



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

JANI SOKURA

# **Satakunnan Ammattikorkeakoulu Pori UPS-laitteet ja ennakkohuolto**

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIO TEKNIIKAN  
KOULUTUSOHJELMA 2019

Tekijä Sokura, Jani	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 20.12.2019
	Sivumäärä 27+5	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Satakunnan Ammattikorkeakoulu Pori UPS-laitteet ja ennakkohuolto</b>		
Tutkinto-ohjelma SÄHKÖ- JA AUTOMAATIO TEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tähän insinöörityöhön kartoitettiin Satakunnan Ammattikorkeakoulun Porin kampuksen UPS-laitteistojen tiedot sekä ennakkohuoltotoimenpiteet mahdollisimman tarkasti. Työhön koottiin UPS-järjestelmien tiedot yhteen ja muodostaa laitteiston edellyttämistä huoltotoimista yhteenveto sekä aikataulutukset niiden toteutumisen tueksi. Tämän yhteenvedon avulla huoltotoimenpiteiden seuranta sekä UPS-järjestelmien tarkkojen tietojen ylläpitäminen saadaan helpommaksi kokonaisuudeksi.</p> <p>Lisäksi työssä perehdyttiin UPS-laitteistojen toimintaperiaatteisiin sekä laitteiston sisältämiin komponentteihin ja näiden komponenttien mukanaan tuomiin huoltotarpeisiin. Laitteiston kokonaisvaltainen tunteminen on tarpeen huoltotoimia suunniteltaessa.</p> <p>Työ toteutettiin yhteistyössä SAMK Porin ICT-henkilöiden kanssa.</p>		
<p><u>Asiasanat</u></p> <p>UPS, SAMK, katkeamaton sähkönjakelu, vuosihoito, akusto, varmennettu sähkönjakelu</p>		

Author Sokura, Jani	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 20.12.2019
	Number of pages 27+5	Language of publication: finnish
Title of publication <b>Satakunta University of Applied Sciences Pori UPS devices and preventive maintenance</b>		
Degree programme Electrical and Automation Engineering		
<p>Abstract</p> <p>This Bachelor's Thesis consists of a mapping of data and pre-emptive maintenance measures related to the UPS systems located in the Pori campus of the Satakunta University of Applied Sciences. The mapping was carried out as accurately as possible. For the purposes of this thesis, the UPS system data was compiled, a summary of maintenance measures required by the systems was formulated, and a schedule was drafted in support of realising such measures. The aim of said summary is to facilitate the monitoring of maintenance measures as well as to keep the UPS data accurate.</p> <p>In addition, this thesis explores the operating principles of the UPS systems, the components of said equipment as well as the maintenance requirements related to these components. A thorough understanding of all equipment is necessary when planning maintenance measures.</p> <p>This thesis was carried out as a collaboration with the ICT personnel of SAMK Pori.</p>		
<p><u>Key words</u> UPS, SAMK, uninterruptible power supply, maintenance, battery, secured distribution of electricity</p>		

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	3
2	UPS-JÄRJESTELMÄ .....	4
2.1	UPS-laitteisto yleisesti .....	4
2.2	UPS tekniikka .....	5
2.3	UPS-laitteiston akusto .....	7
2.3.1	Suljettu lyijyakku .....	8
2.3.2	Avoin lyijyakku .....	8
2.3.3	Nikkeli-kadmiumakut.....	8
3	UPS-JÄRJESTELMÄ SAMK PORI .....	10
3.1	UPS-järjestelmät ja SAMK Pori .....	10
3.2	UPS paikkatiedot ja akustot SAMK Pori .....	11
4	LAITTEISTON HUOLTOTARPEET .....	13
4.1	Ennakoivat toimenpiteet .....	13
4.2	Huoltotoimenpiteet aikataulutettuna SAMK Pori.....	14
4.3	Akkujen ja tuulettimien vaihto.....	16
4.3.1	Akkujen ja tuulettimien vaihto: SAMK pori .....	18
4.4	Muut toimenpiteet .....	19
4.4.1	Muut toimenpiteet SAMK Pori.....	19
4.5	Mahdollisten poikkeustilanteiden vaikutus huolto-ohjelmaan .....	23
5	TOIMENPIDE EHDOTUKSET SAMK PORI .....	24
6	LOPPUPÄÄTELMÄT JA KEHITYSEHDOTUKSET .....	26
	LÄHTEET .....	27
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Työn tavoitteena on tutkia UPS-laitteita Satakunnan Ammattikorkeakoulun Porin kampuksella ja koota huolto- sekä paikkatiedot samaan paikkaan. Kaikki työssä tutkittavat laitteet sijaitsevat Porin kampuksella.

