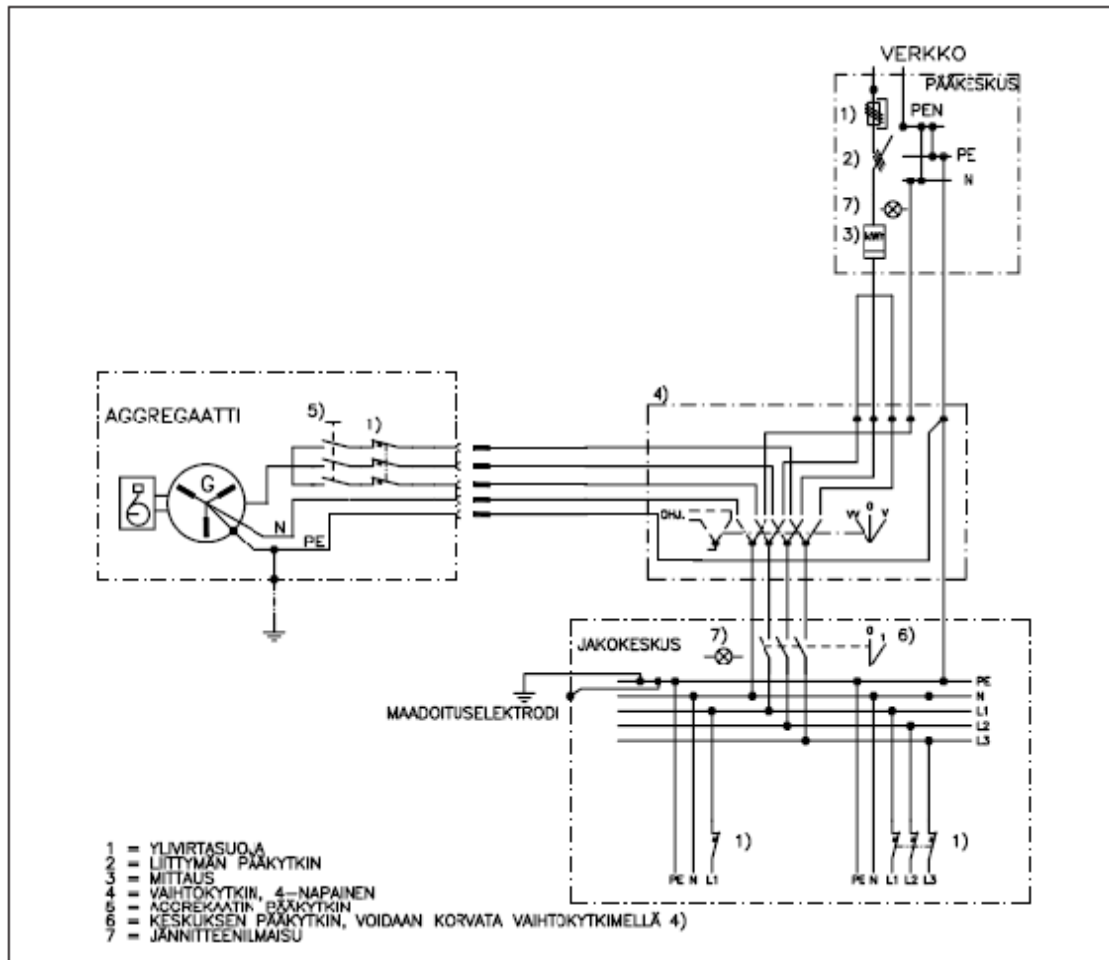
Tavanomaisessa tilanteessa jossa syötetään TN-C-järjestelmää (Kuva 9), aggregaatin tulee syöttää riittävän suuri oikosulkuvirta, jotta syötön automaattinen poiskytkentä toteutuu kiinteässä asennuksessa olevilla ylivirtasuojilla. Muussa tapauksessa aggregaatin päävirtapiirissä pitää olla alijännitelaukaisulaite.

Liitettäessä aggregaatti kiinteään TN-S-järjestelmään, laukaisuehdot voidaan toteuttaa ylikuormitussuojilla ja vikavirtasuojakytkimillä. Tarvittaessa voidaan päävirtapiiriin lisätä alijännitelaukaisulaite, jonka ohjaaman kontaktorin kelajännite otetaan apujännitelähteestä, esim. akusta.

