



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry.

**Ohje soodakattilalaitoksen
varmennetun jännitejakelun
periaatteeksi**

**Suomen Soodakattilayhdistystyksen
Automaatiotyöryhmä**

3.10.2013

(16A0913- E0145)

JOHDANTO

Selvityksen tarkoitus on suositella mahdollisimman varmaa UPS verkon rakennetta syöttämään soodakattilan varmennettuja kuormia. Dieselin osalta käsitellään dieselistä syötettäväksi suositeltavat kuormat. Ohjeen tekemisestä on vastannut Suomen Soodakattilayhdistyksen Automaatiotyöryhmä.

Ohje ei yritä pakottaa valmistajia ja käyttäjiä samanlaisiin laitteisiin ja ohjausratkaisuihin, vaan ohjeessa pyritään esittämään malliratkaisuja varmasta UPS verkon rakenteesta, suunnittelusta sekä varmennetusta verkosta syötettävistä kuormista. Lisäksi on annettu suosituksia laitevalintaan, testauksiin ja huoltoon liittyen. Selvityksen loppuun on kerätty kuvauksia tehtailla tapahtuneista UPS-jakelun häiriöistä.

Toteutusprojekteissa on huomioitava, että voimassa olevia lakeja, asetuksia sekä viranomaisten antamia määräyksiä ja ohjeita noudatetaan.

Yhdistys ei vastaa tämän ohjeen virheistä eikä näistä johtuvista mahdollisista ongelmista.

Käytetyt termit ja lyhenteet:

DCS	Prosessin ohjausjärjestelmä (Distributed Control System)
KLTK	Kattilalaitosten turvallisuuskomitea
TAJ	Turva-automaatiojärjestelmä
UPS	Katkoton jännitelähde (Uninterruptable power source)
VJV	Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset



SISÄLLYSLUETTELO

1	SÄHKÖKATKOKSEN VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TOIMINTAAN.....	4
2	VARMENNETUISTA VERKOISTA SYÖTETTÄVÄT KUORMAT	4
3	SUOSITELTAVAT UPS-VERKON RAKENTEET.....	5
4	UPS-VERKON SUUNNITTELUSSA HUOMIOON OTETTAVIA NÄKÖKOHTIA... 	9
4.1	Mitoitus.....	9
4.2	Kompaktikatkaisijoiden käyttö syötöissä	10
4.3	Kuormien jako UPS:n kesken.....	10
4.4	Maadoitus.....	10
4.5	Toiminta poikkeavalla taajuudella ja jännitteellä	11
4.6	Ylijännitesuojaus.....	11
5	UPS LAITEVALINNASSA HUOMIOITAVIA SEIKKOJA.....	12
5.1	UPS laitetoimittajan valinta	12
5.2	Akuston rakenne ja tekniset vaatimukset	12
5.3	Häiriösuojaus	12
6	SUOSITUKSIA TESTAUSKÄYTÄNNÖSTÄ JA KUNNOSSAPIDOSTA.....	13
6.1	Huolto	13
6.2	Testaaminen	13
6.3	Perehdytys ja dokumentointi.....	14
7	ESIMERKKEJÄ TAPAHTUNEISTA UPS-JÄNNITTEENJAKELUN HÄIRIÖISTÄ	15
7.1	Esimerkki 1	15
7.2	Esimerkki 2	16
8	LÄHTEET	17

LIITTEET:

Liite 1	Varmennetuista verkoista syötettävät kuormat
Liite 2	Suosittelavan UPS-verkon periaatekuva – kaksi UPS:a ja kaksi erillistä jännitteenjakoa
Liite 3	Toiminta poikkeavalla taajuudella ja jännitteellä
Liite 4	UPS-verkkovaihtoehtojen kaaviot



1 SÄHKÖKATKOKSEN VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN TOIMINTAAN

Mikäli soodakattilalaitoksella tapahtuu täydellinen sähkökatko, jossa sekä normaalit että varmennetut sähköjärjestelmät menetetään:

- kattilan normaalitoiminta pysähtyy, koska palamispuhaltimet, mustalipeäpumput ja syöttövesipumput pysähtyvät.
- venttiilijärjestelyistä (syöttövesi/päähöyryventtiili) riippuen kattila mahdollisesti kuivuu tai on märkäkeiton vaara
- koska operointinäytöt eivät toimi, operaattorit eivät tiedä mitä prosessissa tapahtuu, eivätkä voi täten hallita prosessia edes ohjaamalla venttiilejä käsin.
- hälytystorvet ja -valot eivät toimi
- Radiopuhelimien/matkapuhelimien tukiasemat, sähkölukot, varaosa-automaatit ja valvontakamerat eivät välttämättä toimi.

Kattila joutuu epämääräiseen tilaan ja pahimmassa tapauksessa putkistoon voi tulla vesivuoto, joka johtaa sulavesiräjähdykseen. Tästä syystä kattilahuoneesta on poistuttava. Poistumisen organisointia haittaa se, että puhelinyhteydet, hälytystorvet ja -valot eivät toimi.

Edellä kuvatun välttämiseksi soodakattilan varmennetut sähköjärjestelmät on suunniteltava siten, että kaikkien sähköjärjestelmien yhtäaikainen menetys on epätodennäköinen. Kaikki sähköiset laitteet ja järjestelmät, joilla kattila voidaan ohjata turvalliseen tilaan, tulee syöttää varmennetusta järjestelmästä. Tätä aihetta on käsitelty kappaleessa 3.

2 VARMENNETUISTA VERKOISTA SYÖTETTÄVÄT KUORMAT

Kaikki sähköiset laitteet ja järjestelmät, joilla kattila voidaan ohjata turvalliseen tilaan, tulee syöttää joko UPS:lla tai dieselillä varmennetusta järjestelmästä. Pääperiaate on, että kuormat, joiden toiminta häiriintyy lyhytaikaisestakin sähkökatkosta, tulee syöttää UPS-järjestelmästä, esim. kaikki ohjausjärjestelmät. Dieselillä voidaan syöttää laitteet, jotka ovat toimintavalmiita heti jännitteen palattua lyhyen sähkökatkon jälkeen. Koska paineilmaa ei välttämättä ole saatavilla sähkökatkon aikana, on venttiilit, joita on



pakko saada ohjattua molempiin suuntiin (kiinni/auki) sähkökatkon aikana, varustettava moottoritoimilaitteella.

Taulukkoon (liite 1) on kerätty tyypilliset UPS ja dieselistä syötettävät kuormat. Varmennetusta verkoista syötettävät kuormat riippuvat kattilatyypistä, valmistajasta ja käytetyistä teknisistä ratkaisuista.

Ohjausjärjestelmät tarvitsevat jännitesyöttöjä seuraaviin osiin:

- prosessiasemat
- operointiasemat
- valvomolaitteet
- ohjelmointiasemat
- analogiset ja digitaaliset ohjauskortit
- väyläkomponentit

3 SUOSITELTAVAT UPS-VERKON RAKENTEET

Ohjetta varten tarkasteltiin eri tehtailla käytössä olevia UPS-järjestelmän kytkentöjä ja näiden pohjalta kehitettyjä parannettuja vaihtoehtoja. Taulukossa 3-1 kuvatuille UPS-verkkovaihtoehtoille tehtiin luotettavuustarkastelu vikapuuanalyysimenetelmällä (Fault tree analysis, FTA). Tutkittujen UPS-verkkovaihtoehtojen yksinkertaistetut kaaviot on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 3-1. Tutkitut UPS-verkkovaihtoehtot

Vaihtoehto	Kuvaus
1	1 x UPS-laitteisto, jolle syöttö kahdesta eri verkosta. Automaatiojärjestelmien sekä kenttälaitteiden syöttö saman UPS-varmennuksen takana.
2	2 x UPS-laitteisto, kummallekin syöttö kahdesta eri verkosta, UPS:t syöttävät omia verkkojaan, automaatiojärjestelmille syöttö kummastakin UPS:sta, automaattinen syötönvaihto kenttälaitteille.
3	2 x UPS-laitteisto, kummallekin syöttö kahdesta eri verkosta, UPS:t syöttävät yhtä verkkoa, josta syöttö automaatiojärjestelmille sekä kenttälaitteille.
4	1 x UPS-laitteisto, jolle syöttö kahdesta eri verkosta. Automaatiojärjestelmille vaihtoehtoinen syöttö UPS:n ohi varmentamattomasta verkosta, vaihtoehtoinen syöttö kenttälaitteille myös varmentamattomasta verkosta automaattisen syötönvaihdon kautta.