Työn tilaaja on SAMK ICT- ja digitaaliset palvelut osastolta vastaava järjestelmäasiantuntija Sami Peltomäki. SAMK on noin 6000 opiskelijan ja 400 työntekijän monialainen ja kansainvälisesti suuntautunut korkeakoulu. Koulutuspaikkakunnat ovat Pori, Rauma, Huittinen ja Kankaanpää. Länsirannikon vaikutusalueella SAMK on merkittävä osaajien tekijä, kehittäjä, kansainvälistäjä ja yrittäjyyden edistäjä. Keväällä 2017 valmistunut Arkkitehti Oy Asmalan suunnittelema Porin kampus on pinta-alaltaan 19 200 m<sup>2</sup>. Rakennuttaja on Citycon Oyj ja urakoitsijoina toimivat NCC Rakennus Oy ja Are Oy. Porin kampuksen kiinteistön omistaa Hemsö Fastighets AB. (SAMK www-sivut, 2019.)

Tähän insinööriyöhön on koottu tärkeäksi havaittuja Satakunnan ammattikorkeakoulun Porin kampuksen UPS-laitteistojen huoltotoimenpiteissä huomiotavia asioita, jotta laitteiston oikea toiminta sekä suoritustapa pystytään varmistamaan. SAMK Porin kampuksella käytettävien UPS-järjestelmien valmistajana on muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta Eaton Power Quality Oy. Tästä syystä tämän työn painopiste kohdistuu vahvasti Eatonin UPS-järjestelmien huoltotarpeisiin.

UPS (Uninterruptible Power Systems) on keskeytymättömän tehon järjestelmä. UPS-laitteen tarkoituksena on tuottaa häiriötöntä sekä jatkuvaa vaihtosähköä tärkeimmille sekä kriittisimmille kuormille. UPS-laitteet siis tiivistetysti pitävät huolen kriittisten kuormien sähkönsyötöstä, joten tästä syystä laitteistojen jatkuva toimivuus on edellytys sähkönsyötön jatkuvuudelle. Laitteiden jatkuva, häiriötön toiminta ja varmennustaso varmistetaan hyvin suunnitelmallisella sekä huolellisesti toteutetulla ylläpidolla ja huollolla. (ST-kortisto 96.32.)

## 2 UPS-JÄRJESTELMÄ

### 2.1 UPS-laitteisto yleisesti

UPS-laitteiston perustoimintoihin kuuluu olennaisesti vaihtosähkön kääntäminen tasasähköksi ja tasasähkön muuntaminen vaihtosähköksi puolijohdesiltoja hyödyntäen. Lisäksi UPS-järjestelmien perustoimintoina pidetään koneohjattu UPS-laitteen ohitustoiminto ylikuorma- ja vikatilanteita varten. Automaattisen eli koneohjatun ohitustoiminnon lisäksi UPS-laitteistoissa on käytössä manuaalinen ohitustoiminto, joka on tarpeen erityisesti laitteiston huoltoja suoritettaessa. UPS-järjestelmä muodostuu lähtökohtaisesti UPS-laitteesta tai rinnankytketyistä UPS-laitteista, keskuksista ja varmennetun sähkön keskuksista. Varmennustasolla viitataan sähkönsyötön varmennuksen tasoon, joka on valittu tavoitteeksi kriittisen käytön sähkönsyöttöratkaisun suunnittelulle.

UPS-huoltoja tekevät yritykset liittävät laitteistojen vuosittaisiin huoltotoimenpiteisiin esimerkiksi toimenpiteen laajuudelta hyvin erilaisia työvaiheita. Etenkin huoltokäyntien yhteydessä toteutetut työskentely- ja raportointitavat ovat hyvin yrityskohtaisia ja osittain sen vuosi myös keskenään hyvin vaihtelevia. (ST-kortisto 96.32.)

