

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Jukka Hynynen

**Ennakoiva UPS-vuosihuolto
talotekniikkayrityksen palveluna**

Insinööritö 8.4.2009

Ohjaaja: huoltopäällikkö Jarmo Virtanen
Ohjaava opettaja: lehtori Matti Sundgren

Tekijä Otsikko	Jukka Hynynen Ennakoiva UPS-vuosihuolto talotekniikkayrityksen palveluna
Sivumäärä Aika	57 sivua 8.4.2009
Koulutusohjelma	talotekniikan koulutusohjelma
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	huoltopäällikkö Jarmo Virtanen lehtori Matti Sundgren
<p>Insinööriyön tavoitteena oli luoda toimiva UPS-vuosihuoltopalvelu, joka soveltuu osaksi talotekniikkayrityksen sähköhuoltopalveluita. Oleellisena osana uuden palvelun kehittämistä oli huoltotoimenpiteiden suunnittelu sekä tarvittavien huoltoa tukevien dokumenttien luominen. Aihetta käsittelevän kirjallisuuden ohella tärkeimmäksi avuksi työssä osoittautui konsultointi laitetoimittajan myyjien ja huoltoteknikoiden kanssa.</p> <p>Työssä esitetään eri sähköjakelun häiriöt sekä UPS-topologiat, joilla häiriöitä vastaan voidaan suojautua. Samalla esitellään myös UPS-laitteiden toimintaa sekä keskeisiä komponentteja. Hyvä yleistiето laitteista on tarpeen huollon eri toimenpiteiden ymmärtämiseksi.</p> <p>Insinööriyöhön kerättiin UPS-laitteiden ja akustojen ennakoivan huollon kannalta tärkeät toimenpiteet. Huomiota kiinnitettiin myös huollon aikaiseen sähkötyöturvallisuuteen sekä oikeisiin työskentelytapoihin. Selvyyden vuoksi myös UPS-laitteiden vian selvitystä ja korjausta käsiteltiin lyhyesti omana lukunaan. Insinööriyön aikana luotujen huoltodokumenttien pohjat esitellään liitteinä.</p>	
Hakusanat	UPS, katkeamaton sähköjakelu, vuosihuolto, akusto, varmennettu sähköjakelu

Author	Jukka Hynynen
Title	Preventive annual UPS maintenance as a service of a building services engineering company
Number of Pages	57
Date	8 April 2009
Degree Programme	Building Services Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor	Jarmo Virtanen, Manager of Electrical Maintenance and Upkeep Services
Supervisor	Matti Sundgren, Senior Lecturer
<p>The purpose of the final year project was to generate a suitable UPS maintenance service for a building services engineering company that provides electric maintenance and upkeep services. An essential part of generating the service was to plan the right service operations and to create good service documents. In this project, valuable assistance came from the salesmen and maintenance technicians of a UPS manufacturer.</p> <p>Different power disturbances and suitable UPS solutions for the problems are described in this project. Some of the main components and functions of UPS devices are also presented. A good general knowledge of the subject is essential to comprehend different service operations.</p> <p>Important service operations for a preventive UPS and battery maintenance were collected in the final year project. Attention was paid to electrical safety and working habits. Also troubleshooting and repairwork were discussed. Service document templates created during the project are attached to the thesis.</p>	
Keywords	UPS, uninterruptible power supply, maintenance, battery, secured distribution of electricity

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät

1	Johdanto.....	8
2	Sähkönjakelun häiriöt.....	12
3	UPS-laitteet ja -järjestelmät	14
3.1	Yleistä	14
3.2	UPS-topologiat.....	14
3.3	Akusto	18
3.4	Rinnankäyvät UPS-laitteet.....	19
3.5	Liittyminen sähköverkkoon ja kriittiseen kuormaan.....	22
3.6	Liittyminen varavoimalaitteistoon	22
3.7	Hallintalaitteet.....	23
3.8	Hälytykset ja yhteydet.....	25
4	Työturvallisuus.....	27
5	UPS-laitteen vuosihoolto	31
5.1	Yleistä	31
5.2	Huoltotoimenpiteet.....	31
5.2.1	Huollosta sopiminen	32
5.2.2	Laitatilan tarkastus	32
5.2.3	Toiminnan tarkastus	33
5.2.4	Mittausarvojen tarkastus	33
5.2.5	Huolto-ohitus	34
5.2.6	Ennakoivat huoltotoimenpiteet	35
5.2.7	Hälytykset	38
6	Akuston vuosihoolto	39
6.1	Yleistä	39
6.2	Huoltotoimenpiteet.....	40
6.2.1	Akuston mekaanisen kunnan tarkistus.....	40
6.2.2	Kuormituskokeet.....	42
6.2.3	Jännitteen mittaus.....	42
6.2.4	Konduktanssin mittaus.....	43
6.3	Akkujen vaihto	44
7	Vianselvitys ja korjaukset	46

8	Huollon dokumentointi	47
9	Yhteenveto	49
	Lähteet.....	50
	Liitteet	
	Liite 1: Huollon dokumentit.....	52

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät

UPS

UPS eli Uninterruptible Power Supply, on katkottoman sähköjakelun mahdollistava laitteisto, jolla suojataan herkkiä laitteita sähköverkon häiriöiltä sekä tärkeitä järjestelmiä mahdollisilta sähkökatkoilta.

Kriittinen kuorma

Kriittisellä kuormalla tarkoitetaan varmennetun sähköjakelun perässä olevaa kuormaa, jota halutaan suojella sähköisiltä häiriöiltä kuten sähkökatkolta.

Staattinen UPS

Staattisen UPS-laitteen toiminta perustuu tehoelektroniikkaan, jonka avulla tasasuunnataan vaihtojännitettä akustolle ja vaihtosuunnataan tasajännitettä purettaessa akustoa kuormalle.

Dynaaminen UPS

Dynaamisissa UPS-järjestelmissä käytetään liike-energiaa sähköön tuottamiseen ja usein myös energian varastointiin. Apuna käytetään mm. erilaisia moottori-generaattoriyhdistelmiä sekä huimamassoja.

Varakäyntiaika

Varakäyntiaika kuvaa ajanjaksoa, jonka järjestelmä pystyy ylläpitämään kriittistä kuormaa sähkökatkon/-häiriön aikana.

Reduntanttisuus

Reduntanttisuudella tarkoitetaan sitä, että järjestelmässä on rinnakkaisia toimintayksiköitä enemmän kuin sen toimivuuden kannalta olisi tarpeen. Näin ollen järjestelmä ei häiriinny yhden yksikön vikaantuessa, vaan toimii täydellisesti jäljellä olevien yksiköiden avulla. Puhutaan niin sanotuista N+1 -järjestelmistä, jossa N kuvaa toimivuuden kannalta tarpeellisten yksiköiden lukumäärää.

Varavoimallaitteisto

Varavoimallaitteisto on polttoaineella toimiva sähkönjakelun varajärjestelmä, joka kytkeentyy käyttöön normaalin sähköverkon sammua. Laitteiston käynnistyminen vie jonkin aikaa, joten sähkönjakelun katkottumuuden järjestäminen ei onnistu pelkän varavoimallaitteiston avulla.

Perussuojaus

Suojaus sähköiskulta ilman vikaa. Aikaisemmin käytettiin termiä kosketussuojaus.

Vikasuojaus

Suojaus sähköiskulta yhden vian olosuhteissa. Aikaisemmin käytettiin termiä kosketusjännitesuojaus.

1 Johdanto

Insinööriyössä esitellään UPS-järjestelmien vuosihuolloissa suoritettavia toimenpiteitä sekä pyritään tuomaan esiin huoltopalvelun sisällön hyödyllisyyden ja toteutuksen käytännöllisyyden kannalta tärkeitä näkökohtia. Huomiota kiinnitetään myös siihen, kuinka asiakas saa palvelusta suurimman mahdollisen hyödyn itselleen. Kirjallisuuslähteiden lisäksi apuna on käytetty laitetoimittajien ammattitaitoisten huoltoteknikoiden asiantuntemusta sekä kokemuksia. Työssä rajoitutaan kuvaamaan staattisia UPS-laitteita ja niiden vuosihuoltoa. Dynaamiset UPS-järjestelmät edustavat jo vanhentunutta tekniikkaa muutamaa käyttökohdetta lukuun ottamatta, joten aiheen rajaamiseksi ne on päätetty jättää työn ulkopuolelle. Insinööriyö tehdään ISS Palvelut Oy:n pyynnöstä.

ISS Palvelut Oy on suorittanut sähköjärjestelmien määräaikaishuoltoja jo useita vuosia osana taloteknisiä palveluitaan. Huoltojen aikana on selvinnyt, etteivät asiakkaat usein ole mieltäneet UPS-järjestelmien huoltoa osaksi sähköverkon huoltoa. Kiinteistön sähkölaitteistoja huollettaessa asentajat ja huoltomiehet ovat usein kohdanneet UPS-laitteita, jotka on hankinnan jälkeen selvästi jätetty ilman minkäänlaista huomiota. On selvää, ettei käyttäjillä ole riittävää tietoa laitteiston toiminnasta eikä sähkönjakelujärjestelmän heikoista kohdista. Ongelmia tuottaa monesti myös laitevelmistäjien huoltohenkilöstön vähäisyys. [1.]

Lähtökohdat ja tavoitteet

Sähkökäyttäjät toivovat kriittisille kuormilleen mahdollisimman suurta käytettävyyttä. Riittävän tason saavuttaminen edellyttää monesti varmennetun sähkönjakelun huolellista suunnittelua, toteutusta ja huoltoa. UPS-järjestelmät ovat usein oleellinen osa kiinteistön varmennettua verkkoa, ja niiden toimintavarmuus heijastuu koko varmennetun sähkönjakelun luotettavuuteen. Näin ollen kiinteistöjen UPS-järjestelmien oikea käyttö ja toiminta on pyrittävä varmistamaan mahdollisimman luotettavasti.

UPS-järjestelmiä koskee kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517. Sähkölaitteistojen huollosta ja kunnossapidosta on siinä määrätty seuraavasti:

”10 § (3.5.2004/335)

Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti.

11 § (3.5.2004/335)

Luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on laadittava ennalta sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla.”

UPS-laitteilla on kohtuullisen pitkä elinikä, usein yli 10 vuotta, mutta ne tarvitsevat säännöllisiä tarkastuksia ja huoltotoimenpiteitä toimintavarmuutensa ylläpitämiseksi. UPS-laitetoimittajat suosittelevat käyttöohjeissaan laitteilleen tehtäväksi vuosittain ennakoiivan vuosihuollon, joka sisältää laitteiston toiminnantarkastuksen. [2.]

Toiminnantarkastukset tulee suorittaa ammattimaisesti ja sähköturvallisuusnäkökohdat huomioiden. Sähkötyöturvallisuustandardissa SFS 6002 sanotaan sähkölaitteistojen tarkastuksista mm. seuraavaa:

”5.3.3.1

Tarkastuksen tarkoitus on varmistaa, että sähkölaitteisto on soveltuviissa standardeissa esitettyjen turvallisuussääntöjen ja teknisten vaatimusten mukainen. Tarkastuksessa voidaan todeta myös laitteiston normaali toiminta. -- Sähkölaitteistot pitää tarkastaa sopivin määrävälein. Määrävälein tehtävien tarkastusten tarkoitus on löytää käyttöönoton jälkeen ilmaantuneet viat, jotka voivat häiritä laitteiston käyttöä tai aiheuttaa vaaraa.

5.3.3.2

Tarkastus voi sisältää:

- silmämääräisen tarkastuksen
- mittauksen ja/tai testauksen kohtien 5.3.1 ja 5.3.2 vaatimusten mukaan.

5.3.3.5

Tarkastuksia saavat tehdä ammattihenkilöt, joilla on kokemusta vastaavien asennusten tarkastamisesta. Tarkastuksissa tulee käyttää sopivia välineitä siten, että ehkäistään vaara ja samalla tarvittaessa otetaan huomioon paljaista jännitteisistä osista johtuvat rajoitukset.

5.3.3.6

Tarkastuksista on pidettävä pöytäkirjaa. Tarvittavat korjaukset pitää tehdä ja tulokset on kirjattava kansallisten tai paikallisten vaatimusten mukaisesti.” [3, s. 600, 601.]

Esitetyt kauppa- ja teollisuusministeriön asetuksen pykälät, UPS-laitevalmistajien vuosihuoltosuositukset sekä tarkastuksista annetut ohjeet toimivat lähtökohtina tässä insinööriyössä kuvatulle vuosihuoltopalvelulle.

Insinööriyön tavoitteeksi on asetettu luoda toimiva UPS-vuosihuoltopalvelu, joka sopii hyvin osaksi monialaisen talotekniikkayrityksen palvelutarjontaa. Palvelun tulee olla laitevalmistajasta riippumatonta ja palvella asiakasta ennakoivan huollon näkökulmasta. Palvelun huoltotoimenpiteiden tulee olla järkevästi valittuja ja suunniteltuja, jotta UPS-järjestelmän toimintavarmuus saadaan ylläpidettyä ilman huoltoasentajien täydellistä merkkikohtaista tuntemusta.

ISS Palvelut Oy:n tavoitteena on tarjota kiinteistön käyttäjälle UPS-vuosihuoltoja muun sähköverkon huollon yhteydessä, mikä osaltaan auttaa käyttäjää ymmärtämään toimenpiteen tärkeän luonteen. Vaikka muiden sähkölaitteistojen huollolla on yleensä eri tilaaja, on UPS-huollot käyttäjän ja palveluntarjoajan kannalta järkevää suorittaa kiinteistön omistajalle tehtävän perushuollon yhteydessä. [1.]

ISS Palvelut Oy

ISS Palvelut Oy on osa monialaista ISS-konsernia, joka toimii kansainvälisesti jo 50 maassa. Suomessa ISS Palvelut on johtava kiinteistö- ja toimitilapalveluyritys, joka tarjoaa yrityksille palvelukokonaisuuksia, jotka räätälöidään asiakkaiden toiveiden mukaisesti. Yrityksen sisällä ISS Palvelut on jaettu toimialoittain palveluyksiköihin, joista

sähköhuollon sisältävä sähköosasto kuuluu *teknisiin palveluihin*. Teknisiin palveluihin kuuluu sähköosaston lisäksi myös IV-, LVI-, RAU- ja vahinkosaneerausosasto.

