



**TEKNIikka JA LIIKENNE**

**Sähkötekniikka**

**Sähkövoimatekniikka**

**INSINÖÖRITYÖ**

**UPS-JÄRJESTELMÄN PÄIVITYS**

**Työn tekijä: Marko Mäkelä  
Valvoja: TkL Jarno Varteva  
Työn ohjaaja: ins. Markku Hakasalo**

**Työ hyväksytty: 29. 9. 2009**

**Jarno Varteva  
Lehtori**



## **ALKULAUSE**

Tämä insinööri työ tehtiin Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy Hyvinkään tehtaalle. Haluan kiittää projektissa mukana ollutta henkilöä sähkötyönjohtaja Markku Hakasaloa. Koko sähkökunnossapidon henkilökunta on ollut mukana auttamassa ja tukemassa työn tekemistä, joten iso kiitos myös heille. Kiitän myös työni valvojaa, lehtori, tekn. lis. Jarno Vartevaa Metropolia Ammattikorkeakoulusta.

Helsingissä 29.9.2009

Marko Mäkelä

## TIIVISTELMÄ

<b>Työn tekijä:</b> Marko Mäkelä	
<b>Työn nimi:</b> UPS-järjestelmän päivitys	
<b>Päivämäärä:</b> 29.9.2009	<b>Sivumäärä:</b> 40 s. + 17 liitettä
<b>Koulutusohjelma:</b> Sähkötekniikka	<b>Suuntautumisvaihtoehto:</b> Sähkövoimatekniikka
<b>Työn ohjaaja:</b> TkL Jarno Varteva <b>Työn ohjaaja:</b> ins. Markku Hakasalo	
<p>Insinööriyössä on selvitetty Hyvinkään tehtaan UPS-järjestelmän nykytila. Alussa on esitelty konserni, johon Hyvinkäällä toimiva tehdas kuuluu ja tehtaan prosessit, joita kyseinen UPS-järjestelmä varmentaa. Työssä on painotettu toimivan ja oikein mitoitetun UPS-järjestelmän tärkeyttä.</p> <p>Työ painottui erityisesti nykyisen UPS-laitteiston tilaan ja puutteisiin, joihin tehtiin parannus- ja toimenpide-ehdotukset. Työssä selvitettiin keskitetyn ja hajautetun laitteiston soveltuvuutta tehtaalle. Yksi keskeisimmistä tutkimus- ja laskentakohteista oli vikasuojauksen toimivuus. Sulakkeiden selektiivisyyden tutkiminen oli tärkeä osa selvitystä. Työssä otettiin kantaa nykyisen UPS-laitteiston kokoon ja sen riittävyteen oikosulkuvirran syöttökynyn kannalta. Lisäksi sähköpiirustukset tarvitsivat päivityksen.</p> <p>Selvityksessä kävi ilmi, että UPS-laitteistot olivat liian lähellä toisiaan vikatilanteen sattuessa. Sulakkeiden selektiivisyys ei ollut kaikilta osin ajan tasalla, ja kuvia ei oltu päivitetty. Akkuhuone täytti asetetut vaatimukset. Hyvinkään tehtaalle sopii parhaiten keskitetty laitteisto, koska varmennetun verkon perässä on useita järjestelmiä. UPS-laitteiston oikosulkuvirran vuoksi sulakekokoja pienennettiin johtopituuksien saattamiseksi ajantasalle. Muuntajan hankkimista suositetaan, jos halutaan saada selkeät vikavirtatiet. Alakeskuksia uusittaessa on suositeltavaa harkita automaattisulakkeiden hankintaa. Vikavirtasuojakytkimellä on mahdollista täydentää sulakkeen antamaa suojausta.</p>	
<b>Avainsanat:</b> UPS, Isover, kosketusjännite, selektiivisyys, vikavirta, oikosulkuvirta	

## ABSTRACT

<b>Name:</b> Marko Mäkelä	
<b>Title:</b> Uninterruptible Power System (UPS)	
<b>Date:</b> 29 September 2009	<b>Number of pages:</b> 40 + 17 appendices
<b>Department:</b> Electrical Engineering	<b>Study Programme:</b> Electrical Power Engineering
<b>Instructor:</b> Jarno Varteva, Tech. Lic. (EE)	
<b>Supervisor:</b> Markku Hakasalo, B.Sc. (Eng)	
<p>The aim of this graduate study was to find out whether the uninterruptible power system (UPS) at the Hyvinkää production plant of the company Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy was up-to-date. The UPS being of crucial importance, the study aimed at finding out what improvements should be carried out in the uninterruptible system to ensure the smooth and reliable operation.</p> <p>The graduate study started with the description of the company Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, its production process and of the uninterruptible power system used at the Hyvinkää production plant. Next, the focus was on finding out possible deficiencies in the existing UPS equipment in order to improve the system. After that, the study concentrated on the suitability of centralized hardware versus decentralized hardware as well as on the functionality of fault protection based on calculations. The study then focused on the fuse selectivity, on the size of the existing uninterruptible power system and on the adequacy of the short circuit capacity of the power supply. Finally, the electrical drawings were updated.</p> <p>As a result, it was found out that, in case of failure, the UPS powerware were too close to each other. The battery room met the requirements, but the fuse selectivity was not up-to-date and the pictures had not been updated. The study showed that a centralized system would be the best solution at the Hyvinkää plant. On the basis of the graduate study, suggestions for improvements in the uninterruptible power system are presented in the study report.</p>	
<b>Keywords:</b> UPS, Isover, touch voltage, selectivity, fault current, short-circuit current	

## SISÄLLYS

### ALKULAUSE

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

## SISÄLLYS

### KÄSITTEET JA LYHENTEET

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SAINT-GOBAIN RAKENNUSTUOTTEET OY</b>	<b>1</b>
2.1	Konserni	1
2.2	Hyvinkään tehtaan sähkönjakeluverkko	2
2.3	Hyvinkään tehtaan lyhyt prosessin kuvaus	3
<b>3</b>	<b>VARAVOIMALLA VARMENNETUT PROSESSIT</b>	<b>4</b>
3.1	Varavoimajärjestelmät	4
3.2	Turvavalaistus	4
3.3	Kaasulaitteisto	5
3.4	Putkistojen saattolämmitys	5
3.5	Raaka-ainelaitos	5
3.6	Raaka-aineen käsittely uunihallissa	6
3.7	Sirun käsittelyn laitteet	6
3.8	Jäähdytysjärjestelmät	7
<b>4</b>	<b>TEHTAAN NYKYINEN UPS-LAITTEISTO</b>	<b>7</b>
4.1	UPS-laitteiden kilpiarvot	7
4.2	UPS-järjestelmän kuvaus	8
4.3	UPS-laitteiston yleiskuvaus	9
4.4	UPS-laitteiston lohkoakaavio	9
4.5	Ohjauspaneelin toiminnot	10
4.6	Akkujen varakäyntiajat suhteessa lähtötehoon	11

4.7	UPS-laitteiston sähköliitännät	11
4.8	UPS-asennus	12
4.9	Huoltokytkimen käyttö UPS-laitteistossa	12
4.10	UPS-laitteiston huolto	13
4.11	Huomioitavaa UPS-laitteistosta	13
4.12	UPS-laitteiston varastointi	14
5	UPS-LAITTEEN VALINTA	14
5.1	UPS-laitteen valinta	14
5.2	UPS-laitteen ratkaisu	15
5.3	UPS-laitteiden rinnankäynti	15
5.4	UPS-laitteiston teho ja varakäyntiaika	16
5.5	Kaapelien mitoitus	16
5.6	Harmoniset yliaallot	16
5.7	Tehokerroin	17
5.8	Virta N-johtimessa	17
5.9	Suojalaitteiden selektiivisyys	18
5.10	Sulakkeiden käyttö oikosulkusuojaukseen	19
5.11	Maasulun valvonta IT-järjestelmässä	19
5.12	Maasulun valvonta TN-S-järjestelmässä	19
6	UPS-LAITTEEN AKUSTO	20
6.1	Suljettu lyijyakku	20
6.2	Avoin lyijyakku	20
6.3	Akkutila	20
7	NYKYISEN JÄRJESTELMÄN TILA JA PUUTTEET	21
7.1	Ulkoisen tarkastelu UPS-laitteille	21
7.2	Ulkoisen tarkastelu akustolle	21
7.3	Akkuhuoneen vaatimukset	22
7.4	UPS-laitteiden sijoittaminen	23
7.5	Laitekohtainen varmennus ja varmennuksen hajauttaminen	24
7.6	UPS-laitteiston kaapelointi	24
7.7	Sulakkeiden selektiivisyys	26
7.8	Todelliset kuormitusvirrat	27
7.9	Johtojen mitoitukset UPS-laitteistolle	29
7.10	Jännitteen alenema	32
7.11	Sähköpiirustukset	34

7.12	<b>Muuntaja UPS-laitteistolle</b>	<b>35</b>
7.13	<b>Sulakkeiden ja johdonsuojakatkaisijoiden vertailu</b>	<b>35</b>
7.14	<b>Vikavirtasuojat</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>SUOSITUKSIA HAVAITTUJEN PUUTTEIDEN POISTAMISEEN</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>38</b>
	<b>LÄHTEET</b>	<b>40</b>
	<b>LIITTEET</b>	

Liite 1. 3T-Monitori

Liite 2. 110/20 kV:n pääjakelukaavio

Liite 3. Valikkokartta UPS-ohjauspaneelista

Liite 4. UPS:n liittimien sijainti

Liite 5. Viisijohtiminen 20 - 30 kVA UPS-asennus kaksikaapelisella tuloliitännällä

Liite 6. Akkuhuoneen sulakkeet

Liite 7. UPS 1:n ja UPS 2:n johdotuskaavio

Liite 8. Mittapiirroksat 30 kVA:n UPS

Liite 9. Kahden UPS:n rinnankytkennän periaate

Liite 10. Virranmuodostus nollajohtimessa

Liite 11. UPS-keskusten kojevalintataulukko

Liite 12. NO-BREAK

Liite 13. Virran I-arvot, kun käytetään IU- tai U-varaajia

Liite 14. Ilmamäärien mittauspöytäkirja

Liite 15. Tulppasulakkeiden värikoodit

Liite 16. UPS-laitteiden ylikuormitettavuus ja oikosulkuvirrat

Liite 17. NB12W-linja elektroniikkatilan keskuskaavio

## KÄSITTEET JA LYHENTEET

3T	turvallisuusriskien- ja poikkeamien hallintotietokanta
ABM	<i>Advanced Battery Management</i> ; kehittynyt akkujen hallinta järjestelmä
AMCMK	PVC-eristeinen konsentrinen alumiinivoimakaapeli
Automaatti	automaattisulake, joka korvaa lankasulakkeen
D	harmonisista yliaalloista johtuva loisteho
Fenoli	ICSC: 0070, orgaaninen yhdiste; $C_6H_5OH$
gG	g on sekä oikosulku- että ylikuormitussuojaksi soveltuva sulake; G on johdon suojaukseen tarkoitettu sulake
Kuidutus	sulaan lasiin sekoitetaan sideainetta kuidutuksessa, josta tulee lopuksi kuitua; kuitu jalostuu prosessissa lasivillaksi
LED	<i>Light-Emitting Diode</i> ; puolijohdekomponentti, joka säteilee valoa
MCMK	PVC-eristeinen konsentrinen kuparivoimakaapeli
Mänki	<i>Batch</i> ; lasin raaka-aine
NO-BREAK	UPS-tila
Selektiivisyys	suojalaitteen toiminta; oikosulku- tai ylikuormitustilanteessa erottavat käytöstä ainoastaan viallisen osan verkosta
$S_N$	nimellinen näennäisteho
TF1	tapaturmataajuusmittari, joka kertoo lukuarvona yli 1 päivän poissaolon aiheuttamat työtapaturmat (kpl) miljoonaa työtuntia kohden
UPS	<i>Uninterruptible Power System</i> ; katkeamaton energian syöttö
VDC	<i>Volts of Direct Current</i> ; volttia tasavirralla



## 1 JOHDANTO

Insinööriyön alussa käydään Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy:n historiaa ja sähköjakeluverkkoa. Työssä esitellään UPS-laitteiston varmennettu verkko ja käydään Hyvinkään tehtaan nykyistä UPS-laitteistoa läpi. Työssä otetaan huomioon UPS-laitteiston puutteita sekä kerrotaan nykytilasta. Puutteisiin ehdotetaan korjaukset ja tehdään parannusehdotuksia.

## 2 SAINT-GOBAIN RAKENNUSTUOTTEET OY

### 2.1 Konserni

Saint-Gobain Isover Oy kuuluu kansainväliseen Saint-Gobain konserniin, joka toimii viidellä toimialalla. Konsernin tuotanto-ohjelmaan kuuluvat rakennusmateriaalit, tasolasi, pakkaus- sekä korkean suorituskyvyn omaavat erikoismateriaalit. Konserni on näissä Euroopan tai koko maailman markkinajohtaja. Lisäksi yhtiö harjoittaa tukkukauppaa. Teollisuutta konsernilla on yli 50 maassa, ja se työllistää lähes 200 000 henkilöä. Noin 70 % henkilökunnasta työskentelee muualla, kuin Ranskassa. Markkina-alueena toimii koko maailma. Suomen yksiköllä markkina-alue on lähinnä Baltian maat

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy:n tuoteryhmät ovat Isotec-tekniiset eristeet, Isover-rakennuseristeet ja Ecophon-alakattotuotteet. Tärkeimmät asiakasryhmät ovat rautakaupat, rakennusliikkeet, talo- ja elementtitehtaat, julkinen sektori, akustiikkaurakoitsijat, LVI-tukkuliikkeet ja LVI-urakoitsijat.

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy:n Hyvinkään tehtaalla on oma vedenpuhdistuslaitos ja vesi kiertää suljetussa kierrossa, jolloin jätevesiä ei päästetä luontoon. Tuotteet on valmistettu pääosin kierrätyslasista. Raaka-aineista n. 80 % on kierrätyslasia. Muut raaka-aineet ovat mm. hiekka, sooda ja kalkkikivi. /1; 2; 3./

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy:ssä panostetaan erityisesti myös työturvallisuuteen. Forssan tehdas on ollut useasti uutisissa työturvallisuuteen liittyvissä asioissa ja saanut turvallisuustimantin. Hyvä turvallisuuskehitys jatkuu edelleen. Turvallisuustimantin myöntää Saint-Gobain konserni. Hyvinkään tehdas on saanut myös yhden turvallisuustimantin vuonna 2008. Forssan tehtaalla on oltu ilman tapaturmia yli 1 900 päivää. Hyvinkään tehtaalla

ennätys on 810 päivää. Turvallisuus perustuu toisten huomioonottamiseen ja erityisesti riskien ennalta ehkäisyyn. Jokaisella työntekijällä on oikeus kirjata kaikki läheltä piti tilanteet ja tapaturmat 3T-monitoriin (liite 1). Tapaturmattomien päivien laskuri nollataan aina, kun sattuu tapaturma, joka kestää vähintään yhden päivän.

## 2.2 Hyvinkään tehtaan sähkönjakeluverkko

Hyvinkään tehtaalle siirretään sähköenergiaa 110 kV:n jännitteellä Hikiän tai Nurmijärven suunnasta. Fortum Oyj:n Erkylän erotinasemalla kaksoislinjasta haarautuu 110 kV. Erkylän erotinasemalla voidaan valita kytkentä itäiseen tai läntiseen johtoon. Erotinasemalta on 110 kV:n linja Niinistön muuntoasemalle. Varayhteytenä on 20 kV:n maakaapeliyhteys Niinistön muuntoasemalta tehtaan muuntoaseman kennoon 09 (liite 2). Varayhteyttä voidaan käyttää muun muassa pääverkon huoltojen aikana.

Hyvinkään tehtaalla on oma 110/20 kV:n muuntoasema, jonka kautta energiaa voidaan siirtää 20 kV:n tasossa tehtaan eri osiin lähelle käyttökohteita. Jännite muutetaan 690 V:n sekä 400 V:n tasoihin. 20 kV:n muuntamoita on tehtaalla kuusi kappaletta. 690 V:n jakelumuntajia on seitsemän, ja ne on tarkoitettu prosessin tarpeita varten. 400 V:n jakelumuntajia on kolme, ja ne on tarkoitettu kiinteistön sähkönjakelun hoitamista varten. Prosessissa käytetty jännite 400 V tuotetaan 690/400 V:n välimuuntajia käyttäen. Hyvinkään tehtaalla sähkönkulutus on vuodessa noin 65 GWh. (Liite 2).

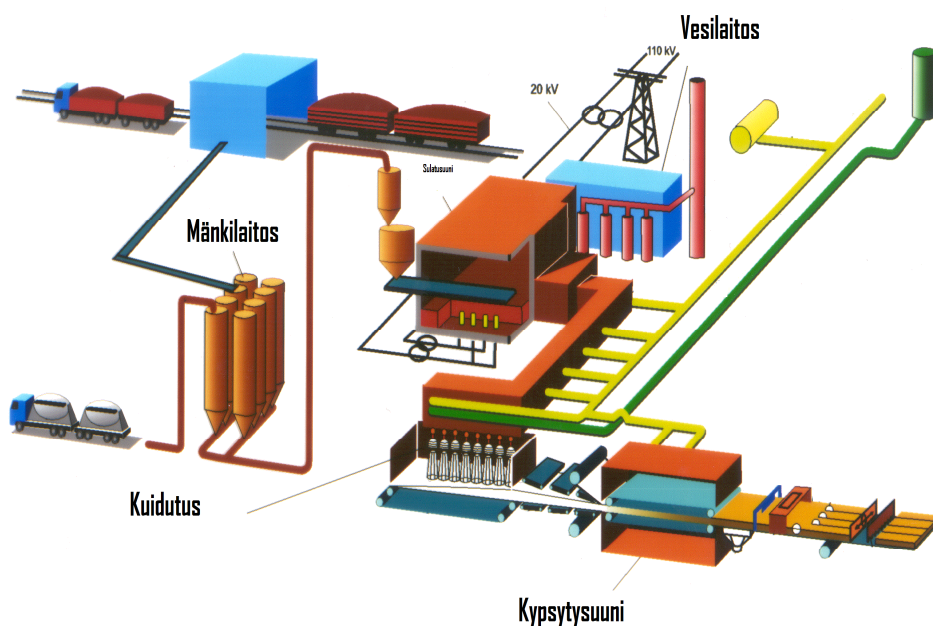
Hyvinkään tehtaalla sähkönjakeluverkkoa täydentää dieselgeneraattorilaitos, jonka tehtävänä on turvata sähkönsaanti niille laitteille ja laitteistoille, joiden on toimittava myös verkkohäiriön aikana. Laitoksen generaattoreiden nimellinen näennäisteho on 1 260 kVA. Varavoimajärjestelmässä on kaksi yksikköä, joista toinen tuottaa 690 V:n jännitteen ja toinen 400 V:n jännitteen.