Katkeamaton tehonsyöttöjärjestelmä (UPS) suojelee elektronisia laitteita, jotka ovat tarkkoja sähkövirran laadulle, heikkolaatuiseen verkkovirtaan liittyviltä vioilta ja perusteellisilta sähkökatkoksilta, kuten työasemia, tietokoneita, prosessinohjausjärjestelmiä. Arat elektroniset laitteet on suojattava moninaisilta sähköisiltä vikatiloilta. Herkkien laitteistojen sähkönsyöttöön käytettävissä vaihtovirtaverkossa voi vikatiloja aiheuttaa useat ulkopuoliset ongelmat, kuten salamaniskut, radiolähetteet ja voimalaitosviat. Näiden lisäksi vikatiloihin voivat vaikuttaa myös laitteiston sisäiset ongelmat, kuten sähkömoottorit, hitsauslaitteet, ilmastointikoneet. UPS tarkoituksena on pitää jännite tasaisena ja eliminoida kaikki mahdolliset häiriöt saapuvasta sähkövirrasta. Verkkosyötössä

esiintyvät vikatilat ja häiriöt eivät saavuta kriittistä järjestelmää, jossa ne saataisivat hajottaa ohjelmistoja ja aiheuttaa laitteistojen toimintahäiriöitä. (UPS-käsikirja 2005, 2, 18-19; 2012, 23-25.)

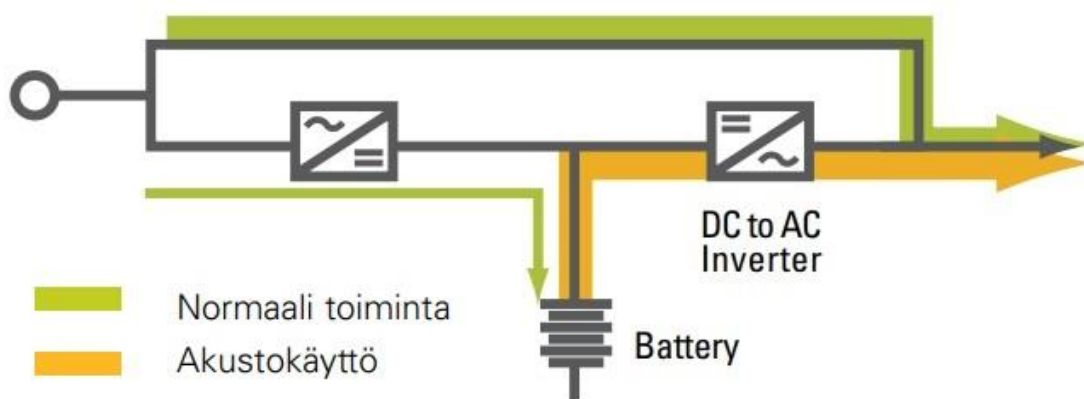
UPS tasasuuntaa saapuvan verkkojännitteen, jonka jälkeen vaihtosuuntaa sen ja tuottaa jatkuvaa, puhdasta tehoa kriittisiin kohteisiin. UPS ylläpitää saman aikaisesti akut koko ajan ladattuina, kun se läpi syöttää kuormaa. Jos verkkovirta kuitenkin syystä tai toisesta pääsee katkeamaan, UPS tehtävänä on jatkaa tehonsyöttöä aiheuttamatta pätkimisiä lähtöjännitteisiin. Sähkön syöttöön käytetään siis syöttävän sähköverkon energiaa silloin, kun sitä on saatavilla ja muina aikoina käytetään akustoon varastoitunutta energiaa. Jos sähköhäiriö tai vikatila kuitenkin kestää yli varakäyntiajan, UPS sammuu ehkäistäkseen akkujen totaalisen tyhjenemisen. Kun verkkojännite pystytään palauttamaan, UPS käynnistyy automaattisesti ja ryhtyy syöttämään kuormaa sekä samalla lataamaan akkuja. (UPS-käsikirja 2005, 2-4; UPS-käsikirja 2012, 8.)

## 2.2 UPS tekniikka

UPS-laitteet luokitellaan yleisesti kolmeen eri pääryhmään:

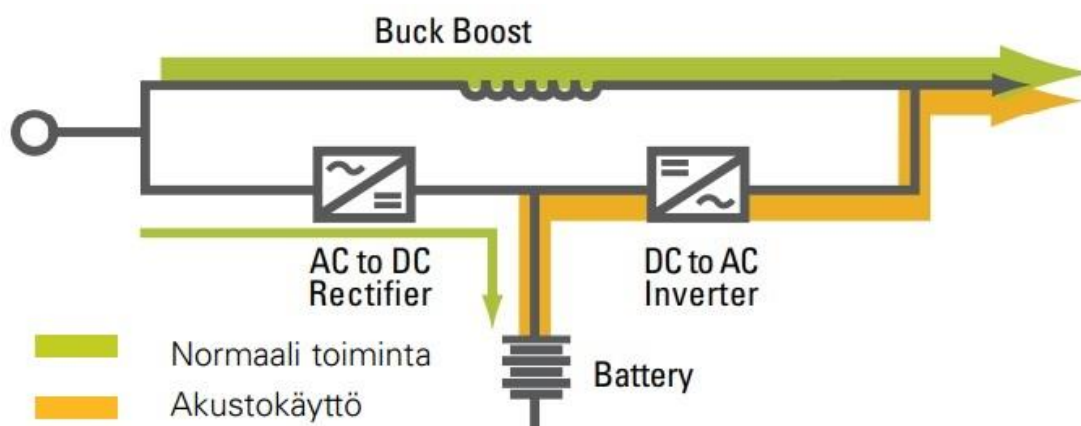
1. Passiivinen OFF-line (Kuva 1)
2. Line-interaktiivinen (Kuva 2)
3. Kaksoismuunnostekniikan ON-line (Kuva 3)