ISS Palveluiden sähköosasto keskittyy pääosin asiakkaiden sähkölaitteiden ja -järjestelmien korjaukseen ja saneeraukseen, mutta myös sähköhuolto on kehittynyt oleelliseksi osaksi yksikön toimintaa. Sähköhuollon palvelutarjonta sisältää tällä hetkellä keskusten, kompensointilaitteistojen ja muuntamoiden määräaikaishuollot. Huoltoja tehdään lähinnä ISS Palveluiden kiinteistöhuollon sopimuskiinteistöihin.

Teknisten palveluiden toimisto sijaitsee ISS Palveluiden pääkonttorin yhteydessä Myyrmäessä Vantaalla. Pääkaupunkiseudun sähköosasto työllistää tällä hetkellä 11 toimihenkilöä ja 74 asentajaa. Vuonna 2008 sähköosaston liikevaihto oli 9,2 miljoonaa euroa, josta sähköhuollon osuus oli 1,2 miljoonaa euroa. [4.]

Työn arvo yritykselle

Insinööriytyön myötä ISS Palveluiden sähköhuollolle luodaan uusi huoltopalvelu, joka laajentaa entisestään yrityksen sähköosaston toimialaa. Samalla vähennetään kiinteistöhuolto-osaston ulkopuolisia alihankintoja ja kasvatetaan sähköosaston toiminnan kannattavuutta. Työn myötä aloitettavilla UPS-huolloilla on selvästi myös asentajia työllistävä vaikutus.

Insinööriytyön pohjalta aloitettavat UPS-vuosihuollot lisäävät olennaisesti asiakkaiden UPS-järjestelmien toimintavarmuutta sekä auttavat varmistamaan asiakkaiden varmenttujen sähköjakelujärjestelmien tarkoituksenmukaisuuden. Säännöllisten huoltojen ansiosta mahdolliset viat huomataan ajoissa ja pystytään tarjoamaan asiakkaan tarpeet huomioidenärkevimmät huolto-/asennustoimenpiteet.

UPS-vuosihuoltopalvelun myötä asiakkaan sähköjärjestelmille pystytään tarjoamaan entistä kokonaisvaltaisempi palvelutarjonta ja vahvistetaan ISS Palveluiden mainetta monipalveluyrityksenä. Tunnollisesti ja kustannustehokkaasti suoritettavat huollot lisäävät asiakkaiden uskoa yrityksen palveluihin, mikä luonnollisesti johtaa entistä kestävämpiin ja laaja-alaisempiin yhteistyöprojekteihin.

2 Sähkönjakelun häiriöt

UPS-järjestelmien ominaisuuksien ja tarpeellisuuden ymmärtämiseksi kuvaan seuraavaksi lyhyesti sähkönjakelun laatuun vaikuttavia asioita. Nämä seikat luovat lähtökohdat sille, miksi UPS-järjestelmiin ylipäättään investoidaan ja miksi kriittisten kuormien jatkuva käytettävyys on tärkeää varmistaa. Suuri osa sähkönkuluttajista ei ole tietoinen useista sähköverkossa ilmenevistä häiriöistä eikä näin ollen osaa huomioida vikojen ehkäisemistä omista sähkönjakelujärjestelmissään.

Nyky-yhteiskunnassa luotettava sähkönjakelu on elinehto monen yrityksen liiketoiminnan ylläpitämiselle. Sähkön avulla mahdollistetaan tuotannon jatkuvuus sekä palvelujen ja turvallisuuden ylläpitäminen. Lyhytkin vikatilanne voi usein johtaa suuriin tulojen menetyksiin ja yrityksen palvelukyvyyn äkilliseen hidastumiseen.

Vaikka Suomessa sähkön laatu on keskimäärin hyvä, sähkönjakelussa ilmenee kuitenkin ajoittaisia häiriöitä. Häiriöt ovat usein hyvin lyhytkestoisia, mutta voivat maaseudulla pahimmillaan kestää jopa päiviä. Kestosta riippumatta usein eniten vahinkoa yritykselle tuottavat häiriöt, joita ei etukäteen ole pystytty ennakoimaan.

Yllättävä sähkönjakelun katkeaminen aiheuttaa usein tallentamattomien tietojen tuhoutumista, tulojen menetystä sekä yrityksen palvelujen äkillistä hidastumista tai seisahtumista. Vaikka sähkökatko olisi hyvin lyhytkestoinen, voivat sen vaikutukset olla hyvin pitkäkestoisia ja taloudellisesti merkittäviä. Suurien tuotantoprosessien ja tietojärjestelmien ylösajamiseksi voi kulua useita tunteja, ja kauan toiminnassa olleet koneet eivät välttämättä sammuttuaan enää käynnisty ollenkaan. Kalliit ja herkät sähkölaitteet saattavat myös vahingoittua laitteiden kestokyvyn raja-arvot ylittävistä sähköisistä häiriöistä.

Työympäristössä sähkönjakelun häiriötä voidaan jakaa yhdeksään erilaiseen häiriötyyppiin, joista osa on seurausta sähkönkäyttäjän omien kuormien luonteesta. Eri häiriötyypit ovat

- sähkökatko
- lyhytaikainen alijännite

- lyhytaikainen ylijännite
- pitkäaikainen alijännite
- pitkäaikainen ylijännite
- kytkentätransientit
- suurtaajuinen häiriö
- taajuuden vaihtelut
- harmoninen särö. [5.]

Yrityksen kriittisten kuormien käytettävyyden optimoimiseksi tulisi sen varmennetun verkon olla suojattu edellä mainituilta häiriöiltä. Suojauksessa voidaan joiltain osin käyttää apuna mm. erilaisia stabilisaattoreita tai häiriönvaimennusmuuntajia. Katkotoman sähköjakelun varmistamiseksi tarvitaan kuitenkin aina käyttötarpeisiin soveltuva UPS-järjestelmä.

3 UPS-laitteet ja -järjestelmät

3.1 Yleistä

UPS eli Uninterruptible Power Supply, on keskeytymättömän tehonsyötön mahdollista-va laitteisto. Sen tarkoituksena on syöttää kriittisille kuormille katkeamatonta ja häiriötöntä vaihtosähköä. Sähkönsyöttöön käytetään sähköverkon energiaa silloin kun mahdollista, ja muina aikoina kuormia syötetään akustoon varastoidun energian avulla. Laitteen perustoimintoihin kuuluu vaihtosähkön muuttaminen tasasähköksi ja tasasähkön muuttaminen vaihtosähköksi puolijohdesiltojen avulla. [6, s. 59.]

UPS-laitteiden huoltotoimenpiteiden ymmärtämiseksi on omattava perustiedot laitteiden rakenteesta sekä toiminnasta sähkönjakelun eri tilanteissa. Tärkeää on myös olla selvillä eri UPS-järjestelmien rakenteen ja toiminnan eroavaisuuksista. Seuraavaksi kuvataan UPS-järjestelmien toimintaperiaatteita sekä tuodaan esille laitteiden käytön kannalta konkreettisia asioita.

3.2 UPS-topologiat

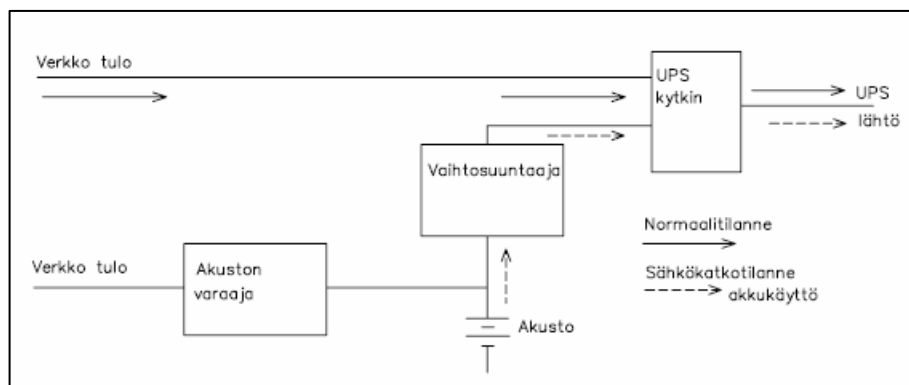
Markkinoilla on useilla eri toimintaperiaatteilla varustettuja staattisia UPS-laitteita, jotka soveltuvat ominaisuuksiensa perusteella vaatimuksiltaan eritasoisin käyttökohteisiin. Selvästi käytetyimmät UPS-topologiat ovat *off-line UPS*, *line-interactive UPS* sekä *kahden muunnoksen online UPS*. Laitteiden erot tulevat esiin perehdyttäessä lyhyesti niiden rakenteisiin ja perustoimintoihin.

Off-line UPS

Off-line UPS soveltuu hyvin pienten kriittisten kuormien suojaukseen. Yleisiä käyttökohteita ovat mm. yksittäiset työasemat ja kassapäätteet. Off-line UPS on edullinen ja hyötysuhteeltaan korkea UPS-ratkaisu, joka suojaa kriittistä kuormaa sähkökatkoilta sekä lyhytaikaiselta yli- ja alijännitteeltä. [7, s. 2.]

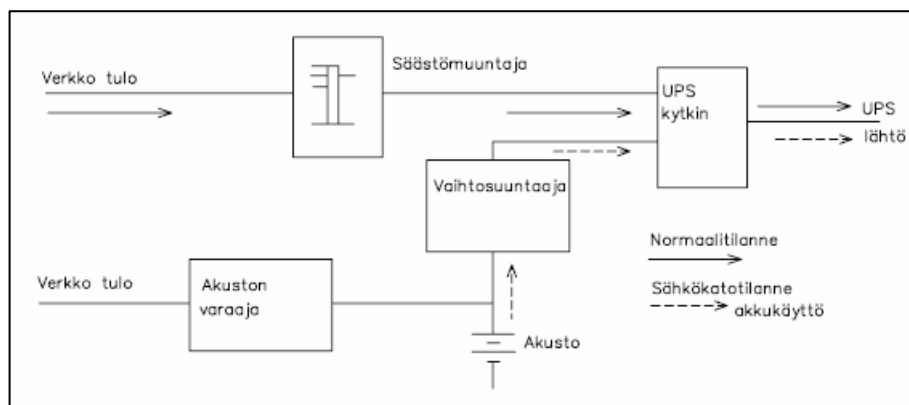
Off-line UPS syöttää normaalitilanteessa kuormaa sähköverkosta vaihtokytkimen kautta käyttäen suodatinta vaimentamaan verkon jännitepiikkejä. Kun verkkojännite katkeaa

tai sen arvot ovat UPS:n vaihteluarvojen ulkopuolella, siirtää vaihtokytkin kuorman vaihtosuuntaajalle, joka saa energiansa UPS-laitteen akustolta (kuva 1). Siirtyminen normaalitilanteesta akkukäytölle aiheuttaa n. 2–10 ms:n sähkökatkon, joka ei tyypillisesti häiritse laitteen perässä olevaa kuormaa. [6, s. 59–60; 8, s. 24.]



Kuva 1. Perinteisen off-line UPS:n toimintaperiaate [6, s. 60].

Off-line UPS voidaan myös varustaa kuvassa 2 näkyvällä säätäjällä, joka normaalitilanteessa korjaa lähtöjännitettä verkkojännitteen vaihdellessa. Tämä lisää laitteen hyötysuhdetta ja säästää laitteen akustoa, koska akkukäyttöön joudutaan normaalisti turvautumaan vain jännitekatkojen aikana.



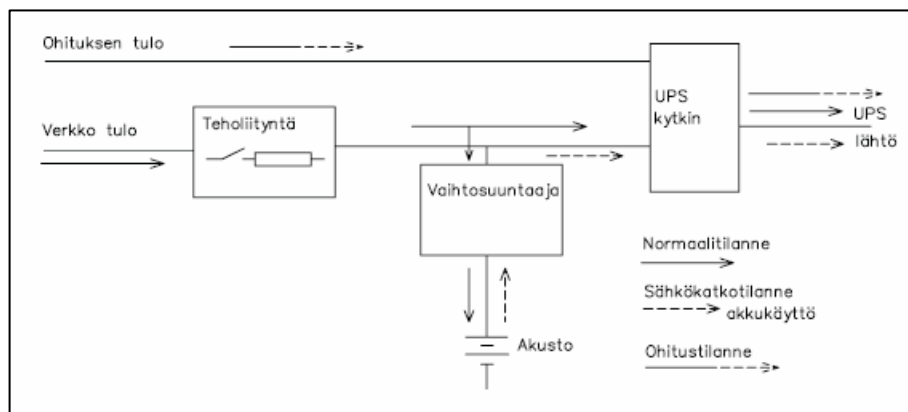
Kuva 2. Off-line UPS, jossa on säätäjänä käytetty säästömuuntajaa [6, s. 61].

Line-interactive UPS

Line-interactive UPS soveltuu käyttökohteisiin, joissa esiintyy suurta jännitteen vaihtelua. Sitä käytetään pääsääntöisesti suojaamaan pieniä ja keskisuuria kuormia sähkökat-

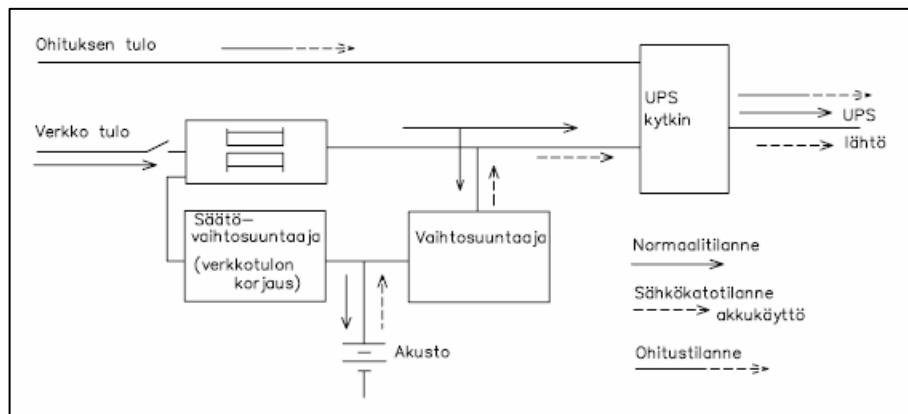
koilta sekä lyhyt- ja pitkäkestoisilta jännitteen vaihteluilta. Tyypillisiä käyttökohteita ovat esimerkiksi pienehköt toimistot. [7, s. 2.]