Automaatiojärjestelmää varten on UPS-laitteisto. Laitteiston näennäisteho on  $2 \times 30$  kVA. Tietohallintajärjestelmiä varten on myös UPS-laite, jonka näennäisteho on 20 kVA.

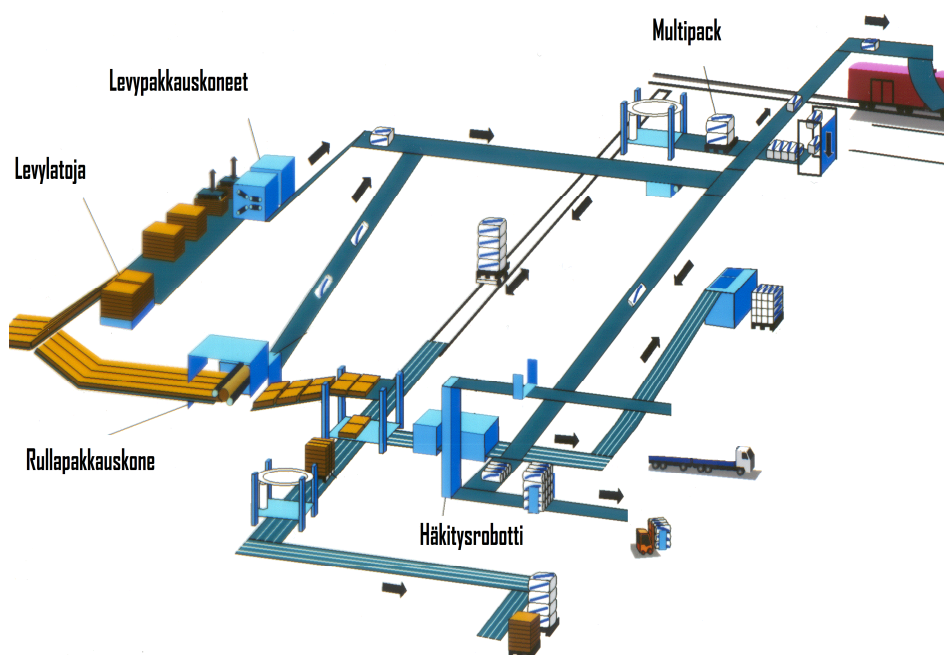
Opastevalaisinjärjestelmä on toteutettu erillisellä akkuvarmennetulla 24 VDC-laitteistolla. Pääkytkinaseman omakäyttöverkkoa varmentaa akkuvarmennettu 110 VDC:n järjestelmä. /4; 5./

## 2.3 Hyvinkään tehtaan lyhyt prosessin kuvaus

Hyvinkään tehtaassa prosessi jakaantuu toiminnallisesti kahteen osaan sekä kuuman pään, että kylmän pään prosesseihin. Kuumaan päähän kuuluu raaka-aineen varastointi sekä käsittely uunihallissa, lasin sulatus ja kuiduttaminen. Kylmään päähän kuuluu lasivillan leikkaus-, katkaisu-, ladonta- ja pakkausprosessit.



Kuva 1. Hyvinkään tehtaan kuuman pään prosessi /4/



Kuva 2. Hyvinkään tehtaan kylmän pään prosessi /4/

Kuumassa päässä on pääosa dieselgeneraattorivarmennetun piiriin kuuluvista laitteista. Kylmässä päässä varmennetun verkon perässä on valaistus ja UPS-järjestelmät. (Kuvat 1 ja 2.)

### **3 VARAVOIMALLA VARMENNETUT PROSESSIT**

#### **3.1 Varavoimajärjestelmät**

UPS-laitteisto on tarpeellinen ja välttämätön Hyvinkään tehtaan automaatiojärjestelmän toiminnan varmistamiseksi. Työssä pyritään tuomaan esille, kuinka toimivan varavoimajärjestelmän avulla voidaan estää hyvinkin suuria taloudellisia vahinkoja sähköverkon häiriötilanteessa.

Hyvinkään tehtaalla on dieselkäyttöinen varavoimalaitos, joiden generaattorit pystyvät tuottamaan nimellistä näennäistehoa 1 260 kVA. Varavoimajärjestelmään kuuluu kaksi yksikköä, joista toinen pystyy tuottamaan 690 V:n jännitteen ja toinen 400 V:n jännitteen. Automaatiojärjestelmää varten on asennettu Powerware 9305 UPS -laitteisto. Laitteiston näennäisteho on 2 x 30 kVA. Tietohallinnon järjestelmiä varten on lisäksi UPS-laite, jonka näennäisteho on 20 kVA.

Opastevalaisinjärjestelmää varten on oma akkuvarmennettu 24 VDC-laitteisto, joka syöttää opastevalaisimien käyttämän energian. Uunihallin valaistus on toteutettu kokonaisuudessaan dieselvarmennetulla verkolla. Muiden osastojen valaistuksesta osa on varavalaistusta varmennetun verkon varmentamana. Uunihallin tapauksessa kyseessä on riskialttiin työalueen valaistus, jossa on pystyttävä toimimaan turvallisesti myös sähköhäiriön aikana. Pääkytkinasemalla omakäyttöverkkoa varmennetaan akkuvarmennetulla 110 VDC:n järjestelmällä. /6./

#### **3.2 Turvavalaistus**

Uunihallin, sähkötilojen ja osa tuotantohallien valaistuksesta on kaapeloitu varavoimaan. Elektroniikkatilojen valaistuksen toimivuus on varmistettu myös varavoimalla sähkökatkoksen aikana. Uunihallin, sähkötilojen, elektroniikkatilojen ja osa tuotantohallien tiloihin sovelletaan riskialttiin työtilan ja varavalaistuksen käsitteitä. Omien vara-akkujärjestelmien piirissä on myös tehtaan- ja konttorirakennukseen sijoitetut poistumisopasteet. /6./

### 3.3 Kaasulaitteisto

Kaasulaitteisto jakautuu nestekaasunlaitteisiin, jotka ovat toimineet vain varapolttoaineen (butaanin) varastoinnissa ja siirrossa sekä käytössä olevaan maakaasuun ja sen laitteisiin. Putkistot kohtaavat tehtaan paineenvähennysasemalla, jossa myös mahdollinen nestekaasun höyrystys on tapahtunut. Hyvinkään tehtaalla maakaasua on käytetty 1990-luvulta lähtien. Nestekaasusta varapolttoaineena on luovuttu kesällä 2009, samalla on tehty myös laitteiston purkupäätös.

Mikäli sähkön siirto sulatukseen katkeaa liian pitkäksi ajaksi, maakaasua käytetään varalämmönlähteenä lasiuunin lasin sulana pitämisessä. Maakaasua käytetään ainoastaan silloin, kun kyseessä on jo useiden tuntien keskeytys sähkönjakelussa. Pääkytkinasemalla 20 kV:n keskijännitelaitteiston viat voisivat olla vakavimmat aiheuttajat pitkiin sähkökatkoihin. Pahimmillaan 20 kV:n keskijännitelaitteiston viat voisivat estää normaalin 110 kV:n ja 20 kV:n varasyöttöyhteyden käytön.

Lasiuunin ylösajossa uunikivien uudelleenladonnan ja muurauksen jälkeen ylösajolämmitys hoidetaan kaasulla. Temprausvaiheessa lämpölaajenemisen hallinta on välttämätöntä. Uunin lämmitykseen liittyvät tilapäisetkin laitteet kytketään varmennettuun syöttöön. Lasiuunin ja lasikanavan kaasunkulku on tärkeä osa varavoimajärjestelmää.

### 3.4 Putkistojen saattolämmitys

Saattolämmitystä käytetään hartsi- ja sideainelaitoksen putkistoissa. Eristettyihin putkiin on asennettu lämmityskaapelit, jotka pitävät sisällön sulana ja halutussa lämpötilassa. Jäätymispisteen ylittävä lämpötila riittää vedelle ja useimmille muille aineille. Prosessissa käytetään myös aineita, jotka vaativat korkeampia lämpötiloja. Toimiva ja tehokas eristys sekä putken lämmitys takaa fenolin virtauksen häiriöttä myös talviolosuhteissa. Putkiston lämmitys on asennettu varmennettuun sähkönjakelun piiriin. Uunihallin ja vesilaitoksen, sekä uunihallin ja sideainelaitoksen välisissä putkistoissa lämmitystä pidetään myös yllä varmennetulla sähkönjakelulla.

### 3.5 Raaka-ainelaitos

Raaka-ainelaitoksella varastoidaan tuotannon raaka-aineita ja siellä sekoitetaan eri materiaaleja mängiksi eli lasin raaka-aineeksi. Lasin raaka-aine

siirretään uunihallissa sijaitseviin kahteen säiliöön, joiden kapasiteetti on yhteensä noin 60 tonnia. Uunilla olevalla määrällä selvittää mahdollinen häiriön kesto-aika, joten tämä vaihe on tehty ilman varavoimaa. Maksimituotannolla uunisiilojen kapasiteetti on noin kahdeksan tuntia. Raaka-ainelaitoksella varmennettua sähköä käytetään automaatiojärjestelmän ylläpitoon UPS-verkolla. Sähkönjakelussa tapahtuvan häiriön aikana raaka-aineen siirto varastosiiloihin, mängin sekoitus ja siirto uunihallin siiloihin ei ole mahdollista.

### **3.6 Raaka-aineen käsittely uunihallissa**

Raaka-aineen syöttö ja syötön varalaitteet ovat erittäin tärkeässä asemassa siirrettäessä mänkiä lasiuuniin. Varmennetun verkon piirissä on syöttölaitteisto, jolla lasin raaka-aine siirretään normaalitilanteessa uuniin. Raaka-aineen siirtämiseen käytettävä varalaitteisto on myös varmennetun sähkönjakelun piirissä. Varsinainen uuninsyöttölaitteisto syöttää mängin tasaiseksi kerrokseksi sulan lasin pinnalle satunaisen kuvion mukaan. Tällä varmistetaan mahdollisimman tasainen sulamaton pintakerros, jolloin vapautuvat kaasut poistuvat sulamisvaiheessa hallitusti eivätkä aiheuta pinnan kuplimista. Tasainen pinta toimii myös eristeenä sulan lasin pinnalla vähentäen lämpöhäviöitä.

Varasyöttölaitteet koostuvat moottorikäyttöisistä epäkeskotärykuljettimista. Epäkeskotärykuljettimilla pystytään ajamaan raaka-aine uuniin kahteen kohteeseen uunin holvin kautta. Uunin kapasiteettia joudutaan rajoittamaan, jos joudutaan olemaan varasyötöllä useita tunteja, koska lasi ei sula yhtä vaakaasti kuin normaalisyötöllä. Toimintavarmuutta on onnistuttu parantamaan, kun edellä mainitut järjestelmät on hajautettu eri jakelumuintajille MA ja UA. Tästä on paljon hyötyä, kun korjataan tai huolletaan jakokeskusta, josta siirretään sähkö varsinaisen syöttölaitteen keskukseen.

### **3.7 Sirun käsittelyn laitteet**

Kuidutuskoneeseen tulleen häiriön vuoksi tai tuotannon ollessa keskeytyksissä huoltoon varatun huoltojakson, ohjataan kuidutuskoneille normaalin tuotannon aikana valuva lasi ränniputkea pitkin sirukolakuljettimelle ja siitä edelleen hihnakuljettimia käyttäen omasirusiiloon tai ulko-varastointiin. Tähän toimintoon kuuluvat myös vesipumput ja niiden toimilaitteet, joilla käsiteltävä vesi jäähdytetään ja kuljetetaan ränniputkea pitkin kolakuljettimille.

Sokkivaikutus hajottaa valuvan lasivanan sirumaiseksi, jolloin sitä on helppompaa käsitellä myöhemmissä vaiheissa.

Lasin valuminen kanavassa ja uunissa on varmistettava, vaikka tuotanto ei olisikaan käynnissä tai mahdollisen sähköhäiriön vuoksi. Platinasuppiloita lämmitetään niiden läpi johdetulla sähkövirralla, joka on myös varmennetun sähköjakelun piirissä.

### 3.8 Jäähdytysjärjestelmät

Prosessin jäähdytysvesilaitteisto ja siruvesilaitteisto on oltava toiminnassa myös tuotannon keskeytyksen aikana. Hyvinkään tehtaalla on kaksi ensiöpiirin jäähdytyspumppua, joista molemmat on varmennetun verkon piirissä.

Sähkökatkon sattuessa on pystyttävä hallitsemaan uunikivien pintalämpötilaa lasiuunin pintarakenteiden jäähdyttämiseen käytettyjen puhaltimien avulla. Uunin korkean lämpötilan takia on välttämätöntä jäähdyttää uunin pohjarakenteita.

Automaatiojärjestelmän toiminta on välttämätöntä prosessin hallinnassa ja valvonnassa myös sähköverkon häiriötilanteissa, siksi elektroniikkatilojen jäähdytyslaitteet ovat varmennetun jakelun piirissä.

## 4 TEHTAAN NYKYINEN UPS-LAITTEISTO

### 4.1 UPS-laitteiden kilpiarvot

Sisääntulossa on kolme vaihejohtinta, nolla- ja PE-johdin. Nimellisarvot ovat vaihtosähköä 400 V, 50 Hz ja 34 A. Akustossa on tasasähköä  $2 \times 288$  V ja se tuottaa 50 A:n virran. Ulosmenossa on kolme vaihejohtinta, nolla ja PE-johdin. Nimellisarvot ovat vaihtosähköä 400 V, 50 Hz ja 44 A. (Taulukko 1.)

Taulukko 1. Input, battery ja output

<i>Input</i> <i>Sisääntulo</i>	3/N/PE	AC	400 V	50 Hz	AC 34 A
<i>Battery</i> <i>Akkusto</i>	-	DC	$2 \times 288$ V	-	DC 50 A
<i>Output</i> <i>Ulosmeno</i>	3/N/PE	AC	400 V	50 Hz	AC 44 A

UPS on 30 kVA:n/21 kW:n järjestelmä. Molempia arvoja voidaan käyttää, kun puhutaan tehosta. Näennäistehoa käytetään harvemmin puhekielessä, kuin pätötehoa. Nimellisteho on tehokertoimella 0,7, induktiivisella tai epälineaaraisella kuormalla. Tulon tehokerroin on  $>0,96$  ( $\cos\phi = 1$ ). Tehohäviö on 1 300 Wattia.

Taulukko 2. Ylikuormitus

101 % - 110 %	10 minuuttia	(online)
111 % - 125 %	60 sekuntia	(online)
126 % - 150 %	30 sekuntia	(online)
151 % - 170 %	5 sekuntia	(online)
125 %	jatkuva	(ohitus)
1 000 %	yhden jakson ajan	(ohitus)

UPS:a voidaan ylikuormittaa mukaisesti (taulukko 2). *Onlinessa* voidaan kuormittaa 101 – 110 % 10 minuuttia, 111 – 125 % 60 sekuntia, 126 – 150 % 30 sekuntia ja 151 – 170 % 5 sekuntia.

#### 4.2 UPS-järjestelmän kuvaus

Katkeamaton tehonsyöttöjärjestelmä (UPS) suojaa herkkiä elektronisia laitteita heikkolaatuiseen verkkovirtaan liittyviltä ongelmilta ja täydellisiltä sähkökatkoksilta, kuten työasemia, tietokoneita, prosessinohjausjärjestelmiä.

Herkät elektroniset laitteen on suojattava erilaisilta sähköisiltä häiriöiltä. Herkkien laitteiden sähkönsyöttöön käytettävässä vaihtovirtaverkossa saattaa häiriöitä aiheuttaa ulkoiset häiriöt (salamaniskut, radiolähteet, voimalaitosviat) ja sisäiset häiriöt (sähkömoottorit, hitsauslaitteet, ilmastointikoneet). Verkkokatkokset, hitaat jännitevaihtelut, alijännitteet, taajuusvaihtelut, ylijännitteet ja muut häiriöjännitteet ovat tällaisia häiriöitä.

UPS pitää jännitteen tasaisena ja poistaa kaikki häiriöt tulevasta sähkövirrasta. Verkkosyötössä esiintyvät häiriöt eivät pääse kriittiseen järjestelmään,



jossa ne voisivat tuhota ohjelmistoja ja aiheuttaa laitteistojen toimintahäiriötä.

### 4.3 UPS-laitteiston yleiskuvaus

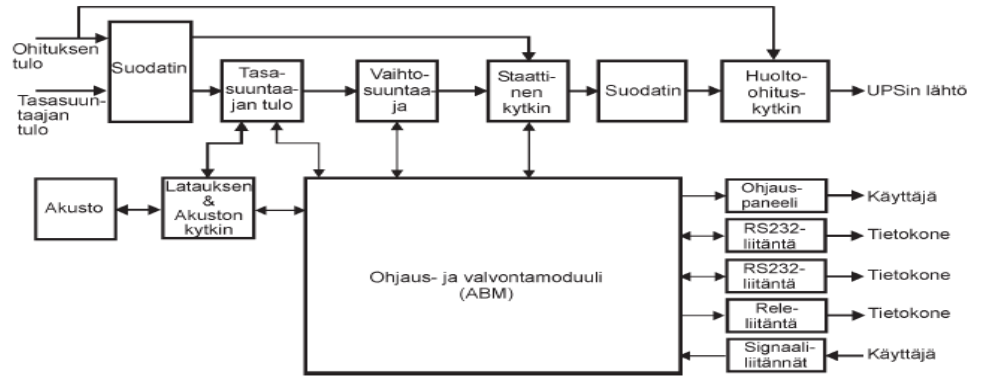
Powerware 9305 on kaksoismuunnos- *on-line*-UPS, joka on tarkoitettu teollisuusautomaatiojärjestelmien ja tietokonejärjestelmien suojaukseen. UPS tasasuuntaa tulevan verkkojännitteen, jonka jälkeen vaihtosuuntaa sen ja syöttää jatkuvaa, puhdasta tehoa kriittisiin kohteisiin. UPS pitää samalla akut jatkuvasti ladattuna, kun se syöttää kuormaa.

Jos verkkovirta jostain syystä katkeaa, UPS jatkaa tehonsyöttöä aiheuttamatta katkoksia lähtöjännitteeseen. Jos sähköhäiriö kestää jostain syystä yli varakäyntiajan, UPS sammuu estääkseen akkujen täydellisen tyhjenemisen. Kun verkkojännite saadaan palautettua, UPS käynnistyy automaattisesti ja alkaa syöttää kuormaa ja ladata akkuja. Hyvinkäällä UPS-laitteistot ovat varmennetun sähkönjakelun perässä, jolloin pidempikään verkkokatko ei aiheuta edellä mainittua akkujen täydellistä tyhjentymistä.