OFF-line UPS-järjestelmässä (Kuva 1) normaalissa tilanteessa sähköteho syötetään suoraan verkosta tai suodattimen kautta kuormalle. Sähkökatkoksen tai jännitteen vaihdellessa UPS syöttää laitteelle sähköä akustosta. OFF-line teknologia soveltuu suojaamaan esimerkiksi PC-tietokoneita, työasemia ja kassapäätteitä lyhytaikaisilta ali- ja ylijännitteiltä sekä sähkökatkoilta. Etuina voidaan pitää kevyttä rakennetta, edullista ratkaisua ja hyvää hyötysuhdetta. Puutteina ovat heikko verkkojännitteen suodatus ja katkottomasta kytkennästä aiheutuva mahdollinen kytkentäviive. (UPS-käsikirja 2005, 2-4; UPS-käsikirja 2012,10.)



Kuva 1 OFF-line UPS-laitteen periaate (UPS-käsikirja 2012, 10.)

Line-interaktiivinen tekniikka (Kuva 2) eroaa edellisestä siinä, että jännitteen-tasauspiiri pystyy korjaamaan syöttöjännitteen tasoa paremmin. Tällainen rat-kaisu soveltuu ympäristöön, jossa pääasiallinen ongelma on jännitekatkokset. Jännitekatkoksen aikana sähköä syötetään kuormalle akustosta vaihtosuun-taajan avulla. Normaaliolanteessa verkkosähkö syötetään kriittiselle kuormalle suodatettuna. (UPS-käsikirja 2005, 2-4; UPS-käsikirja 2012,10.)

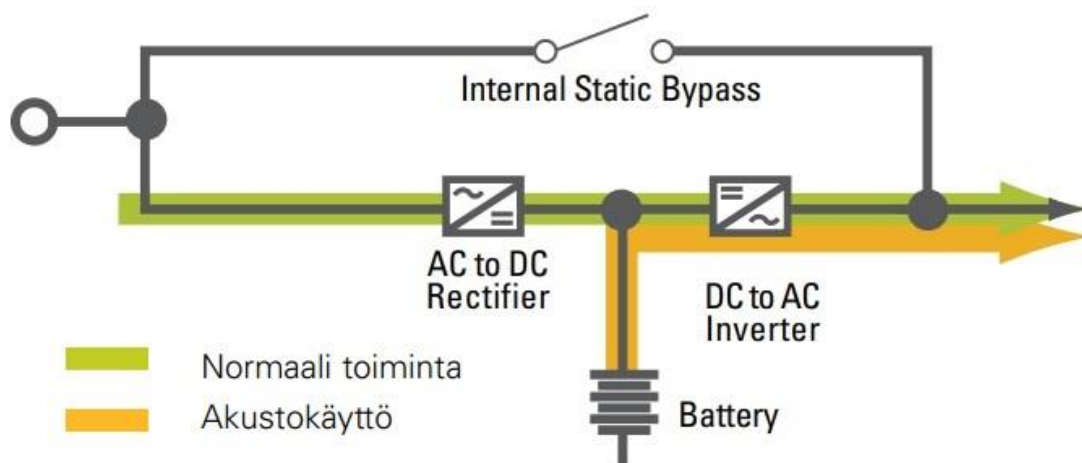


Kuva 2 Line-interaktiivinen UPS-laitteen periaate (UPS-käsikirja 2012, 10.)