Line-interactive UPS:n toiminta perustuu syöttävän verkon rinnalla toimivaan rinnakkaissäätäjään. Verkkojännitteen ollessa nimellinen, sähkö syötetään kriittiselle kuormalle suoraan verkosta suodattimen kautta. Jännitevaihtelujen aikana rinnakkaissäädintä käytetään säätämään lähtöjännite halutulle tasolle. Sähkökatkon ja taajuuden vaihtelun aikana vaihtosuuntaaja syöttää kuormaa akustosta puretulla energialla. Ylikuormituksen tai vian sattuessa laite siirtyy staattisen ohituskytkimen kautta ohitustilaan, jolloin kuormia syötetään suodattamattomalla verkkosähköllä. Laitteen yleinen toimintaperiaate on esitetty kuvassa 3. [6, s. 61–63; 7, s. 3–4.]



Kuva 3. Line-interactive UPS:n toiminta [6, s. 62].

Jännitteen säätö tapahtuu vaihekulmaa muuttamalla, joten sillä on verkkoon hyvin induktiivinen vaikutus. Tämän ongelman poistamiseksi on line-interactive UPS-laitteissa käytetty myös erillistä vaihtosuuntaajaa ja siihen kytkettyä muuntajaa (kuva 4). Sähköverkon ja UPS-verkon jännitteiden välillä ei tällöin ole vaihe-eroa, mikä helpottaa myös nopeata ohitussyöttöön siirtymistä. [6, s. 62–63.]



Kuva 4. Säätövaihtosuuntaajalla varustettu line-interactive UPS [6, s.63].

Kahden muunnoksen online UPS

Kahden muunnoksen online UPS soveltuu kaikenlaisten kriittisten kuormien suojaukseen, ja se on suuremmissa teholuokissa selvästi käytetyin UPS-topologia. UPS-laitteen lähtöpuoli on riippumaton kaikista tyypillisistä sähköverkon häiriöistä, eikä UPS:n tarvitse siirtyä akkukäyttöön esimerkiksi taajuuden vaihdella varavoimakäytössä. [7, s. 3.] Vaativiin asennuskohteisiin laitevalmistajat suosittelevat lähes poikkeuksetta kahden muunnoksen online -periaatteella toimivaa UPS-järjestelmää.

Nimensä mukaisesti kahden muunnoksen online UPS syöttää kriittistä kuormaa aktiivisesti tasasuuntaajan ja vaihtosuuntaajan kautta. Kuorma saa tällöin syöttönsä vaihtosuuntaajalta UPS-laitetta syöttävän sähköverkon tilasta riippumatta. Normaalitilanteessa tasasuuntaaja syöttää vaihtosuuntaajaa sekä varaa akustoa, ja jännitekatkon sattuessa akusto siirtyy syöttämään vaihtosuuntaajaa. Siirto akkukäytölle ei näy UPS:n lähtöpuolella millään tavalla. Ylikuormitus- tai vikatilanteessa laite siirtyy ohituskytkimen avulla staattiselle ohitusyötölle, jolloin syöttö saadaan suoraan sähköverkosta. [6, s. 64–65.] Kahden muunnoksen online UPS:n toiminta on esitetty kuvassa 5.

Joissain UPS-sovelluksissa on käytössä myös avoimista lyijyakuista tai nikkeli-kadmiumakuista (NiCd) koottuja akustoja. Ne ovat myrkyllisten purkauskaasujensa vuoksi sijoitettu aina omaan erilliseen ilmastoituun akkuhuoneeseen. Vaikka NiCd-akut ovat hyvin harvinaisia, ne soveltuvat hyvin kohteisiin, joissa akulta vaaditaan erityisen pitkää ikää tai äärimmäisten lämpötilojen sietoa. Nikkeli-kadmiumakut toimivat jopa lämpötila-alueella $-20\text{ °C} \dots +60\text{ °C}$, kun suljetut lyijyakut vaativat optimaalisen toimintansa kannalta ympäristön lämpötilan n. 20 °C . Suljettujen lyijyakkujen elinikä lyhenee merkittävästi lämpötilan noustessa yli optimiarvon. Lämpötilan lasku vuorostaan vähentää akkujen kapasiteettia. [6, s. 84–87.]

Akut voivat sijaita UPS-laitteessa itsessään, jolloin puhutaan *sisäisestä akustosta* tai erillisessä telineessä/kaapissa, jolloin kyseessä on *ulkoinen akusto*. Akuston sijoitukseen vaikuttavat kohteen olosuhteet sekä akuston koko. Akuston tarvitsema tila kasvaa suurilla tehoilla tai pitkillä varakäyntiajoilla helposti niin suureksi, ettei sisäinen akusto tule kysymykseen. Suurien akustojen sijoituksessa myös tilan lattian rakenteelliset ratkaisut on otettava huomioon. Esimerkiksi yli 100 kilovolttiampeerin (kVA) laitteiden akustot voivat helposti painaa useita tonneja. Akut kytketään sarjaan ja rinnan tilanteen mukaisesti halutun jännitetason ja kapasiteetin saavuttamiseksi. [8, s. 116–118.]

3.4 Rinnankäyvät UPS-laitteet

UPS-laitteita voidaan joissain tapauksissa kytkeä rinnakkain kaksi tai useampia. Laitteet voivat olla samassa UPS-kaapissa toimivia tehomoduleja tai erillisiä ”stand alone” -malleja, jotka on kytketty rinnakkain syöttämään samaa kriittistä kuormaa. Rinnankytkennän avulla voidaan helposti ja kustannustehokkaasti nostaa järjestelmän tehoa tehontarpeen kasvaessa. Järjestelmän tehon lisääminen vaatii luonnollisesti syöttökaapeleiden uusimista, ellei alkuperäisessä kaapeloinnissa ole huomioitu laajennusvaraa. [6, s. 120.]

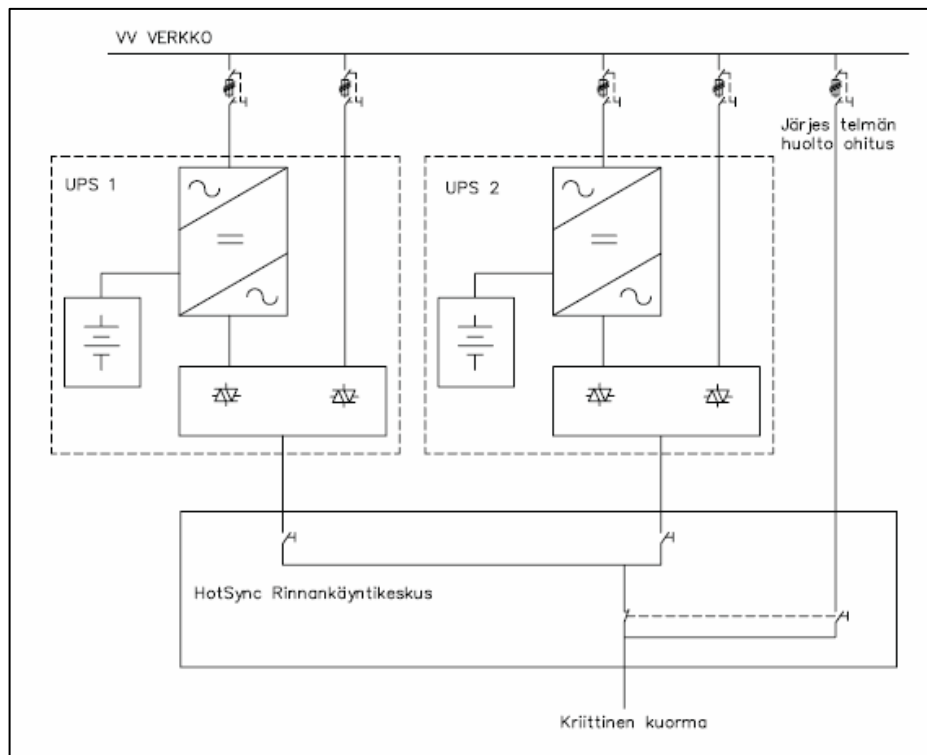
Reduntantitiset järjestelmät

Mikäli rinnankäyviä UPS-laitteita on kytketty rinnan enemmän kuin kriittisen kuorman tehon kannalta on tarpeen, puhutaan ns. redundanttisista $n+1$ -järjestelmistä. Tässä yhteydessä n kuvaa kuorman syöttämiseen tarvittavien laitteiden lukumäärää ja 1 ylimää-

räisten tehoysiköiden lukumäärää. Ylimoituksen ansiosta useat UPS-yksiköt jakavat kriittisen kuorman kuormituksen tasaisesti keskenään ja kykenevät tarvittaessa sähkökatkon aikana varmentamaan kuorman ilman ylimääräisen yksikön tehonsyöttöä.

[6, s. 91; 9, s. 7, 21.]

Esimerkiksi 60 kVA:n kriittinen kuorma voidaan redundanttisesti suojata kolmella 30 kVA:n UPS-laitteella, jotka normaalitilanteessa syöttävät laitekohtaisesti kuormaa 20 kVA:n teholla. Yhden yksikön vikaantuessa kaksi toimivaa laitetta havaitsevat automaattisesti tehontarpeen lisäyksen ja alkavat kumpikin syöttää kuormaa 30 kVA:n teholla. Tämän ansiosta yhden UPS-yksikön huolto tai rikkoontuminen ei vielä siirrä järjestelmää riippuvaiseksi yleisen sähköverkon vikatilanteista. Kuvassa 7 on kuvattu redundanttisen rinnankäyvän UPS-järjestelmän periaate kahdella UPS-laitteella, joista kumpikin pystyy itsenäisesti ylläpitämään kriittistä kuormaa. [9, s. 21–22.]



Kuva 7. UPS-laitteiden redundanttinen rinnankytkentä [6, s. 66].

UPS-järjestelmän täydellinen redundanssi edellyttää, että kaikki UPS-laitteiden osat on kahdennettu niin, ettei järjestelmä ole riippuvainen mistään yksittäisestä vikakohdasta. Vaatimus edellyttää muun muassa UPS-laitteiden syöttöjen, tehokomponenttien, ohja-

uspiirien ja akustojen kahdentamista. Kuvan 7 mukaissa perinteisessä rinnankytkentämallissa rinnankäyntikeskus muodostaa yksittäisen vikakohdan, joka nykyaikaisissa redundanttisissa UPS-järjestelmissä on korvattu laitekohtaisilla rinnankäyntilogiikoilla. [9, s. 12, 20.]

Reduntanttisen järjestelmän ylimääräisten UPS-yksiköiden määrää voidaan tarvittaessa lisätä kohteen varmennetun verkon vaatimustason mukaisesti. Lisäyksiköillä kasvatetaan merkittävästi järjestelmän toimintavarmuutta sekä kriittisen kuorman käytettävyyttä. Varmennustasoa voidaan parantaa myös modulaaristen UPS-yksiköiden avulla, jolloin vikaantuneen yksikön korjaus onnistuu nopeasti vaihtamalla rikkinäinen UPS-moduuli toimivaan. Aikaavievään vianselvitykseen tai korjaukseen ei tällöin kulu ylimääräistä aikaa ja järjestelmän palautus redundanttiseksi onnistuu nopeasti. [8, s. 85, 94–95.]

Taulukossa 1 on esitetty erään laitetoimittajan arvio kriittisen kuorman käytettävyydestä eri sähköjakelun toteutustavoilla. Taulukosta on nähtävissä, että ilman UPS-järjestelmää käyttäjän on keskimäärin siedettävä laitteilleen yhteensä 9 tuntia sähkökatkoa vuodessa. Reduntanttisilla UPS-järjestelmillä kriittisen kuorman arvioitua sähkökatkoaikaa saadaan lyhennettyä merkittävästi perinteiseen yksittäiseen UPS-laitteeseen verrattuna.

Taulukko 1. Kriittisen kuorman käytettävyyys eri sähköjakelujärjestelmillä [10, s. 2].

	Käytettävyyys	Katkon tod.näk. /v	Kok.kesto vuodessa
Verkkosähkö (FIN)	99,9 %	85 %	9 h
Yksittäinen UPS	99,99 %	63 %	53 min
n+1 perinteinen UPS	99,9999 %	10 %	32 s
n+1 modulaarinen UPS	99,99999 %	6 %	3 s

Muiden etujensa lisäksi redundanttisuudella kasvatetaan järjestelmän ylikuormitettavuutta sekä UPS-järjestelmän kykyä syöttää oikosulkuvirtaa akkukäytössä. Reduntanttiuus mahdollistaa luonnollisesti järjestelmän normaalin toiminnan myös laitteiden vuosiuhon aikana. [9, s. 7.]

3.5 Liittyminen sähköverkkoon ja kriittiseen kuormaan

Lähtövirraltaan enintään 16 A UPS-laitteet ovat tyypillisesti pistokeliitäntäisiä, eivätkä vaadi kiinteää asennusta. Kuormien liittäminen laitteisiin onnistuu helposti valmiiden IEC-pistokkeiden kautta, joihin kuormat on helppo kytkeä. UPS-laitteelta voidaan tarpeen mukaan myös kaapeloida puolikiinteänä asennuksena syöttö jakorasialle, johon voidaan kytkeä kiinteästi esimerkiksi pistorasioita. [11; 12.]

Suurempien kokoluokkien UPS-laitteet asennetaan kiinteää tai puolikiinteää asennustapaa käyttäen. Mallista ja teholuokasta riippuen tulo- ja lähtökaapelointi voidaan toteuttaa joko yksi- tai kolmivaiheisena. Syöttökaapeloinnissa voidaan myös usein käyttää UPS:n ohitussyötölle erillistä kaapelia, jolloin laite ei ole riippuvainen yhden sähkönjakelureitin toimivuudesta. Vaihtoehtoisesti ohitussyötölle voidaan lenkittää sähkö normaalin tulosityötön liittimistä. Laitteet, joiden tulo on toteutettu 3-vaiheisena ja lähtö 1-vaiheisena, vaativat aina erillisen 1-vaiheisen ohitussyötön. [11; 12.]