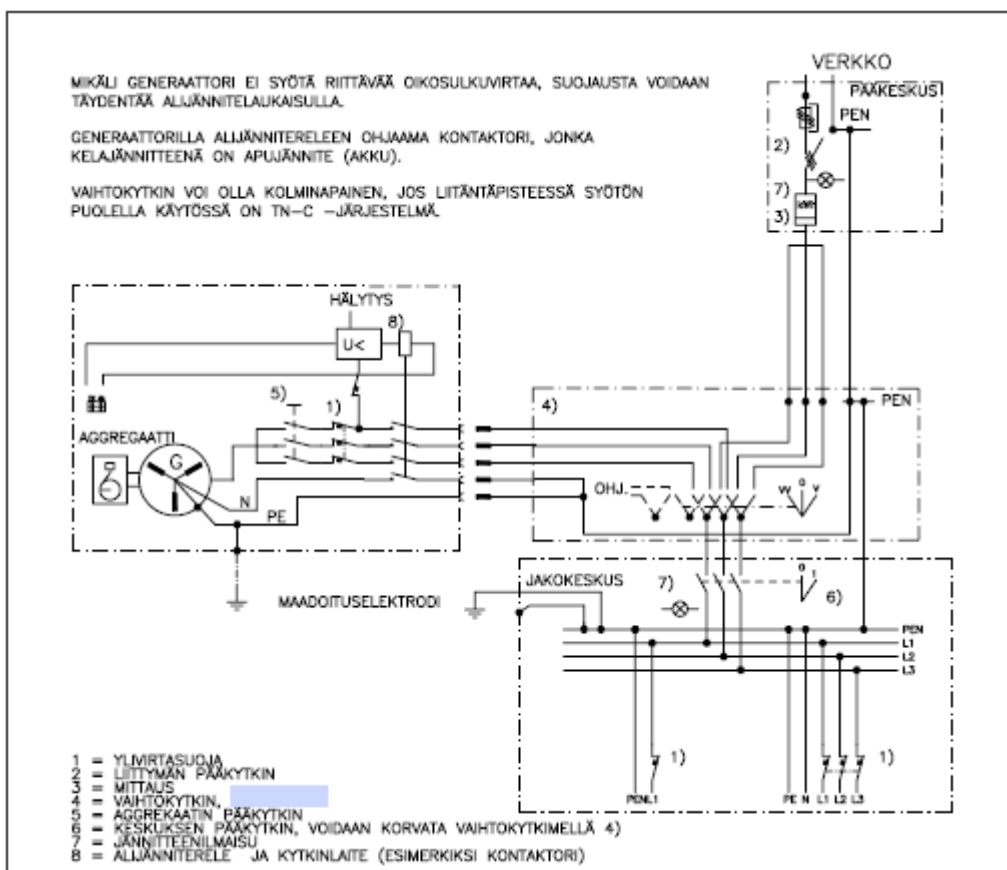
Kun generaattorin syöttämä jatkuva oikosulkuvirta riittää laukaisemaan kosketusjännitesuojaukseen käytetyt ylivirtasuojat riittävän nopeasti, voidaan puhdasta TN-S-järjestelmää syöttää kuvan 8 tavalla.



Kuva 7. Aggregaatin liittäminen kiinteään sähkölaitteistoon, TN-S järjestelmä (ST-Kortisto).



Kuva 8. Aggregaattilla syötetään puhdasta TN-S järjestelmää (ST-Kortisto).



Kuva 9. Aggregaatin liittäminen TN-C-järjestelmään (ST-Kortisto).

Jos käytetään vikavirtasuojia TN-C-S-järjestelmässä, PEN-johdinta ei saa käyttää kuorman puolella. Suojajohdin pitää yhdistää PEN-johtimeen vikavirtasuojan syötön puolella.

Paineenvähennysasemalle suunniteltaessa varavoimasyöttöä on suunnitelma tehtävä TN-C-järjestelmän pohjalta. Käyttämällä alijännitelaukaisua saadaan kosketusjännitesuojaus toteutettua.