Kaksoismuunnostekniikkaa (Kuva 3) hyödyntävissä ON-line UPS-laitteissa koko verkon vaatima sähköteho kulkee aina tasa- ja vaihtosuuntaajan kautta, josta kaksoismuunnos (eng. double conversion) -nimitys tulee. Verkkovirran häiriöistä huolimatta tekniikka varmistaa virransyötön yhtenäisen laadun. Akusto pidetään jatkuvassa valmiudessa ja se on heti valmis syöttämään vaihtosuuntaajaa, jos tasasuuntaaja pysähtyy. Ylikuormitus- tai UPS-laitteen vika-tilanteissa kuorma siirtyy ohituskytkimen kautta verkkosyötölle katkeamatta ja



palautuu takaisin vaihtosuuntaajan syötölle häiriön poistuttua tai ylikuormituksen tasaannuttua. Kaksoismuunnosta hyödyntävät UPS-laitteet soveltuvat kaikentyyppisten laitteistojen kanssa, koska siirtyessä akkuvirtaan häiriöitä ei pääse syntymään. (UPS-käsikirja 2005, 2-4; UPS-käsikirja 2012,10.)



Kuva 3 Double conversion -UPS-laitteen periaate. (UPS-käsikirja 2012, 10.)

### 2.3 UPS-laitteiston akusto

Akku on laite, joka varastoi sähköenergiaa sähkökemiallisessa muodossa. Ladataessa akku muuttaa sähköenergian kemialliseksi energiaksi ja purettaessa takaisin sähköenergiaksi. Akut ovat siis sähkökemiallisia energiavarastoja, joita voidaan uudelleen ladata. Akut nimetään lähtökohtaisesti aina niissä käytettävien materiaalien mukaan. Tunnetuimpia ja käytetyimpiä tyyppejä ovat nikkeli-kadmium- ja lyijyakut. Lisäksi akkuina voidaan käyttää suljettuja sekä avoimia akkuja, riippuen niiden käyttökohteesta ja kapasiteetin vaatimuksista. Erilaiset akut ovat lähes jokaiselle ihmiselle arkipäivää, liki jokaisessa kannettavassa sähköisessä laitteessa pääasiallisena energianlähteenä on erilainen akku. (ST-kortisto 52.30.02.)

UPS-järjestelmässä akusto on yksi keskeisin osa, jonka tarkoituksena on toimia teholähteenä sähkökatkon aikana. Yleisesti tiedossa on kuitenkin se tosiasia, että akku on UPS-laitteen heikoin komponentti. Hyvin usein UPS-laitteen toimintahäiriöt johtuvat nimenomaan akuston vioista. (ST-kortisto 52.30.02.)

### 2.3.1 Suljettu lyijyakku

UPS-järjestelmien akustoina hyödynnetään useimmiten venttiilisuljettuja lyijyakkuja (VRLA). Kyseisiä akkuja kutsutaan myös suljetuiksi lyijyakuiksi, joista saatavilla oleva energiamäärä lyhytkestoisilla purkausajoilla on merkittävästi parempi kuin avoimilla nestetäytteisillä akuilla. Suljetusta lyijyakusta saadaan kymmenen minuutin purkausajalla kaksinkertainen energiamäärä verrattuna avoimeen lyijyakkuun. Suljettu lyijyakku pystytään asentamaan UPS-laitteen sisälle tai omaan akkukaappiin, jolloin akusto ei tarvitse erillistä akkuhuonetta eikä erillistä ilmanvaihtoa. (UPS-käsikirja 2012,14, 15, 22; ST-kortisto 52.30.02.)

### 2.3.2 Avoin lyijyakku

Avoimia lyijyakkuja hyödynnetään nykyään harvemmin UPS-laitteiden akustona, koska niiden tilantarve on huomattavasti suurempi ja lisäksi avoimen lyijyakun purettavuus lyhyillä ajoilla on huono. Asennus tehdään erilliseen akkuhuoneeseen, jossa edellytetään hyvää ilmanvaihtoa. Tätä hyvän ilmanvaihdon vaatimusta pidetään yhtenä akkutyyppin huonona ominaisuutena. Huoltojen ja elektrolyytin vuotoriskin takia avotelineet ovat varustettava vuotoaltailla. Suurimpia etuja ovat luotettavuus, helppo kunnonvalvonta sekä käyttöikä. (UPS-käsikirja 2005, 16; ST-kortisto 52.30.02.)