Lähtövirraltaan yli 16 A UPS-laitteet syöttävät yleensä omaa UPS-keskusta, josta sähkö on jaettu kriittisten kuormien ryhmille. Käytetty toteutustapa on myös, että UPS saa syöttönsä keskukselta, jonka yhtä osaa se syöttää. Tällöin keskuksessa tulee olla varoitus siitä, että keskuksen pääkytkin ei katkaise sähköä koko keskuksesta. [7, s. 15; 11.]

3.6 Liittyminen varavoimalaitteistoon

Tilastollisesti 95 % kaikista verkkovirran häiriötilanteista kestää alle 5 minuuttia, mutta loput 5 % usein jopa useita tunteja. Joidenkin järjestelmien tulee säilyttää toimintakykynsä pitkienkin sähkökatkojen ajan, eikä pelkkä hallittu alasajo tule kysymykseen kriittisen kuorman luonteen vuoksi. Koska UPS-laitteen akuston kasvattaminen ei tietyn pisteen jälkeen enää ole kannattavaa, tulee pitkien varakäyntiaikojen mahdollistamiseksi sähkönjakeluun liittää varavoimalaitteisto. [8, s. 134–135.]

Kun UPS-laitteen syöttö on varmennettu varavoimalaitteistolla, akuston tarvitsee sähkökatkon sattuessa ylläpitää kuormaa vain siihen asti, että varavoimakone on käynnistynyt ja tahdistunut. Tämän jälkeen UPS-laite saa kriittisten kuormien tarvitseman tehon varavoimakoneen moottorin tuottamasta sähköenergiasta, jota UPS hyödyntää myös

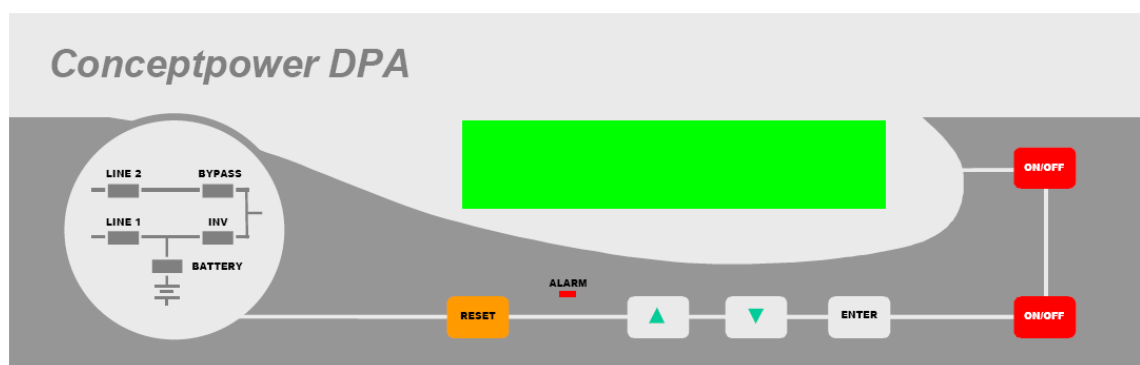
akustonsa varaamiseen. Kun valtakunnanverkon sähkönjakelu taas palaa, ja on ollut toiminnassa määrätyn ajan, ajaa varavoimalaitteisto itsensä alas ja UPS-laite alkaa taas saada syöttönsä tavallisesta sähköverkosta. [8, s. 131, 136–138.]

Liitettäessä varavoimalaitteistoa UPS-varmennettuun verkkoon, tulee sen yhteensopi-
vuus UPS-laitteen kanssa varmistaa. Mikäli varavoimalaitteen muodostaman sähkön
taajuus vaihtelee liikaa tai on UPS:n raja-arvojen ulkopuolella, UPS-laite ei kykene
synkronoimaan itseään varavoimalaitteen kanssa samalle taajuudelle. UPS ei tällöin
kykene siirtämään kuormaa ohitusyötölle mahdollisen vikatilanteen sattuessa. Ongel-
maa ei nykyaikaisten varavoimalaitteiden kanssa pitäisi esiintyä, mikäli laitetta hankit-
taessa laitetoimittaja on tietoinen UPS:n liittämisestä varavoimaverkkoon.

[8, s.128, 142.]

3.7 Hallintalaitteet

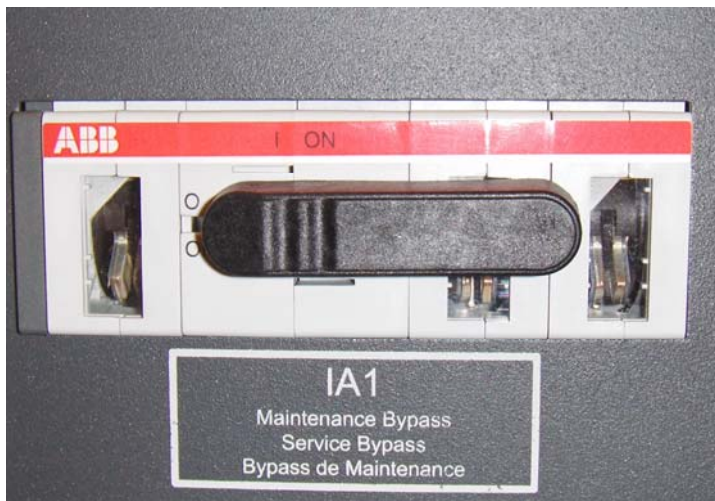
Nykyaikaiset UPS-laitteet omaavat usein näyttöpaneelin, joka mahdollistaa käyttäjälle
laitteen hallinnoinnin sekä mittausarvojen ja hälytysten selaamisen. Vanhemmat tai pie-
nempien teholuokkien UPS-laitteet vuorostaan kuvaavat toimintaansa erilaisilla ledi-
yhdistelmillä. Lähes kaikissa malleissa merkkiäänät kuvaavat käyttäjälle UPS-laitteen
toiminnan muutoksista ja erilaisista hälytystilanteista. [11; 12.] Kuvassa 8 on esitetty
esimerkki nykyaikaisen UPS-laitteen näyttöpaneelista hallintapainikkeineen.



Kuva 8. Newave Conceptpower DPA UPS-laitteen näyttöpaneeli [12].

Huolto-ohituskytkin

Kehittyneissä UPS-malleissa on laitteessa oma huolto-ohituskytkin, joka mahdollistaa laitteen ohittamisen huollon ajaksi. Teho syötetään tällöin laitteen tuloliittimistä suoraan huolto-ohituskytkimen kautta kuormalle, jolloin laitteen muut sisäiset komponentit jäävät jännitteettömiksi. Jotta sähkönsyöttö olisi katkotonta myös huolto-ohitustilaan siirryttäessä, syötetään kriittistä kuormaa hetkellisesti rinnakkain UPS-laitteen sekä normaalin sähköverkon kautta. Tämän vuoksi ennen laitteen huolto-ohitukselle siirtoa, tulee UPS aina asettaa hallintalaitteiden kautta staattiselle ohitukselle, jotta laitteen sähkönsyöttö on samassa tahdissa muun sähköverkon kanssa. [8, s. 32–33; 13.] Kuvassa 9 on esitetty esimerkki laitteessa sijaitsevasta huolto-ohituskytkimestä.



Kuva 9. Newave Conseptpower DPA UPS-laitteen oma huolto-ohituskytkin

Mikäli UPS-laitteessa ei ole omaa huolto-ohituskytkintä, voidaan koko UPS-järjestelmä kiertää keskukseen suunnitellulla rinnankäynnin mahdollistavalla kytkinjärjestelmällä. Laitteen ulkopuolinen huolto-ohituskytkin mahdollistaa tarpeen mukaan myös koko UPS-laitteen vaihdon ilman katkoa kriittiselle kuormalle. On kuitenkin huomattava, että huolto-ohituksen aikana kriittinen kuorma on aina valtakunnanverkon toimivuuden varassa, ellei sähköjakelua ole varmennettu toisella rinnankäyvällä UPS-järjestelmällä tai käyvällä varavoimakoneella. [8, s. 32–33; 13.]

3.8 Hälytykset ja yhteydet

Mallista riippuen UPS-laitteet kirjaavat hälytyslokiinsa ylös määrätyn määrän havaitsemiaan tapahtumatietoja. Eri hälytyksistä ja ilmoituksista saadaan selville myös tarkka tapahtuma-ajankohta jos laitteessa on ajanhallinnan mahdollistava ohjelmisto. Kirjatut tapahtumat antavat arvokasta tietoa laitteen kuormituksesta, toiminnasta sekä sähköverkosta saadun sähkön laadusta. Hälytyslokiin kirjautuvia tapahtumia voivat olla esimerkiksi

- ylikuormitus
- staattiselle ohitukselle siirtyminen
- huolto-ohitukselle siirtyminen
- laitteen akkukäyttöön siirtyminen
- alhaisen akkujännitteen havaitseminen
- sisäisen laitevian havaitseminen
- sähkökatko
- tulojännitteen poikkeaminen raja-arvoista
- tulotaajuuden poikkeaminen raja-arvoista
- laitteen sammutus/käynnistys. [11; 12.]

Jotta UPS-järjestelmästä saataisiin kaikki mahdollinen hyöty irti, tulee laitteiston olla yhteydessä käyttäjän omaan tietoverkkoon tai kiinteistönvalvontaan. Näin järjestelmän havaitsemat viat saadaan mahdollisimman nopeasti käyttäjän tai huollosta vastaavan tahon tietoon. Erilaisten valvontaohjelmien avulla voidaan myös monesti automatisoida kriittisen kuorman tietojen tallennus- ja alasajotoimenpiteet alkavaksi määrätyn sähkökatkoajan kuluessa.

Huonosti järjestettyjen yhteyksien vuoksi UPS-järjestelmä voi pidemmän sähkökatkon aikana vain viivästyttää väistämätöntä järjestelmän kaatumista. UPS-laitteen havaitsemat sisäiset viat eivät myöskään tule käyttäjän tietoon jos serverihuoneessa sijaitsevan UPS-laitteen hälytykset ovat pelkkien piippausten ja näytössä punaisella palavien ledien varassa. Tällöin UPS-vika todetaan vasta, kun laite ei ole sähkökatkon sattuessa pystynyt ylläpitämään kriittistä kuormaa.

UPS-laitoimittajat tarjoavat erilaisia ratkaisuja UPS-laitteen liittämiseksi kaukovalvontaan, kiinteistönvalvontajärjestelmään sekä kriittisten kuormien hallintalaitteisiin. Yksinkertaiset laitteen tilatiedot välitetään usein potentiaalivapailla relelähdöillä kiinteistön valvonta-alakeskukselle. Monipuolisemmat verkon ja laitteen tilatiedot saadaan vuorostaan siirrettyä RS 232-portin kautta laitteen valvonta-PC:lle tai web/SNMP - verkkokortin avulla käyttäjän omaan tietoverkkoon. Web/SNMP mahdollistaa myös kaukovalvonnan internetin tai matkapuhelimen välityksellä sekä joissain malleissa mahdollisuuden laitteen etäohjaukselle.

Hyvin toteutetuissa UPS-verkoissa rinnakkaisia UPS-laitteita valvotaan toimivana järjestelmäkokonaisuutena laitekohtaisen valvonnan sijaan. Myös automaattisten alasajo-ohjelmien tulee tällöin havaita järjestelmän mahdollinen redundanttisuus, eikä reagoida yksittäisen UPS-laitteen vikatilanteeseen. Näin vältetään UPS-järjestelmän turha huolto-ohitus sekä kriittisen kuorman käytettävyyden aleneminen. [8, s. 147–160.]

4 Työturvallisuus

UPS-laitteet toimivat verkko-, akku- tai ohitusvirralla. Laitteisiin kuuluu osia, joissa on korkea jännite. Oikein asennetut UPS-järjestelmät ovat kokonaisuudessaan maadoitettuja ja sekä koteloinnilla suojattuja sähköiskuja ja vieraita esineitä vastaan. Huoltotoimenpiteitä saavat kuitenkin tehdä vain kyseisiin tehtäviin pätevät sähköalan koulutuksen saaneet huoltohenkilöt, joilla on tarkoituksiin sopivat työvälineet ja suojavarusteet. [11.]

Mittaukset

UPS-järjestelmän toiminnantarkastuksen yhteydessä tehtävissä mittauksissa tulee kiinnittää huomiota mittausten aikaiseen sähkötyöturvallisuuteen. Sähkötyöturvallisuustandardi SFS 6002 määrää mittauksista mm. seuraavaa:

”5.3.1.2

Kun tehdään mittauksia sähkölaitteistoissa, pitää käyttää sopivia ja turvallisia mittalaitteita. Mittalaitteet pitää tarkistaa ennen käyttöä ja tarvittaessa käytön jälkeen.

5.3.1.3

Jos on vaara koskettaa paljaita osia, mittausta tekevien henkilöiden pitää käyttää henkilökohtaisia suojavarusteita sekä ryhtyä toimenpiteisiin sähköiskua vastaan ja oikosulkuvirran ja valokaaren vaikutuksia vastaan.” [3, s. 600.]

Työskentely jännitteettömänä

UPS-laitteen sisällä ei koskaan saa tehdä huoltotoimenpiteitä laitteen toimiessa verkko- virralla tai akuilla. Joissain malleissa voidaan käyttää sisäänrakennettua huolto-ohituskytkintä laitteen jännitteettömäksi tekemiseksi. Laitteen jännitteettömyys tulee kuitenkin varmistaa aina tapauskohtaisesti. Myös laitteen jännitteelliseksi kytkeminen työn aikana täytyy estää tarpeenmukaisin keinoin. [11.]

Sähkötyöturvallisuustandardi SFS 6002 määrää työskentelystä jännitteettömänä seuraavaa:

”6.2 Työskentely jännitteettömänä

Kun työkohde sähkölaitteistoista on määritelty, tehdään seuraavat viisi tärkeää toimenpidettä seuraavassa määritellyssä järjestyksessä, ellei ole välttämätöntä toimia muulla tavalla:

- täydellinen erottaminen
- jännitteen kytkemisen estäminen
- laitteiston jännitteettömyyden toteaminen
- työmaadoittaminen
- suojaus lähellä olevilta jännitteisiltä osilta.” [3, s. 602.]