Verkot on pyritty vertailtavuuden helpottamiseksi laatimaan yhteneviltä osiltaan samanlaisiksi. Samoin vikadatana on käytetty samoja arvoja eri verkkovaihtoehtoissa, jotta verkon rakenteen erot saadaan esille. Analyysissä käytetty vikadata (vikataajuudet) ovat peräisin kirjasta T-boken. Kirjaan on kerätty vikatilastoja pohjoismaisesta ydinvoimateollisuudesta, tästä johtuen vikataajuudet saattavat olla liian optimistisia. Analyysin lopputuloksen kannalta on kuitenkin oleellista eri vaihtoehtojen luotettavuus toisiinsa nähden.

Vikapuuanalyysien laadinnan työkaluna käytettiin OpenFTA-nimistä freeware-ohjelmaa (saatavilla <http://www.openfta.com/>). Vikapuuanalyysin periaate on esitetty esimerkiksi standardissa IEC 61025 tai USA:n ydinviranomaisen ohjeistuksessa NUREG-0492.

Analyysissä tarkasteltiin vaihtoehtojen luotettavuutta kolmen erityyppisen vikatilanteen suhteen:

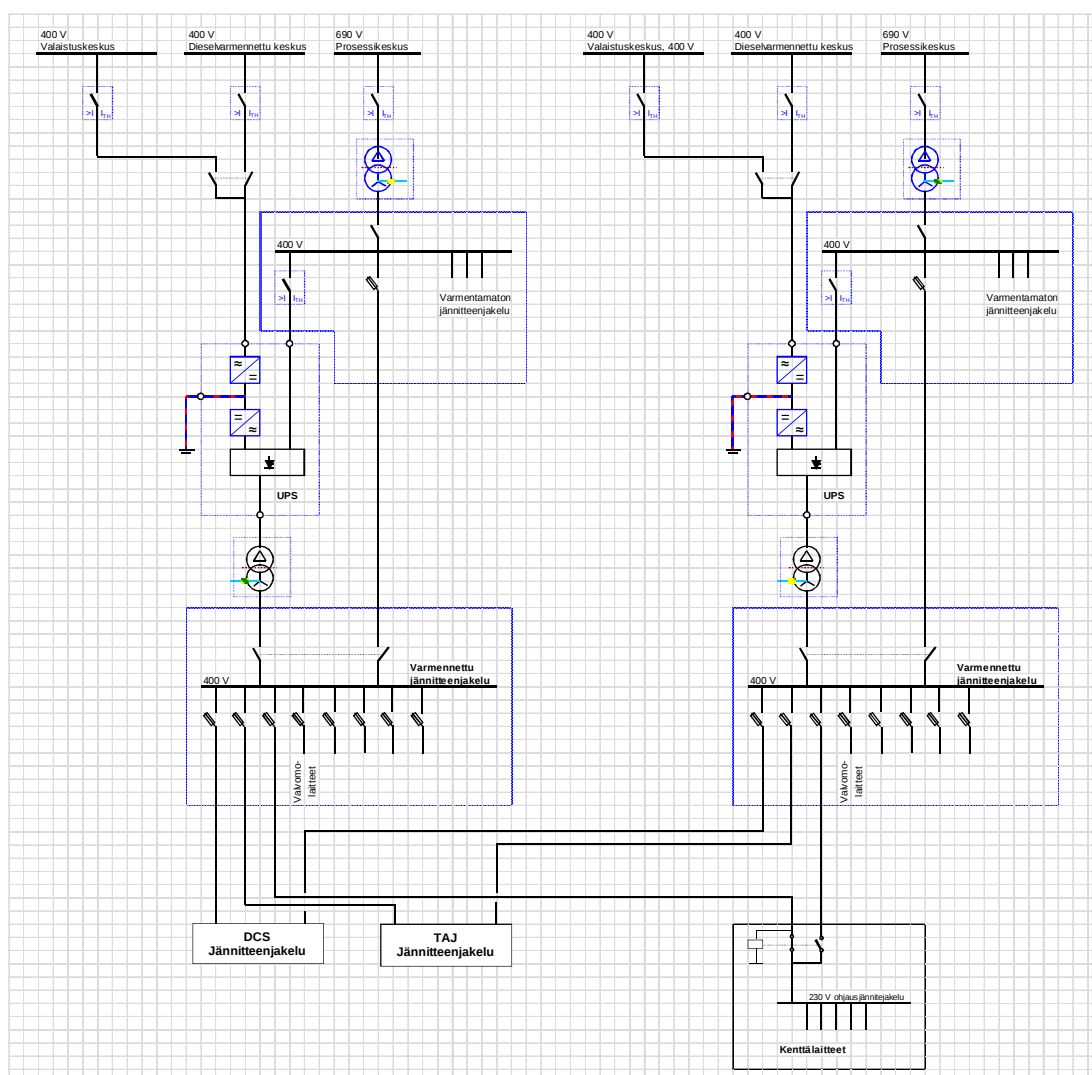
- Automaatiojärjestelmät hetkellisesti jännitteettömiä
- Kenttälaiteverkko jännitteetön pysyvästi normaalikäytön aikana
- Kenttälaiteverkko jännitteetön pysyvästi normaaliverkon sähkökatkon aikana

Analyysin tulokset on esitetty taulukossa 3-2.

Taulukko 3-2. Vaihtoehtojen suhteellinen luotettavuus vaihtoehtoon 1 nähden eri vikatilanteiden suhteen:

	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Vaihtoehto 4
Vikatilanne a	100 %	29219440 %	513 %	100 %
Vikatilanne b	100 %	726 %	152 %	726 %
Vikatilanne c	100 %	2188 %	457 %	98 %

Tarkastelun tuloksena luotettavin UPS-verkkovaihtoehto on numero 2, kuva 3-1. Tarkempi kuva järjestelmästä on esitetty liitteessä 2.



Kuva 3-1. Suositeltavan UPS-verkon periaate

Varmennettuja jännitesyöttöjä varten tulee olla kaksi täysin erillistä UPS-laitteistoa, jotka voivat sijaita myös eri osastoilla:

- UPS 1
- UPS 2

UPS:ien jännitteenjakehut rakennetaan täysin erillisinä siten, että toisen UPS:n sisäinen vika tai varmennetun jännitteenjakelun keskuksessa tapahtuva vika ei aiheuta keskeytystä toisen UPS:n jännitteenjakeluun.

UPS-laitteistot ehdotetaan syötettäväksi dieselgeneraattorilla varmennetusta keskuksesta. Mikäli dieselvarmennetussa keskuksessa ei ole jännitettä, UPS:n syöttö voidaan ohjata manuaalisesti valaistukeskuksesta.



Varasyöttö UPS:n staattiselle ohituskytkimelle ja käsin ohjattavalle ohituskytkimelle ehdotetaan syötettäväksi prosessikeskuksesta. Mikäli UPS vikaantuu tai ylikuormittuu se kääntää syötön automaattisesti staattisella kytkimellä ohituskäyttöön. Käsin ohjattavan ohituskytkimen on toimittava katkottomasti, ja sitä on tarkoitus käyttää ainoastaan UPS-laitteiston huollon aikana.

UPS-lähdön ja varmennetun jakelun keskuksen välissä oleva muuntaja on erotusmuuntaja (Liite 2), jonka tehtävä on erottaa galvaanisesti UPS-keskus UPS:ia syöttävästä verkosta, jolloin UPS-jakelussa mahdollisesti tapahtuvan maasulun vikavirta ei kulkeudu UPS:ia syöttävään verkkoon.

Ohjausjärjestelmien jännitesyötöissä tulee olla mahdollista tuoda kaksi erillistä jännitesyöttöä. Molemmissa syötöissä on jännite normaalitilanteessa päällä ja syötönvaihto tapahtuu katkottomasti. Mikäli sähkö- ja automaatiolaitteita ohjataan kenttäväylällä, tulee väylä varustaa kahdennetuilla jännitelähteillä, jotka on syötetty eri UPS:sta.