### 2.3.3 Nikkeli-kadmiumakut

Nikkeli-kadmiumakkuja käytetään lähinnä paikoissa, missä olosuhteet ääriämpötilan kannalta vaihtelevat suuresti tai paikoissa, joissa tarvitaan pitkää käyttöikää. NiCd-akkujen käyttöikä ei lyhene korkeissa lämpötiloissa yhtä nopeasti kuin lyijyakkujen. Haittana ovat erittäin korkea hintaluokka, suuri tilantarve sekä huollontarve. Nikkeli-kadmiumakkujen jälleenkäyttö sekä kierrätys on haasteellista, koska akut sisältävät kadmiumia. Tästä syystä akut määritellään ongelmajätteeksi. Nikkeli-kadmiumakkujen käyttöään loputtua, akkujen

hävittäminen tapahtuu romutuksella, joka prosessina on kallis akkujen ongelmajäteominaisuuksien vuoksi. Suuri varaus- ja purkausjännitteen ero vähentää NiCd-akkujen käyttöä UPS-laitteiden akustona. (UPS-käsikirja 2005, 16; ST-kortisto 52.30.02.)

### 3 UPS-JÄRJESTELMÄ SAMK PORI

#### 3.1 UPS-järjestelmät ja SAMK Pori

Satakunnan ammattikorkeakoulun Porin kampuksella jokaisessa kerroksessa on yksi tai useampia kerrosjakamoita, joissa UPS-laite varmistaa häiriöttömän sähkönsyötön kerrosjakamoiden toimilaitteille. Kerrosjakamoissa on käytössä laitemalli, jossa kuormaryhmien valvonta mahdollistaa vähemmän kriittisten laitteiden aikaisemman alasajon, jolla maksimoidaan akuston varakäyntiajan tärkeimmille laitteille. (Peltomäki Sami, 2019.)

Kuormaryhmien valvonta mahdollistaa vähemmän kriittisten laitteiden aikaisemman alasajon, mikä maksimoi akuston varakäyntiajan tärkeimmille laitteille. Ominaisuutta voidaan myös hyödyntää etänä verkkolaitteiden alasajoon tai niiden ajastettuihin alasajoihin ja vaiheittaisiin käynnistykseen. (Eaton 5PX UPS, esite.)

Kerrosjakamoissa tärkeintä on ylläpitää langattoman verkon laitteiston toimivuutta mahdollisimman pitkään siitä syystä, että sähkökatkoksen aikana rakennuksen langaton verkko pysyy mahdollisimman pitkään käytössä. Langattoman verkon laitteiston häiriötön toiminta on hyvin tärkeää, jotta esimerkiksi hätäilmoitukset saadaan perille sähköpostin välityksellä. Tarkasteluhetkellä kerrosjakamoiden UPS-laitteiden keskimääräinen varakäyntiaika oli 85 minuuttia.

Kerrosjakamoissa käytetään Eaton 5PX 3000 mallisia UPS-laitteistoja, joita on yhteensä 17kpl (10/2019). Eaton 5PX 3000 on tekniikaltaan line-interaktiivinen UPS-laite (Eaton www-sivut 2019). Viidessä näistä laitteistoista on käytössä lisäksi Eaton 5PX EBM lisäakusto. Lisäakustot ovat sijoitettuna mahdollisimman tasaisesti ympäri SAMK Porin kampusta satunnaisiin UPS-laitteisiin, jotta pystytään paremmin ylläpitämään akustojen käyttökuntoa.

Palvelinsalissa runkoverkkoa varmistaa kolme kappaletta Eatonin valmista-  
maa 9-sarjan 8-15kVA UPS-laitetta. Näille Eatonin double conversion -laitteille  
on ominaista se, että UPS-laitteen lähtö on täysin riippumaton jännitteen- ja  
taajuudenvaihteluista. (Kuva 3) Lisäksi näissä UPS-laitteistoissa akkukäyttöön  
siirtyminen ei edellytä mitään erillisiä kytkentätoimintoja, vaan vaihtosuuntaaja  
ottaa syöttönsä akusta, joka on kytketty rinnan tasasuuntaajan kanssa. Tämä  
mahdollistaa sen, että akkukäyttöön siirtyminen ei näy minkäänlaisina jännite-  
tai taajuusvaihteluina UPS-laitteiston lähdössä. Sähköverkon palattua tasa-  
suuntaaja syöttää sähköä takaisin vaihtosuuntaajalle ja akusto alkaa latautua.  
Tämä UPS-laitteisto voidaan liittää myös tasajännitemuuttajaan, joka antaa  
vaihtosuuntaajalle vakiojännitteen akuston purkautuessa. (ST-kortisto  
52.35.01.)