Täydellistä erottamista suoritettaessa on tärkeää avata myös UPS-laitteen akuston kytkin. Kondensaattorien purkautumiselle tulee myös varata muutama minuutti ennen laitteen kotelon avaamista. Työmaadoitus ei yleensä ole tarpeen UPS-laitteiden kanssa työskennellessä. [13.]

Painavia akkuja tai UPS-moduuleja siirreltäessä on tärkeää huomioida oikea nostotekniikka. Nostimien käyttöä tulee suosia mahdollisuuksien mukaan. Painavien osien puutoamisen varalta asentajien käyttämien antistaattisten turvakenkien tulisi olla myös kärkeään vahvistetut. [14, s. 3–4.]

Jännitetyö ja suojaus elektrolyytiltä

UPS-laitteen akustolla on usein erittäin suuri oikosulkuvirta ja akustoissa työskentely määritellään SFS 6002:n mukaan perustason jännitetyöksi. Akkuihin kohdostuvat työt onkin usein syytä tehdä kahden hengen työryhmissä ennalta sovittuja työskentelyohjeita noudattaen. Akustossa tehtävien töiden edellytyksenä on aina riittävän työskentelytilan olemassaolo. [3, s. 640; 14, s. 3; 15, s. 44.]

Akuston kanssa työskennellessä oikosulun vaara on ilmeinen, joten tarvittaviin suoja-toimenpiteisiin on ryhdyttävä ennen töiden aloittamista. Myös syövyttävän elektrolyytin

vuotamiseen rikkinäisistä akusta on varauduttava tarpeenmukaisesti. Varusteista on otettava huomioon ennen töiden aloittamista seuraavaa:

- metallisten korujen, kellojen yms. riisuminen
- antistaattisten vaatteiden ja turvakenkien käyttö
- suojakäsineiden ja -lasien käyttö
- jännitetyökalujen käyttö
- jännitetyömaton ja muiden lisäsuojien käyttö tilanteen mukaan
- kaikkien suojarusteiden kunnan tarkastus. [15, s. 30, 38.]

Avoimia akkuja käsiteltäessä vaaditaan lisäsuojausta roiskuvan elektrolyytin varalta. Tällöin tulee käyttää asianmukaisia suojavaatteita ja esiliinoja. Suljettujen lyijyakkujenkin kanssa on suositeltavaa käyttää suojaavia pitkähihaisia vaatteita.

Elektrolyytin joutuessa iholle tulee altistunut kohta aina pestä huolellisesti. Silmien altistuttua edellytetään 15 minuutin huuhtelua runsaalla vedellä ja käyntiä lääkärissä. [14, s. 3; 15, s. 40.]

Työn keskeytyminen ja lopetus

Töiden keskeydyttyä tai valmistuttua tulee huolehtia käyttäjän turvallisuuden kannalta tarpeenmukaisista toimenpiteistä. Käyttäjän on myös heti saatava riittävät tiedot vuosi- huollon aikana ilmenneistä epäkohdista. Sähköturvallisuusstandardi SFS 6002 velvoittaa kunnossapitotöistä seuraavasti:

”7.5 Kunnospitotyön tilapäinen keskeytys

Kunnossapitotyön tilapäisesti keskeytyessä työstä vastaavan henkilön on ryhdyttävä kaikkiin tarpeellisiin toimenpiteisiin, joilla estetään pääsy paljaisiin jännitteisiin osiin ja sähkölaitteiston luvaton käyttö.

Tarvittaessa jokaisesta keskeytyksestä on tiedotettava sähkölaitteiston käytöstä vastaavalle henkilölle.

7.6 Kunnossapitotyön lopetus

Kunnossapitotyön lopussa työstä vastaavan henkilön pitää luovuttaa vastuu laitteiston käytöstä sähkölaitteiston käytöstä vastaavalle henkilölle. Kunnossapidetyn laitteiston tila luovutushetkellä pitää tiedottaa sähkölaitteiston käytöstä vastaavalle henkilölle.”
[3, s. 616.]

5 UPS-laitteen vuosihuolto

5.1 Yleistä

UPS-järjestelmän ennakoivan vuosihuollon tarkoituksena on varmistaa laitteen ja akuston oikea toiminta, ehkäistä ajoissa mahdolliset vikatilanteet sekä luoda edellytykset järjestelmän mahdollisimman pitkälle käytettävyydelle. Tämä toteutetaan tapauskohtaisesti säännöllisin ja tarpeenmukaisin tarkastuksin, mittauksin sekä ennakoivin huolto-toimenpitein.

UPS-huoltoja tekevät yritykset sisällyttävät laitteiden vuosihuoltoihin toimenpiteiltään ja laajuudeltaan vaihtelevia työvaiheita. Myös työskentely- ja raportointikäytännöt ovat yrityskohtaisesti hyvin vaihtelevia. Tähän insinööriyöhön on kerätty tärkeiksi havaittuja ja UPS-laitteen vuosihuollossa huomioitavia seikkoja laitteen toiminnan sekä huollon oikean suoritustavan varmistamiseksi.

Vaikka UPS-järjestelmän akuston vuosihuolto suoritetaan aina laitteen vuosihuollon yhteydessä, se on tässä työssä merkittävyytensä vuoksi käsitelty omana lukunaan. Lähtökohtaisesti huoltokäytännöt on suunniteltu kahden muunnoksen online UPS -laitteelle, koska se on huollettavista UPS-topologioista selvästi yleisin. Ohjeet ovat kuitenkin yleisesti hyvin sovellettavissa muillekin UPS-tyypeille. Vuosihuollon toimivuuden ja käyttäjän kannalta tärkeitä dokumentteja ja raportteja käsitellään myöhemmin.

5.2 Huoltotoimenpiteet

UPS-laitteet ovat valmistaja- ja tyyppikohtaisesti erilaisia, joten yksityiskohtaisen ja merkkivapaan huolto-ohjelman teko on melko mahdotonta. Tämän vuoksi huollot tulee suorittaa tapauskohtaisesti aina kunkin UPS-laitteen ja käyttökohteen ominaisuudet huomioon ottaen. Lähtökohtaisesti apuna käytetään ennalta sovittuja huoltokäytäntöjä, tarkoituksiin soveltuvaa huoltopöytäkirjaa sekä valmistajan laitekohtaisia käyttö- ja huolto-ohjeita. Ensiarvoisen tärkeää on myös huollonaikainen huolellisuus, kiireettömyys sekä työturvallisuudesta huolehtiminen. Tuttuakin UPS-laitetta käsiteltäessä on aina järkevää seurata huolellisesti laitevalmistajan laatimia käyttö- ja huolto-ohjeita, jolloin virheiden tekemisen mahdollisuus saadaan minimoitua. [13.]

5.2.1 Huollosta sopiminen

On ensiarvoisen tärkeää, että käyttäjä on tietoinen UPS-huollon ajankohdasta ja sen edellyttämistä toimenpiteistä. Perusteellisen ennakoivan vuosihuollon suorittamiseksi on UPS-laite aina tehtävä jännitteettömäksi. Tämä edellyttää varmennetun sähkönjakelun toteutustavasta riippuen toimenpiteitä, jotka käyttäjän tulee osata ottaa huomioon. Mikäli UPS-laitteesta on järjestetty kaukovalvonnan avulla hälytysyhteys ulkopuoliseen valvomoon, tulee huollosta antaa tieto myös tälle taholle. Näin vältetään mahdolliset sekaannukset sekä turhat hälytystoimenpiteet.

Ellei huoltotoimenpiteisiin varautumista ole nähty tarpeelliseksi sähkönjakelun suunnitteluvaiheessa, käyttäjän kriittinen kuorma on altistettava sähköverkon mahdollisille häiriöille huollon ajaksi. Huonoimmassa tapauksessa jopa lyhyen katkon aiheuttaminen sähkönjakelussa voi olla välttämätöntä kriittisen kuorman siirtämiseksi pois UPS-syötöstä. Tämä voi luonnollisesti aiheuttaa asiakkaalle suuria ongelmia, joten huolto saatetaan näissä tapauksissa joutua sopimaan normaalin työajan ulkopuolelle.

5.2.2 Laitetilan tarkastus

Ennakoiva UPS-huolto on hyvä aloittaa laitteen asennusolosuhteiden tarkastuksella. Laitetomittajan määrittämän lämpötilan ja ilmankosteuden vaatimusten täyttymisen lisäksi laitetilan siisteyteen tulee myös kiinnittää huomiota. UPS-laite ottaa lähes poikkeuksetta tuuletusilmansa samasta tilasta, johon se on asennettu, joten asennustilan liikkaisuus vaikuttaa merkittävästi sisäisten komponenttien kuten piirilevyjen pölyntyymiseen.

Laitetilan tarkastuksen aikana tulee myös huomioida UPS-laitteen oikeaan sijoitukseen ja asennukseen liittyvät asiat. Oikeat asennustavat ja -olosuhteet on yleensä kuvattu laitevalmistajan käyttöohjeessa. Laitteen asennuksesta tulee tarkastaa

- asennustavan oikeellisuus
- laitteen sijoituksen tukevuus
- laitteen hallintalaitteiden luoksepäästävyys
- riittävien tuuletusetäisyyksien täytyminen
- tilavarauksen olemassaolo huoltotoimenpiteille

- laitteen suojaus kosteudelta ja palavilta aineilta
- etäisyys lämmönlähteistä
- laitteen käyttöohjeiden saatavuus.

5.2.3 Toiminnan tarkastus

UPS-laitteen oikean toiminnan tarkastus on oleellinen osa ennakoivaa vuosihuoltoa. Jotta laitteesta olisi käyttäjälle hyötyä, tulee sen toimia suunnitellun tarkoituksensa mukaisesti. Esimerkiksi kahden muunnoksen online UPS:n tulee normaalikäytössä syöttää kuormaa tasasuuntaajan ja vaihtosuuntaajan kautta. Jos laite toimii ohitus- tai huolto-ohitustilassa, kriittistä kuormaa ei ole varmennettu, vaan sähkönsyöttö on pelkän valtakunnanverkon varassa. Huollettavan UPS-laitteen toimintaperiaate luonnollisesti määrää, mikä on laitteen oikea toimintatila normaalikäytössä.

Laitteen toiminnan tarkastukseen kuuluu oleellisesti myös, että UPS-laitteen kytkinlaitteen, näyttö sekä merkkivalot- ja äänet toimivat oikein. On myös tärkeää varmistaa, että laitteen kaikki tuulettimet ovat toiminnassa laitteen ollessa päällä. Pysähtyneet tuulettimet nostavat laitteen sisäistä lämpötilaa ja lyhentävät komponenttien elinikää.

5.2.4 Mittausarvojen tarkastus

UPS-laitteesta saatavat mittausarvot on hyvä kirjata vuosittain ylös laitteen toiminnan ja kuormituksen seuraamiseksi. Seurattavia suureita ovat mm. laitteen vaihekohtainen jännite, virta, taajuus sekä pätö- ja nimellisteho. Usein arvot saadaan luettua UPS-laitteen omasta näyttöpaneelistä, mutta näytöttömissä malleissa arvojen saamiseksi joudutaan käyttämään erillistä yleismittaria. On tärkeää, että mittarina käytetään tällöin true RMS -mittaria, joka mittaa vaihtosähkösuureiden tehollisarvot [13]. True RMS -mittari huomioi suureen aaltomuodon vaihtelun täydellisestä sinikäyrästä, joten erilaisten säröjen vaikutus heijastuu saatuihin arvoihin.

Kuormituksen jakautuminen

Laitteen kuormitukseen tulee kiinnittää huomiota mittausarvoja tarkastettaessa. Jos laite käy jatkuvasti lähes nimellistehollaan, on suuri todennäköisyys sille, että laite joutuu

ajoittain turvautumaan staattiseen ohitukseensa ylikuorman syöttämiseksi. Tämä ei luonnollisesti ole tarkoituksenmukaista kuorman jatkuvaa varmennusta ajatellen.

Mikäli UPS vuorostaan toimii nimellistehoonsa nähden mitättömällä kuormalla, tulisi käyttäjälle tuoda esiin laitteen hyötysuhteeseen liittyvät näkökohdat. Varsinkin vanhempien UPS-laitteiden hyötysuhteet laskevat jyrkästi pienemmällä kuormitusarvoilla. Uuden hieman pienemmän laitteen asennus maksaa tällaisissa tapauksissa itsensä nopeasti takaisin sähkönkulutuksen pienentymisen johdosta. Pienempään ja kehittyneempään malliin vaihdettaessa myös tilantarve ja UPS-laitteesta aiheutuvat lämpökuormat pienenevät merkittävästi. [11; 12.]

Kolmivaiheisilla UPS-laitteilla kuormituksen tulisi olla mahdollisimman tasaisesti jakautunut kaikille vaiheille, jotta laitteen käyttö olisi optimoitua. Vinokuorma voi merkittävästi heikentää UPS-laitteen hyötysuhdetta sekä laitteen kokonaiskuormitettavuutta. Yhden vaiheen kuormittaminen yli vaiheelle suunnitellun kuormituksen riittää siirtämään koko UPS-laitteen staattiselle ohitusyötölle. Esimerkiksi kolmivaiheinen nimellistehoaltaan 30 kVA:n UPS voi toimia vaihtosuuntaajakäytössä vain jos sen minkään vaiheen kuormitus ei ylitä 10 kVA:a.

5.2.5 Huolto-ohitus

UPS-laitteen sisäosien huoltoa valmisteltaessa on laite ensin tehtävä jännitteettömäksi, jotta laitteen sisäisten komponenttien läheisyydessä työskentely voidaan suorittaa turvallisesti. Tällöin tulee käyttää laitteen huolto-ohitusta aina kun mahdollista. Samalla tulee varmistaa, ettei kriittiselle kuormalle turhaan aiheuteta sähkökatkoa. Tämä edellyttää laitevalmistajan käyttöohjeiden huolellista noudattamista sekä UPS-laitteen hallintalaitteiden oikeata käyttöä. [13.]

Kuvassa 10 on esitetty esimerkki erään UPS-laitteen tulo- ja lähtökytkimet. Kuvan laitteessa Q1 on UPS:n syötön kytkin, Q2 staattisen ohituksen syötön kytkin, Q4 UPS:n lähdön kytkin ja Q3 huolto-ohituskytkin. Normaali-toiminnassa Q1, Q2 ja Q4 ovat kiinni ja Q3 auki. Sähkö syötetään tällöin kuormalle tasa- ja vaihtosuuntaajan kautta. Koska Q2 on kiinni, on staattinen ohitusyöttö käytettävissä ylikuormituksen tai vian sattuessa.