Valvomolaitteiden jännitesyötöt tulee jakaa UPS:ien välille siten, että vaikka toinen UPS vikaantuu, prosessia voidaan valvoa ja ohjata toisesta UPS:ta syötetyillä laitteilla.

UPS:sta syötetyt kenttälaitteet, joita ei ole kahdennettu, syötetään vaihtoautomatikalla varustetusta 230 V ohjausjännitekeskuksesta. Kenttälaitteet, jotka on kahdennettu, syötetään suoraan eri UPS:ta.

Mikäli UPS-laitteistot ovat identtiset, ovat syötöt redundanttiset. Mikäli UPS-laitteistot ovat eri valmistajilta, täyttää syöttö sekä redundanttisuus-, että diversiteettisyysvaatimukset.

Yllä olevilla toimenpiteillä pyritään poistamaan osa laitevioista johtuvista jännitekatkoista.



4 UPS-VERKON SUUNNITTELUSSA HUOMIOON OTETTAVIA NÄKÖKOHTIA

UPS-verkon suunnittelussa tulisi kiinnittää huomiota varmennetun sähköverkon tai sen osan lamauttavien yksittäisten vikojen esiintymismahdollisuuteen ja niiden poissulkemiseen.

Esimerkki:

- syötönvaihtoautomaatiikat tulisi mahdollisuuksien mukaan suunnitella niin, että syötönvaihdossa itsessään esiintyvät viat kuten kontaktorin kelan palaminen, valvontareleen vika tai ohjauspiirin stotsin laukeaminen ei normaalitilanteessa aiheuta pysyvää jännitekatkoa varmennetussa verkossa.

4.1 Mitoitus

UPS:ien nimellistehojen tulee olla sellaisia, että yksi UPS-laite kykenee syöttämään koko UPS-järjestelmään kytketyn kuorman. UPS-laitteissa tulee olla sellainen ylivirran syöttökyky, että UPS-järjestelmään kytketty suurin moottori saadaan käyntiin yhdellä UPS-laitteella muiden kuormien saadessa samaan aikaan niiden tarvitseman virran. Lisäksi UPS-laitteiden syöttämän UPS-järjestelmän suurin suojalaite (sulake, katkaisija tai johdonsuojakatkaisija) on saatava laukaistua yhdellä UPS-laitteella ja samaan aikaan muille lähdöille on saatava syötettyä niiden tarvitsema jatkuva virta. UPS jännitteenjakelun suojaukset tulee suunnitella selektiiviseksi, jotta vikatapauksessa häiriöt rajoittuvat mahdollisimman pieneen osaan verkosta.

Jos moottoriventtiilejä on syötetty UPS:sta, on ohjaukset järjestettävä niin, että useampia kuin yksi moottori ei käynnisty samanaikaisesti.

Selektiivisyyden aikaansaaminen ja laukaisuehtojen täyttäminen edellyttävät useimmiten erotusmuuntajien ylimitoitusta kuormitukseen nähden. Tyypillisesti erotusmuuntajien nimellisteho on vähintään puolitoistakertainen UPS:n tehoon verrattuna.

Kosketinelementtien hitsautumisesta johtuvan kiinnijäämisen eliminoimiseksi UPS-verkon ylivirtasuojalaitteiden mitoituksessa kontaktoreiden, releiden ja apukytkimien valmistajien antama nimellisvirta on kerrottava turvakertoimella 0.6 ([SFS-EN 50156](#)). Kaikkien kytkinlaitteiden on oltava toimintakuntoisia 250 000 kytkentäjakson jälkeen



käyttöolosuhteita vastaavissa olosuhteissa. Kontaktoreilla ja releillä on oltava lisäksi 3×10^6 kytkentäjakson mekaaninen kestävyys.

4.2 Kompaktikatkaisijoiden käyttö syötöissä

UPS-laitteistojen jännitesyötöissä suositellaan, että käytetään kompaktikatkaisijoita. Kun syötöissä käytetään sulakesuojausta, ei vikatilanteessa saada kolminapaista katkaisua. Tämä vaikeuttaa sekä suojauksen suunnittelua, että vikatilanteen hallitsemista (varmaa kolminapaista poiskytkentää). Myös vanhojen laitosten varokeytimet tulisi korvata kompaktikatkaisijoilla, joissa on virranrajoitusominaisuus. Kompakti-katkaisijoihin on saatavissa elektroniset suojareleet jotka mahdollistavat asianmukaisen suojauksen toteutuksen.

4.3 Kuormien jako UPS:n kesken

Jaettaessa UPS-kuormia eri UPS:n välillä on jako tehtävä siten, että vaikka toinen UPS vikaantuu, voidaan kattilan käyttöä jatkaa tai kattila ajaa toimivan UPS:n avulla turvalliseen tilaan.

Esimerkki:

- näyttöjen jännitesyötöt kannattaa jakaa eri UPS:n välille siten, että toisen UPS:n vikaantuessa kaikki oleellinen tieto on nähtävissä ja ohjattavissa kunnossa olevasta UPS:sta syötetyillä näytöillä

4.4 Maadoitus

Koska UPS-järjestelmässä on useita syöttövaihtoehtoja, tulee maadoitus- ja nollajohtimen kytkentöihin kiinnittää erityistä huomiota. Jos suunnittelua ei tehdä asianmukaisesti, osa käyttövirrasta voi kulkea muuta, kuin tarkoitettua reittiä pitkin. Nämä virrat voivat aiheuttaa tulipaloja, korroosiota ja sähkömagneettisia häiriöitä.

Seuraaviin seikkoihin tulee kiinnittää erityistä huomiota:

- Kaikissa kytkentätilanteissa kussakin virtapiirissä saa N- ja PE-johdin olla yhdistetty vain yhdessä kohdassa. Tarvittaessa tulee käyttää nelinapaista katkaisua.



- Vikavirralle on oltava paluureitti syöttävän muuntajan tähtipisteeseen PE- ja PEN-johtimia pitkin siten, että PE (PEN)-johdin kulkee vaihejohtimien kanssa samaa reittiä.

4.5 Toiminta poikkeavalla taajuudella ja jännitteellä

Polttolaitteistojen sekä niiden apulaitteiden sähkölaitteiden on toimittava jännitealueella 85%...110 % nimellisjännitteestä ja 95 %...105 % nimellistaajuudesta (SFS-EN 50156). Tyypillisesti teollisuuskäyttöön tarkoitettu UPS toimii näillä jännite- ja taajuusalueilla. Uutta laitosta rakennettaessa Suomeen on lisäksi otettava huomioon Fingridin [voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset VJV2013](#). Vaatimuksia on kuvattu tarkemmin liitteessä 3.

4.6 Ylijännitesuojaus

Turvallisuuteen liittyvien järjestelmien sähkönsyöttö tulee suojata ylijännitteeltä (KLTK Suojeluohje G10). Ylijännitteille herkkää elektroniikkaa sisältävät laitteet voidaan suojata sähköverkon moniportaisella ylijännitesuojauksella. Teollisuuskäyttöön tarkoitetut UPS:t on tyypillisesti varustettu ylijännitesuojilla. Lisäksi tulee varmistaa, että UPS:ia syöttävässä verkossa on tarvittavat ylemmän portaan ylijännitesuojat.

Hyvän suojaustason saavuttamiseksi maadoitusverkossa on oltava hyvä potentiaalitasaus sekä pieni maadoitusvastus.



5 UPS LAITEVALINNASSA HUOMIOITAVIA SEIKKOJA

5.1 UPS laitetöimittajan valinta

Laitevalintaa tehtäessä tulee varmistaa seuraavat asiat, joilla halutaan selvittää, että toimittaja on luotettava ja pysyy todennäköisesti markkinoilla jatkossakin:

- huollon ja varaosien saatavuus
- referenssit
- käyttökokemukset

Lisäksi UPS-laitteista kannattaa tarkistaa ja vertailla seuraavat asiat:

- laitteen diagnostiikka
- ohjelmapäivitykset ja –tuki
- saatavat hälytykset - vähintään summahälytys tarvitaan
- väyläliitännät

5.2 Akuston rakenne ja tekniset vaatimukset

Akuston tulee olla suljettuja lyijyakkuja ja käyttöiän tulee olla yli kymmenen vuotta. Suljetut lyijyakut voidaan asentaa sähkötilaan. Akusto mitoitetaan niin pitkälle toiminta-ajalle, että laitos saadaan ajettua turvalliseen tilaan (45 min - Suomen Soodakattilayhdistys ry:n Automaatiotyöryhmä, Soodakattilan turva-automaation suositus).