11 VARAVOIMAN VALINTA

11.1 Verkonvaihtokytkin

Verkonvaihtokytkintä tarvitaan, kun halutaan vaihtaa verkkosyötöstä generaattorikäyttöön. Kytkin mahdollistaa varavoimakoneen liitännän sähkökeskukseen nopeasti, helposti ja turvallisesti. Verkonvaihtokytkimen toimintaperiaate on samankaltainen kuin pääkytkimen: ykkösestä eli verkosta siirryttäessä nollaan kytkin katkaisee kolme vaihetta sekä nollan. Nollasta siirryttäessä generaattori-

käyttöön generaattorilta tuleva sähkö ohjautuu kytkimen takana olevaan sähköverkkoon.

Verkonvaihtokytkintä käytettäessä varmistutaan siitä, että sähköverkko ja varavoimageneraattori eivät joudu rinnakkain missään olosuhteissa, koska jakeluverkon työturvallisuuden varmistamiseksi sähkönsyöttö jakeluverkkoon päin on estettävä. Tilanne, jossa varavoimageneraattori olisi jakeluverkkoon yhteydessä, voisi aiheuttaa vaaraa sähköverkon parissa työskenteleville. Varavoimakoneen rikkoontuminen on myös mahdollista.

Verkonvaihtokytkimiä on joko valmiiksi koteloituina tai malleina, jotka voidaan asentaa suoraan sähkökeskukseen, vaikka suoraan pääkytkimen tilalle. Kuvassa 10 on verkkovaihtokytkin, jolla voidaan korvata pääkeskuksen pääkytkin. Siinä tapauksessa, jossa verkkovaihtokytkimellä korvataan pääkytkin, on siitä löydettävä nolla asento.



Kuva 10. POWERI Verkonvaihtokytkin (Hollolan sähköautomaatiikka oy)

Nopea ja helppo tapa liittää varavoimakone sähkökeskukseen on käyttää kojevastaketta. Kojevastakkeita löytyy monenkokoisia muun muassa 16,32- ja 63- ampeerisia. Kuvassa 11 on seinään kiinnitettävä kojevastake.



Kuva 11. Kojevastake.(Hollolan sähköautomaatiikka oy)

Koteloidussa verkonvaihtokytkimen ja kojevastakkeen yhdistelmässä verkonvaihtokytkin on luukun takana tai vaihtoehtoisesti kannessa ja se voidaan sijoittaa erilleen pääkeskuksesta. Seuraavassa kuvassa on esitetty koteloitu verkonvaihtokytkinkotelo kojevastakkeella, jossa verkonvaihtokytkin on kannen alla sekä riviliittimet valmiina verkkosyötölle ja lähdölle. Kotelon kannessa on myös merkkivalo verkkojännitteen tarkkailuun.



Kuva 12. Koteloitu verkonvaihtokytkin ja kojevastake (Hollolan sähköautomaatiikka oy)

Fibox tarjoaa kuvan 13 kaltaista koteloitua verkonvaihtokytkintä. Kojevastakkeen paikan saa tässä mallissa päättää vapaasti, koska se ei ole kiinnitettynä koteloon. Kuvan 12 kotelon ja verkonvaihtokytkimen yhdistelmästä tämä eroaa siinä, että kytkin on sijoitettu kanteen.



Kuva 13. Koteloitu verkonvaihtokytkin. (SLO Oy)

12 MITOITUS JA TOTEUTUS

Tähän mitoitettavaksi esimerkiasemaksi otettiin kaasunkulutuksen perusteella keskisuuri paineenvähennysasema. Pv-asema Partek on Nordkalk-yhtiön alueella Lappeenrannassa sijaitseva asema. Partekin pv-asemalla on omat kaasukattilat lämmönvaihtimissa kiertävää lämmitysvettä varten, ja muutenkin asema on hyvin samankaltainen kuin muut pv-asemat tätä opinnäytetyötä ajatellen.