Palvelinsalissa tarvittava ilmanvaihto sekä tilan puhtaus tarjoavat laitteille, lait-  
teiden käyttöiälle sekä toimivuudelle ideaalit olosuhteet. Tarkasteluhetkellä  
kuormitus oli näissä laitteissa alle 30% laitteen kokonaiskuormituksesta, käyt-  
täjän mieltämän ihannekuormitusrajan (50%) alle (Peltomäki Sami, 2019).  
Laitteiden varakäyntiajat olivat tarkasteluhetken kuormituksilla tarpeeksi hyvät  
tarkoitukseensa nähden. Palvelinsalin laitteiden varakäyntiajat vaihtelivat 166  
minuutista aina 236 minuuttiin.

### 3.2 UPS paikkatiedot ja akustot SAMK Pori

SAMK Porin kampuksella UPS-laitteet ovat sijoitettuna useampaan eri jaka-  
moon, labraan, palvelinsaliin sekä pääjakamoon. Jokainen näistä tiloista on  
sijoiteltuna eri puolille kampusta, koska UPS-järjestelmä kattaa kokonaisu-  
udessaan koko kampusalueen. Paikkatiedot ovat nähtävissä seuraavassa tau-  
lukossa (Taulukko 1).

Taulukko 1 UPS-laitteiden paikkatiedot listattuna

Paikkatieto	Valmistaja	Tarkka tyyppi
Jakamo (A1.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (A1.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (A2.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (A2.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (A3.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (A3.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (A4.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (A4.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (A5.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (B1.3)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (B1.4)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (B1.5)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (B1.6)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (B1.7)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (C1.8)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (C2.5)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Jakamo (C2.6)	Eaton	Eaton 5PX 3000
Palvelinsali(id1)	Eaton	9355-12-N-15-64x9ah-MBS
Palvelinsali(id2)	Eaton	9155-15-N-10-64x7ah-MBS
Palvelinsali(id3)	Eaton	9355-15-N-15-64x9ah-MBS
Sähkölabra	Socomec	Masterys 20kva 3/3
Sähkölabra	Eaton	9155-8-N-10-32x7ah
Sähkölabra	Victron energy	Quattro 24/8000/200-2x100
Sähkölabra	Eaton	Eaton 5PX 3000
Sähkölabra	Eaton	9130 6000VA-T
Pääjakamo(A018)	Eaton	9355-8-N-33-64x9Ah-MBS
Pääjakamo(A018)	Eaton	Eaton 5PX 3000

## 4 LAITTEISTON HUOLTOTARPEET

UPS-laitteet ovat valmistajakohtaisia ja tyyppikohtaisesti hyvin erilaisia, joten merkkivapaan huolto-ohjelman teko on melko mahdotonta. Tämän vuoksi huollot suoritetaan tyyppikohtaisesti jokaisen UPS-laitteen ja käyttökohteen vaatimukset huomioon ottaen.

UPS-laitteisiin jätetään huoltotoimenpiteiden yhteydessä huoltotarrat, jotka antavat huoltoasentajille sekä asiakkaille tarvittavat tiedot laitteille tehdyistä korjaus-, huolto- ja vaihtotoimenpiteistä. Näistä tarroista on lisäksi nähtävillä huoltofirman yhteystiedot. Jokaisen yksittäisenkin akun, kondensaattorin tai tuulettimenvaihdon yhteydessä komponentteihin liimataan uudet tarrat, joista käy ilmi jokaisen laitteen yksilöity vaihtoajankohta.

### 4.1 Ennakoivat toimenpiteet

Ennakkohuoltojen tarkoituksena on pitkittää UPS-laitteiston käyttöikää ja ehkäistä laitevikoja sekä vähentää laitteiston käyttö- ja huoltokustannuksia. Ennakkohuollossa on erittäin oleellista tarkastaa käyttöpaikka ja käyttöpaikan olosuhteet. Käyttöpaikan näkökulmasta tärkeää on välttää pölyä, koska UPS-laitteen tuulettimet kierrättävät ilmaa laitteen läpi ja laitteistoon tuulettimen kautta päätyvä pöly lyhentää laitteiston käyttöikää merkittävästi. Myös huoneen ilmanvaihdon sekä tilantarpeelle on asetetut vaatimukset, joiden toteutumisesta on pidettävä huoli. Akkujen osalta sijaintipaikan ideaalilämpötila on keskimäärin +20 °C. Jos tiloihin on tehty muutoksia, on huomioitava ilmanvaihdon kanavien ja vesijohtojen reitit, jotta laite ei missään tilanteessa altistu vedelle eikä kosteudelle. (UPS-kortisto 2012, 13-15.)