Akut tulee olla mahdollista asentaa rinnakkain vähintään kahteen ryhmään siten, että UPS:ia voidaan käyttää, vaikka yhteen akustoryhmään tulisi vika.

5.3 Häiriösuojaus

Sähköverkkoon voivat aiheuttaa häiriöitä sekä tehdasverkon ulkopuoliset häiriölähteet kuten ukkonen, sähkölaitosten käyttöhäiriöt, pikajälkenkytkennät ja suurtaajuiset häiriöt että tehdasverkon sisällä sijaitsevat häiriölähteet kuten voimalaitoksen käyttöhäiriöt, muuntajien ja kondensaattoreiden kytkennät, suurten moottoreiden käynnistykset, taajuusmuuttajat ja hitsauslaitteet.



Sähköhäiriöitä ovat esimerkiksi:

- sähkökatkos
- lyhyt- ja pitkäaikainen alijännite
- lyhyt- ja pitkäaikainen ylijännite
- kytkentätransientit
- suurtaajuinen häiriö
- taajuuden vaihtelut
- harmoninen särö

UPS:ia valittaessa tulee tarkistaa, että laite suojaa syötettäviä kuormia kaikilta edellä mainituilta häiriötyypeiltä.

6 SUOSITUKSIA TESTAUSKÄYTÄNNÖSTÄ JA KUNNOSSAPIDOSTA

6.1 Huolto

UPS tulee huoltaa säännöllisesti valmistajan antamien ohjeiden mukaan. UPS:n ennakkohuoltoon kuuluvat tyypillisesti seuraavat toimenpiteet:

- jäähdytysaukkojen tarkastus, puhdistus ja suodattimien vaihto
- hälytysten tarkastus
- akuston kunnontarkkailu, testaus ja tarvittaessa vaihto
- tekninen tarkastus, jossa tarkistetaan onko komponenteissa, johdotuksessa tai liittimissä havaittavissa ylikuumenemista tai vaurioita
- sisäpuolinen puhdistus
- mittaukset ja lämpökuvaukset

Valmistajat suosittelevat, että valtuutettu huoltomies tekee UPS -kotelon avaamista vaativat huoltotoimenpiteet.

6.2 Testaaminen

UPS-järjestelmän kaikkia manuaalisia ja automaattisia syöttövaihtoehtoja tulee testata säännöllisesti esimerkiksi vuoden välein ja vähintään valmistajan suosituksen mukaisesti. Kannattaa myös testata UPS:n toiminta akkukäytössä kytkemällä kaikki



sähkösyötöt pois UPS:sta. Testauksista on informoitava operaattoreita, että ei aiheuteta vääriä toimenpiteitä, kun testaukset aiheuttavat hälytyksiä.

Akustojen varauskykyä on testattava säännöllisin väliajoin, esimerkiksi vuoden välein ja vähintään valmistajan suosituksen mukaisesti. Tyypillisesti UPS-laitteissa on akuston automaattinen kunnontarkastus. Tämän lisäksi kannattaa tehdä säännöllisin väliajoin manuaalisesti täydellinen purkaustesti. Lämpötilan vaikutus suljetun akuston käyttöikään on suuri. Akuston suositeltava ympäristön lämpötila on 20 °C. Lämpötilan kohotessa 10 °C lyijyakuston käyttöikä putoaa noin puoleen nimellisestä. Alemmat lämpötilat pienentävät käytettävää kapasiteettia.

6.3 Pehdytys ja dokumentointi

Suunnittelun aikana tehtyt UPS-järjestelmän selektiivisyystarkastelut ja muut laskelmat perusteluineen tulee dokumentoida ja säilyttää huolellisesti. Kun UPS:sta otetaan uusia syöttöjä, tulee tarkistaa, että alkuperäiset mitoitusperusteet ovat voimassa. Erityisesti on huomioitava, että UPS:n selektiivisyyttä laskettaessa käytettyä maksimikuormitusta ei ylitetä, eikä jännitteenjakopaneeliin asenneta liian suuria sulakkeita tai sulakeautomaatteja. Lisäksi on pyrittävä kuormittamaan eri vaiheet mahdollisimman tasaisesti.

UPS-järjestelmän periaatekytkentäkaavio, selvitys järjestelmän toiminnasta ja toimintaohjeet vian etsimiseksi tulee säilyttää näkyvällä paikalla UPS:n välittömässä läheisyydessä. Henkilöstö on pehdytettävä näihin dokumentteihin.



7 ESIMERKKEJÄ TAPAHTUNEISTA UPS-JÄNNITTEENJAKELUN HÄIRIÖISTÄ

Seuraavassa on kuvattu esimerkein eräitä Soodakattilayhdistyksen tietoon tulleita UPS-jännitejakelun häiriöitä. Häiriöt on kuvattu, jotta ohjeen lukijalle tulisi konkreettinen kuva mahdollisista vaaratilanteista, jotka liittyvät UPS-jännitteenjakeluun.

Vastaavanlaisia tapahtumia on esiintynyt muillakin tehtailla.

7.1 Esimerkki 1

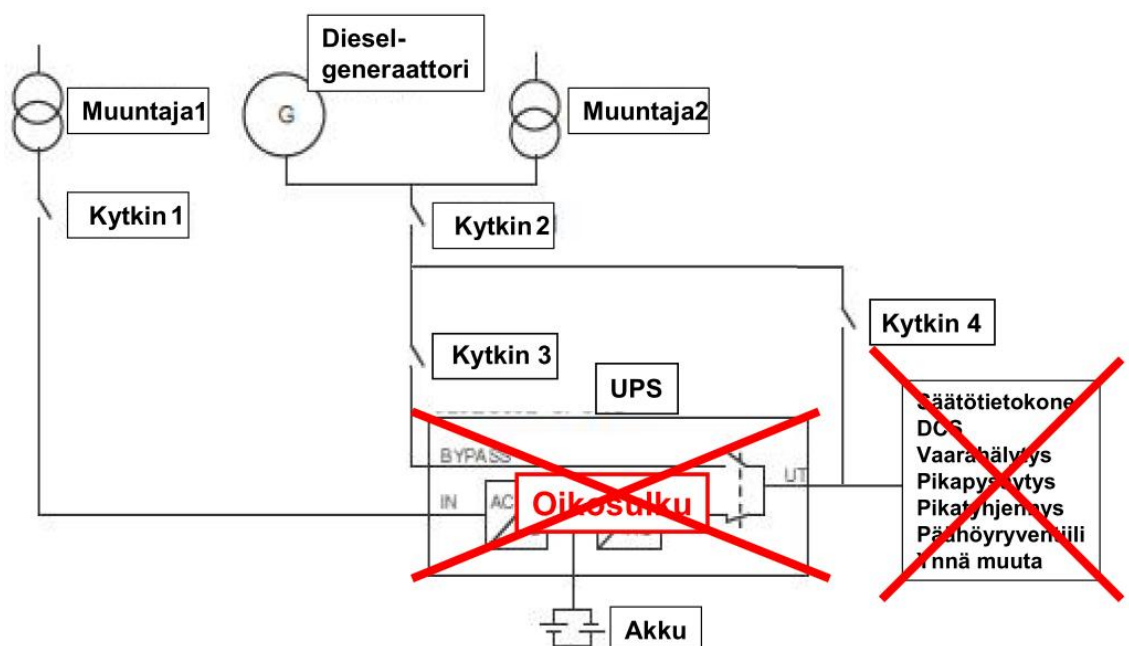
Sähkön menettäminen on mahdollista, jos jännitteenjakelu on rakennettu yhden UPS:n varaan. Esimerkissä UPS:n sisäinen vika aiheutti täydellisen sähkökatkon tehtaalla, jolloin muun muassa valvomon kaikki näyttöpäätteet sammuiivat. Myös turvallisuusjärjestelmän pikasulku ja pikatyhjennys työasema pimeni, kuten höyrylieriön valvontakamera. Hälytystä ei voitu antaa, koska tämäkin järjestelmä oli sähkötön.