### 4.4 UPS-laitteiston lohkokaavio

Verkossa esiintyvät transientit vaimennetaan tulosuodattimessa. Vaihtojännite tasasuunnataan ja sen suuruutta säädetään tasasuuntaajassa, joka syöttää invertteriä ja akkulaturia akuston pitämiseksi täysin ladattuna. Invertteri muuttaa tasajännitteen takaisin vaihtojännitteeksi, jolla kuormaa syötetään. Jos invertteri ylikuormittuu, tai se ei pysty syöttämään kuormaa, staattinen kytkin siirtää kuorman ohituslinjaan. Verkkokatkoksen aikana kuormaa syötetään akuista.

Laturi pitää akut täysin ladattuina. Akkukytkin määrää virran suunnan joko akkuihin tai akuista UPS:iin. Normaalitilanteessa kuormaa syötetään verkosta, jolloin kytkin on auki, ja akut pidetään täysin ladattuina. Verkkohäiriöiden aikana kytkin sulkeutuu ja kuormaa syötetään akuista. ABM-järjestelmällä varustetut ohjaus- ja valvontapiirit valvovat ja ohjaavat UPS:n toimintaa ja testaavat akkuja. UPS voidaan ohittaa huoltoa varten huoltokytkimellä (kuva 3). /7, s.6./







Kuva 3. Lohkokaavio /7, s.6/

#### 4.5 Ohjauspaneelin toiminnot

Ohjauspaneelin tarkkailu on erittäin tärkeää sen toiminnan kannalta (taulukko 3). Ohjauspaneelin neljä LED:iä ilmaisevat UPS:n toimintatila. Ylin vihreä LED palaa, kun lähtöliittimissä on jännite ja UPS on normaalikäytöllä tai staattisesti ohitettuna. Toisena on keltainen LED, joka palaa, kun UPS toimii akkukäytöllä. Kun LED vilkkuu, akkujännite on alhainen ja vain muutaman minuutin varakäyntiaikaa on jäljellä. Kolmas LED on myös keltainen, joka palaa, kun UPS on käynnissä ja ohitettuna. Viimeinen LED on punainen, joka palaa, kun UPS:n toimintatila vaatii välittömiä korjaustoimenpiteitä.

Taulukko 3. Ohjauspaneelin LED:t

	Lähtöliittimissä on jännite ja UPS on normaalikäytöllä tai staattisesti ohitettuna.
	UPS toimii akkukäytöllä. Kun LED vilkkuu, akkujännite on alhainen ja vain muutama minuutti varakäyntiaikaa jäljellä.
	UPS on käynnissä ohitettuna.
	UPS:n toimintatila vaatii välittömiä korjaustoimenpiteitä.

Huollon ja käytön kannalta mittarinäyttö on erittäin tärkeä. Mittarinäyttö ilmaisee tiedot UPS:n erilaisista mittauksista. Lähtöjännite ilmaisee lähdön kunkin vaiheen vaihtojännitteen (V). Lähtövirta ilmaisee lähdön kunkin vaiheen virran (A). Lähtöteho ilmaisee lähdön kunkin vaiheen tehon (kW). Lähtötaajuus ilmoittaa käytettävän taajuuden (Hz). Ohitusjännite ilmaisee

ohituksen kunkin vaiheen jännitteen. Tulojännite ilmaisee kunkin vaiheen tasasuuntaajan tulojännitteen. Akkujännite ilmaisee tasajännitteen akkujen plus- ja miinusnavassa. Akkuvirta ilmaisee tasavirran akkujen plus- ja miinusnavoissa. Sisälämpötila ilmaisee UPS:n sisälämpötilan (°C). Akkujen varakäyntiaika ilmaisee akkujen varakäyntiajan minuutteina. Jos varakäyntiaika on yli 90 minuuttia, näytöllä lukee 9 999. (Liite 3.)

#### 4.6 Akkujen varakäyntiajat suhteessa lähtötehoon

UPS koostuu varsinaisesti laitteesta ja katkeamattoman tehonsyötön varmistavista akuista. UPS:n lähtöteho on valittava suojattavan järjestelmän kokonaistehontarpeen mukaan. Suojattavan järjestelmän mahdollisen laajennuksen ja todellisen tehontarpeen laskennassa tai mittauksessa esiintyvien epätarkkuuksien vuoksi tulisi lähtöteho olla jonkin verran suurempi kuin laskennallinen arvio. Akut pitää mitoittaa halutun varakäyntiajan mukaan. Jos kuorma on pienempi kuin UPS:n nimellisteho, varakäyntiaika on pidempi.

#### 4.7 UPS-laitteiston sähköliitännät

UPS:ssa on 230 V:n syöttö sisäiseen modeemiin tai kannettavaan tietokoneeseen liitettäväksi. Liitäntä tehdään liittimeen X5. Syöttö on suojattu 10 A:n automaattisulakkeella F3. UPS:n sähköliitännät ovat merkitty taulukkoon 4 seuraavasti:

*Taulukko 4. Akkujen varakäyntiajat suhteessa lähtötehoon*

L1	L2	L3	N	PE	Liitäntä tasasuuntaajalle
L1	L2	L3	N	PE	Liitäntä ohitussyötölle
L1	L2	L3	N	PE	Liitäntä kuormalle
+	-		N	PE	Liitäntä ulkoisille akuille

UPS on varustettu myös lämpötila-anturin liitännällä lisävarusteena saatavan erotusmuuntajan ja tulosuodattimen liitäntää varten. Liitin X7 on tarkoitettu erotusmuuntajalle ja liitin X12 on tarkoitettu tulosuodattimelle. (Liite 4.)

#### 4.8 UPS-asennus

Kaapeli suojataan hitailla gG/gL – sulakkeilla (liite 5 ja 6). Taulukossa 5 esitellään tarvittavat sulakekoot ja johtimien poikkipinta-alat, joita käytetään UPS:n asennuksessa:

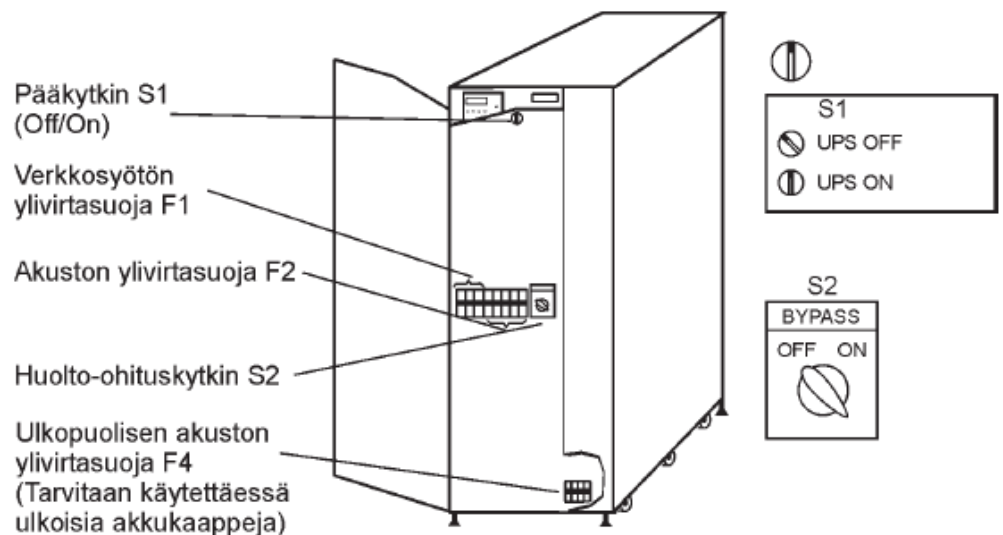
Taulukko 5. Viisijohtimisten 20 – 30 kVA UPS-asennusten sulakkeet ja kaapelipoikkipinnat kaksikaapelisella tuloliitännällä

Teho	Sulake1	Sulake2	Sulake3	Kaapeli.A	Kaapeli.B	Kaapeli.C	Kaapeli.D*
20 kVA	35 A	35 A	100 A	10 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>
30 kVA	50 A	50 A	100 A	10 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>

\*) Kaapeli D on mitoitettu UPS:n yhteyteen asennettavien akkukaappien mukaisesti. Paksumpia kaapeleita tarvitaan, kun asennetaan akkukaapit kauemmaksi UPS:sta.

#### 4.9 Huoltokytkimen käyttö UPS-laitteistossa

UPS on varustettu huoltokytkimellä sen ohittamiseksi huollon aikana. Kytkin sijaitsee yksikön oven takana. Huoltokytkimessä on kolme asentoa (kuva 4).



Kuva 4. Käynnistys ja sammutuskytkimet (etuovi avattuna) /7, s.28/

OFF-asennossa teho syötetään verkosta tasasuuntaajaan ja ohitustuloihin. Kun UPS on käynnissä, kuormaa syötetään vaihtosuuntaajan tai staattisen kytkimen kautta.

*BYPASS*-asennossa UPS ohitetaan mekaanisesti ja kuormaa syötetään ohituslinjan kautta. UPS:a voidaan tässä asennossa testata kuormaa häiritsemättä. *OFF*-asennossa, kun UPS sammutetaan ja huoltokytkin on *BYPASS*-asennossa, UPS on erotettu syöttö- ja lähtöpiiristä. Lisäksi UPS-laitteistoon on lisätty erillinen mekaaninen ohituskytkin (liite 7).

#### 4.10 UPS-laitteiston huolto

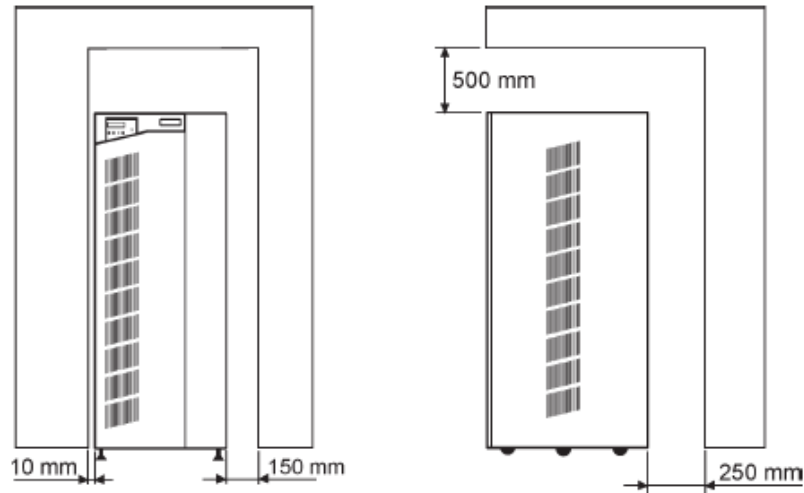
Kaikkien käyttöön ja huoltoon osallistuvien henkilöiden on erittäin tärkeää lukea annetut turvaohjeet, koska UPS toimii *on-line*-tilassa ja sisältää akuston, jonka lähtöliittimissä on suuri virta ja jännite. UPS-laitteita on käsiteltävä varoen akkuihin varastoituneen suuren energiamäärän vuoksi.

Yksikön sisälle kohdistuvia toimenpiteitä saa suorittaa ainoastaan valmistajan tai valmistajan valtuuttaman edustajan henkilöstö. Tietyissä kotelon sisällä olevissa komponenteissa on suurjännite ja niiden koskettaminen on hengenvaarallista. Käyttäjälle sallitut toiminnot ovat UPS:n käynnistys ja sammutus, käyttöliittymän käyttö, tiedonsiirtokaapelin liittäminen ja UPS:n toiminnan valvonta *LanSafe III* tai *PowerVision*-ohjelmistolla.

Ratkaisevan tärkeää UPS:n toiminnan kannalta on akkujen kunto. UPS:ssa on automaattinen valvontamoduuli akuille (ABM), joka valvoo jatkuvasti akkujen kuntoa. UPS antaa hälytyksen näytöllä ja äänimerkillä, jos akkujen teho on heikentynyt merkittävästi. Ennakoivan huollon yhteydessä on suositeltavaa suorittaa akuille purkaustesti kerran tai kaksi kertaa vuodessa.

#### 4.11 Huomioitavaa UPS-laitteistosta

Laitteistoa ei saa käyttää ympäristössä, jossa on tulenarkoja kaasuja tai höyryjä. UPS:ia ja akustoa ei saa asentaa ilmatiiviiseen tilaan. Laitteet on aina pidettävä pystyasennossa. Verkkoasennus on varustettava helposti käsiksi päästävällä erotuskytkimellä, koska UPS:ssa ei ole toimintoa, joka estäisi automaattisesti tehon takaisin syötön verkkoon. Laitteita ei saa altistaa kosteudelle eikä ääriämpötiloille. Akkujen käyttöiän maksimoimiseksi ympäristön lämpötilaksi suositetaan +15°C...+25°C. Laitteet pitää suojata ulkoisilta vaikutuksilta.



Kuva 5. Tilavaatimukset käyttöä, huoltoa ja ilmanvaihtoa varten /7, s.11/

Ilmanvaihdolle ja tilantarpeelle asetetut vaatimukset tulee täytyä. UPS:n ollessa käytössä sen vasemmalla puolella on oltava 10 mm, oikealla puolella 150 mm:n tila. Ilmanvaihtoa varten laitteen taakse on jätettävä 250 mm ja yläpuolelle 500 mm:n tila. Huoltoa varten laitteen edessä on oltava 100 mm vapaata tilaa (kuva 5). (Ks. liite 8. UPS-laitteiston mittapiirroukset)

#### 4.12 UPS-laitteiston varastointi

Jos UPS:a ei asenneta välittömästi, tai se otetaan pois käytöstä ja varastoidaan, UPS on säilytettävä alkuperäisessä pakkauksessaan. Suositus säilytyslämpötila on  $+15^{\circ}\text{C} \dots +25^{\circ}\text{C}$ . Jos UPS varastoidaan ilman akkuja, ympäristön lämpötilan pitää olla  $-25^{\circ}\text{C} \dots +55^{\circ}\text{C}$ . Laitteisto on aina suojattava kosteudelta (15...90% suhteellinen kosteus, ei kondensoitumista) ja sään vaikutuksilta. Jos UPS:a joudutaan varastoimaan pitkäksi aikaa, akkuja on ladattava puolenvuoden välein vähintään 8 tuntia.

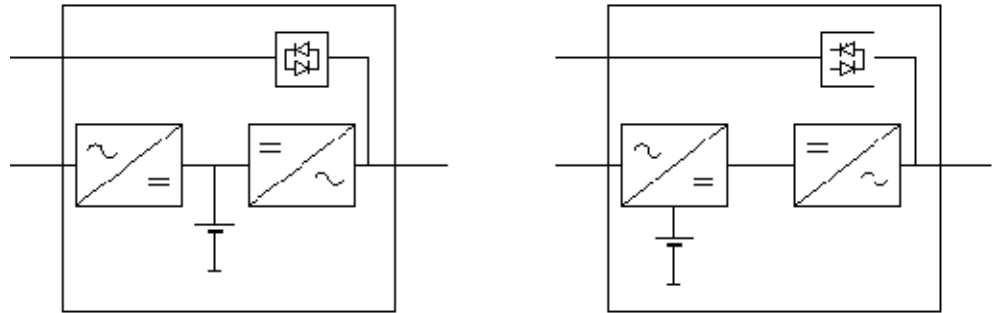
## 5 UPS-LAITTEEN VALINTA

### 5.1 UPS-laitteen valinta

UPS-laitteet varmistavat häiriöttömän sähkönsyötön kriittisille laitteille ja järjestelmille, joiden toiminta voi häiriintyä ratkaisevasti verkkojännitteen huonon laadun tai täydellisen katkeamisen vuoksi. Järjestelmiä, joiden turvaamiseksi UPS-laitteet soveltuva ovat tietokoneet, hälytys- ja turvajärjestelmät, prosessi- ja mittausjärjestelmät. /8. s.64./

## 5.2 UPS-laitteen ratkaisu

*On-Line* UPS soveltuu kaikkien kriittisten kuormien sähkönsyötön varmistukseen. Sähkö syötetään tasasuuntauksen ja vaihtosuuntauksen kautta kriittiselle kuormalle. UPS:n lähtöjännite on riippumaton syöttävän sähköverkon jännitteen vaihteluista, jännitepiikeistä, taajuusvaihteluista. UPS-laitteet on varustettu staattisella ohituskytkimellä. /8. s.64./



Kuva 6. ON-LINE UPS:ien toimintaperiaatteet /9, s.3/

Sähkönsyöttö siirtyy ylivirtatilanteissa ohitukselle. Kaikki siirrot ohitukselle ja takaisin vaihtosuuntaajasyötölle tapahtuvat katkoitta (kuva 6). Vasemmanpuoleinen kuva esittää Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy:n UPS-laitteistoa.

## 5.3 UPS-laitteiden rinnankäynti

UPS-sähkölle vaatimukset kasvavat jatkuvasti. 99,9 %:n käytettävyys ei riitä, koska jouduttaisiin hyväksymään vuodessa 9 tuntia sähkökatkoja. Nykyisin tavoitteena on 99.9999...%:n käytettävyys.

Taulukko 6. Luotettavuus eri UPS-ratkaisuissa

Järjestelmä	Luotettavuus	
Yksittäinen UPS ilman staattista ohituskytkintä	43 000 tuntia	n. 5 vuotta
Yksittäinen UPS staattisella ohituskytkimellä	358 333 tuntia	n. 40 vuotta
kaksi UPS:ia rinnakkain (Hot Sync)	1 979 708 tuntia	n. 235 vuotta

Luotettavuuslukuista nähdään, että rinnankytketyillä UPS-laitteilla saavutetaan huomattavasti parempi luotettavuus. Lisäksi sähkönsyöttö on turvattu UPS:illa toista huollettaessa. Järjestelmä ei kaadu yksittäisen vian vuoksi. UPS:n vikaantuessa toinen UPS huolehtii kuorman syötöstä. UPS:eilta saadaan kaksinkertainen oikosulkuvirta akkukäytöllä. (Ks. kahden UPS:n rinnankytkennän periaate, liite 9.)

#### 5.4 UPS-laitteiston teho ja varakäyntiaika

Mittaamalla saadaan selville tarvittava teho. Mittaus on suoritettava tehollisarvoa mittaavalla virtamittarilla. Tehokertoimen avulla voidaan laskea voltiampeerit ja watit. Volttiampeerit kertomalla tehokertoimella saadaan watit ja watit jaettuna tehokertoimella saadaan volttiampeerit.

$$100 \text{ VA} * 0,8 = 80 \text{ W ja } \frac{80 \text{ W}}{0,8} = 100 \text{ VA} \quad (1)$$

Tuloksia voi verrata kilpiarvojen kanssa tai ottaa mahdolliset arvot suoraan kilpiarvoista. Yhteenlaskettuna saadaan kokonaiskuorma. Laajennusvaraa on syytä jättää noin 30 %.