Kuvassa 10 näkyvää laitetta huolto-ohitukselle siirrettäessä UPS asetetaan ensimmäiseksi erillisen näyttöpaneelin kautta staattiselle ohitukselle. Vasta tämän jälkeen huolto-ohituskytkin Q3 voidaan sulkea. Sähkö kiertää tässä vaiheessa laitteen lähtöliittimiin rinnakkain kytkimien Q2 ja Q3 kautta. Tämän jälkeen Q1 ja Q2 voidaan avata, jolloin sähkö kiertää suoraa huolto-ohituskytkimen Q3 kautta UPS:n lähtöliittimiin. Laitteen sisäiset komponentit jäävät näin ollen ilman sähkönsyöttöä. Asianmukaisin kytkimin on myös varmistettava, ettei akusto pysty syöttämään UPS-laitetta huollon aikana.



Kuva 10. Esimerkki suuritehoisen kahdenmuunnoksen online UPS:n käyttökytkimistä.

5.2.6 Ennakoivat huoltotoimenpiteet

UPS-laitteen mahdolliset sisäiset viat ovat usein ennakoitavissa säännöllisin tarkastuksin ja oikein ajoitetuin vaihtotoimenpitein. Toimet ovat aina merkki- ja mallikohtaisia, joten huoltoasentajan tulee tapauskohtaisesti arvioida huollon laajuus ja vaihtotöiden ajankohtaisuus. Varsinkin uudemmilla laitteilla sisäisten komponenttien turhaa irrotusta tulee välttää, mikäli syytä vaikeasti luoksepäästävien osien huonolle kunnolle ei ole. Monet laitevalmistajat antavat suosituksia eri komponenttiensa vaihtojaksoiksi.

UPS-laite on avattava, jotta sen sisäiset toiminnalliset osat saadaan esiin. Tämä tehdään aina vasta laitteen sisäisten komponenttien jännitteettömäksi tekemisen jälkeen. Laitteen verkosta irrottamisen jälkeen on vielä syytä odottaa n. 5 minuuttia, jotta laitteen kondensaattorit ovat varmasti purkaneet varauksensa. Tämän jälkeen voidaan aloittaa laitteen sisustan puhdistaminen mahdolliselta pölyltä sekä eri komponenttien visuaaliset tarkastukset. [13.]

Piirikortit sekä muut pölyä keräävät osat on hyvä puhdistaa esimerkiksi palamatonta paineilmaa sisältävän sprayn avulla. Näin pidennetään komponenttien elinikää ehkäisemällä ylimääräistä lämpenemistä. Puhdistuksen jälkeen voidaan tarkastaa eri komponenttien kunto silmämääräisesti erilaisten tummentumien, vuotojen tai turpoamisten varalta. Tässä vaiheessa on hyvä myös tarkastaa liitosten kunto, niin sisäisten komponenttien osalta, kuin laitteen varsinaisten tulo- ja lähtöliittimienkin puolelta. [13.]

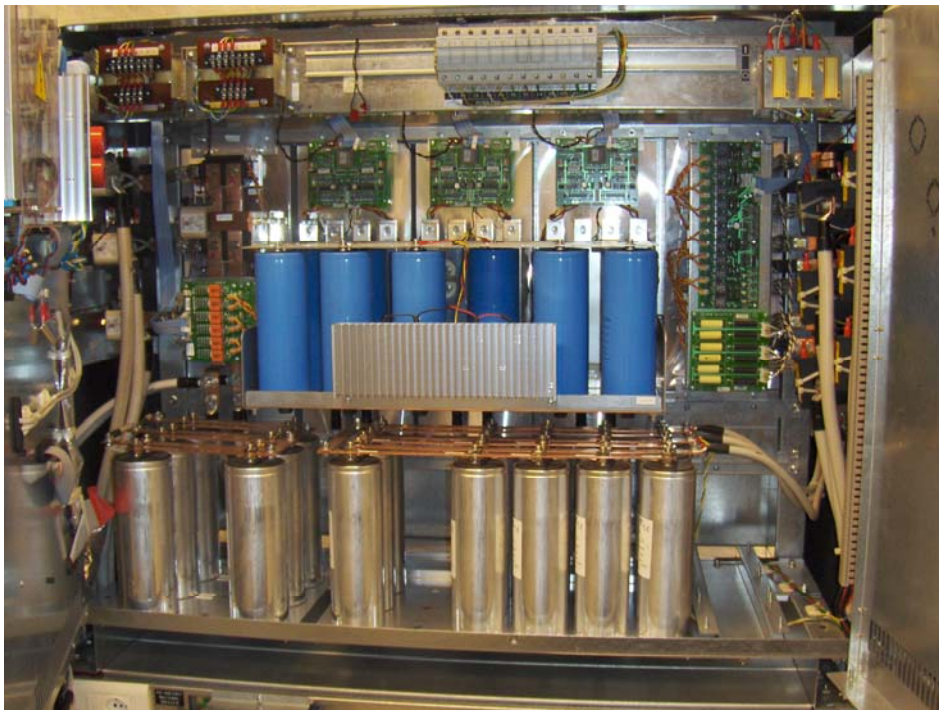
Kondensaattorit

Suurten tasa- ja vaihtosähköpuolen kondensaattoreiden kuntoon tulee kiinnittää erityistä huomiota UPS:n sisäisiä komponentteja tarkastettaessa. Ne kuluvat jatkuvasti käytön myötä ja menettävät kapasitanssiaan. Selviä ulkoisia merkkejä kondensaattorin kulumisesta ovat sen turpoaminen ja/tai vuotaminen. Kondensaattoreista mitattuja kapasitanssiarvoja voidaan myös verrata niiden nimellisarvoihin rikkinäisen kondensaattorien löytämiseksi. [13.]

Kondensaattorien käyttöikä vaihtelee aina jonkin verran kondensaattorien mallista ja rakenteesta riippuen. Mikäli laitetoimittajalla on selvät suositukset kondensaattorien vaihtoväliksi, on vaihto järkevää suorittaa suositusten mukaisesti ennen kondensaattorivikojen ilmenemistä. Jos vaihto halutaan suorittaa ennen vikojen havaitsemista ilman, että tarvittavia suosituksia on saatavilla, voidaan viittä vuotta yleensä pitää hyvänä arviona vaihtoväliksi.

Kondensaattorit on syytä vaihtaa aina dc- tai ac-kohtaisesti kaikki kerralla, jolloin vältytään turhilta ylimääräisiltä huoltokäynneiltä. Suuremmissa UPS-malleissa kondensaattorit on yleensä järjestetty erillisiksi yksiköiksi, joista kondensaattorien irroitus onnistuu

yleensä kohtalaisen helposti. Pienemmissä laitteissa kondensaattorit on usein sijoitettu osaksi piirilevyä, jolloin koko piirilevy on järkevää vaihtaa kondensaattorien saavuttaessa käyttöikänsä. Joissain tapauksissa laitteen komponentteja voidaan joutua hieman purkamaan ennen kuin tarvittaviin osiin päästään kunnolla käsiksi. [13.] Kuvassa 11 on esitetty erään UPS-laitteen sisäpuoli, josta voidaan nähdä sylinterimäiset siniset dc- ja metallinhoitoiset ac-kondensaattorit.



Kuva 11. Esimerkki suuritehoisen UPS-laitteen sisustasta komponentteineen.

Tuulettimet

Tuulettimet ovat kondensaattorien ja akkujen lailla helposti kuluvia ja säännöllisesti vaihdettavia komponentteja. Tuulettimen kunnon voi helposti todeta tuulettimen pyörimiskitkaa kokeilemalla tai kuuntelemalla tuulettimen mahdollisia ylimääräisiä sivuääniä laitteen käydessä. [13.]

Pienemmillä tuulettimilla käyttöikä on noin viisi vuotta, isommilla tuulettimilla jonkin verran enemmän. Rikkinäiset tuulettimet saattavat myös polttaa laitteen sisäisiä sulakkeita, jolloin sulakkeetkin joudutaan uusimaan tuulettimia vaihdettaessa. Niin tuulettimia kuin kondensaattoreitakin vaihdettaessa tulee aina tarkastaa, että uudet komponentit

vastaavat arvoiltaan ja fyysisiltä mitoiltaan vanhoja osia. Vaihdotöissä tulee myös kiinnittää huomiota huolellisuuteen asennuksen aikana tippuvien ruuvien ja muttereiden varalta. Ne saattavat piirilevyille tai liittimien väleihin tippuessaan aiheuttaa oikosulkuja laitetta käynnistettäessä. [13.] Kuvassa 12 on esimerkki UPS-laitteen tuulettimesta.



Kuva 12. Vuosihuollon aikana tarkastettava UPS-laitteessa sijaitseva tuuletin.

5.2.7 Hälytykset

Vuosihuollon aikana on tärkeää tarkastaa UPS-laitteeseen asetetun päivämäärän ja kellonajan paikkansapitävyys sekä selata hälytyslokista läpi viime huollon jälkeiset laitteen ylöskirjaamat tapahtumat. Tallentuneista tapahtumista saadaan arvokasta huoltoasentajan sekä käyttäjää palvelevaa tietoa laitteen toiminnasta sekä sähköverkon mahdollisista häiriötilanteista päivämäärineen ja kellonaikoineen. Tarkat tapahtuma-ajankohdat auttavat merkittävästi esimerkiksi kirjautuneiden ylikuormitustilanteiden selvityksessä. Eri hälytystiedot toimivat myös suurena apuna rikkoutuneen laitteen vianetsinnässä ja mahdollisten jatkotoimenpiteiden suunnittelussa. Merkittävimmistä tapahtumista on aina syytä informoida laitteen käyttäjää sekä kirjoittaa merkintä UPS-laitteen vuosihuoltopöytäkirjaan.

6 Akuston vuosihuolto

6.1 Yleistä

UPS-topologiasta riippumatta akuston riittävä suorituskyky on ehdoton edellytys kriittisen kuorman suunnitellun varakäyntiajan mahdollistamiseksi. Akuilla on kuitenkin vain määrätyn pituinen toimintaikä, jonka jälkeen niiden vaihtaminen on välttämätöntä UPS-laitteiston suunnitellun toimintakyvyn säilyttämiseksi.

Useiden UPS-käytössä olevien akkumallien suunniteltu toimintaikä on n. 5 vuotta, mutta myös pitkäikäisiä 10 vuoden akkuja on saatavilla. Suunnitellun toimintaiän saavuttamisen mahdollistamiseksi akut tarvitsevat kuitenkin optimaaliset lataus- ja lämpötilaolosuhteet. Tämä ei monissa sovellutuksissa ole mahdollista, mikä voi johtaa tietyissä tapauksissa akkujen eliniän merkittävään lyhentymiseen. Akkujen todellinen käyttöikä on hyvin valmistajakohtainen samankin suunnitelmallisen akkuiän omaavilla akuilla. Myös yksittäiset akkuviat ovat hyvin mahdollisia UPS-akustojen akkujen suuren lukumäärän ansiosta.

Akut vaativat tarpeenmukaisia tarkastuksia ja huoltotoimenpiteitä, jotta akuston oikea toiminta varmistetaan koko UPS-järjestelmän toimintaiän ajan. Akuston kunto on tärkeää tarkastaa säännöllisesti, jotta mahdolliset viat huomataan ajoissa. Sähkökatkon sattuessa käyttäjälle ei ole mitään hyötyä toimivasta UPS-laitteesta, jos sen akusto ei pysty ylläpitämään kriittistä kuormaa käyttäjälle välttämätöntä varakäyntiaikaa. [8, s. 124.]

Vielä 1970-luvulla yleisesti käytetyt avoimet lyijyakut vaativat jatkuvaa kunnonseurantaa, mutta niiden huolto oli yksinkertaista akuissa käytetyn alhaisen teknologian ansiosta. Akkujen kunnan tarkka määrittäminen onnistui punnitsemalla akuista elektrolyytin ominaispaino, katsomalla läpinäkyvistä akkuastioista hapon pinnankorkeus sekä mitaamalla akkujen jänniarvot. Kaikki akkujen komponentit olivat myös nähtävissä ja tarvittaessa akkukennoihin voitiin säännöllisesti lisätä tislattua akkuvettä eliniän pidentämiseksi. [8, s. 268; 6 s. 86.]

Viime vuosikymmeninä markkinat ovat kuitenkin täysin vallanneet ”huoltovapaat” suljetut lyijyakut, joiden kunnan seuranta on huomattavasti vaikeampaa niiden suljetun

rakenteen vuoksi. Vanhojen huoltoimenpiteiden rinnalle on näin ollen jouduttu kehittämään uusia testaustapoja. [8, s. 268.]

6.2 Huoltotoimenpiteet

UPS-järjestelmän akuston vuosihuollon suoritukseen vaikuttaa merkittävästi akuston sijoitustapa. Riittävän tilavalle telineelle asennettu akusto on huomattavasti vaivattomampi huoltaa kuin ahtaaseen kaappiin tiheästi asennettu akusto. Akkutilan ahtaus voi jopa tehdä eräiden mittausten ja visuaalisten tarkastusten kunnollisen suorittamisen mahdottomaksi ilman akuston purkamista. Akkutyöskentelyn sähkötyöturvallisuusnäkökohdat on tärkeää huomioida tapauskohtaisesti työskennellessä akustojen läheisyydessä. [15, s. 44.]

6.2.1 Akuston mekaanisen kunnan tarkistus

Akuston vuosihuolto on järkevää aloittaa akkutilan ja akkujen visuaalisilla tarkastuksilla. Tällöin kiinnitetään huomiota myös akkuasennusten määräystenmukaisuuteen kuten tarvittavan perussuojauksen sekä vikasuojauksen vaatimusten täyttymiseen. Nämä seikat on tietenkin yleensä varmistettu jo UPS-järjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Tarvittavien kosketussuojausten, kytkinlaitteiden ja maadoitusten olemassaolo on kuitenkin hyvä tarkastaa ennen akustossa työskentelyä. Mikäli työskentelyn aikana on mahdollista koskea akuston jännitteellisiin osiin, on akuston virrattomuus aina varmistettava tarpeenmukaisin erotuslaittein. [15, s. 16, 18.]