Ensimmäiset minuutit olivat sekasortoisia. Käyttäjä riensi poistamaan kaikki lipeäruiskut kattilasta ja totesi kattilan sammuneen ja poistui välittömästi rakennuksesta. Valvomossa ei tiedetty oliko kattilassa vettä tai olivatko höyryventtiilit kiinni. Jälkeenpäin huomattiin että kattilan päähöyryventtiilit eivät menneet kiinni, joten paine kattilassa laski hallitsemattomasti (noin 1 bar/minuutissa) kunnes sähköt saatiin palautettua ja järjestelmä ohjasi venttiilit kiinni. Syöttövesiventtiilit jäivät auki, mutta lieriön pintasäätöventtiilit menivät kiinni, joten kattilaveden pinta laski 61% normaalista ja paine 32 bariin (käyttöpaine 65 bar) vaikka syöttövesipumput jäivät päälle sähkökatkosta huolimatta noin 15 minuutiksi. Käynnissä olleet nuohoimet jäivät sisään ilman höyryvirtausta, koska nuohoushöyryn paineensäätöventtiilit menivät kiinni. Nuohoushöyryn lämpötilansäätöventtiilit jäivät kuitenkin auki, jolloin syöttöveden paine (100 bar) oli vasten paineensäätöventtiileitä, joten mahdollisuus veden pääsulle nuohointen kautta tulipesään oli olemassa.

Yksinkertaistettu kuva järjestelmästä on esitetty kuvassa 7-1. Normaalisti sähkönsyöttö tapahtuu Muuntaja 1:stä mm. prosessi- ja operointiasemiin sekä turvallisuusjärjestelmään kytkimen 1 kautta. Jos Muuntaja 1 ei toimi, käytetään

Muuntaja 2:sta ja sähkösyöttö tapahtuu kytkimien 2 ja 3 kautta. Jos Muuntaja 2 ei toimi, käynnistyy dieselgeneraattori automaattisesti ja sähkönsyöttö tapahtuu kytkimien 2 ja 3 kautta.

Noin 30 minuutin jälkeen todettiin, että vika oli UPS-järjestelmässä ja kun UPS kytkettiin käsin ohi (Kytkin 4) sähkö saatiin palautettua. UPS:n sisällä oli tapahtunut voimakas oikosulku (todennäköisesti staattinen ohituskytkin hajosi) joka keskeytti sähkösyötön sekä kytkimen 1 että kytkimen 2 kautta. Myös akkuvarmennus ei enää toiminut.



Kuva 7-1. Yksinkertaistettu kuva UPS-järjestelmästä

7.2 Esimerkki 2

Tehtaalla on kaksi rinnankäyvää UPS-laitetta jotka syöttävät samaa keskusta. Noin muutaman vuoden vanhana toisen UPS:in lähtöpuolella olevat suodatin kondensaattorit olivat valmistusvirheen johdosta huonontuneet siten että yksi kondensaattori aiheutti täydellisen oikosulun UPSin sisällä tuhoten laiteen täysin.

Ilman toista laitetta syöttämässä UPS-verkkoa seurauksena olisi ollut sähkökatkos UPS-verkkoon, sillä rikkoutunut laite ei kyennyt siirtymään staattiselle ohitukselle eikä akuston perään.



8 LÄHTEET

[Fingrid, Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset \(VJV 2013\).](#)

Kattilalaitosten Turvallisuuskomitea (KLTK), Suojeluohje G10, Kattilalaitosten turvallisuuteen liittyvä automaatio, 2000.

Helsingin Teknillinen Oppilaitos, Insinööritoimisto, Automaatio- ja turvajärjestelmien sähkösyötöt, Kalle Kontula.

Internet sivu, <http://powerquality.eaton.com/Suomi/Products-services/Backup-Power-UPS/9390-UPS/FI-9390-Specs.asp?CX=79#ups>, Eaton 9390 UPS Tekniset Tiedot. MGE Galaxy 5000, 20-120 kVA, Installation and user manual.

MGE UPS Systems, Design guide, UPS and power protection solutions 12/98.

SFS-EN 50156, Polttolaitteistojen sekä niiden apulaitteiden sähkölaitteet.

SFS 6000, Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus.

[Suomen Soodakattilayhdistys ry:n Automaatiotyöryhmä, Soodakattilan turva-automaation suositus, 14.12.2009 rev A.](#)

[Suomen Soodakattilayhdistys ry, Soodakattilalaitoksen suojaussuositus 1997.](#)

[Suomen Soodakattilayhdistys ry, Soodakattilan vaaran arviointi, 18.10.2001.](#)