Kokonaistehontarpeen arvioinnissa kiertovesipumpun moottorin käynnistysvirrat todettiin semmoisiksi, että täytyi selvittää niiden ominaisuuksia. Kolmivaiheisten oikosulkumoottorien taulukon mukaan moottorin ollessa teholtaan 1,1 kW, sen käynnistysvirraksi saadaan 15 A, kun moottorin käyntivirta on 2,5 ampeerista 3,5 ampeeriin. Käynnistysaika kuitenkin on vain 0,02 sekunnista 0,04 sekuntiin, mikä tarkoittaa sitä, että se on niin lyhyt aika, ettei se aiheuta ongelmia..

Koska Gasum Oy:ssä on varallaolojärjestelmä, aggregaatin helppo liikuteltavuus olisi tärkeä asia. Tarkoitus on että yksi henkilö pystyy siirtämään aggregaatin tarvittavaan paikkaan ja valmistelemaan sen käyttöä varten. Varallaolojärjestelmä tarkoittaa sitä, että Gasum Oy:n keskusvalvomolla on jatkuvasti yksi henkilö työajan ulkopuolella vastaamassa hälytystehtäviin. Yhden henkilön liiku-

teltaviksi kolmivaiheaggregaatit ovat kyllä painavia ilman minkäänlaisia apuvälineitä. Esimerkiksi liitteen 2 aggregaatti painaa 110 kiloa.

12.1 Sähkökatkotilanteen sähkölaitteet

Partekin paineenvähennysaseman toiminnan kannalta tärkeimpien laitteiden lista on kuvattu seuraavassa taulukossa (Taulukko 3), josta selviävät myös laitteiden käyttöjännitteet, virrat ja tehot. Mitoituksen ulkopuolelle jäi muun muassa jäähdytyskoje sekä toinen lämmityskattiloista, mikäli kyseisellä asemalla on lämmityskattilat. Muilla paineenvähennysasemilla on lähestulkoon sama kalusto, joten mitoitettava teho on samaa luokkaa, suurin ero saattaa tulla kiertovesipumppujen ja kaasukattiloiden tehoissa.

Laite/kuorma	U/V	I/A	Teho/kW
Valaistus	230(10)	0,54(10)	0,09(0,9)
Akkulaturi	230	~5	1,1
Kiertovesipumppu	400	3(15A)	1,1
Maakaasukattilat	230	~1	0,5
Muu	230	~1	0,3
Hajustepumppu	230	0,6	0,15
Yhteensä			4,05

Taulukko 3. Varavoimatilanteessa käytössä olevat sähkölaitteet.

Kiertovesipumppujen moottoreiden aiheuttamat hetkelliset käynnistysvirratkaan eivät aiheuta ongelmia, koska varavoimatilanteessa voidaan sähkölaitteisto käynnistää osittain porrastettuna. Liitteessä 1 on toteutettu toimintaohje varavoimalaitteiston kytkemiseksi paineenvähennysasemalle.

12.1.1 Asennukset pv-asemalla

Paineenvähennysaseman verkonvaihtokytkin toteutetaan koteloidulla verkonvaihtokytkimellä. Tällöin verkonvaihtokytkin saadaan sijoitettua haluttuun paikkaan, eikä tarvitse vaihtaa alkuperäistä pääkytkintä. Kojevastake voi olla joko verkonvaihtokytkimen kotelossa kiinni tai sijoitettuna lähelle ulko-ovea. Ulos asennettu kojevastake ei myöskään ole poissuljettu vaihtoehto.

12.1.2 Aggregaatin käyttö

Paineenvähennysaseman sähkökatkotilanteeseen tarkoitettua aggregaattia säilytetään tulevaisuudessa Räikkölän maakaasuasemalla. Aggregaatin tulisi olla siellä siten, että se olisi nopeasti siirrettävissä tarvittaessa kyseessä olevalle pv-asemalle, jossa varavoimaa tarvittaisiin. Yhtenä vaihtoehtona on sijoittaa aggregaatti peräkärriin, jonka voisi helposti ja nopeasti laittaa auton perään ja siirtää kohteeseen. Aggregaatti sijoitettuna peräkärriin, olisi ainakin varmaa että siirto sujuisi nopeasti, toisin kuin jos aggregaatti olisi esimerkiksi lattialla. Ennen kuin karkeasti 100 kiloa painava aggregaatti saataisiin peräkärriin tai maasturin lavalle, olisi aikaa mennyt jo useita minuutteja, huonossa tapauksessa jopa kymmeniä minuutteja.