Akkujen sijoituksesta tulee tarkastaa akkutilan oikea lämpötila sekä akkujen välisten riittävien etäisyyksien täytyminen. Standardissa *SFS-EN 50272-2 akkujen ja akkuasennustan turvallisuusvaatimuksista* määrätään akkujen väliseksi minimietäisyydeksi akkukaapissa 5 mm. [15, s. 44.]

Tulipalon ja korroosion varalta on tarkastettava, että akut ovat puhtaita ja kuivia. Suurta huomiota tulee kiinnittää etenkin akkujen välisiin liitoksiin, jotka altistuvat helposti korroosiolle (kuva 13). Akkujen tulee myös olla suojattu kaikenlaisilta iskuilta ja tärinäältä. Tarvittaessa akut tulee puhdistaa sekä käyttäjää informoida mahdollisista asennusteknisistä epäkohdista. [8, s. 268; 15, s. 40.]



Kuva 13. Suljetun lyijyakun pahasti korroosiolle altistunut liitos.

Sisäisten akkuvikojen löytämiseksi akut tulee tarkastaa kaikenlaisten halkeamien, vuotojen sekä turpoamisen varalta. Myös suljettujen lyijyakkujen mahdolliset ylipainetulpat tai -venttiilit tulee tarkastaa akkujen sisäisen kaasunmuodostuksen havaitsemiseksi. Viialliset akut edellyttävät aina pikaista vaihtoa.

[8, s. 268.]

Lämpökuvaus

Aika ja metallin lämpölaajeneminen johtavat akkujen välisten liitosten löystymiseen, mikä kasvattaa liitosten resistanssia ja näin ollen myös lämpöhäviöitä. Napojen ja liitosten korroosiolle on samanlainen vaikutus. Löystyminen ja korrosio aiheittavat näin ollen akustossa ylikuumentumisen ja tulipalon vaaraa, joka täytyy tarpeenmukaisin huoltotoimin minimoida. Isoissa akustoissa lämpöhäviöitä aiheuttavat liitoskohdat on helppointa ja nopeinta löytää lämpökuvaamalla ne kuormituskokeen aikana.

Lämpökamera näyttää kuvattavien pintojen lämpötilat nopeasti ilman, että itse kohteisiin tarvitsee erikseen päästä käsiksi. Liitoskohdan +10 °C:n lämpötilaero ympäristöön nähden viittaa heikkoon liitokseen tai tavallista suurempaan virrankulutukseen. +30 °C:n lämpötilaero merkitsee jo vakavaa ongelmaa liitoskohdissa ja vaatii syvempää tutkimista ja korjaustoimenpiteitä. Lämpökameran avulla saadaan akustosta myös kuvallinen dokumentti, jota on helppo käyttää vertailutarkoituksessa seuraavaa huoltoa suoritettaessa. [8, s. 272–273.]

6.2.2 Kuormituskokeet

UPS-laitteissa on usein oma manuaalisen akkutestauksen mahdollistava laitteisto, jonka avulla akuston suorituskykyä voidaan testata. Kokeen aikana kriittistä kuormaa syötetään akuston voimin määrätyn kuormitusajan mukaisesti. Kirjaamalla vuosihuoltopöytäkirjaan ylös akuston varausjännite testin alussa ja lopussa saadaan hyvä kuva akuston kunnosta pitkälläkin aikavälillä. Hyväkuntoisen akuston varausjännite laskee kohtuullisen hitaasti, kun huonokuntoisella akustolla jännitteenalenema tapahtuu hyvin nopeasti.

Nykyaikaisissa UPS-laitteissa pystytään kuormituskokeiden asetuksia usein muokkaamaan näyttöpaneelin avulla. Tällöin pystytään esimerkiksi määrittämään kuormituskokeen kesto sekä minimi-jännitearvo, johon UPS-laite antaa akkukennon varausjännitteen laskea kuormituskokeen aikana. Näin vältetään akun syväpurkautumisesta aiheutuva akun eliniän tarpeeton lyheneminen ja suorituskyvyn heikentyminen [8, s. 127.]

Kuormituskokeen säädöt tulee aina tarkistaa tapauskohtaisesti ennen kokeen suoritusta. Asetuksista pystytään usein myös ohjelmoimaan laitteeseen automaattinen akkutestaus määrätyn ajanjakson välein.

Kohtuullisen luotettavan kuvan saamiseksi akuston kunnosta, tulisi kuormituskokeessa purkaa vähintään 20 % akuston kapasiteetista. Yli 50 %:n purkaa tulee välttää, jotta akuston varmistuskyky heti kokeen jälkeen ei ole liian rajoittunut. [14, s. 3.]

Akkutestin loputtua tulee varmistua, että UPS-laite alkaa jälleen varata akustoa ja nostaa akuston jännitettä [13.] Kuormituskokeiden jälkeen voi joka tapauksessa kulua useita tunteja ennen kun akusto on latautunut täyteen kapasiteettiinsa. Tämä tulee luonnollisesti ottaa huomioon kohteissa, joissa akusto on tarkasti mitoitettu vaaditun varakäytön mukaisesti.

6.2.3 Jännitteen mittaus

Vuosihuollon yhteydessä tulee kirjata ylös akuston avoimen piirin jännite. Jännitearvo saadaan usein luettua UPS-laitteen näyttöpaneelin kautta tai vaihtoehtoisesti jännite voidaan mitata akkuketjun napojen väliltä. Avoin akkujännite kuvaa hyvin akuston varustasoja. Alhainen akkujännite voi olla merkki akkujen huonosta kunnosta tai akuston

pitkäaikaisesta lataamattomuudesta. Akkujen jännitemittaukset eivät kuitenkaan ole luotettava keino yksittäisiä akkuvikoja etsittäessä, koska akkuvika ei välttämättä aiheuta akun jännitteen alenemista. [8, s. 268–270.]

6.2.4 Konduktanssin mittaus

Lähes kaikki akkuviat ilmenevät akun kasvavana sisäisenä impedanssina. Vika voi joutua ylilatauksen aiheuttamasta elektrolyytin vähenemisestä, liitosten välisistä vuotoista tai akkusolujen välisestä elektrolyyttien sekoittumisesta. Liiallinen solujen liitosten korrosio voi myös nostaa akun impedanssia tuntuvasti tai pahimmassa tapauksessa katkaista liitoksen. Vuosien saatossa laboratorio- ja kenttätutkimukset ovat osoittaneet akun konduktanssin korreloivan suoraan akun kapasiteettia, kun akun ajalla mitattua kuormituskoetta on käytetty vertailuparametrina.

Akulla on elinikänsä alussa kohtuullisen pieni sisäinen impedanssi (mitataan milliohmeissa), joka vaihtelee akkutyypin mukaan, mutta on saman valmistajan samantyyppisillä akuilla lähes vakio. Akun ikääntyessä impedanssi kasvaa marginaalisesti normaalin sisäisen korroosion ansiosta, mutta vaikutus näkyy kaikissa saman akkuketjun akuissa lähes identtisesti. Konduktanssi-mittauksissa muista akuista johtavuudeltaan huonompien akkujen voidaan epäillä altistuneen jonkinlaiselle sisäiselle vialle. Merkki akkuvialta on myös akun tai akkujen tavallista nopeampi konduktanssin muutosnopeus. [8, s. 269; 16.]

Mittaaminen

Akun konduktanssimittaus suoritetaan tarkoitukseen suunnitellulla mittarilla akun negatiivisen ja positiivisen navan väliltä. Tulos ilmoitetaan *siemens*-arvona. Mittaus ei edellytä luotettavan arvon saamiseksi erillisiä kiristettäviä testipäitä. Mittausten luotettavan toistettavuuden mahdollistamiseksi mittauskäytännön täytyy kuitenkin olla ennalta sovitun ja kaikkien asentajien systemaattisesti noudattama. Tämä edellyttää sovitun akkujen mittausjärjestystä sekä yhdenmukaista mittaustekniikkaa.

Mittaamisen helpottamiseksi on kehittyneempiin mittarimalleihin luotu mahdollisuus tallettaa konduktanssin raja-arvoja eri akkumalleille. Näin vialliset akut voidaan havaita nopeasti jo mittausvaiheessa. Laadukkaiden mittarien mukana tulee usein myös tiedon-siirto- ja käsittelyohjelmistot tulosten analysoimiseksi tietokoneella. [16.]

6.3 Akkujen vaihto

Akkujen vaihdot voidaan suorittaa tapauskohtaisesti koko akustolle tai vain yksittäisille akuille. Vaihtotyössä on tärkeä huomioida akkutyöskentelyn kannalta tärkeät sähkötyö-turvallisuuden liittyvät ohjeet ja määräykset. Työn jälkeen on tarkastettava, että akusto on vaatimusten mukainen ja että sen turvallisuus ei ole heikentynyt vaihdon seuraukse-na.

Yksittäisen akun vaihto

Akusto muodostaa merkittävän osan UPS-järjestelmän hankintahinnasta ja suurien akustojen vaihtaminen voi olla hyvin työlästä. Kun akusto on kohtuullisen uusi ja hyvä-kuntoinen, ei yhden tai muutaman viallisen akun takia ole järkevää vaihtaa koko akus-toa. Viallisten akkujen vaihtaminen riittää palauttamaan akuston toimintakyvyn luotet-tavalle tasolle.

Ennen akun vaihtoa tulee selvittää vanhan akun tyyppi ja malli. Uuden akun tulee vasta-ta ominaisuuksiltaan järjestelmän muita akkuja. Usein onkin suositeltavaa käyttää vaih-dossa vanhan akun valmistajan vastaavaa uutta akkua.

Akkua ei saa koskaan kytkeä eikä irroittaa kuormitettuna, vaan akkupiiri on aina luotet-tavasti avattava ennen vaihtotöiden aloittamista. Kytkenöissä akun napojen liitokset pitää kiristää akkutoimittajan ohjeiden mukaisesti. Kiristysmomentit riippuvat pääsään-töisesti kaapeliliittimien tyypistä ja materiaalista. Alumiinisia liittimiä käytettäessä lii-tännöissä tulee käyttää hapettumia ehkäisevää rasvaa. Vaihdon jälkeen uuteen akkuun on tulevia huoltoja varten merkittävä akun käyttöönottopäivämäärä. [11.]

Koko akuston vaihto

Kun akusto alkaa olla toimintaikänsä lopussa, ei yksittäisten viallisten akkujen vaihto välttämättä enää ole järkevää. Kun suoritetaan koko akuston vaihto kerralla, akuston toimintavarmuus kasvaa merkittävästi sekä välttyään toistuvilta yksittäisten akkujen vaihtamiselta. Akuston vaihdon yhteydessä vaihdetaan myös vanhat hapettuneet akku-kaapelit sekä varmistetaan uusien liitosten kireys.

Ennen akuston vaihtoa on asennusten helpottamiseksi piirrettävä muistiin vanhan akuston kytkentäkaavio. Näin varmistetaan, että akut kytketään samalla tavalla sarjaan ja rinnan kuin alkuperäisessä asennuksessa. Akut on myös numeroitava, jotta akut voidaan helposti yksilöidä mittausten ja akunvaihtojen varalta. Jos akkumääriä jostain syystä muutetaan vaihdon yhteydessä, pitää muutokset parametreja näyttöpaneelin kautta UPS-laitteen asetuksiin. Akuston käyttöönottopäivämäärä on merkittävä seuraavan vaihtoajankohdan ennakkoinnin helpottamiseksi. [15, s. 46.]

Kierrätys

Lyijy- ja NiCd-akut sisältävät raskasmetalleja, jotka ovat ympäristölle myrkyllisiä. Tämän johdosta akkuja tulee aina käsitellä ongelmajätteinä, joiden kunnollisesta kierrätyksestä on huolehdittava.

Lyijyakut voi yleensä maksutta palauttaa yritykselle, joka ne on myynyt. Akkujen maahantuojat keräävät akkuromua ja toimittavat ne suurempina erinä jälleenkäsittelylaitokselle. Vaihtoehtoisesti hävitys voidaan järjestää helposti myös asianmukaisen kierrätysfirman kautta.

Vanhojen akkujen navat on eristettävä oikosulkujen ja sähköiskujen varalta ennen pakkausta ja kierrätykseen kuljetusta. [14, s. 4; 17.]

7 Vianselvitys ja korjaukset

Talotekniikkayrityksen huoltoasentajan on hyvä olla ensimmäinen UPS-vian sattuessa paikalle hälytettävä huoltohenkilö. UPS-laitteiden toimintaan koulutettu sähköasentaja pystyy monesti toteamaan vian luonteen ja arvioimaan jatkotoimenpiteiden laajuuden. Joissain tapauksissa asiakkaan toteama vika saattaa myös olla lähtöisin aivan muualta kuin itse UPS-laitteesta. Syynä laitteen hälytykseen voi olla esimerkiksi laittilan korkea lämpötila, lauennut johdonsuoja tai liian suurien kuormien aiheuttama ylikuormitus.

Monimutkaiset UPS-laitteiden vianselvitykset ja korjaustoimenpiteet on järkevää ulkoistaa laitetoimittajien omille huoltoteknikoille. Heillä on usein vian paikallistamisen edellyttämät tiedot ja kokemus kyseessä olevasta laitteesta ja sen komponenteista. Toisinaan UPS-laite joudutaan osaavista huoltoteknikoista huolimatta lähettämään tehtaalle vian selvittämiseksi, jolloin laitevalmistajat yleensä korvaavat asiakkaan korjattavan laitteen toimivalla.

UPS-laitteille suoritettavien mittavien jatkotoimenpiteiden suoritus on aina syytä arvioida tapauskohtaisesti. Vanhoille laitteille ei välttämättä ole järkevää suorittaa laajoja korjauksia ja akustonvaihtoja, jos uuden paremmilla ominaisuuksilla varustetun UPS-laitteen saa lähes samoin kustannuksin.

8 Huollon dokumentointi

Kunnollinen huoltojen seuranta ja raportointia tukeva dokumentointi on ensiarvoisen tärkeää niin asiakkaan kuin palveluntarjoajankin näkökulmasta. Selkeän raportoinnin myötä asiakas saa tarpeelliset tiedot laitteistonsa kunnosta sekä toimenpiteistä, joilla varmennettun sähkönjakeluverkon toimintavarmuutta voidaan parantaa. Palveluntarjoaja tarvitsee järjestelmällistä dokumentointia helpottamaan huollon suoritusta sekä mahdollistamaan laitteiden ja akustojen vuosittaisen kunnonseurannan.