LIITE 1

Tyypilliset UPS:lla tai dieselillä varmennetusta verkosta syötettävät kuormat

Varmennetuista verkoista syötettävät kuormat

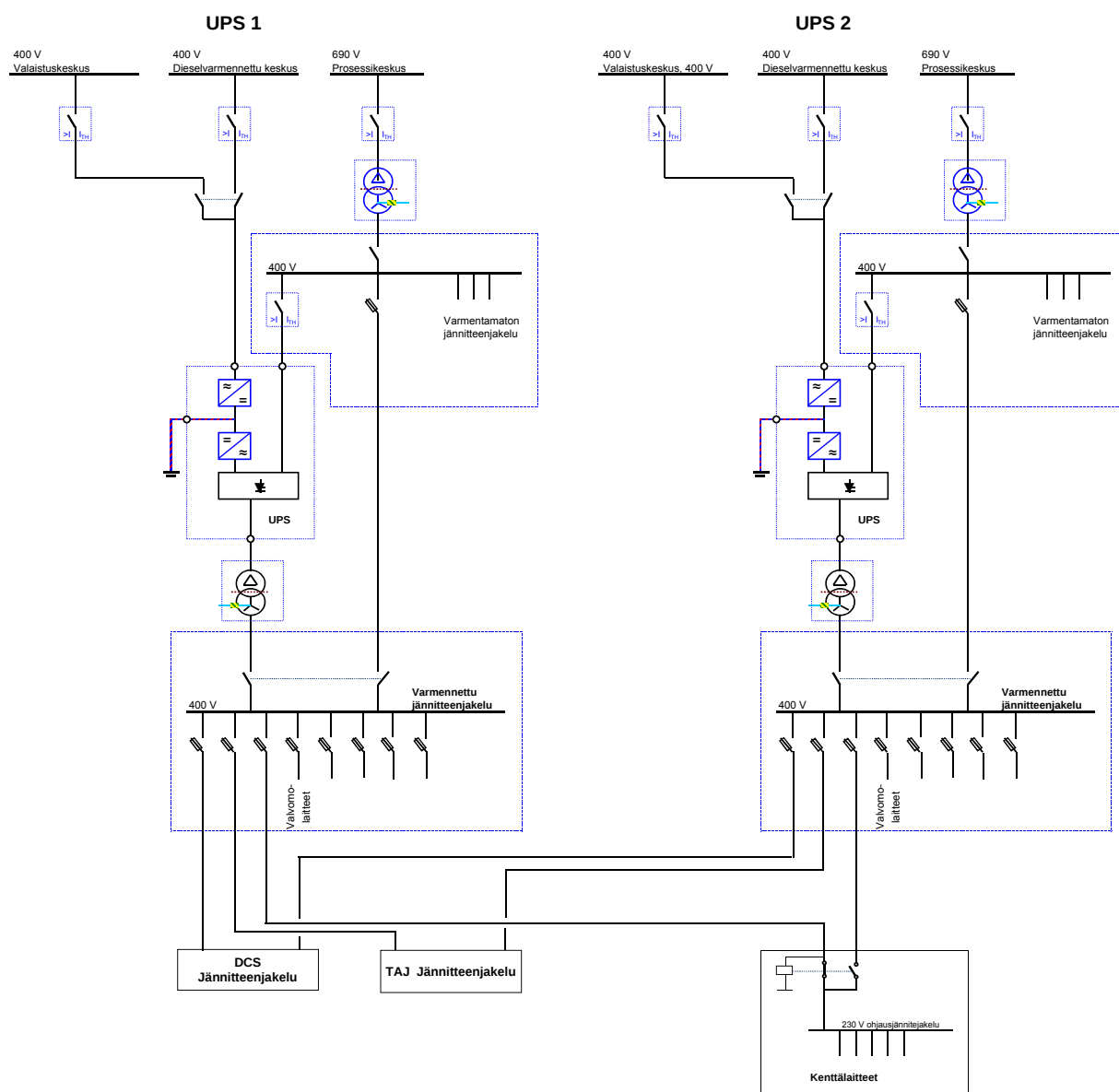
Kuorma	UPS	DIESEL	Perustelu tarpeelle ja muut huomautukset
Moottoriventtiilit:			
Turbopumpun höyryn syöttöventtiili	(x)	x	Syöttöveden saamisen turvaamiseksi Turbopumppu on oltava käynnistettävissä/pysäytettävissä aina.
Turbopumpun höyryn poistoventtiili	(x)	x	Syöttöveden saamisen turvaamiseksi Turbopumppu on oltava käynnistettävissä/pysäytettävissä aina.
Turbopumpun lämmönsäätimen sulkuventtiili	(x)	x	Syöttöveden saamisen turvaamiseksi Turbopumppu on oltava käynnistettävissä/pysäytettävissä aina.
Turbopumpun syöttöveden ohjausyksikkö	x		Syöttöveden saamisen turvaamiseksi Turbopumppu on oltava käynnistettävissä/pysäytettävissä aina.
Syöttöveden sulkuventtiili turbopumpun jälkeen	(x)	x	Syöttöveden saamisen turvaamiseksi sähkökatkon aikana.
Syöttöveden ohitusventtiili	(x)	x	Syöttöveden saamisen turvaamiseksi sähkökatkon aikana.
Kattilan täyttöventtiili		x	
KP/MP höyryn sulkuventtiili		x	
Ruiskutusvesilinjan venttiili (kondensaatti)	(x)	x	Joissakin kattilatyypeissä suljetaan pikatyhjennyksessä.
Ruiskutusvesilinjan venttiili (syöttövesi)	(x)	x	Joissakin kattilatyypeissä suljetaan pikatyhjennyksessä.
Käynnistysventtiili (sulkuventtiili)	(x)	x	Sähkökatkoksesta mahdollisuus varmistaa paineen tasaus.
Käynnistysventtiili (säätöventtiili)	(x)	x	Sähkökatkoksesta mahdollisuus varmistaa paineen tasaus.
Lierion ulospuhallusventtiili	(x)	x	Kattilatyypistä riippuen suljetaan pikatyhjennyksessä tai kattilan pulloituksessa.
Jatkuva ulospuhallusventtiili	(x)	x	Kattilatyypistä riippuen suljetaan pikatyhjennyksessä tai kattilan pulloituksessa.
Nuohointin höyryn sulkuventtiili (boilerilta)	(x)	x	Joissakin kattilatyypeissä suljetaan pikatyhjennyksessä.
Nuohointin höyryn sulkuventtiili (turbiinilta)		x	
Päähöyryventtiili(t)	(x)	x	Kattilatyypistä riippuen suljetaan pikatyhjennyksessä tai kattilan pulloituksessa.
Päähöyryventtiili(e)n ohitusventtiili(t)	(x)	x	Kattilatyypistä riippuen suljetaan pikatyhjennyksessä tai kattilan pulloituksessa.
Pikatyhjennysventtiilit	(x)	x	Jos kattilassa havaitaan vuoto tai on vuotavaara, on se saatava tyhjennettyä nopeasti.
Moottoritoimiset pellit:			
Savukaasun sulkupellit ennen sähkösuodinta		x	
Savukaasun sulkupellit sähkösuotimen jälkeen		x	
Laitteet:			
Nuohaimet		x	
Kanaalipumppu		x	Tyhjennyskäiliön tulvimisen estäminen.
Sularännin jäähdytysvesipumppu		x	Sulan tulo jatkuu sähkökatkon aikana.
Liutostustankin sekoittimet		x	Sulan tulo jatkuu sähkökatkon aikana.
Syöttövesipumpun kytkimen öljypumppu		x	Harkittava tapauskohtaisesti
Paloveden paineenkorotuspumppu		x	Taataan riittävä sammutusveden paine kattilan yläosaan.
Hätäsuihkupumput		x	
Väkevien hajukaasujen epäpuhtaan kondensaatin varapumppu		x	Harkittava tapauskohtaisesti
Väkevien hajukaasujen varapolttimon fd puhallin		x	Harkittava tapauskohtaisesti
Väkevien hajukaasujen varapolttimon öljypumppu		x	Harkittava tapauskohtaisesti
Varavesisäiliönpumput		x	Varavesi mm. sularännien jäähdytykseen
Rakennus:			
Varavalaistus		x	Jotta varavalaitus syttyy heti dieselin käynnistyttyä, käyteään varavalaituksessa halogeeni-pilot valaisimia ja loisteputkivalaisimia.
Poistumistievalaistus		x	Syötetään erillisestä hätävalaistukseen tarkoitettusta keskusakustosta, joka on suunniteltu SFS-EN 50171 mukaan. Keskusakuston syöttö dieselvarmennetusta keskuksista.
Savunpoistojärjestelmä		x	
Hissi		x	
Savupiipun varoitusvalo		x	Toimittava aina.
Sähkölukot	x		Turvataan lukkojen toiminta sähkökatkon aikana ja pääsy esim sähkötiloihin.
Puhelin / radiopuhelimien tukiasemat	x		Yhteydenpidon varmistaminen
Kaasuilmaläisimet	x		
Kulun- ja kameravalvonta	x		Kattilalaitoksen sähköiset turvajärjestelmät
Palohälytysjärjestelmä		x	Palohälytysjärjestelmässä on omat akustot
Instrumentaatio ja Automaatio:			
Varoventtiilin ohjausyksikkö	x		
Lierion pinnan korkeuden mittaus	x		
Kenttäinstrumenttien jännitesyötöt	x		
Sähkösuotimen ohjausjärjestelmä	x		
Turva-automaatiojärjestelmä	x		
Automaatiojärjestelmä	x		
Lierion pinnanmittauksen valvontakamerat	x		
Poistumishälytysjärjestelmä	x		
Sähkölaitteet:			
Pienjännitekojeiston ohjausjännite	x		Tarpeellinen erityisesti, jos höyryä syötetään generaattorille, joka syöttää sähköä ulkoiseen sähköverkkoon.
Taajuusmuuttajien ohjausjännite	x		

(x) Mikäli halutaan varmentaa, voidaan nämäkin syöttää UPS:sta.