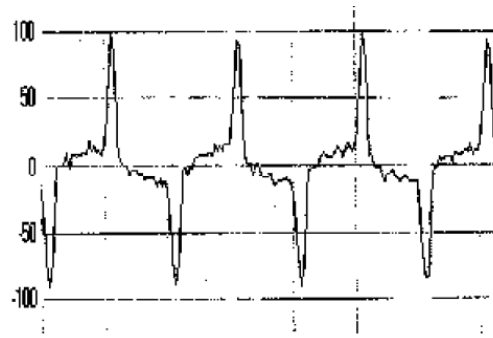
#### 5.5 Kaapelien mitoitus

Kaapelit on syytä mitoittaa 25 % vahvemmitse verrattuna normaaleihin mitoitussääntöihin, koska kuorma on usein yksivaiheista ja epälineaarista. Nollajohdon mitoituksessa on syytä ottaa huomioon epälineaarisen yksivaiheisen virran summautuminen. Nolla johdin on tämän vuoksi mitoitettava vähintään vaihejohtimien kestoisuutta vastaaviksi. MARM- ja MLJMR-tyyppisiä kaapeleita kannattaa käyttää, jos haluaa välttää häiriöitä mahdollisimman tehokkaasti. Kaapelit ovat häiriösuojattuja, mikä antaa paremman suojan häiriöiltä tavallisiin kaapeleihin verrattuihin. /10./

#### 5.6 Harmoniset yliaallot

Tietokoneessa virta on epälineaarinen ja sisältää runsaasti harmonisia yliaalloja. Harmonisista yliaalloista kolmas on haitallisin kaapeleita mitoitettaessa (150 Hz).





Kuva 7. Tietokoneyksikön ottama virta /9, s.8/

## 5.7 Tehokerroin

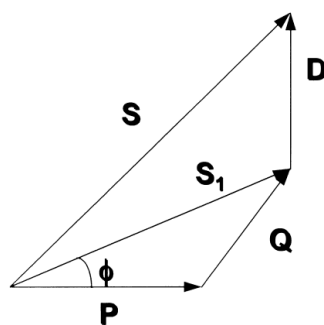
Harmoniset yliaallot kuormittavat ainoastaan verkkoa, jolloin ne eivät siirrä tehoa.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} \quad (2)$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (3)$$

$$\text{Tehokerroin} = \frac{P}{S} \quad (4)$$

$$\text{Perusaaltosisältö} = \frac{S_1}{S} \quad (5)$$



Kuva 8. Epälineaarisen kuorman vektoridiagrammi /9, s.9/

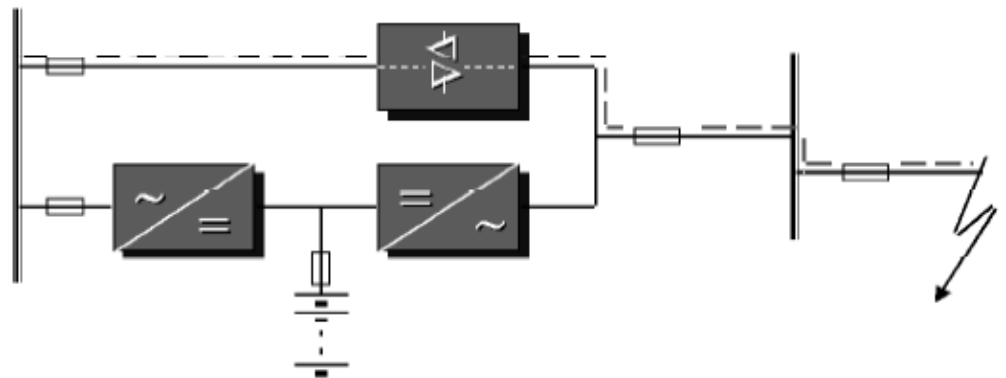
## 5.8 Virta N-johtimessa

Kolmas yliaalto summautuu nollajohtimeen, kun yksivaiheisia epälineaarisia kuormia liitetään kolmivaiheverkkoon. Jos sinimuotoiset vaihevirit olisivat samansuuruiset, ne kumoaisivat toisensa. (Ks. liite 10, virran muodostumisesta nollajohtimeen.)

## 5.9 Suojalaitteiden selektiivisyys

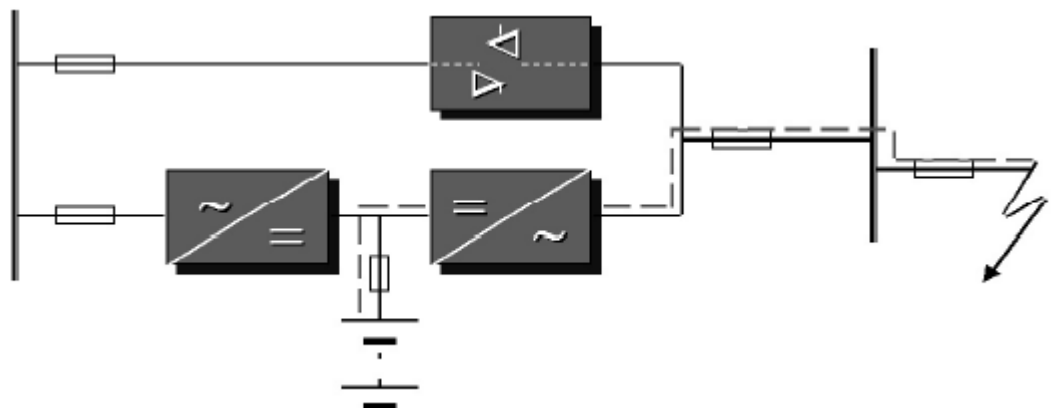
Tavallisesti käytettäviä suojalaitteita ovat sarjassa olevat sulakkeet, sarjassa olevat johdonsuojakatkaisijat, johdonsuojakatkaisija ja sulake sarjassa sekä vikavirtasuojakytkimet. UPS-laitteella yleisin suojalaite on sulake.

Sarjassa olevissa sulakkeissa selektiivisyys riippuu vikavirran suuruudesta. Normaalisti yhden tai kahden virtaportaan ero riittää sarjassa oleville sulakkeille. Selektiivisyys on hankalaa toteuttaa varmennetussa verkossa, koska oikosulkukapasiteetti on rajallinen.



Kuva 9. Oikosulkuvirta staattisen kytkimen kautta /9, s. 11/

Verkko selvittää oikosulkutilanteen, kun UPS-laitteella oikosulusta tai ylikuormasta johtuva ylivirta aiheuttaa kuorman siirtymisen verkolle staattisen kytkimen toimesta. (Kuva 9.) /9, s.11./



Kuva 10. Oikosulkuvirta vaihtosuuntaajan kautta akustosta /9, s. 12/

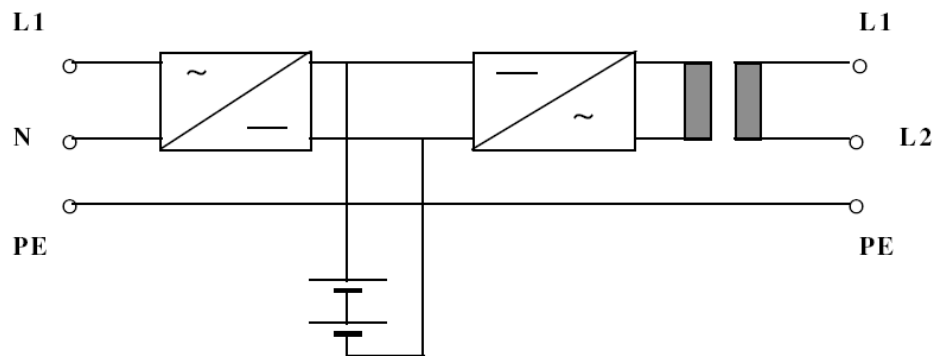
UPS-laitteen on selvitettävä tilanne verkkokatkoksen aikana. Oikein valitulla suojalaitteella verkon viallinen osa saadaan erotettua halutussa ajassa. Kuva 10.

### 5.10 Sulakkeiden käyttö oikosulkusuojaukseen

Sulakkeet ovat yleisempi ratkaisu, kun vertaamme sulakkeita automaatteihin. Sulake on usein nopeampi kuin automaatti, ja selektiivisyys on helpompi toteuttaa sulakkeita käyttämällä. Sulake rajoittaa oikosulkuvirtaa, ja se ei toimi käynnistystilanteessa niin helposti kuin automaatti. Sulakkeita käytettäessä on hälytysten saaminen suojan toimimisesta vaikeampaa kuin automaatteja käytettäessä. Sulakkeet vaativat myös enemmän tilaa kuin automaattit. (Ks. liite 11, sulakkeiden käytöstä)

### 5.11 Maasulun valvonta IT-järjestelmässä

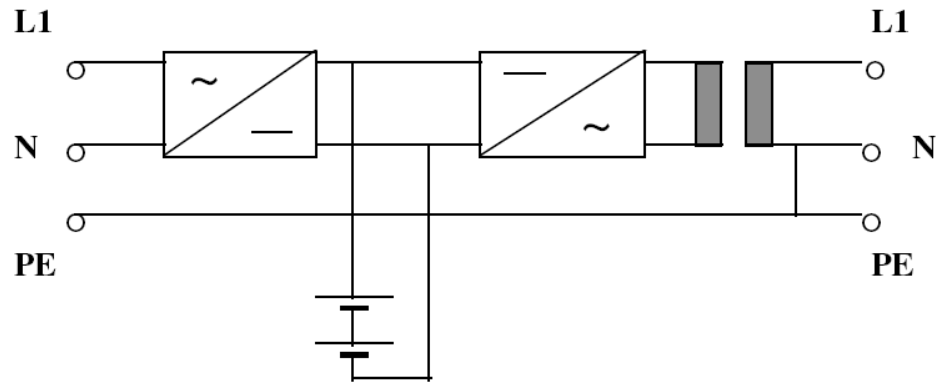
Jos UPS on varustettu galvaanisen erotuksen tekevällä lähtömuuntajalla ja siihen lisätään useampia sähkölaitteita, tarvitaan maasulun valvontaa. UPS-verkko muodostaa IT-järjestelmän, mikä on UPS:n jälkeinen verkko. IT-verkon maasulun valvonta ja suojaus voidaan toteuttaa esimerkiksi vikavirtasuojakytkimillä (kuva 11). /9. s.13./



Kuva 11. UPS-laitte, jonka jälkeinen verkko muodostaa IT-verkon /9, s.13/

### 5.12 Maasulun valvonta TN-S-järjestelmässä

Lähdön N on pääsääntöisesti maadoitettu galvaanisesti erotetussa muuntajassa. Maasulun valvontaa ei tarvita TN-S-järjestelmässä. 1-luokan laitteiden sallitut maksimi vuotovirrat on otettava huomioon suunniteltaessa maasulun valvontaa. Erityistä huomiota on kiinnitettävä maasulun valvontaan varustetun ryhmän laajuuteen (kuva 12). /9. s.14./



Kuva 12. UPS-laite, jonka jälkeinen verkko muodostaa TN-S järjestelmän /9, s. 14/

## 6 UPS-LAITTEEN AKUSTO

### 6.1 Suljettu lyijyakku

Suljettu lyijyakku soveltuu hyvin UPS:n käyttöön, jos ei ole tarvetta useiden tuntien varakäyntiaikaan. Lyhyillä purkausajoilla saatava energiamäärä on huomattavasti suurempi kuin avoimilla lyijyakuilla. Suljetulla lyijyakulla tarvittava ilmamäärä on neljännes siitä, mitä avoimet lyijyakut vaativat, jolloin sijoittaminen on paljon vapaampaa. Käytetyimmät akkutyypit ovat ns. 5 ja 10 vuoden akut. Suuremmilla tehoilla ja pitkillä varakäyntiajoilla käytetään 10 vuoden akkua. Suljettuja lyijyakkuja käytettäessä on huomioitava ympäristönlämpötila tarkasti. Suositeltava lämpötila on +20° C. Lämpötilan kohotessa 10° C:lla akun elinikä putoaa noin puoleen luvatususta käyttöiästä.

### 6.2 Avoin lyijyakku

Avoimen lyijyakun haittana on suuri tilan tarve ja purettavuus lyhyillä käyttöajoilla. Avoimia lyijyakkuja käytetään silloin, kun tarvitaan useiden tuntien varakäyntiaikaa. Akkujen käyttö vaatii oman akkuhuoneen ja ilmastoinnin.

### 6.3 Akkutila

Avoimet akustot on sijoitettava erilliseen ilmastoituun tilaan avotelineille. Avotelineet on varustettava vuotoaltailla, niiden edellyttämän huollon ja elektrolyytin vuotoriski takia. Tilan pitää olla mahdollisimman kuiva ja lämpötilan tulisi olla +15°C...+24°C, joka mahdollistaisi akuille mahdollisimman pitkän käyttöiän. /9./

## 7 NYKYISEN JÄRJESTELMÄN TILA JA PUUTTEET

### 7.1 Ulkoinen tarkastelu UPS-laitteille

Ulkoisesti tarkasteltaessa UPS-laitteet ovat moitteettomassa kunnossa, ja kaikki merkinnät ovat ajantasaisia (kuva13). Tilavaatimukset täyttyvät määräysten mukaan. Laitteet ovat helposti huollettavissa. Ilmanvaihdolle ei ole jätetty riittävästi tilaa. Ilmanvaihdolle saa riittävästi tilaa, kun siirretään UPS-laitteet kauemmaksi toisistaan.(Ks. liite 12, UPS-laitteiden sijainti).



Kuva 13. UPS-laitteet

### 7.2 Ulkoinen tarkastelu akustolle

Akusto 1 on varustettu Marathon L12V32 Pb-akuilla (48 kpl/288 kennoa), jotka ovat suljettuja akkuja. Akusto 2 on varustettu Tudor safety SGF 12/100 Pb-akuilla (48 kpl/288 kennoa), jotka ovat avoimia akkuja. Akustojen avotelineet ovat hyvässä kunnossa ja oikein mitoitettuja. Akusto 2 on varustettu määräysten mukaisesti vuotoaltaalla. (Kuva 14, akkuhuoneessa vasemmalla puolella on Marathon-akut ja oikealla puolella on Tudor-akut.)



Kuva 14. Akkuhuone

### 7.3 Akkuhuoneen vaatimukset

Akkuhuone täyttää standardin SFS-EN 50272-2-vaatimukset ilmanvaihdon riittävyyden kohdalta. Lisäksi se täyttää saksalaisen VDE 0510- standardin vaatimukset /11./

Ilmanvaihdonmäärä voidaan laskea yhtälöstä 6:

$$Q = 0,05 * n * I_{gas} * C_{rt} * 10^{-3} \quad (6)$$

jossa

$n =$  kennojen lukumäärä

$$I_{gas} = I_{float/boost} * f_g * f_s$$

$C_{rt} =$  kapasiteetti  $C_{10}$  lyijyakuille (Ah)

Laskemme erikseen suljettujen lyijyakkujen ja avoimien lyijyakkujen vaaditut ilmanvaihtomäärät.

Akusto 1: (suljetut lyijyakut)

$$I_{gas} = 8 * 0,2 * 5 = 8 \frac{mA}{Ah}$$

$$Q_1 = 0,05 \frac{m^3}{Ah} * 288 \text{ kpl} * 8 \frac{mA}{Ah} * 10^{-3} * 31,5 \frac{Ah}{kpl} = 3,63 \frac{m^3}{h}$$

Akusto 2: (avoimet lyijyakut)

$$I_{gas} = 4 * 1 * 5 = 20 \frac{mA}{Ah}$$

$$Q_2 = 0,05 \frac{m^3}{Ah} * 288 \text{ kpl} * 20 \frac{mA}{Ah} * 10^{-3} * 100 \frac{Ah}{kpl} = 28,80 \frac{m^3}{h}$$

$I_{gas}$  arvot saadaan liitteestä 13. Ilmanvaihdon kokonaistarve voidaan laskea yhtälöstä 7:

$$Q_{kok} = Q_1 + Q_2 \quad (7)$$

Ilmanvaihdon kokonaistarve, joka täyttää vaatimukset

$$Q_{kok} = 3,63 \frac{m^3}{h} + 28,80 \frac{m^3}{h} = 32,43 \frac{m^3}{h}$$

5-pistekanavamittauksen perusteella, poistoilmamäärä tilasta oli  $29,44 \frac{m^3}{h}$ . Tekmanni suoritti mittauksen vuonna 2006 (liite 14). Mittausten ja laskettujen arvojen pohjalta poistoilmamäärä ei olisi riittävä, joten muutokset tehtiin vuonna 2006. Tuloilma-aukon ansiosta nykyinen ilmanvaihto on riittävä.

#### 7.4 UPS-laitteiden sijoittaminen

UPS-laitteita ei ole hyvä laittaa liian lähelle toisiaan. Sähkövika saattaa päätyä räjähdykseen, mikä aiheuttaa vahinkoa myös ympäristölleen. Automaattinen palonsammutus ei ehdi torjumaan räjähdystä, mutta pystyy ehkäisemään laitepalot ja johtojen sulamiset. Suosituksena on siirtää UPS-laitteet kauemmaksi toisistaan. Lisäksi UPS-laitteiden väliin on hyvä rakentaa palonkestävä väliseinä. Väliseinän tarkoituksena on ehkäistä räjähtävän palon vaikutukset ja mahdolliset sirpaleet.

## 7.5 Laitekohtainen varmennus ja varmennuksen hajauttaminen

Suuret ja keskitetyt järjestelmät ovat huolto-, käyttö- ja investointikustannuksiltaan edullisimpia, kuin pienet ja hajautetut järjestelmät. Suuritehoisilla suojalaitteilla saavutetaan parempi hinnan ja tehon suhde. Laitteiden huoltaminen on keskittyneyttä ja järjestelmällisempää. Suurella teholla saavutetaan myös parempi sähkön laatu ja suojauksen selektiivisyys.

Suuremmat riskit liittyvät aina suureen keskitettyyn järjestelmään. Vaikutukset saattavat ulottua laajalle alueelle ja useisiin eri toimintoihin, jos järjestelmä vaurioituu tai häiriintyy.

Tärkeysluokitukseltaan erilaiset järjestelmät voidaan varmentaa eritasoisesti hajautetussa järjestelmässä. Tämä mahdollistaa kaikkein kriittisimpien toimintojen paremman varmentamisen ja pitää investointikustannukset samalla kohtuullisina. Hajautettu järjestelmä antaa paremman muunneltavuuden. Jos varmennettavat toiminnot tai järjestelmät sijaitsevat fyysisesti kaukana toisistaan on järkevää rakentaa niille erilliset varmennettavat verkot.

Keskitettyihin ratkaisuihin liittyvät riskit, järjestelmän vikatiheys ja mahdolliset seuraamukset ovat suhteellisen helposti nähtävissä. Hajautetussa ratkaisussa tämä ei ole niin helppoa, ja toiminta pitää ulottaa aina toiminnalliseen kokonaisuuteen. Hajautetussa mallissa kokonaisvarmuus heikkenee, jos toiminta vaatii useiden eri järjestelmien häiriöttömyyttä.