Aggregaatti tulisi myös huoltaa valmistajan ohjeiden mukaisesti, jotta toimintavarmuus pysyisi korkeana. Tarvittavien lisävarusteiden (muun muassa liitäntäkaapeli) tulisi myös olla kunnossa ja paikoillaan. Riittävä polttoainemäärä on pidettävä saatavilla koko ajan.

13 KUSTANNUSLASKELMA

Asennukseen tarvittavia tarvikkeita on listattu seuraavaan listaan

Tuote	Määrä	Hinta/kpl/m	Yhteensä €
Verkonvaihtokytkin	1,00	499,00	499,00
Jatkopistorasia	1,00	10,50	10,50
Pistotulppa	2,00	9,00	18,00
Voimapistoriasia	1,00	5,90	5,90
Kumikaapeli	20,00	3,80	76,00
Muut	1,00	50,00	50,00
Yhteensä			659,40

Taulukko 3. Varavoimatilanteessa käytössä olevat sähkölaitteet.

Yläpuolella olevaa listaa katsoessa nähdään, että lähes koko summa koostuu verkonvaihtokytkinkotelosta. Näin voimme todeta, että suhteellisen pienillä investoinneilla saadaan parannettua paineenvähennysaseman käyttövarmuutta sähkölaitteistojen osalta.

Järkevästi ajateltuna pienimmät mahdolliset aggregaatit ovat noin 6 kW:n kokoisia, joilla pystyttäisiin jatkamaan sähkökatkotilanteessa paineenvähennys aseman toimintaa. Lisälaitteiksi tulisi saada alijännitelaukaisurele, koska vikavirtasuojakytkintä ei saa olla syötön päässä. Tähän käyttöön soveltuvan aggregaatin hinta on noin 1000-3000 € riippuen merkistä ja mallista.

14 LOPPULUKU

Opinnäytetyössä saavutettiin se, mitä lähtötilanteessa määriteltiin. Näin jälkikäteen voisi sanoa että työn aikatauluttaminen olisi ollut järkevää. Työhön liittyi yllättävän paljon selvitettäviä asioita, jotka luonnollisesti veivät aikaa.

Oppimisen kannalta opinnäytetyö oli erittäin antoisa. Opin sen että ei kannata olettaa mitään vaan ottaa selkeästi selvää asioista luotettavista tietolähteistä. Erilaisten määräysten ja asetusten tulkitseminenkin oli omalla tavalla mielenkiintoista mutta haastavaa.

Projektin tarkoituksena on että suunnitelman pohjalta tehdään vaadittavat asennukset suunniteltuun kohteeseen. Siinä päästään tekemään viimeinen toteamus projektin onnistumisesta. Opinnäytetyön pohjalta voidaan myös suunnitella vastaavat toimenpiteet muille paineenvähennysasemille, sekä mitoittaa aggregaattimuiden paineenvähennysasemien tehontarpeisiin sopiviksi.

KUVAT

Kuva 1. Maakaasuverkosto. s.7

Kuva 2. Johdonsuojakatkaisijan toimintakäyrä s.17

Kuva 3. Johdonsuojakatkaisijoiden laukaisukäyrät, B,C,D tyyppin johdonsuojakatkaisijat s.19

Kuva 4. Paineenvähennysasema Partek s.22

Kuva 5. Paineenvähennysaseman Ex-laitetila s.23

Kuva 6. Paineenvähennysaseman sähkötila s.23

Kuva 7. Aggregaatin liittäminen kiinteään sähkölaitteistoon, TN-S järjestelmä s.30