LIITE 2

UPS-verkon periaatekuva

Suosittelava UPS-verkon periaate

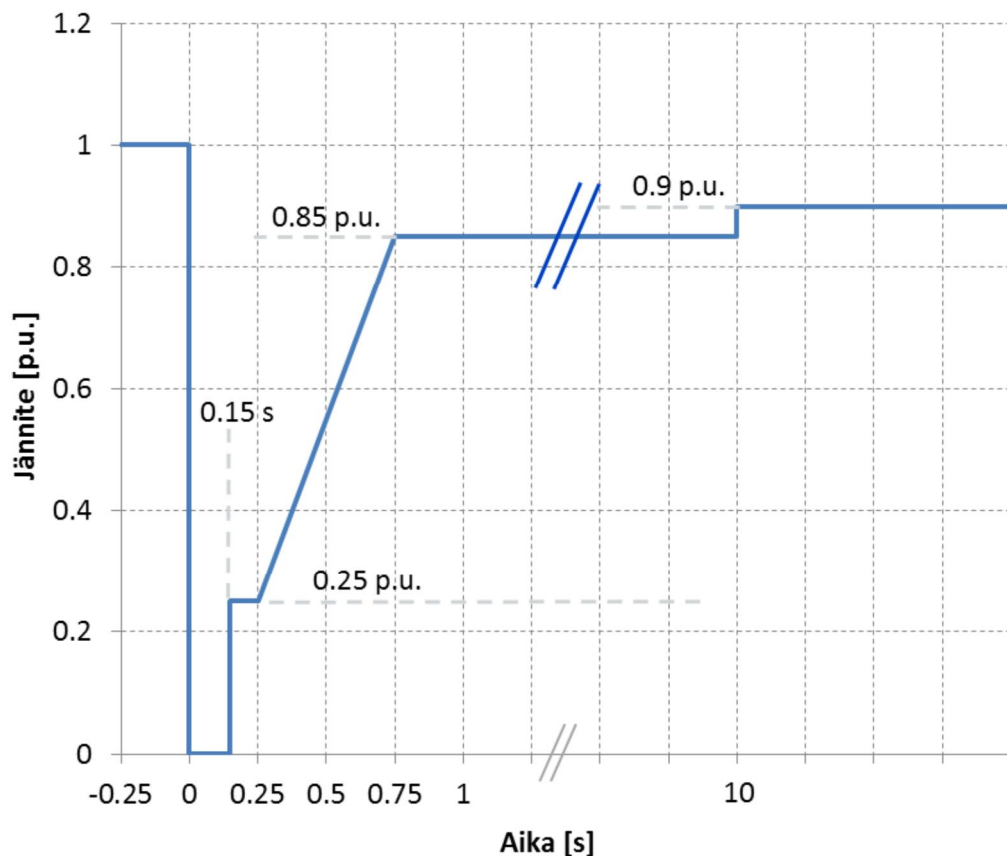


LIITE 3

Toiminta poikkeavalla taajuudella ja jännitteellä

1 TOIMINTA POIKKEAVALLA JÄNNITTEELLÄ JA TAAJUUDELLA

Jos soodakattilan tuottamaa höyryä menee generaattorille, joka on kytketty yleiseen sähköverkkoon, on lisäksi huomioitava sähköverkkoyhtiön vaatimukset. Suomessa vaaditaan ([Fingrid, VJV 2013](#)) sähkölaitteiden toimivan SFS-EN 50156 vaatimuksia laajemmalla taajuusalueella: 47,5...53 Hz. Tyypillisesti teollisuuskäyttöön tarkoitettu UPS toimii tällä taajuusalueilla. Lisäksi vaaditaan, että 0,5 ... 100 MW voimalaitoksen on kestävä irtoamatta sähköverkosta ja menettämättä tahtikäyttöään kuvassa 1 esitetty syvä jännitekuoppa:



Kuva 1. VJV-referenssipisteen jännitteen verhoikäyrä, jonka perusteella määräytyvän jännitehäiriön ajan ja jälkeen voimalaitoksen tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1.0 p.u. on jännite ennen häiriötä

Syvän jännitekuopan aikana UPS menee akkukäytölle ja turvaa siitä syötettyjen laitteiden sähkönsaannin. Jännitekuopan aikana moottorit joko pysähtyvät kokonaan tai ainakin pyörimisnopeus hidastuu. Ilman erityistoimenpiteitä taajuusmuuttajat menevät häiriötilaan, koska ohjausjännite häviää vähäksi aikaa ja alijännitteestä, sekä kontaktorilähdöissä kontaktorit päästävät ja ohjausjärjestelmä hälyttää kaikkia moottoreita. Tästä johtuen joudutaan UPS:sta syöttämään seuraavia laitteita:

- taajuusmuuttajien ohjausjännite
- joissakin tapauksissa pienjännitekeskusten ohjausjännite



Jotta taajuusmuuttajakäyttöiset moottorit eivät aiheuttaisi laitoksen alasajoa, jaetaan taajuusmuuttajat kolmeen luokkaan:

- osa saa pysähtyä ja tarvittaessa operaattori käynnistää moottorit uudelleen
- laitteet joissa on riittävästi liike-energiaa, voidaan jännitekatkon jälkeen käynnistää automaattisesti liikkeessä (toiminto voidaan parametroida taajuusmuuttajassa)
- osa vaatii ohjausjärjestelmässä ohjelmallisen uudelleenkäynnistyksen

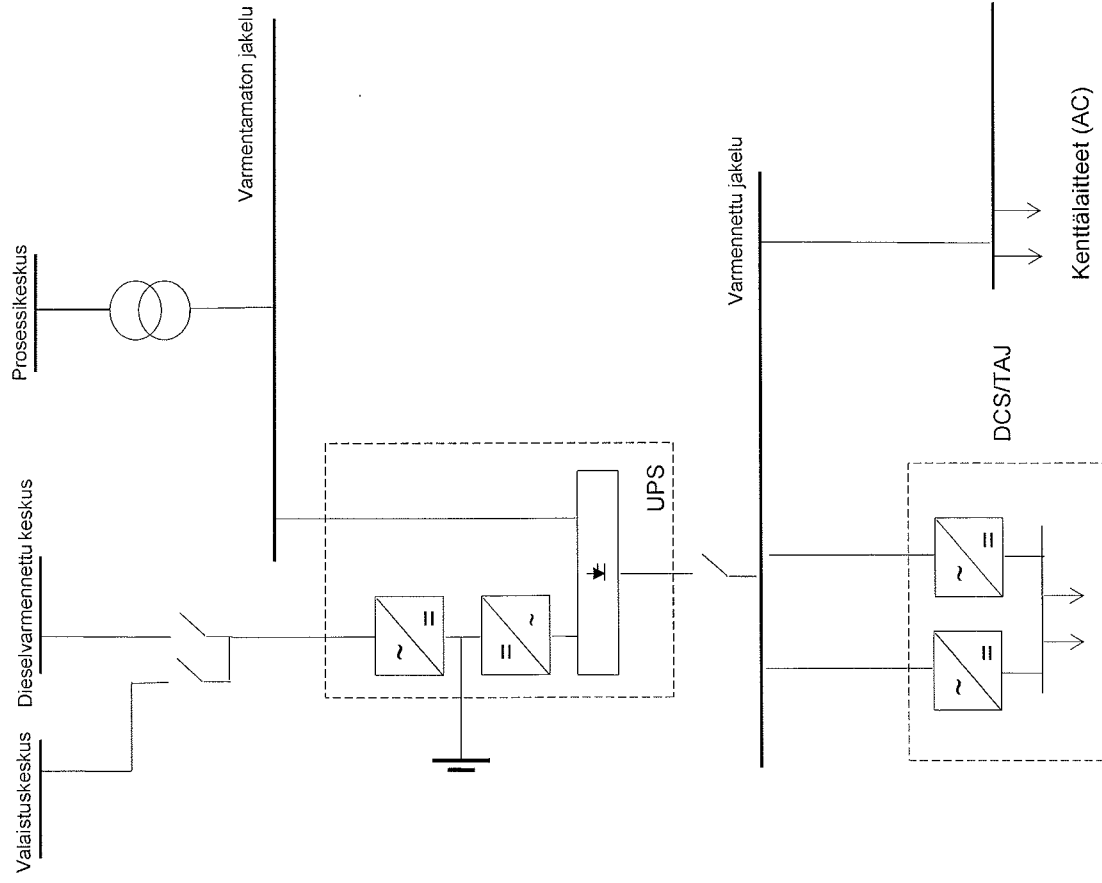
Jos pienjännitekeskusten ohjausjännite syötetään UPS:sta, kontaktorit jäävät vetäneiksi jännitekatkon ajan ja kontaktorilähdöillä syötetyt moottorit käynnistyvät uudelleen jännitteen palattua. On tarkistettava, että liian suuri yhteenlaskettu moottoriteho ei käynnisty samanaikaisesti. Toinen vaihtoehto on, että pienjännitekeskusten ohjausjännitettä ei syötetä UPS:sta ja kontaktorilähdöillä syötetyt moottorit käynnistetään lyhyen jännitekatkon jälkeen tarpeen mukaan osittain ohjelmallisesti ja osittain manuaalisesti.