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy Hyvinkään tehtaalla on varmennetun verkon perässä useita järjestelmiä, joka puoltaa keskitetyn verkon käyttöä. Lisäksi UPS-laitteita on kaksi rinnakkain, mikä antaa hyvän mahdollisuuden huoltoihin.

## 7.6 UPS-laitteiston kaapelointi

Hyvinkään tehtaalla UPS-laitteisto on sijoitettu erilliseen huoneeseen prosessin keskivaiheelle. Sijainti on keskitetyn verkon käytön kannalta oleellinen. Johtopituudet saadaan pidettyä kohtuullisina. Kaapelit hajaantuvat kahden reittiin. Uudempi osa menee elektroniikkatiloihin ja vanhempi osuus kattaa kaikki muut tilat.





*Kuva 15. Elektroniikkatilojen kaapelointi*

Hyvinkään ratkaisussa 20 kV:n kaapelit on asennettu samalle reitille elektroniikkatilojen kaapeleiden kanssa noin 30 metrin matkalla. Lievennys riskiin on kuitenkin, että kaapelit kulkevat rakennuksen ulkopuolella ja siten palorisikin rajoittuvat lähinnä kaapeleista itsestään johtuviin vikoihin. (Kuva 15.)



*Kuva 16. Vanhemman osan kaapelointi*

Vanhemmassa osassa suurin riski on sama reittivalinta. Johdot menevät kiinni toisissaan varmentamattoman verkon kaapeleiden kanssa pitkiä matkoja sisätiloissa, mikä lisää riskiä esimerkiksi palon tai mekaanisen vahingoittumisen kannalta. Mänkilaitokselle, sideainelaitokselle ja vesilaitokselle kaapelin menevät osan matkaa tehtaan ulkopuolella samalla reitillä 20 kV:n kaapeleiden kanssa. (Kuva 16.)

Standardissa SFS 6000-5-52 esitetään johtimien ja kaapeleiden asennustavat, kuormitettavuudet eri asennustavoille, sekä asennustavoista riippuvat kuormituksen korjauskertoimet. Hyvinkään kaapelointi on toteutettu 4-johdin TN-C-järjestelmällä. Kaapelit ovat MCMK- ja AMCMK-tyyppiä. Hyvinkään tehdas on valmistunut vuonna 1982. Kaapeleiden mitoitus perustuu sen aikaisiin ohjeisiin. /3; 12, s.159/.

## 7.7 Sulakkeiden selektiivisyys

Sulakkeiden selektiivisyydellä tarkoitetaan vikatapauksia, jossa vain viallisen verkon osa poistuu jakelusta eli ainoastaan vikapaikkaa lähinnä olevat sulakkeet palavat. Ylemmän portaan varasuojina toimivat suojalaitteet eivät laukea, mutta ovat havahtuneina.

Hyvinkäällä selektiivisyys on pyritty saamaan sulakekokojen porrastuksella. Tämän johdosta selektiivisyys perustuu virran suuruuteen ja suojan laukaisukäyrän mukaisiin sulamis- tai toiminta-aikoihin. Peräkkäisten sulakkeiden kokoeron pitää olla vähintään yksi porrastus selektiivisyyden saavuttamiseksi. Mahdollisuuksien mukaan varminta on käyttää selektiivisyyden aikaansaamiseksi kahden sulakekoon porrastusta (taulukko 7).

Värikoodien ansiosta on mahdollista tarkistaa tulppasulakkeiden koot ilman, että joutuu aiheuttamaan katkon sulakkeen pois ottamisen ajaksi (liite 15). UPS-laitteisto suojaa kriittisiä kohteita, ja sulakkeiden pois ottaminen ei ole mahdollista.

Hyvinkään tehtaalla selektiivisyys ei ole kaikilta osin toteutunut. Alakeskusten sulakkeet on muutettava mahdollisuuksien mukaan porrastuksia vastaaviksi.

Taulukko 7. Sulakkeiden selektiivisyys gG sulakkeilla. Standardi IEC 60269

Syöttösulake gG	Selektiivinen sulake gG	Syöttösulake gG	Selektiivinen sulake gG
4 A	1 A	80 A	50 A
6 A	2 A	100 A	63 A
8 A	2 A	125 A	80 A
10 A	4 A	160 A	100 A
12 A	4 A	200 A	125 A
16 A	6 A	250 A	160 A
20 A	10 A	315 A	200 A
25 A	16 A	400 A	250 A
32 A	20 A	500 A	315 A
40 A	25 A	630 A	400 A
50 A	32 A	800 A	500 A
63 A	40 A	1 000 A	630 A

### 7.8 Todelliset kuormitusvirrat

Todelliset kuormitusvirrat on mitattu TES 3060 TRMS-pihtimittarilla (taulukko 8). Saatujen tulosten perusteella voimme laskea vaiheiden kuormat. Las-kuista voimme tarkastella kuorman jakautumista vaiheiden kesken (taulukko 9).

Taulukko 8. Todelliset ja arvioidut kuormitusvirrat

Tunnus	Tila	Mitattu	Arvioitu	Sulake/gG	Vaihe
NB02W	Varasto	1,6 A	15 A	25 A	L3
NB03W	Tuotantolinja	7,2 A	15 A	25 A	L1
NB08W	Kylkiäinen ja uunihalli	4,1 A	15 A	25 A	L2
NB09.-1W	Vesilaitos ja	3,6 A	15 A	20 A	L3
NB09-2W	Mänkilaitos				
NB10W	Sideainelaitos	4,1 A	15 A	25 A	L3
NB12W	Linjan elektronikkatila	15,6 A	20 A	20 A	L1
NB13W	Uunin elektronikkatila	9,7 A	15 A	35 A	L2

Saatujen tulosten perusteella on mahdollista pienentää tarvittaessa sulakkeiden kokoa. Esimerkiksi uunin elektronikkatilassa mitattu kuormitusvirta oli 9,7 A ja suojana on käytetty 35 A gG:n sulaketta. Sulakekokoa voidaan pienentää 20 A gG:n sulakkeeseen. Sulakekokoa pienentäessä on otettava huomioon myös lisättävät kuormat ja selektiivisyyden säilyminen ryhmätasolle asti.

Taulukko 9. Vaiheiden kuormitus

Vaihe	Virta
L1	22,8 A
L2	13,8 A
L3	9,3 A

Kuormitus jakautuu epätasaisesti vaiheiden kesken (taulukko 9). Kuormitukset on syytä jakaa mahdollisimman tasan vaiheiden kesken. Esimerkiksi NB03W-tuotantolinjan vaiheen voisi siirtää L1 vaiheelta L3 vaiheelle. Kuormitukset jakaantuisivat huomattavasti tasaisemmin.

## 7.9 Johtojen mitoitus UPS-laitteistolle

Yksivaiheinen oikosulku voidaan laskea yhtälöstä 8:

$$I_k = \frac{c * U}{\sqrt{3} * Z} \quad (8)$$

jossa

$I_k$  = pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta (A)

$c$  = kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteen

aleneman liittimissä, johdoissa, sulakkeissa,

kytkimissä jne.

$U$  = pääjännite (U)

$Z$  = virtapiirin kokonaisimpedanssi ( $\Omega$ ), joka muodostuu

–jakelumuntajaa edeltävän verkon impedanssista

–muuntajan impedanssista

–muuntajan jälkeisten johtimien impedanssista

Kun suojauslaitetta edeltävän verkon oikosulkuvirta  $I_k$  tai impedanssi  $Z_v$  tunnetaan, niin voidaan määrittää suurin sallittu johtopituus. Sallittu johtopituus voidaan laskea yhtälöstä 9.

$$l = \frac{\frac{c * U}{\sqrt{3} * I_k} - Z_v}{2 * z} \quad (9)$$

jossa

$l =$  johtopituus (km)

$c =$  kerroin 0,95

$U =$  pääjännite (V)

$I_k =$  oikosulkuvirta, joka aiheuttaa automaattisen, poiskytkennän vaaditussa ajassa (A)

$Z_v =$  impedanssi ennen suojalaitetta ( $\Omega$ )

$z =$  suojattavan johtimen impedanssi ( $\frac{\Omega}{\text{km}}$ )

Yhtälöstä 8 voimme laskea virtapiirin kokonaisimpedanssin:

$$Z_v = \frac{0,95 * 400V}{\sqrt{3} * 115A} = 1,908\Omega$$

UPS-laitteiston oikosulkuvirta saadaan liitteestä 16.

Yhtälöstä 9 voimme laskea suurimman sallitun johtopituuden.

$$l_{\text{varasto}} = \frac{\frac{0,95 * 400V}{\sqrt{3} * 110A} - 1,908\Omega}{2 * 0,800 \frac{\Omega}{\text{km}}} = 54m$$

Taulukossa 10. on laskettu kaikki suurimmat sallitut johtopituudet.

Taulukko 10. Suurimmat sallitut johtopituudet

Tunnus	Tila	Johdin tyyppi	Kaapelin poikkipinta $mm^2$	Sulake	Suurin sallittu johtopituus
NB02W	Varasto	AMCMK	3 x 50 + 15	25gG	54 m
NB03W	Tuotantolinja	AMCMK	3 x 35 + 10	25gG	40 m
NB08W	Kylkiäinen/ Uunihalli	AMCMK	3 x 35 + 10	25gG	40 m
NB09W	Vesilaitos/ Mänkilaitos	MCMK	3 x 16 + 16	20gG	237 m
NB10W	Sideainelaitos	AMCMK	3 x 35 + 10	25gG	40 m
NB12W	Linjan elektroniikkatila	AMCMK	4 x 35 + 10	20gG	309 m
NB13W	Uunin elektroniikkatila	AMCMK	4 x 35 + 10	20gG	309 m

Taulukossa 11 on mitatut johtopituudet. Mittauksessa apuna käytettiin Hiltin PD20-laseretäisyysmittaria.

Taulukko 11. Mitatut johtopituudet

Tunnus	Tila	Johtopituudet
NB02W	Varasto	270 m
NB03W	Tuotantolinja	85 m
NB08W	Kylkiäinen/Uunihalli	195 m
NB09W	Vesilaitos/Mänkilaitos	285 m
NB10W	Sideainelaitos	280 m
NB12W	Linjan elektroniikkatila	90 m
NB13W	Uunin elektroniikkatila	175 m

Taulukoista 10 ja 11 voimme päätellä johtopituuksien olevan liian pitkiä laskettuihin arvoihin nähden. Sulakekokoa muuttamalla saadaan johdinpituutta kasvatettua merkittävästi. Esimerkiksi NB03W-Tuotantolinjan sulakekokoa pienentämällä 20 gG:n sulakkeeseen, suurin sallittu johtopituus kasvaa 309 metriin.

### 7.10 Jännitteen alenema

Jännitteen alenema ja suhteellinen jännitteen alenema voidaan laskea kolmivaiheisella vaihtojännitteellä käyttäen seuraavia yhtälöitä:

$$\Delta U = I * l * \sqrt{3} * (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (10)$$

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_N} * 100\% \quad (11)$$

jossa

$$\Delta U = \text{jännitteen alenema volteissa (V)}$$

$$I = \text{kuormitusvirta (A)}$$

$$l = \text{johdon pituus (km)}$$

$$r = \text{ominaisresistanssi } \left(\frac{\Omega}{m}\right)$$

$$x = \text{ominaisreaktanssi } \left(\frac{\Omega}{m}\right)$$

$$U_N = \text{nimellisjännite}$$

$$\varphi = \text{jännitteen ja virran välinen vaihekulma}$$

$$\Delta u = \text{suhteellinen jännitteenalenema}$$

Jännitteen alenema voidaan laskea yhtälöstä 10. Taulukosta 8 saadaan kuormitusvirrat.



$$\Delta U_{varasto} = 1,6 A * 0,270 km * \sqrt{3} * (0,64 + 0,083) = 0,541 V$$

Suhteellinen jännitteen alenema voidaan laskea yhtälöstä 11.

$$\Delta u_{varasto} = \frac{0,541 V}{400} * 100 \% = 0,14 \%$$

Taulukossa 12 on laskettu jännitteen alenemat ja suhteelliset jännitteen alenemat.

*Taulukko 12. Lasketut jännitteen alenemat ja suhteelliset jännitteen alenemat*

Tunnus	Tila	Jännitteen alenema	Suhteellinen jännitteen alenema
NB02W	Varasto	0,541 V	0,14 %
NB03W	Tuotantolinja	1,021 V	0,26 %
NB08W	Kylkäinen/Uunihalli	1,334 V	0,33 %
NB09W	Vesilaitos/Mänkilaitos	2,186 V	0,55 %
NB10W	Sideainelaitos	1,915 V	0,48 %
NB12W	Linjan elektroniikkati- la	2,342 V	0,59 %
NB13W	Uunin elektroniikkati- la	2,831 V	0,71 %

SFS 6000:ssa on suositeltu, että jännitteen alenema ei saisi olla sähkölaitteiston liittymiskohdan ja sähkölaitteen välillä suurempi kuin 4 % sähkölaitteiston nimellisjännitteestä. /13./

Laskettujen arvojen perusteella voimme todeta jännitteen aleneman olevan sallituissa rajoissa. Jännitteen alenema ei ole ongelma. Kaikki lasketut arvot ovat alle 1 %:n, joka on erinomainen tulos.

## 7.11 Sähköpiirustukset

Sähköpiirustukset päivitettiin *CADS Planner Electric 14* sähkösuunnittelun- ja urakoinnin ohjelmistolla. Kaikki keskuskaaviot päivitettiin saaduilla ja hankituilla tiedoilla.



Kuva 17. Uusi elektroniikkatilan keskus

Uusien keskusten kuvat olivat helposti päivitettävissä. Keskuksissa oli johdot merkitty esimerkillisesti. Kaappien sisällä oli lista sulakkeista, ja mitä ne suojaavat. Kuva 17 on linjan elektroniikkatilasta.



Kuva 18. Vanha tuotantolinjan keskus

Vanhempien keskusten kuvat olivat erittäin hankalasti päivitettäviä. johdotukset on puutteellisesti merkitty. Sulakkeista ei ollut saatavilla riittävää informaatiota. Osa merkinnöistä oli vanhoja, joihin ei ole päivitetty uusia. Vuosien saatossa keskuksia on päivitetty, mutta kuvia ei ole päivitetty. (Kuva 18, tuotantolinjanlinjan keskus.)

Elektroniikkatilojen kuvat saatiin päivitettyä ja puutteita ei ollut havaittavissa. Vanhojen keskusten kuvat jäivät puutteellisiksi, mutta helposti päivittäviksi. (Ks. NB12W-linja elektroniikkatilan keskuskaaviot, liite 17.)

### **7.12 Muuntaja UPS-laitteistolle**

Muuntajan käytöllä saadaan selkeät vikavirtatiet ja erilliset jakeluverkot. Muuntajan tehoksi määritellään vähintään UPS:n näennäisteho (kVA). Muuntajana käytetään yleensä Dyn-kytkentämuuntajaa. Erotus- ja häiriön-suojamuuntajien käytössä on PEN-, N- ja PE-kytkennät tehtävä määräysten mukaisesti. N-PE-erotus tulisi tehdä UPS-jakelukeskuksen pääkeskuksessa. Muuntajien kytkentävirtasysäys on noin 10 kertaa nimellisvirran suuruinen.  
/9./

### **7.13 Sulakkeiden ja johdonsuojakatkaisijoiden vertailu**

Hyvinkään tehdas on valmistunut vuonna 1982. Kaapeleiden mitoitus ja suojaukset perustuu sen aikaisiin ohjeisiin. Standardin SFS6000 mukaan kiinteästi asennetuille sähkölaitteille hyväksytään usein 5 sekunnin poiskytkentä aika. Siirrettävien tai kädessä pidettävien luokan I sähkölaitteiden vika on kytkettävä pois 0,4 sekunnissa. Säännös koskee vaihejohtimen ja jännitteelle alltiiden osien välistä vikaa.

Taulukossa 13 on esitetty pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille. Taulukossa on käytetty 10 A johdonsuojakatkaisijoita esimerkkinä verrattaessa Hyvinkään tehtaassa UPS-laitteiden oikosulkuvirtaa. Hyvinkään tehtaalla olevassa UPS-laitteistossa oikosulkuvirta on 115 A. Pieni oikosulkuvirta vaikeuttaa johdonsuojakatkaisijan valintaa.

Taulukko 13. Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille

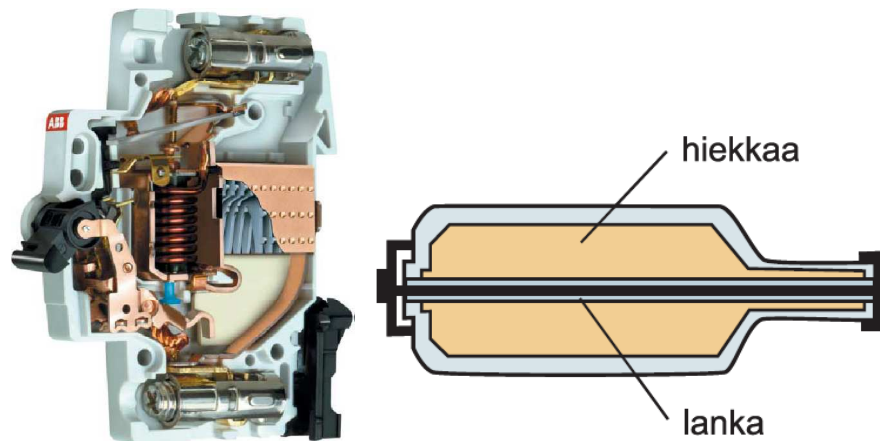
Johdonsuojakatkaisijat	Nimellisvirta	Pienin oikosulkuvirta
gG-typin sulake ja vaadittu poiskytkentäaika on korkeintaan 5,0 s	10 A	46,5 A
B-typin johdonsuojakatkaisija	10 A	50 A
gG-typin sulake ja vaadittu poiskytkentäaika on korkeintaan 0,4 s	10 A	82 A
C-typin johdonsuojakatkaisija	10 A	100 A

Automaattisulakkeessa on hidastettu terminen laukaisu ylikuormitussuojana ja magneettinen pikalaukaisu ”lyöntiankkurijärjestelmällä” toimii oikosulkusuojana. Tämä antaa pienen etumatkan automaattisulakkeelle verrattaessa tulppasulakkeeseen. Lisäksi automaattisulakkeessa on laajempi mahdollisuus valita sopiva laukaisuominaisuus suojaukseen (taulukko 14).