Osana insinööriä suunniteltiin merkkiriippumattomalle UPS-vuosihuollolle soveltuvat pöytäkirjat, huoltotarrat ja raporttirunko. Seuraavaksi esiteltyjen huollon dokumenttien pohjat ovat insinööriä liitteenä 1.

Huoltopöytäkirja

UPS-laitekohtaiseen vuosihuollon aikana täytettävään huoltopöytäkirjaan kerätään kaikki järjestelmän kunnonseurannan kannalta tärkeät mittaustulokset ja huomiot. Pöytäkirja sisältää myös valmiiksi täytetyt tiedot huoltokohteesta sekä huollettavasta UPS-järjestelmästä. Lähtötiedot helpottavat huoltoasentajan huoltoon valmistautumista sekä auttavat yksilöimään huoltopöytäkirjan tietyille UPS-laitteelle.

Osana huoltopöytäkirjaa on tarkastuslista, joka osaltaan toimii tarkastettavien kohteiden muistilistana huoltoasentajalle. Tarkastuslistan avulla varmistetaan, että kaikki UPS-laitteen toiminnan kannalta tärkeät tarkastukset tulee varmasti tehtyä.

Akkujen mittauspöytäkirja

Akuston konduktanssimittauksista on tehtävä asianmukainen mittauspöytäkirja, josta on selvästi luettavissa akkukohtaiset mittaustulokset sekä mittausajankohta. Kehittyneemmät akkutesterit mahdollistavat mittauksen siirtämisen suoraan tietokoneen taulukkolaskentaohjelmaan, jonka myötä pöytäkirja on valmiiksi helposti tulostettavissa tai lähetettävissä asiakkaalle.

Vuosihuoltoraportti

Vuosihuoltoraportti on asiakkaan UPS-järjestelmille suoritettujen vuosihuoltojen yhteenveto, johon kootaan huoltopöytäkirjojen avulla oleelliset tiedot UPS-järjestelmien kunnosta. Raportissa esitellään mahdolliset huollon aikana ilmenneet viat, puutteet sekä huomionarvoiset seikat, kuten laitteiden kirjaamat hälytykset tai vinokuormitus.

Vuosihuoltoraporttiin liitetään myös mahdolliset korjaus-, vaihto- ja muutosehdotukset, jotka UPS-järjestelmille suositellaan tehtäviksi. Joissain tapauksissa asiakkaan varmennetun verkon voidaan katsoa vaativan jopa koko vanhentuneen UPS-järjestelmän uusimista. Huoltoraportin avulla asiakas ymmärtää annettujen ehdotusten perusteet, jotka eivät maallikolle välttämättä pelkkien huoltopöytäkirjojen myötä selviä.

Huoltotarrat

Huoltokohteisiin jätettävät huoltotarrat antavat huoltoasentajille ja asiakkaille tietoa UPS-laitteille ja akustoille suoritetuista huolto-, korjaus- ja vaihtotoimenpiteistä. UPS-laitteeseen kiinnitettävästä tarrasta asiakas näkee myös helposti huoltofirman yhteystiedot, mikäli laitteen käytön kanssa ilmenee ongelmia. Jos järjestelmään vaihdetaan yksittäisiä akkuja, kondensaattoreita tai tuulettimia, yksilöidyt vaihtoajankohdat ovat helposti nähtävissä vaihdettuihin komponentteihin liimatuista tarroista.

9 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli luoda toimiva UPS-vuosihuoltopalvelu, joka soveltuu osaksi ISS Palvelut Oy:n sähköhuoltopalveluita. Lähtökohtana kehitystyössä oli oikeiden huoltotoimenpiteiden valitseminen sekä huollon toteutuksen suunnittelu. Osaltaan tärkeää oli myös saada luotua kaikki huollon kannalta tarpeelliset dokumentit. Työ vaati syvällistä tutustumista erilaisiin UPS-ratkaisuihin sekä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen. Suuri apu saatiin myös laitevalmistaja Newave Finland Oy:n myyjiltä ja huolto-tekniikoilta.

Insinööriyöhön saatiin onnistuneesti kerättyä UPS-järjestelmien ennakoivan vuosihuollon toteutuksen kannalta tärkeät asiat. Perusteellinen yleistieto laitteista sekä niiden vaatimista huoltotoimenpiteistä luovat hyvän perustan uudelle palvelulle. Huoltotöitä koskevien turvallisuusmääräyksien ja -suositusten merkitys nousee arvoonsa palvelun jalkautusvaiheessa, jolloin huoltoasentajien tulee olla selvillä kaikista huollon turvalliseen suoritukseen liittyvistä seikoista.

Huollon dokumentteja suunniteltaessa vertailtiin jonkin verran laitetoimittajien ja muiden vuosihuoltopalveluja tarjoavien yritysten käyttämiä pöytäkirjoja. Nopeasti havaittiin, että oli tärkeää kehittää juuri omaa huoltopalveluamme tukeva vuosihuoltopöytäkirja. Tavoite saavutettiin huolellisen suunnittelun myötä ja kehitystyön tuloksena saatiin luotua myös muita hyödyllisiä huollon dokumentteja. Tarkoitukseensa soveltuvien dokumenttien hyödyt saadaan täsmällisesti toteutettujen huoltojen myötä heijastettua myös asiakkaille.

Kaiken kaikkiaan insinööriyölle asetetut tavoitteet saavutettiin. Tuloksena saatiin merkivapaa UPS-vuosihuoltopalvelu, joka soveltuu hyvin talotekniikkayrityksen koulutettujen huoltoasentajien suoritettavaksi. Palvelun kehittämistä jatketaan tulevaisuudessa huolloista saatujen kokemusten perusteella. Huoltotoiminnan jatkuvuuden kannalta on myös tärkeää seurata markkinoilla olevien laitteiden kehittymistä sekä mukautua uuden tekniikan asettamiin huoltovaatimuksiin.

Lähteet

- 1 Insinööriyön aloituspalaveri. ISS Palvelut Oy, 23.1.2008.
- 2 Powerware UPS-huoltopalvelujen esitteet. (WWW-dokumentti.) Powerware Oy. < <http://www.powerware.fi>>. Luettu 15.12.2008.
- 3 SFS Käsikirja 600. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Sähkötyöturvallisuusstandardi 6002:2005. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry, 2007.
- 4 ISS Palvelut Oy:n intranet. (WWW-dokumentti.) ISS Palvelut Oy. < <http://issintranet.fi>>. Luettu 15.12.2008.
- 5 Powerware Sähkönsuojauksen esite. (WWW-dokumentti.) Powerware Oy. < <http://www.powerware.fi>>. Luettu 15.12.2008.
- 6 ST-käsikirja 20. Varmennetut sähkönjakelujärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy, 2005.
- 7 Tummanvuori, Juha. UPS-Käsikirja – Opas häiriöttömään sähkönsyöttöön. Espoo: Powerware Oy.
- 8 Bentley, Peter & Bond, David. The UPS handbook. Berkshire: Uninterruptible Power Supplies Limited, 2007.
- 9 Rantama, Heikki. Miksi rinnankäyntiä? Helsinki: Newave Finland Oy.
- 10 Rantama, Heikki. Vikasietoinen sähkönsyöttöjärjestelmä -versio 2.1. Helsinki: Newave Finland Oy, 2007.

- 11 Powerware UPS-laitteiden esitteet. (WWW-dokumentti.) Powerware Oy.
< <http://www.powerware.fi>>. Luettu 15.12.2008.
- 12 Newave UPS-laitteiden esitteet. (WWW-dokumentti.) Newave Finland Oy.
< www.newaveups.fi>. Luettu 15.12.2008.
- 13 Kinnunen, Einari & Rouhiainen, Jani, huoltoteknikot, Newave Finland Oy. Kes-
kustelut 19.11.2008 ja 3.12.2008.
- 14 ST-kortti ST 96.30. Akkujen hoito ja kunnossapito. Espoo: Sähköinfo Oy, 2003.
- 15 SFS-EN 50272-2. Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2:
Paikallisakat. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry, 2001.
- 16 Conductance Testing FAQ. (WWW-dokumentti.) Midtronics corp. <
[http://www.midtronics.com/home/support/sproducts/conductancefaq/conductanc
efaq.aspx](http://www.midtronics.com/home/support/sproducts/conductancefaq/conductanc
efaq.aspx)>. Luettu 15.12.2008.
- 17 Precautions for handling valve-regulated lead-acid batteries. (WWW-
dokumentti.) Panasonic corp. < [http://www.panasonic.com/industrial/battery/
oem/images/pdf/Panasonic_VRLA_PrecautionsForHandling.pdf](http://www.panasonic.com/industrial/battery/
oem/images/pdf/Panasonic_VRLA_PrecautionsForHandling.pdf)>. 2005. Luettu
15.12.2008.



PÖYTÄKIRJA

1(2)

UPS-VUOSIHUOLTO		Pvm: _____	
ISS Palvelut Oy		Käyttöönoton pvm: _____	
KOHDETIEDOT			
Asiakas:	_____		
Osoite	_____		
Laitetila:	_____		
Yhteyshenkilö:	_____	Puh: _____	
Lisätiedot:	_____		
<hr/>			
LAITETIEDOT			
UPS-tunnus:	_____		
Laitemalli:	_____	Sarjanumero: _____	
Nimellisteho:	_____ kVA		
Huoltokytkin:	on <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>		
Näyttöpaneeli:	on <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>		
Laitteen kunnon testaus:	on <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>		
Akuston testaus:	on <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>		
Sisääntulo:			
1-vaihe <input type="checkbox"/>	3-vaihe <input type="checkbox"/>		
Ulosmeno:			
1-vaihe <input type="checkbox"/>	3-vaihe <input type="checkbox"/>		
Akuston sijainti:	_____	Akkujen määrä: _____ kpl	
Akkutyyppi:	_____	+lisäakusto: _____ kpl	
Valvonnan tyyppi:	_____		
Laitteistoa syöttävässä _____ keskuksessa olevat sulakkeet:			
Tasasuuntaaja:	_____ A	Ohitusyöttö: _____ A	
<hr/>			
MITTAUKSET			
Syöttöjännite:	L1 _____ V	L2 _____ V	L3 _____ V
Ohitusjännite:	L1 _____ V	L2 _____ V	L3 _____ V
Lähtöjännite:	L1 _____ V	L2 _____ V	L3 _____ V
Lähtöteho:	L1 _____ kVA	L2 _____ kVA	L3 _____ kVA
	L1 _____ A	L2 _____ A	L3 _____ A
	L1 _____ %	L2 _____ %	L3 _____ %
Ilman lämpötila:	_____ °C	Suht. ilmankosteus:	_____ %
Syöttötaajuus:	_____ Hz	Lähtötaajuus:	_____ Hz
Akuston			
kestovaraustaso:	_____ Vdc	Akuston varaus:	_____ %
Akuston varaus	_____ Vdc	,kun on kuormitettu akustoa	_____ kVA
kuormalla	_____ min.		

ISS Palvelut Oy
 PL100 (Rajatorpantie 8A)
 01055 ISS
 Puh. 0205 150 325

Internet:
 www.iss.fi
 e-mail:
 sahkohoolto@iss.fi



TARKASTUKSET		
Tarkastuskohde	Tarkastettu	Huomautukset
1. LAITETILA		
1.1 yleinen siisteys	<input type="checkbox"/>	_____
1.2 lämpötila	<input type="checkbox"/>	_____
1.3 ilmankosteus	<input type="checkbox"/>	_____
1.4 laitteen sijoitus	<input type="checkbox"/>	_____
1.5 huolto- ja käyttöohjeet	<input type="checkbox"/>	_____
2. UPS-LAITE		
2.1 mittausarvot	<input type="checkbox"/>	_____
2.2 asetusarvot	<input type="checkbox"/>	_____
2.3 häilytykset	<input type="checkbox"/>	_____
2.4 ledit ja näyttö	<input type="checkbox"/>	_____
2.5 tuulettimet	<input type="checkbox"/>	_____
2.6 suodattimet	<input type="checkbox"/>	_____
2.7 laitteen toiminta	<input type="checkbox"/>	_____
2.8 akuston toiminta	<input type="checkbox"/>	_____
2.9 kondensaattorit	<input type="checkbox"/>	_____
2.10 sisäinen pölyisyys	<input type="checkbox"/>	_____
3. KAAPELIT JA LIITTIMET		
3.1 kiristyksiset	<input type="checkbox"/>	_____
3.2 mekaaninen kunto	<input type="checkbox"/>	_____
4. MUUT		
4.1 huoltokylkin	<input type="checkbox"/>	_____
4.2 häilytysyhteys	<input type="checkbox"/>	_____
4.3 akkujännite	<input type="checkbox"/>	_____
4.4 akkutilan siisteys	<input type="checkbox"/>	_____
4.5 akkujen kunto	<input type="checkbox"/>	_____
4.6 latausvirran ja jännitteen palautuminen	<input type="checkbox"/>	_____
4.6 järjestelmän palautuminen toimintakuntoon	<input type="checkbox"/>	_____
Lisätiedot:		_____

Kuittaukset:		
Asentaja:	Asiakas:




PÖYTÄKIRJA

1(1)

Mittausarvot			
Akkunumero	Jännite (V)	Johtavuus (s)	Otettu käyttöön (pvm)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			

ISS Palvelut Oy
 PL100 (Rajatorpantie 8A)
 01055 ISS
 Puh. 0205 150 325

Internet:
 www.iss.fi
 e-mail:
 sahkohoolto@iss.fi




UPS: _____

Työselitykset:
1 Vuosihuolto
2 Akuston vaihto
3 Korjaus

Vuosi/työ	1	2	3
2008			
2009			
2010			
2011			
2012			
2013			
2014			
2015			
2016			
2017			
2018			

ISS Palvelut Oy
 PL 100
 01055 ISS
 p. 0205 155
 sahkohuolto@iss.fi



pvm. _____

Lisätietoja: **ISS Palvelut Oy**
 p. 0205 155
 sahkohuolto@iss.fi