LIITE 4

UPS-verkkovaihtoehtojen kaaviot

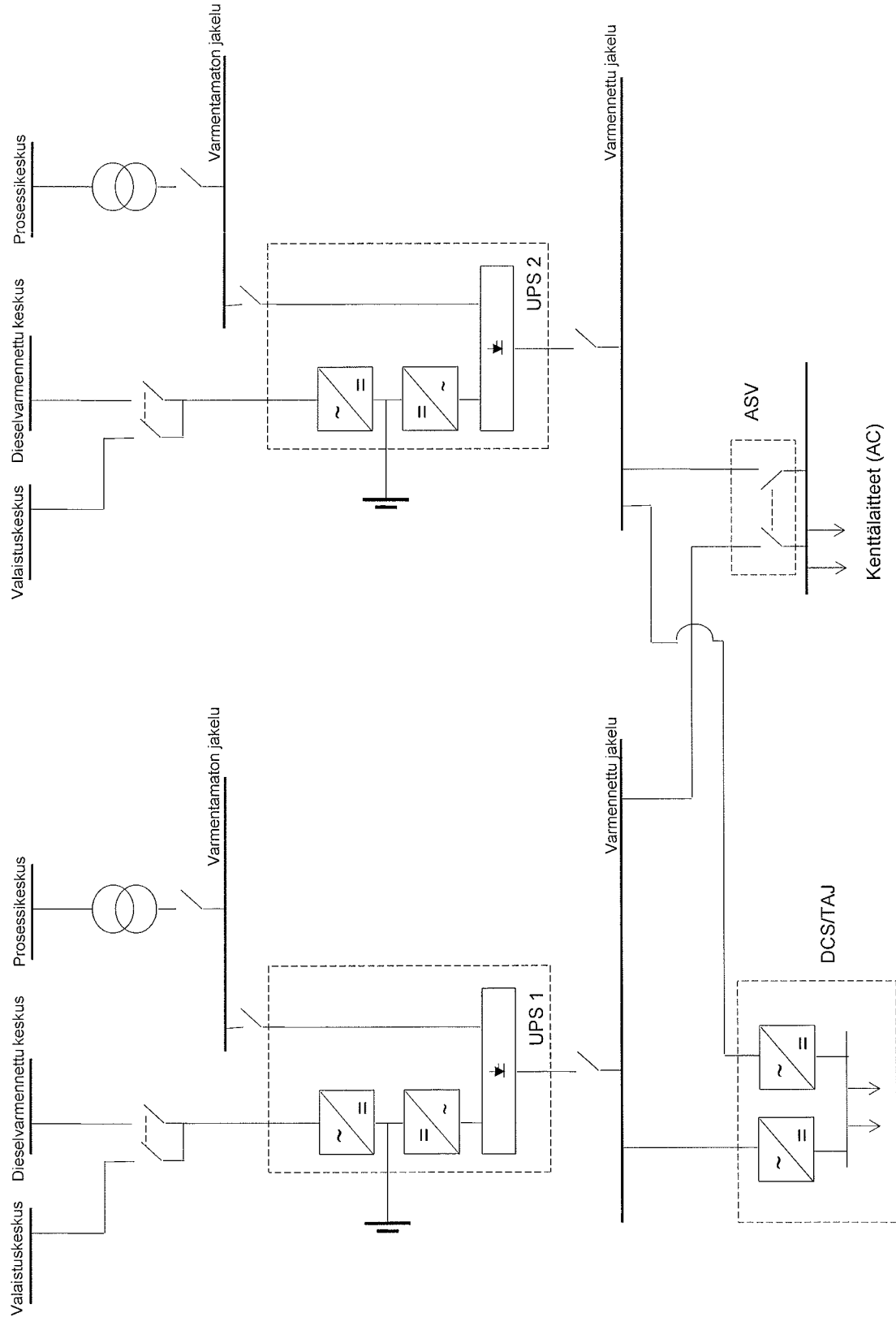
LIITE 4: UPS-verkkovaihtoehdot luotettavuustarkastelussa

Vaihtoehto 1



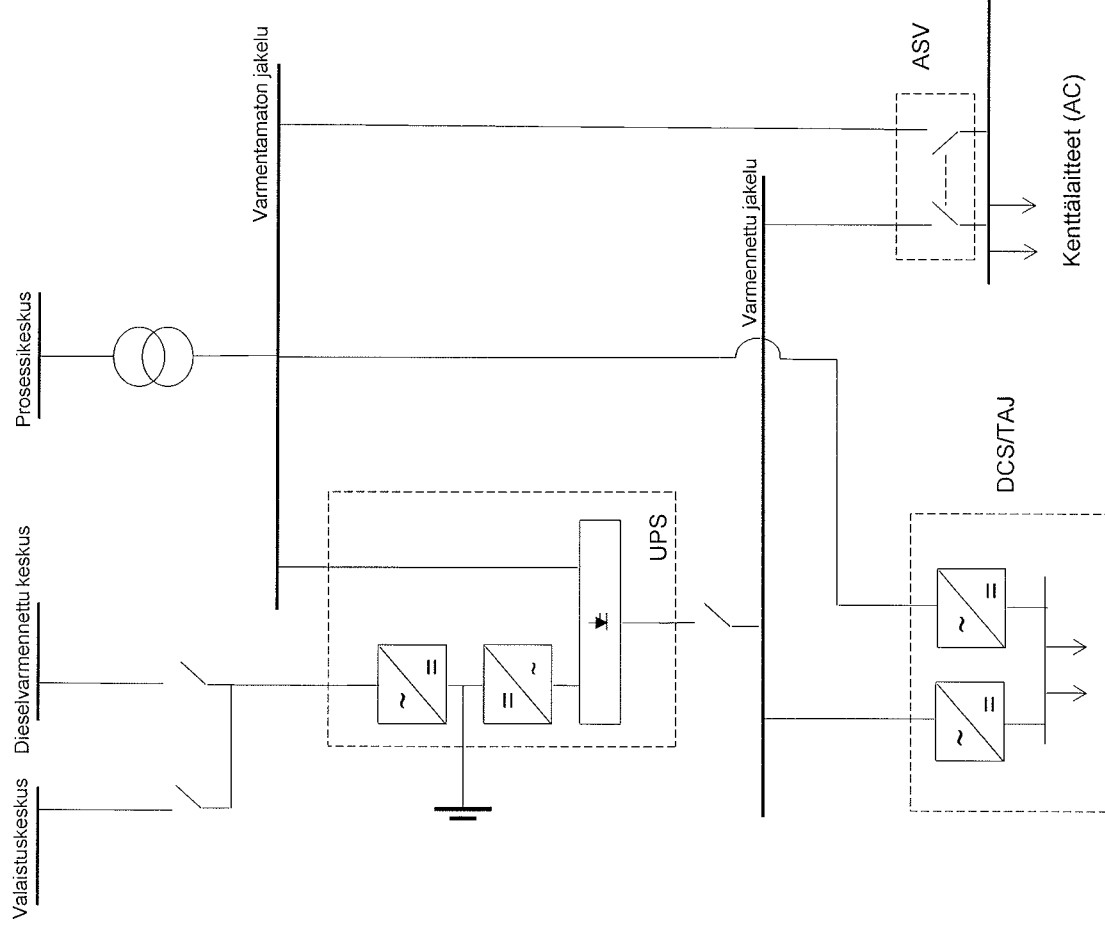
LIITE 4: UPS-verkkovaihtoehdot luotettavuustarkastelussa

Vaihtoehto 2



LIITE 4: UPS-verkkovaihtoehdot luotettavuustarkastelussa

Vaihtoehto 4



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
SUOSITUS

- 1 Suomen Soodakattilayhdistys ry

Hajukaasujen polttosuositus
Jaakko Pöyry Oy/Esa Vakkilainen
(16A0913-E0031)
Revisio B 29.10.2013
- 2 Suomen Soodakattilayhdistys ry

Soodakattilan turva-automaation suositus
Suomen Soodakattilayhdistys ry:n Automaatiotyöryhmä/Mauri Heikkinen
(16A0913-E0044)
15.1.2003
- 3 Suomen Soodakattilayhdistys ry

Soodakattilan tarkastus- ja peittausuusiutus/Esa Ilves, Pekka Pohjanne, Jorma Kiimalainen
(16A0913-E0061)
15.12.2004
- 4 Suomen Soodakattilayhdistys ry

Soodakattilan turvallisuussuositus
Suomen Soodakattilayhdistys ry:n Kestoisuustyöryhmä
(16A0913-E0109)
26.11.2009
- 5 Suomen Soodakattilayhdistys ry

Vesikemian ohjeavot
Teollisuuden Vesi Oy / Jani Vuorinen, Maija Vidqvist
9.12.2011
- 6 Suomen Soodakattilayhdistys ry

Ohje soodakattilalaitoksen varmennetun jännitejakelun periaatteeksi
Suomen Soodakattilayhdistys ry:n Automaatiotyöryhmä
(16A0913-E0145)
3.10.2013