Taulukko 14. Johdonsuojakatkaisijoiden valinta

Toimintakäyrä	Käyttökohde
Z, A (erikoisnopea)	Pitkillä kaapeleilla, kun oikosulkuvirta on alhainen. Lisäksi muuntajat, tyristorit ja diodit.
B (nopea)	Johdonsuojaus, resistiiviset kuormat, valaistus, lämmitys.
C (hidas)	Resistiiviset, kapasitiiviset ja lievästi induktiiviset kuormat, johdonsuojaus, valaistus, lämmitys.
D, K (erittäin hidas)	Voimakkaasti induktiiviset ja kapasitiiviset kuormat, jotka aiheuttavat voimakkaan käynnistysvirtasysäyksen. Muuntajat, moottorit, kondensaattorit, virtalähteet yms.

Hyvinkään tehtaalla ei ole pakottavaa tarvetta vaihtaa tulppasulakkeita automaattisulakkeisiin. Enintään 5,0 sekunnin poiskytkentäaika mahdollistaa alhaisemman oikosulkuvirran UPS-laitteistossa. Pienintä oikosulkuvirtaa tutkimalla huomataan tulppasulakkeen olevan riittävä suoja. Uusia keskuksia asentaessa on syytä pohtia mahdollisia muutoksia sulakkeissa. Automaattisulakkeiden etuna on niiden pieni tilantarve ja laaja valikoima (kuva 19).



Kuva 19. Automaattisulakkeen ja tulppasulakkeen rakenteet /14/

#### 7.14 Vikavirtasuojat

Vikavirtasuojakytkin on herkkä lisäsuojalaite, joka täydentää sulakkeen antamaa suojasta. Suoja valvoo eristysvikoja ja katkaisee vahingolliset vuotovirrat ja jännitteet. Vikavirtasuojakytkin antaa myös lisäsuojan mahdollisen sähköpalon varalle.

Vikavirtasuojakytkimen toiminta perustuu sähköjohdon meno- ja paluuvirran mittaamiseen. Vaihe- ja nollajohtimessa kulkee yhtä paljon virtaa, jos vikaa ei ole. kun virtojen erotus ylittää vikavirtasuojakytkimen laukaisurajan, niin suoja katkaisee virran. /15./

## 8 SUOSITUKSIA HAVAITTUJEN PUUTTEIDEN POISTAMISEEN

Tämän insinööriyön tuloksena tehtiin havaintoja, jotka vaativat välittömiä tai myöhemmin suoritettavia toimenpiteitä. Seuraavassa on kolmeen ryhmään jaettuna ne toimenpiteet, joiden katsotaan vaativan huomiota. Osa parannuksia tehtiin jo työn aikana.

Työn aikana tehtiin seuraavat parannukset:

- alakeskuksista piirrettiin keskuskaaviot
- elektroniikkatilojen keskuskaavioiden päivitys
- jännitteen aleneman tarkistus.

Parannukset, jotka olisi toteutettava mahdollisuuksien mukaan pikimmiten:

- alakeskusten keskuskaavioiden päivitys
- UPS-laitteiston siirtäminen kauemmaksi toisistaan ja väliseinän rakentaminen
- kuormituksen tasaus vaiheiden L1, L2 ja L3 kohdalla
- laskennallisten johtopituuksien kasvattaminen sulakekokoja pienentämällä
- alakeskusten selektiivisyyden päivittäminen.

Parannukset, jotka voivat odottaa esimerkiksi 2 - 8 vuotta ovat:

- UPS-laitteiston uusiminen oikosulkuvirran kasvattamiseksi
- selkeän vikavirtatien saavuttamiseksi muuntajan lisääminen UPS-laitteiston syötön puolelle
- vanhojen alakeskusten uusiminen.

## 9 YHTEENVETO

Tässä työssä selvitettiin Hyvinkään tehtaan UPS-laitteiston nykyistä tilaa ja tarvittavia päivityksiä. Työn edetessä oli havaittavissa vanhan UPS-laitteiston selkeä jälki. Johdotuksia ei ole muutettu uutta UPS-laitteistoa asennettaessa. UPS-laitteiston sijoituspaikka on erinomainen. Vanha UPS-laitteisto vei paljon tilaa huoneesta. Nykyiset UPS-laitteistot ovat fyysiseltä kooltaan huomattavasti pienempiä, ja tämän ansiosta nykyiselle järjestelmälle on jäänyt paljon tilaa. Akkuhuoneelle on rakennettu erillinen tila, joka on riittävä.

Nykyisen UPS-laitteiston pienen oikosulkuvirran takia johtopituudet ovat turhan pitkiä. Sallittua johtopituutta voidaan lisätä pienentämällä sulakekokoja. Sulakekokoja pienentämällä joudutaan kuitenkin seuraavaan ongelmaan. Selektiivisyys on vaikea saada aikaiseksi alakeskuksille. Ongelmaksi koituu UPS-laitteiston pieni oikosulkuvirta. UPS-laitteistoa suurentamalla saadaan aikaiseksi isompi oikosulkuvirta. Isompi oikosulkuvirta antaa mahdollisuuden saavuttaa paremman selektiivisyyden. Jännitteen alenemasta ei ole ongelmia. Kaikki lasketut tulokset antoivat alle 1 %:n tuloksen, joka on riittävä.

Hyvinkään tehtaalla on varmennetun verkon perässä useita järjestelmiä, jotka puoltaa keskitetyn verkon käyttöä. Lisäksi UPS-laitteita on kaksi rinnakkain, mikä antaa hyvän mahdollisuuden huoltoihin.

Muuntajan käytöllä saataisiin selkeät vikavirtatiet ja erilliset jakeluverkot. Tarvittavat mittaukset olisi helpompi suorittaa. Muuntajana käytetään yleensä Dyn-kytkentämuuntajaa. Muuntaja tehoksi määritellään vähintään UPS-laitteiston näennäisteho (kVA).

Sähköpiirustukset tarvitsevat päivityksen Hyvinkään tehtaalla. Elektroniikka-tilojen piirustukset saatiin piirrettyä ajan tasalle. Vanhemmat asennukset joudutaan piirtämään jälkikäteen. Vanhemmista asennuksista on piirretty valmiiksi pohjat, jotka pitää täyttää ajantasaisiksi.

Nykyiset gG:n sulakkeet ovat erinomainen suoja UPS-laitteistossa. Hyvinkään tehtaalla on käytössä enintään 5,0 sekunnin poiskytkentä aika. Pienen oikosulkuvirran vuoksi gG:n sulakkeilla pienin oikosulkuvirta on riittävän alhainen. Korvaavina automaattisulakkeina voisi toimia Z-tyypin sulake. Automaattisulakkeiden etuna on niiden pieni tilantarve.

Lopuksi on mainittu suosituksia havaittujen puutteiden poistamiseksi. Toimenpiteet on jaettu kolmeen ryhmään: työn aikana, pikimmiten ja 2 - 8 vuoden aikana.

Edellä mainittujen havaintojen perusteella voidaan todeta, että UPS-laitteiston tilasta ja ominaisuuksista on oltava jatkuvasti perillä, jotta häiriötön ja turvallinen toiminta on mahdollista.

**LÄHTEET**

- /1/ Juhani Hykkyrän haastattelu. 21.9.2009. Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy.
- /2/ Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy: [verkkodokumentti, viitattu 16.2.2009] saatavissa: <http://www.isover.fi/fi/Yritysesittely/Saint-Gobain>
- /3/ Saint-Gobain and glass wool: The story of an international success. France 2007
- /4/ Hakasalo Markku: Insinööriyö. Hyvinkään tehtaan varavoimalaitoksen ajanmukaisuuden selvitys. Helsinki 2007.
- /5/ Vehmaa Jari: Insinööriyö. Teollisuuslaitoksen sähkönjakeluverkon hoito- ja huoltosuunnitelma. Helsinki 2002.
- /6/ Suomen Standardisoimisliitto: Standardi SFS-EN 1838. Valaistusovellukset turvavalaistus. 1999.
- /7/ 20-80 kVA UPS käyttö- ja asennusohje. Powerware 2004
- /8/ Varmennetut sähkönjakelujärjestelmät: ST-käsikirja 20. Forssan Kirjapaino Oy, Forssa. Espoo 2005
- /9/ UPS-käsikirja suomeksi: [verkkodokumentti, viitattu 18.2.2009] saatavissa: <http://www.powerware.com/products/manuals.asp> .
- /10/ Sähköinfo: [verkkodokumentti, viitattu 23.3.2009] saatavissa: <http://www.sahkoinfo.fi/verkkotuotteet/Viewer.aspx?id=876>
- /11/ Battery Technology Handbook, Second Edition. H.A.Kiehne. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel 2003
- /12/ Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry: 144 Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. 2005.
- /13/ Tiainen Esa: johdon mitoitus ja suojaus. Espoo: sähköinfo Oy, 2004
- /14/ Johdonsuojakatkaisijat: [verkkodokumentti, viitattu 20.9.2009] saatavissa: [http://library.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/26b7051f45e4e9cc125707300247ed9/\\$File/s200\\_1fi05\\_01.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/26b7051f45e4e9cc125707300247ed9/$File/s200_1fi05_01.pdf)
- /15/ Vikavirtasuoja: [verkkodokumentti, viitattu 20.9.2009] saatavissa: [http://www.sahkoturva.info/sahkon\\_kaytto\\_kotona/kodin\\_sahkoverkko/fi\\_FI/vikavirtasuoja/](http://www.sahkoturva.info/sahkon_kaytto_kotona/kodin_sahkoverkko/fi_FI/vikavirtasuoja/)



## 3-T-Monitori; jäävuori-raportti

JÄÄVUORI -raportti :: Hyvinkään ja Forssan tehdas ajalta 1/2009 - 1/2009

Lukumäärä	Poikkeama	Tehdyt korjaavat toimenpiteet
0	TF1 Yli yhden päivän poissaolo	0
0	TF2 Vajaan päivän poissaolo	0
2	TF3 Ensiaputapaus	1
3	TF4 Vähältä piti	2
14	TF5 Vaaranpaikka	9

## 3T-Monitori; poikkeamailmoitus

POIKKEAMAILMOITUS : : Perustiedot			
<b>Dokumentti:</b> 8639	<b>Laadittu:</b> 28.01.2009 08:28	<b>Laatija:</b> Nieminen Teemu	
<b>Emo:</b>	<b>Muutospäivä:</b> 06.02.2009 19:15	<b>Muokkaaja:</b> Levonen Heli	
<b>Versiot:</b> 3	<b>Lukittu:</b>	<b>Vastuuhenkilö:</b> Levonen Heli	
<b>Tila:</b> Käsitelty : Hyväksytyt			
<b>Otsikko:</b> Reaktorin tyhjennysventtiili vuotaa			
<b>Tapahtuma-aika</b> 26.1.2009 klo 10:00		<b>Turvallisuuspoikkeama</b>	
<b>Havainnon otsikko</b>		[ ] Tapaturma (TF1)	
Reaktorin tyhjennysventtiili vuotaa		[ ] Tapaturma (TF2)	
<b>Ilmoituksen laatija</b>		[ ] Työmatkatapaturma (TF1/TF2)	
Nieminen, Teemu - SG Rakennustuotteet Oy		[ ] EA-tapaturma (TF3)	
<b>Mihin kohdistuu</b>		[ ] Vähältä piti (TF4)	
/S-G Rakennustuotteet Oy/Hyväksytyt tehdas/Hartsilaitos/Hartsin valmistus/Hartsireaktorilaitteet		[x] Vaaranpaikka (TF5)	
<b>Tarkennus tapahtumapaikkaan</b>		<b>Ympäristöpoikkeama</b>	
Sideainelaitos, reaktorin välitaso		[ ] Ympäristöpoikkeama	
		[ ] Sidosryhmäpalautte	
		<b>Reklamaatio</b>	
		[ ] Toimittajareklamaatio	
		[ ] Aihoiden virheilmoitus	
		[ ] Laatu-poikkeama	
		[ ] Välitettävien tuotteiden reklamaatio	
		<b>Muita poikkeamia</b>	
		[ ] Tulipalot ja syttymät	
		[ ] Tuotantohäiriö (yli 10000€)	
<b>Havainnon kuvaus</b>			
Remontoitu venttiili alkoi tihkumaan ensimmäisen keiton yhteydessä, tiivistetty massalla (Machinery).			
<b>Korjaavat toimenpiteet jatkossa</b>		<b>Korjaavat toimenpiteet suoritettu</b>	
Tyhjennysventtiilin palloventtiilin välistä tiiviste vuoti, mahdollisesti lämpötilan vaikutuksesta. Venttiilin tiivisy testattiin vedellä, jolloin vuotoa ei havaittu. Vuoto korjattiin tiivistysmassalla. Venttiilin tiivisy on hankala testata tavalla, joka vastaisi todellisia keitto-olosuhteita. Jatkossa huoltojen jälkeen on tarkkailtava venttiilin tiiviyttä, jotta mahdolliset vuodot löytyvät mahdollisimman pian.		6.2.2009	
<b>Liitetiedostot</b>			
<b>Esikatselu</b>	<b>Tiedosto ja selite</b>	<b>Koko kiloina</b>	
	reaktorin_venttiilit.jpg <a href="#">[avaa]</a> <a href="#">[tallenna]</a>	705.69 Kb	
<a href="#">seuraava...</a>			

## 3T-Monitori; vaaranpaikka ja riskitason luokittelu

**POIKKEAMAILMOITUS :: Vaaranpaikka**

**Sattumisolosuhteet**

**Työtaji**

- Kirjallinen työlupa kunnossa
- Työn riskin arviointi tehty
- Käytössä oli tarvittavat suojavälineet

Haluan palkkion tästä ilmoituksesta

Kerään palkkiopisteitä

---

**ISHIKAWA -luokittelu (toistumisen estäminen)**

**Välineet**  
ok

**Materiaalit**  
ok

**Ympäristö**  
ok

**Johtaminen**  
Työn valvonta ja lopputarkastus. Varmistus, että tarvittavat testaukset on tehty.

**Menetelmät**  
Venttiilin pitävyyttä testattiin vedellä, ja siinä ei vuotoa havaittu. Testaus suuremmalla paineella ja korkeammalla lämpötilalla hankalaa.

**Työskentelytavat**  
Venttiilien tehotarkkailu venttiiliremonttien jälkeen, jotta mahdolliset vuodot huomataan mahdollisimman pian.

seuraava...

**POIKKEAMAILMOITUS :: Riskitason luokittelu**

**Esiintyminen**

- Epätodennäköinen
- Mahdollinen
- Todennäköinen

**Seurausten vakavuus**

- Vähäinen ja/tai kohtalainen
- Haitallinen ja/tai vaikea poistaa
- Vakava ja/tai pitkävaikutteinen

**Kohtalainen riski**

on ryhdyttävä toimenpiteisiin riskin pienentämiseksi. Ennaltaehkäisevien toimien kustannukset on kuitenkin määriteltävä ja rajattava tarkasti. Menetelmät ja toteutuksen aikataulu on määriteltävä. Voi olla tarpeen tarkastella riskin todennäköisyyttä, jotta perusteellisessa asiassa voidaan määrittellä tehokkaamminkin toimet tarpeelliseksi.

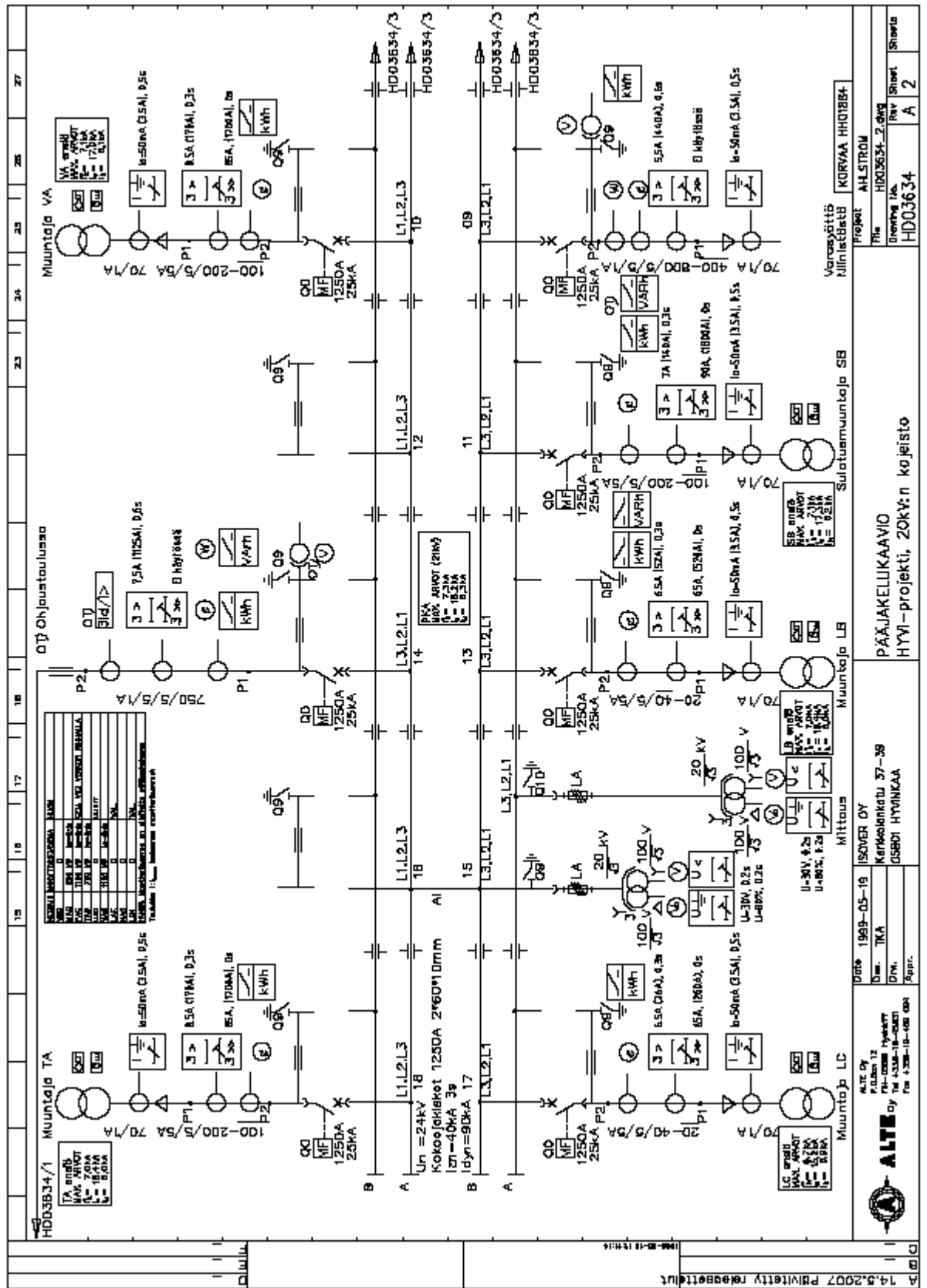
**Riskimatriisi**

	epätodennäköinen	merkityksetön	siedettävä	kohtalainen
<b>Esiintyminen</b>	mahdollinen	siedettävä	kohtalainen	merkittävä
	Todennäköinen	kohtalainen	merkittävä	sielämätön
		vähäinen ja/tai kohtalainen	haitallinen ja/tai vaikea poistaa	vakava ja/tai pitkävaikutteinen
		<b>Seuraukset</b>		