Kuva 8. Aggregaatilla syötetään puhdasta TN-S järjestelmää s.31

Kuva 9. Aggregaatin liittäminen TN-C järjestelmään s.32

Kuva 10. Verkonvaihtokytkin s.33

Kuva 11. Kojevastike s.33

Kuva 12. Koteloitu verkonvaihtokytkin ja kojevastike s.34

Kuva 13. Koteloitu verkonvaihtokytkin s.35

KUVIOT

Kuvio 1. Maakaasun osuus kaukolämmön ja sähkönyhteistuotannossa s.8

TAULUKOT

Taulukko 1. Vaaditut oikosulkuvirrat käytettäessä gG tulppasulakkeita s.16

Taulukko 2. Johdonsuojien vaatimat oikosulkuvirrat vikasuojaukseen ja oikosulkusuojaukseen s.17

Taulukko 3. Varavoimatilanteessa käytössä olevat sähkölaitteet s.37

LÄHTEET

Tiainen, E. 2004. Johdon mitoitus ja suojaus. Espoo: Sähköinfo Oy.

Bovellan, K., Hakanen, P., Heikkilä, J., Kapp, H., Kivekäs, S., Kousa, P., Poikonen, P., Sahlström, T. & Tummavuori, J. 2005. Varmennetut sähkönjakelujärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy

Komu, M. Gasum Oy

Lakervi, E., Partanen, J. 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto.

Gasum Oy <http://www.gasum.fi> (Luettu 25.03.11)

Suomen kaasuyhdistys. <http://www.maakaasu.fi> (Luettu 25.03.11)

Hollolan sähköautomaatiikka oy

<http://www.hsaoy.com/aggregaatit/Lisavarusteet/index.htm> (Luettu 25.03.11)

Hollolan sähköautomaatiikka oy <http://www.hsaoy.com/Apua/index.htm> (Luettu 25.03.11)

ABB, 2000. ABB Teknisiä tietoja ja taulukoita. Vaasa: Ykkös-Offset Oy.

Sesko ry. 2008. SFS-käsikirja 600. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

ST 52.40 2003. Pienjännitteisen siirrettävän moottorigeneraattorin liittäminen sähkölaitteistoon. (Verkkoversio luettu <http://www.sahkoinfo.fi/severi> 28.3.11)

Toimintaohje

- Siirrä pääkytkin nolla asentoon
- Käännä ilmastointi laitteen turvakytkin nolla asentoon
- Sammuta valaistus & kiertovesipumput
- Liitä varavoimakoneen ja kojevastikkeen välinen kaapeli
- Käynnistä varavoimakone (katso tarvittaessa käyttöohje)
- Anna varavoimakoneen käydä hetki
- Siirrä verkonvaihtokytkin varavoima asentoon
 - Käynnistä kiertovesipumppu
 - Tarkista lämmityskattilat
 - Tarkista kaasunvalvonta
 - Sytytä valot (tarvittaessa)
 - Tarkista hajustepumppu (mikäli asemalla on hajuste)

POWERI**SÄHKÖAGGREGAATTI****5,8 kW**
3-valheinen**7503 DY**

Tyyppi:	Poweri 7503 Dy
Maksimi teho:	7,5 kVA
Jatkuva teho:	5,8 kW
Suosituusteho:	5,0 kW
Suojakehä:	Suojakehä 25 mm putkesta.
Mitat:	Pituus: 800 mm Leveys: 500 mm Korkeus: 590 mm
Paino:	110 kg
Takuu:	1 vuosi

MOOTTORI	YANMAR Diesel-moottori
Tyyppi:	L 100 N
Teho hv:	11,8 / 10,3 hv (max / jatk.)
Teho kW:	8,8 / 7,7 kW (max / jatk.)
Sylinteriluku:	1-sylinterinen
Sylinteritilavuus:	435 cm ³ (d 86 mm x isku 75 mm)
Voitelujärjestelmä:	Painevoitelu
Öljynvartija:	Merkkivalo / Kaukokäynnisteisessä pys.
Polttoaine:	Dieselöljy tai moottoripolttoöljy
Polttoaines. til:	5,4 litraa
Polttoaineen kulutus:	0,5 l/h (kuormittamattomana) 1,4 l/h (75% kuormalla)
Käyttöaika:	4 – 10 tuntia tankillisella
Melutaso:	LWA 98, 82 dB(A) 7m
Jäähdytys:	Ilmajäähdytteinen
Käynnistys:	Sähkö- ja narukäynnisteinen