Riskimatriisi

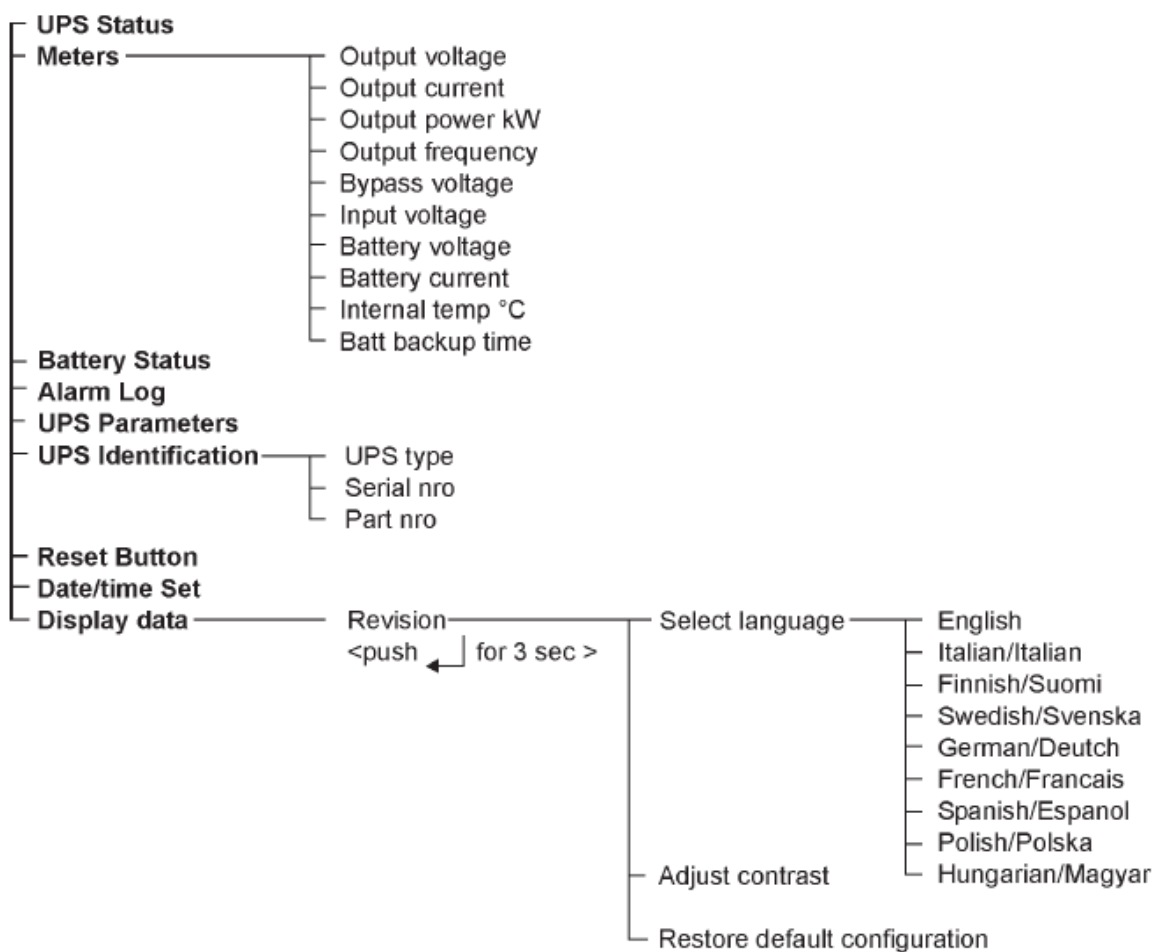
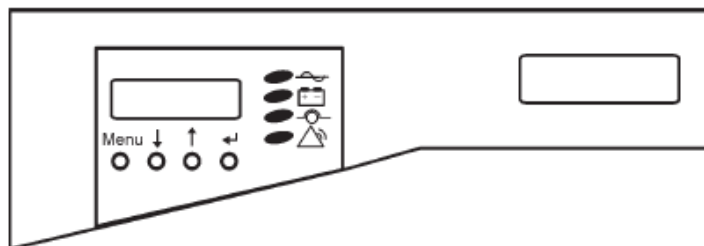


110/20 kV:n pääjakelukaavio

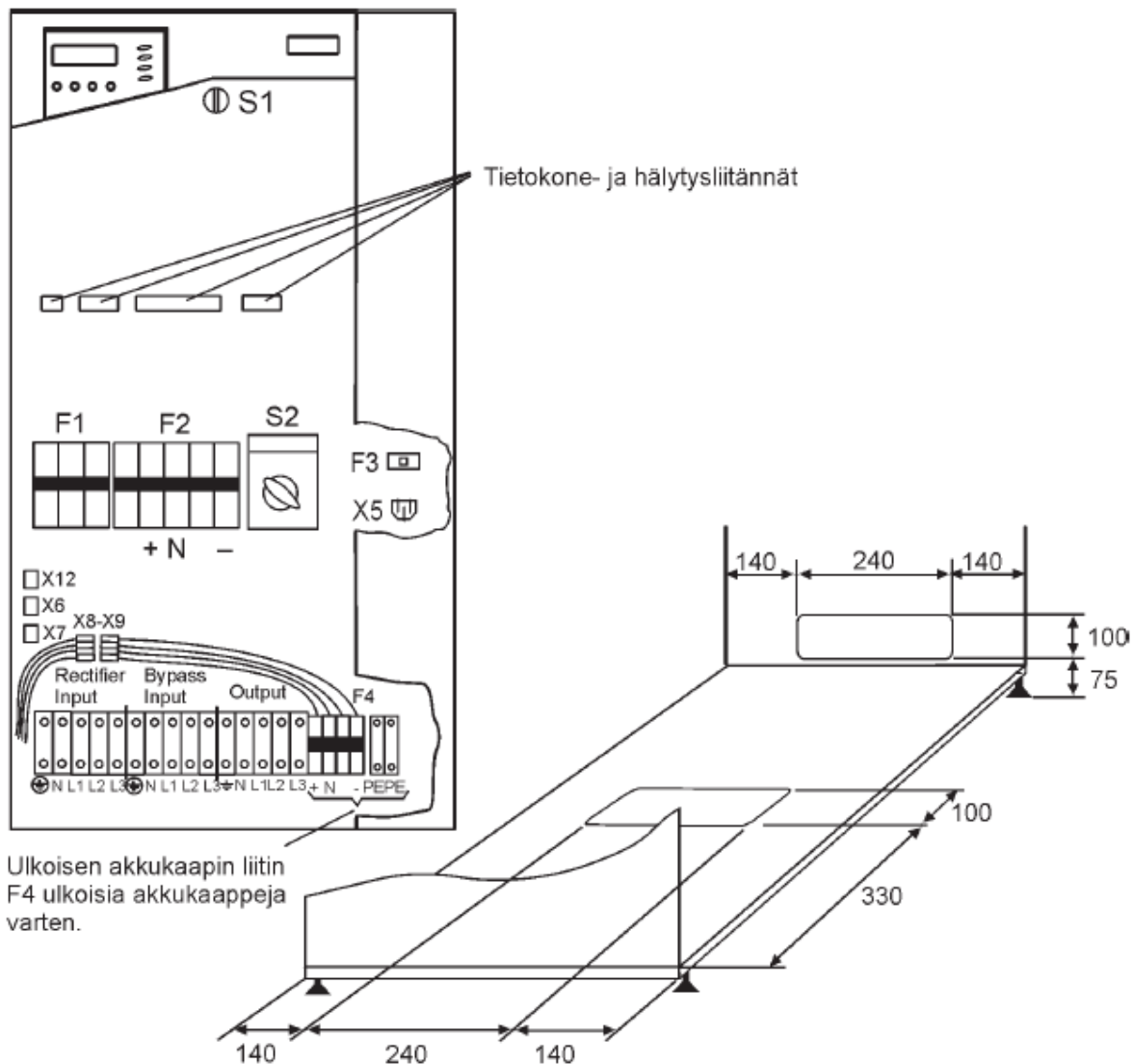




**Valikkokartta UPS-ohjauspaneelista.**

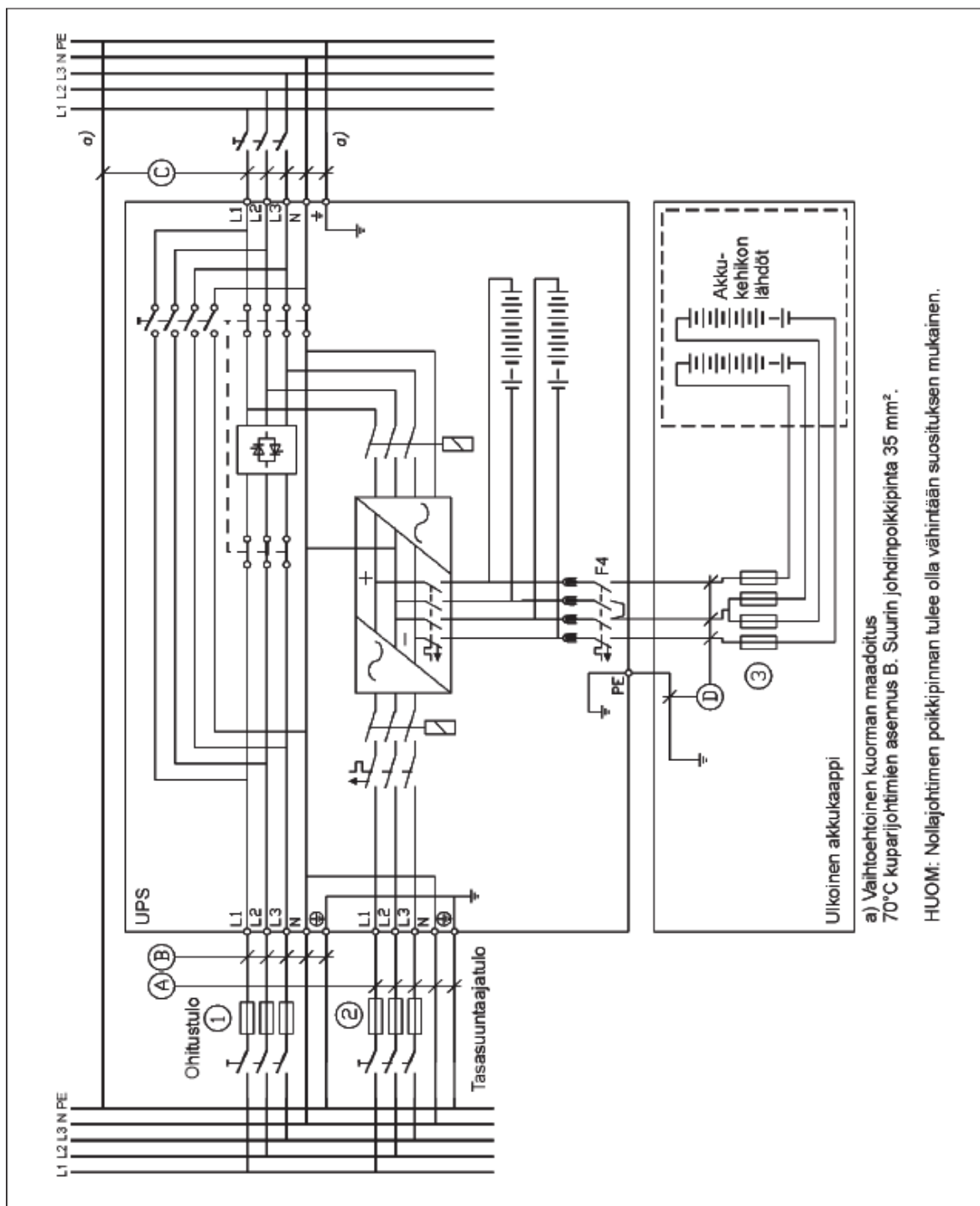


**UPS:n liittimien sijainti**





## Viisijohtiminen 20 - 30 kVA UPS-asennus kaksikaapelisella tuloliitännällä

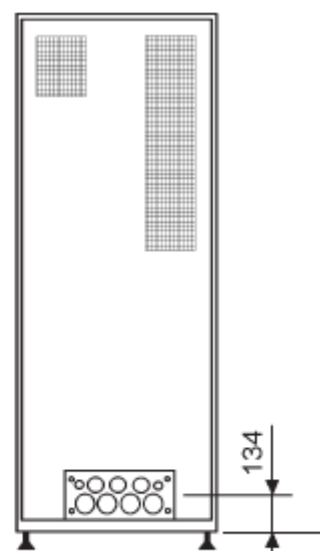
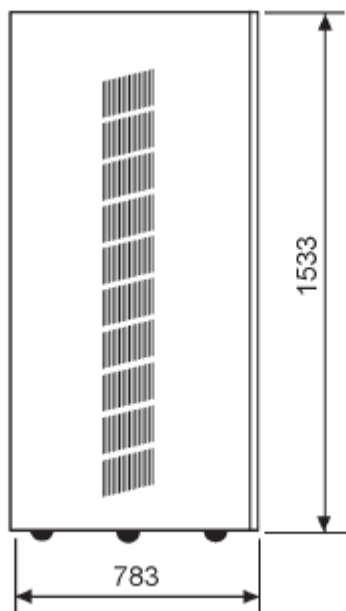
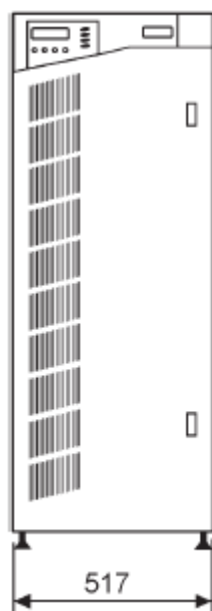
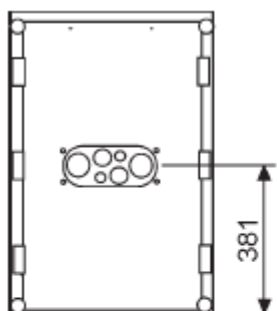


Akkuhuoneen sulakkeet

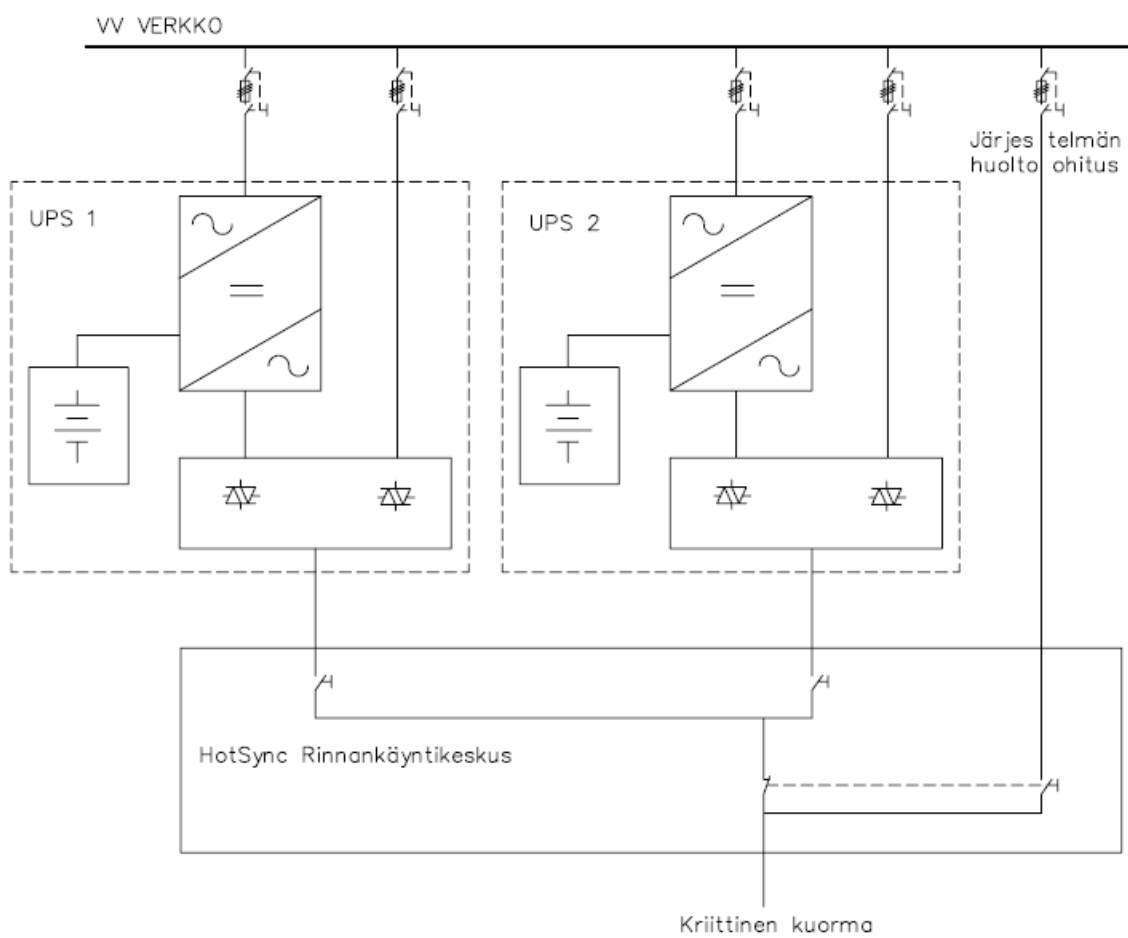
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A										
B										
C										
POWERWARE DY CODE										
1014283										
F1, F2 fuse-link NH-00G / 10 A 00-size, 100 A SLD 4										
cable gland VET 10-14 10..14 mm Har-Con 7										
SIGN DESCRIPTION TYPE TEC.DATA MANUFACT. PC PC PC PC PC PC PC PC										
L SIGN DESCRIPTION TYPE TEC.DATA MANUFACT. PC PC PC PC PC PC PC PC										
15 end stop LIPFIX 10 mm 2 Phoenix										
14 end plate D-UK 4/10 1,5 mm 1 Phoenix										
13 terminal block UK5N 4/6mm2,6,2mm 3 Phoenix										
12 mounting lug MB 10674 set of 4 pcs. 1 Fibox										
11 blind plug MB 10523 blind 2 Fibox										
10 cover screw SS 10256 slotted head 2 Fibox										
9 hinge MB 10622 2 pcs. IP65 1 Fibox										
8 cover transparent EKP 30-T 280x380x30 mm 1 Fibox										
7 mounting plate EKPVT 238x338x1,5 mm 1 Fibox										
6 extension frame EKPZR 280x380x50 mm 1 Fibox										
5 enclosure EKPE 280x380x100 mm 1 Fibox										
4 C01 shaft SRC125-630/FBC32-400 200 mm 1 Socomec										
3 C01 hand mechanism FBC 63-125 short 1 Socomec										
2 C01 aux.contact 1 v. FBC 32-400 24VDC-690VAC 1 Socomec										
1 Q1 switch-fuse FUSERBLOCK 4x125A 125A,750VAC 1 Socomec										
L SIGN DESCRIPTION TYPE TEC.DATA MANUFACT. PC PC PC PC PC PC PC PC										
DRAWN JF PAGE 1 / 1										
CHKD. TK REVISION D/28.2.03										
APPL. PR PROJNR.										
POWERWARE DY										
FUSE-SWITCH BOX 1014283										
CONSTRUCTION										
SIZE A4 DATE13.3.01 1014283.SKD										
MAANSÄHKÖ OY										
OLARINLUOMA 12, 02200 ESPOO										
P:09-88664700, F:-88664798										



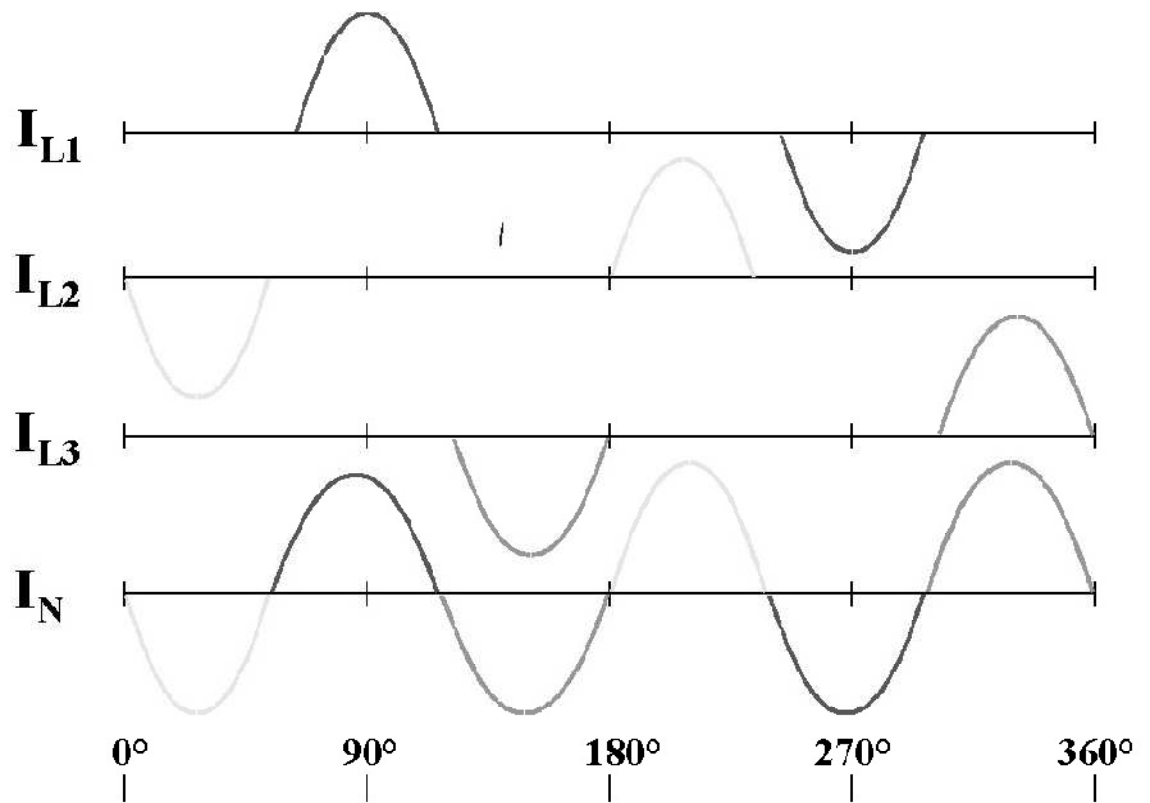
Mittapiirroksset 30 kVA:n UPS



## Kahden UPS:n rinnankytkennän periaate



## Virranmuodostus nollajohtimessa



## UPS-keskusten kojevalintataulukko

Taulukko 1. UPS-keskusten kojevalintataulukko, tulo ja lähtö 400 V									
Teho kVA	Q1 A	F1 A	F2 A	T1 kVA	F3 A	Q2 A	Q3 A	Johdonsuoja	
								L A	K A
10	63	25	50	12,5	20	63	K3	6	3
20	63	50	63	25	35	63	K5	6	4
30	125	63	100	40	50	125	K7	10	6
40	125	80	125	50	63	125	K8	16	8
60	200	125	160	80	100	200	K9	20	10
80	250	160	200	100	125	250	200	25	10
100	315	200	250	125	160	315	250	25	10

Huom! Taulukon 1 arvot ovat ohjeellisia, ne tulee tarkastaa tapauskohtaisesti laitevalmistajalta.

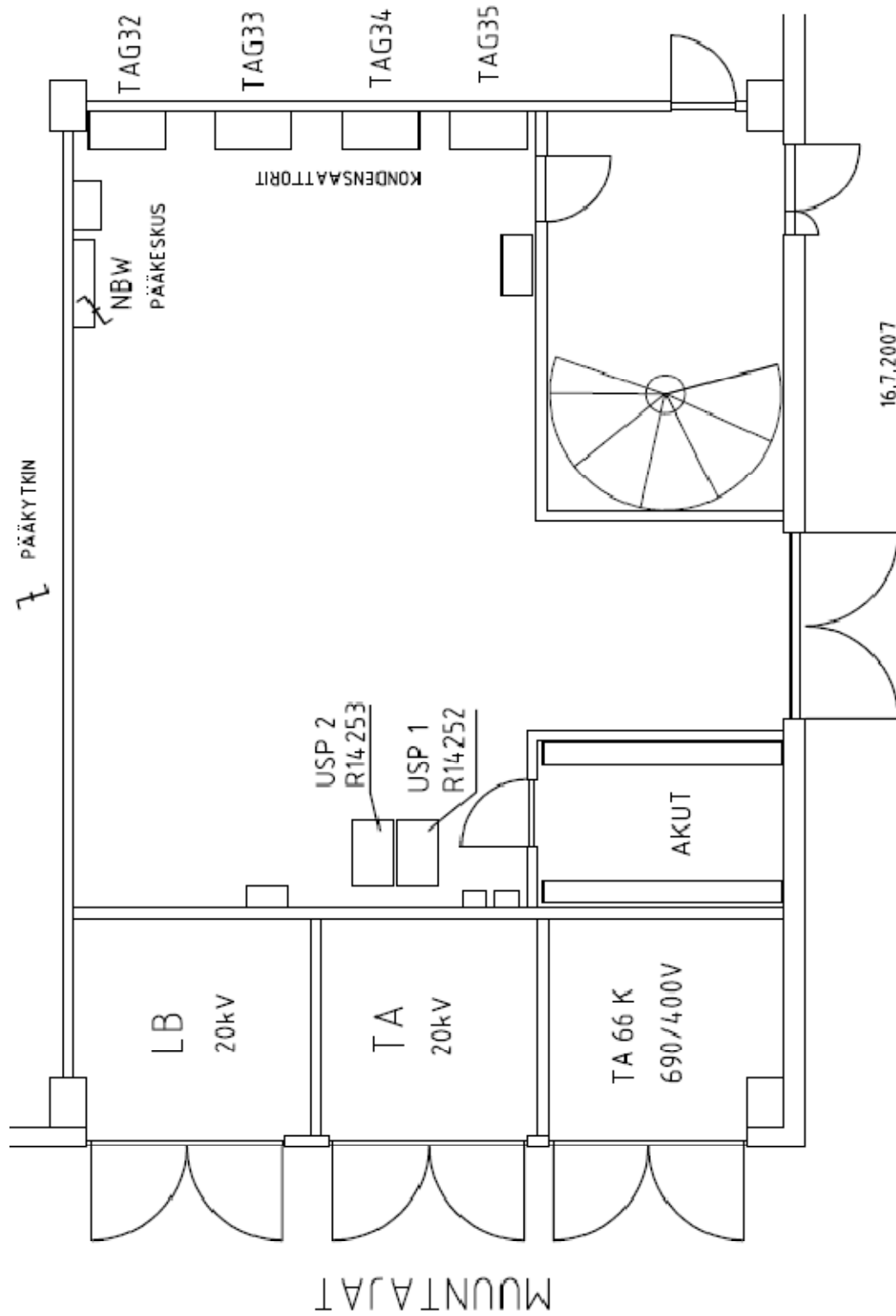
Taulukko 2. UPS-keskusten kojevalintataulukko, tulo 690 V ja lähtö 400 V									
Teho kVA	Q1 A	F1 A	F2 A	T1 kVA	F3 A	Q2 A	Q3 A	Johdonsuoja	
								L A	K A
10	25	25	25	16		63	K3	6	3
20	40	50	50	30		63	K5	6	4
30	63	63	63	50		125	K7	10	6
40	125	80	80	63		125	K8	16	8
60	200	125	125	100		200	K9	20	10
80	250	160	125	125		250	200	20	10
100	250	200	160	2x80		315	250	25	10

Huom! Taulukon 2 arvot ovat ohjeellisia, ne tulee tarkastaa tapauskohtaisesti laitevalmistajalta.

Taulukko 3. UPS-keskusten kojevalintataulukko, tulo 400 V ja lähtö 230 V									
Teho kVA	Q1 A	F1 A	F2 A	T1 kVA	F3 A	Q2 A	Q3 A	Johdonsuoja	
								L A	K A
10	125	25	63	12,5	50	63	K6	10	6

Huom! Taulukon 3 arvot ovat ohjeellisia, ne tulee tarkastaa tapauskohtaisesti laitevalmistajalta.

NO-BREAK





## Virran I-arvot, kun käytetään IU- tai U-varaajia

$I_{float}$  = kestovarausvirta täysin varautuneessa tilassa määrättyllä kestovarausjännitteellä lämpötilassa 20 °C

$I_{boost}$  = pikavarausvirta täysin varautuneessa tilassa määrättyllä pikavarausjännitteellä lämpötilassa 20 °C

$f_g$  = kaasuntuottokerroin, täysin varautuneessa tilassa kaasua tuottavan virran osuus

$f_s$  = turvakerroin, jolla otetaan huomioon vialliset kennot ja akkujen ikääntyminen.

Ellei valmistaja ilmoita toisin, suositeltavat arvot virroille  $I_{float}$  and  $I_{boost}$  annetaan seuraavassa taulukossa yhdessä täydentävän information kanssa.

Taulukko 1 Virran I arvot, kun käytetään IU- tai U-varaajia

	Avoimet lyijyakut Sb < 3 % <sup>1)</sup>	Suljetut lyijyakut	Avoimet nikkeli- kadmiumakut <sup>2)</sup>
asuntuottokerroin			
$f_g$	1	0,2	1
kaasuntuottoturvakerroin			
$f_s$ (10 % kennoista viallisia ja ikääntyneitä)	5	5	5
kestovarausjännite			
$U_{float}$ <sup>3)</sup> V/kenno	2,23	2,27	1,40
tyypillinen kestovarausvirta			
$I_{float}$ mA/Ah	1	1	1
virta (kestovaraus)			
$I_{gas}$ mA/Ah (kestovaraustilanteessa ilmanvaihdon laskukaavaa varten)	5	1	5
pikavarausjännite			
$U_{boost}$ <sup>3)</sup> V/kenno	2,40	2,40	1,55
tyypillinen pikavarausvirta			
$I_{boost}$ mA/Ah	4	8	10
virta (pikavaraus)			
$I_{gas}$ mA/Ah (pikavaraustilanteessa ilmanvaihdonlaskukaavaa varten)	20	8	50

<sup>1)</sup> Suuremman antimonin (Sb) pitoisuuksien ollessa kysymyksessä, ota yhteyttä valmistajaan.  
<sup>2)</sup> Suljetujen nikkelikadmiumkennojen kysymyksessä ollessa ota yhteyttä valmistajaan.  
<sup>3)</sup> Kesto- ja pikavarausjännitteiden arvot voivat vaihdella erilaisen elektrolyytin ilheyden vuoksi.

## Ilmamäärien mittauspöytäkirja



## LIITE 1 ILMAMÄÄRIEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA

<b>Kohde:</b>	Saint Gobain Isover Oy
<b>Osoite:</b>	Akkuhuoneet (UPS-tila ja Pääkytkinaseman akkutila)
<b>Mittalaite:</b>	DP-Calc 8705 (Calibr.2.2.2005)

Kerros	Huonetila	Huone no:	Mitattu				Huomautuksia
			tulo	poisto	tulo	poisto	
	UPS-tila / akustot 1 ja 2						- 106 dm <sup>3</sup> /s ex-keskipakopuhallin kanava 200mm / ka.nop. 3,5 m/s
	Pääkytkinaseman akkutila						- 63 dm <sup>3</sup> /s ex-keskipakopuhallin kanava 200mm / ka.nop. 2,1 m/s

Huom ! Mittaus suoritettu huonetilan ovi suljettuna kanavamittauksena 5-pistemeneleimillä

Päiväys: 07.03.2006

Mittauksen suorittaja: Sami Järvinen, Erkki Kauppinen

## Tulppasulakkeiden värikoodit

		<u>Tulppasulakkeiden värikoodit</u>
Väri		Nimellisvirta
	-	1A
	Ruusunpunainen	2A
	Ruskea	4A
	Vihreä	6A
	Punainen	10A
	Harmaa	16A
	Sininen	20A
	Keltainen	25A
	Musta	35A
	Valkoinen	50A
	Kupari	63A

## UPS-laitteiden ylikuormitettavuus ja oikosulkuvirrat



## UPS-LAITTEIDEN YLIKUORMITETTAVUUS JA OIKOSULKUVIRRAT

Laitteet Powerware 9305/20 .../80 20 – 80 kVA

Normaalikäytössä ylikuormitustilanteessa UPS-laite siirtyy ohitusyötölle staattisen ohituskytkimen kautta. Maksimivirta määräytyy ohitusyötön etusulakkeen ja staattisen kytkimen oman suojan mukaan. Sulakkeiden koot ovat seuraavat:

Laite	Sulake	Staattisen kytkimen oma ylivirtasuojaa sallii 1000%:n, eli kymmenkertaisen ylivirran yhden jakson (20 msek) ajan.
20 kVA	35 A – 50 A	
30 kVA	50 A	
40 kVA	63 A	
50 kVA	80 A	
60 kVA	100 A	
80 kVA	125 A	

Verkojännitteen puuttuessa virta syötetään akuista vaihtosuuntaajan kautta kuormalle kaikissa tilanteissa.

Ylikuormitettavuus	101 % - 110 %, 10 minuuttia
	111 % - 125 %, 60 sekuntia
	126 % - 150 %, 30 sekuntia
	151 % - 170 %, 5 sekuntia

Oikosulkutilanteessa vaihtosuuntaaja syöttää rajoitettua oikosulkuvirtaa. Vaihtosuuntaaja pysäyttää itsensä 300 ms:nin kuluttua mikäli ko. virtapiirin ylivirta-/oikosulkusuoja ei ole toiminut. Oikosulkuvirrat ovat seuraavat:

Laiteteho	Oikosulkuvirta
20 – 30 kVA	115 A
40 kVA	128 A
50 – 60 kVA	190 A
80 kVA	250 A

Juha Tummavuori  
Asennuspäällikkö

NB12W-linja elektroniikkatilan keskuskaavio

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37						
	KESKUS																																
A																											RYHMÄ	OSIOITE	TUURIUS	JOHDOITUS	KVA,ArW	A / A	HUOM.
B																											C	D	E	F	G	H	I
								11B-B	Keskuksen madointus	NBW	AMCMK 4x35+1B MK 25	20/00																					
							F1	Profibus Siemens				6/25																					
							F2	Linjavelvomo Päytö1 4-os pistorasio				18/25	22B-3																				
							F3	Linjavelvomo Päytö2 4-os pistorasio				18/25	22B-4																				
							F4	Linjavelvomo Päytö3 4-os pistorasio				18/25	22B-5																				
							F5	Linjavelvomo Päytö4&5 4-os PSTR				18/25	22B-6																				
							F6	Linjavelvomo 2-os PSTR(ikkunaseinä)				18/25	22B-7																				
							F7	Linjavelvomo Päytö1&5 2x4-os PSTR				18/25	22B-8																				
							F8	DJK A2				18/25																					
							F9	DJK B2.1				18/25																					
							F10	Antenni vahvistin				6/25																					
							F11	Pistorasio 4-os vasen				18/25																					
							F12	Pistorasio 4-os oikea				18/25																					
							F13	TSK 001				10/25																					
							F14	TSK 001				10/25																					
							F15	TSK 001				10/25																					
							F16	ATK pistorasio				18/25																					
							F17	ATK pistorasio				18/25																					
							F18	ATK pistorasio				18/25																					
							F19	ATK pistorasio				18/25																					
							F20	ATK pistorasio				18/25																					
							F21	ATK pistorasio				18/25																					
							F22	ATK pistorasio				18/25																					
							F23	ATK pistorasio				18/25																					
							F24	ATK-kaapeli pistorasio				18/25																					
							F25	MAKOKESKUS				10/25																					
							F26					/25																					
							F27					/25																					
							F28					/25																					
							F29					/25																					

<p>SAINT-GOBAIN SAIRUSTUOTEET OY</p>	<p>SAINT-GOBAIN RAKENNUSTUOTEET OY KESKUSKAAVIO NB12W Linja elektroniikkatila</p>	<p>SAH 001-12</p>
<p>0 Muutos</p>	<p>1 Muutos</p>	<p>2 Muutos</p>
<p>3 Muutos</p>	<p>4 Muutos</p>	<p>5 Muutos</p>
<p>6 Muutos</p>	<p>7 Muutos</p>	<p>8 Muutos</p>
<p>9 Muutos</p>	<p>10 Muutos</p>	<p>11 Muutos</p>
<p>12 Muutos</p>	<p>13 Muutos</p>	<p>14 Muutos</p>
<p>15 Muutos</p>	<p>16 Muutos</p>	<p>17 Muutos</p>
<p>18 Muutos</p>	<p>19 Muutos</p>	<p>20 Muutos</p>
<p>21 Muutos</p>	<p>22 Muutos</p>	<p>23 Muutos</p>
<p>24 Muutos</p>	<p>25 Muutos</p>	<p>26 Muutos</p>
<p>27 Muutos</p>	<p>28 Muutos</p>	<p>29 Muutos</p>
<p>30 Muutos</p>	<p>31 Muutos</p>	<p>32 Muutos</p>
<p>33 Muutos</p>	<p>34 Muutos</p>	<p>35 Muutos</p>
<p>36 Muutos</p>	<p>37 Muutos</p>	<p>38 Muutos</p>