GENERAATTORI	MeccAlte T16F, Itseherätteinen, itsesäätteinen tahtigeneraattori, Kompoundi-jännitteensäätäjällä
---------------------	---

Ylikuormitettavuus:	$I_{MAX} = 300 \% \times I_n (20 s)$
Teho:	7,5 kVA
Jännite:	230 / 400 V
Pistorasiapäätty:	1 kpl 16A 3-vaihe CEE pistorasia 2 kpl 16A Schuko-pistorasia Ylikuormitusuoja 4 x C 10 A Vikavirtasuoja 30 mA

LISÄVARUSTEET	<ul style="list-style-type: none"> • Kaukokäynnistys • Varavoima-automaattikka • Lisäpolttoainesäiliö 40 litraa • Polttoainepumppu • Tynnyriilitäntä • Pakoputken joustin • Pyöräsarjat • Myös "Räätälöidyt" - mallit
----------------------	---



Hollolan Sähköautomaattikka Oy
Höyläajankatu 5
15520 LAHTI
Finland

Puh. (03) 884 230
Telefax (03) 884 2310
Tel. int. +358 3 884 230
Fax. int. +358 3 884 2310

www.hsaoy.com
E-mail: hsa@hsaoy.com

POWERI

ES_Poweri_H_7503.doc

SÄHKÖAGGREGAATTI**6,0 kW**
3-vaiheinen**7503 H**

Tyyppi:	Poweri 7503 H Poweri 7503 H-S (Sähkökäynnisteinen)
Maksimi teho:	7,5 kVA
Jatkuva teho:	6,0 kW
Suojakehä:	Suojakehä 25 mm putkesta.
Mitat:	Pituus: 700 mm Leveys: 500 mm Korkeus: 500 mm
Paino:	79 kg (käsikäynnisteinen) 92 kg (sähkökäynnisteinen)
Takuu:	1 vuosi
MOOTTORI	HONDA Bensiini-moottori
Tyyppi:	GX 390
Teho Max:	13 hv / 9,7 kW (3600 rpm)
Teho Jatkuva:	8 hv / 6,0 kW (3000 rpm)
Sylinteriluku:	1-sylinterinen
Sylinterilavuus:	389 cm ³
Voitelujärjestelmä:	Roiskevoitelu
Öljynvartija:	Pysäyttää moottorin alhaisesta määrästä Bensiini
Polttoaine:	8,5 litraa
Polttoaines. til:	1,2 – 3,5 l/h
Polttoaineen kulutus:	2 – 5,5 tuntia tankillisella
Käyttöaika:	76 dB(A) 7m
Melutaso:	Ilmajäähdytteinen
Jäähdytys:	7503 H (Narukäynnisteinen) 7503 H-S (Sähkökäynnisteinen)
Käynnistys:	
GENERAATTORI	MeccAlte T16F-160, Itseherätteinen, itsesäätäinen tahtigeneraattori, compound jänniteensäätäjällä.
Ylikuormitettavuus:	$I_{MAX} = 300 \% \times I_n (20 s)$
Teho:	7,5 kVA
Jännite:	230 / 400 V
Pistorasiapäätty:	1 kpl 16A 3-vaihe CEE pistorasia 2 kpl 16A Schuko-pistorasioita Ylikuormitussuoja 4 x 10 A

LISÄVARUSTEET

- Kaukokäynnistys (KKB)
- Radio-ohjaus (KKRCB)
- Lisäpolttoainesäiliöt (PA40)
- Pakoputken kierrelaitos (PPK)
- Pakoputken joustin (PPJ)
- V-, A-, Hz-, ja h-mittarit (M)
- Sää/melusuoja (SSA)
- Automaattikäynnistykset (AK1)
- Varavoima-automaatiikka (AKMF)
- Pyöräsarjat (PY2I ja PY4I)
- Sekä "Räätälöidyt" mallit



Hollolan Sähköautomaatiikka Oy
Höylääjänkatu 5
15620 LAHTI
Finland

Puh. (03) 884 230
Telefax (03) 884 2310
Tel. int. +358 3 884 230
Fax. int. +358 3 884 2310

www.hsaoy.com
E-mail: hsa@hsaoy.com