Tekniset päivitykset on tarkistettava säännöllisesti jokaisessa ennakoivassa huollossa, jotta UPS-järjestelmä vastaa viimeisintä valmiustasoa, mikä taas pidentää laitteiston käyttöikää. UPS-laitteiston sisäpuolinen puhdistus ehkäisee laitevaurioita ja säätöjen säännöllinen tarkistus pidentää akuston elinikää.

Laitteiston löysiä liitoksia vältetään tarkastamalla ohjaus- ja päävirtapiirien liitokset säännöllisesti ennakoivien huoltojen yhteydessä. Tietyin väliajoin tapahtuvalla akuston varakäyntiajan testauksella varmistetaan akuston kunto, jotta sen mahdollinen huono kunto ei aiheuttaisi yllättäviä katkoksia sähkönsyötössä. (ST-kortisto 96.32.)

#### 4.2 Huoltotoimenpiteet aikataulutettuna SAMK Pori

Kerrosjakamoissa käytetty Eaton 5PX 3000 (Kuva 4) mallilla valmistajan asettama takuu akustolle on kaksi vuotta ja elektroniikalle kolme vuotta käyttöönottopäivästä alkaen. Näihin laitteisiin huolto tehdään Satakunnan ammattikorkeakoulun toimesta kolmen vuoden välein. Laitteen Akuston oletettu elinikä on viisi vuotta. (Eaton www-sivut 2019.) Taulukossa 2 on nähtävillä SAMK Porin akustojen tyypit sekä tarkemmat tiedot toteutettavien huoltojen aikatauluista.



Kuva 4 Eaton 5PX UPS-laite (Eaton www.sivut)

Esimerkiksi palvelinsalissa käytössä oleviin isompiin Eaton 9155 ja 9355 malleihin (Kuva 5) käytetään valmistajan omaa huoltoyhteyttä. Eaton 9X55 8-40kVA sarjan laitteet ovat kiinteästi asennettavia, suomessa suunniteltu ja



HPO:n tehtaalla Espoossa valmistettu. Laitteille on tehtävä huolto kolmen vuoden välein.

Eaton on asettanut omien laitteidensa huoltotyöntekijöille tietynlaiset kriteerit, varmistaakseen huoltoteknikon riittävän ammattitaidon. Näitä kriteerejä on mm. perehdytys ja työohjeet kenttähuoltotyöhön (laatu- ja työturvallisuuden näkökulmista) sekä laitemallikohtaiset tehtaan suorittamat huoltokoulutukset. Lisäksi Eatonin laitteisiin suoritetuille huoltotöille on tehty erillinen laitemallikohtainen ennakkohuolto-ohjeistukset sekä huolto-ohjelmat (softat), joiden toteutumista valvotaan huoltoraporttein, mitkä ohjaavat teknikon suorittamaan huoltotyöt laadukkaasti sekä turvallisesti. Myös huoltotyön yhteydessä käytettävät Eatonin varaosat lisäävät huoltotöiden turvallisuutta ja luotettavuutta sekä turvaavat laitteiston oikeanlaisen toimivuuden myös huoltotöiden jälkeen.



Kuva 5 Eaton 9355 UPS-laite (Eaton [www.sivut](http://www.sivut))

Taulukko 2 SAMK Porin akustojen huoltoaikataulu

Paikkatieto	Valmistaja	Tarkka tyyppi	Akusto	Akuston oletettu elinikä (vuosi)	Käyttöönotto päivä	Huoltoyhteys	Viimeinen huoltopäivä	Seuraava huolto ja sen arvioitu hetki
Jakamo(A1.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(A1.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(A2.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(A2.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(A3.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(A3.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(A4.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(A4.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(A5.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(B1.3)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(B1.4)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(B1.5)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(B1.6)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(B1.7)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(C1.8)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(C2.5)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Jakamo(C2.6)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020
Palvelinsali(id1)	Eaton	-12-N-15-64x9ah	64x9ah	2020	kesä.07	Eaton	kesä.17	2020
Palvelinsali(id2)	Eaton	55-15-N-10-64x7	64x7ah	2022-2023	tamm.17	Eaton	-	2022-2023
Palvelinsali(id3)	Eaton	-15-N-15-64x9ah	64x9ah	2020	kesä.07	Eaton	kesä.17	2020
Sähkölabra	Socomec	Masterys 20kva 3/	72x7ah	2022	2012	SAMK	helmi.17	helmi.20
Sähkölabra	Eaton	155-8-N-10-32x7	32x7ah	-	2012	SAMK	-	helmi.20
Sähkölabra	Victron energy	tro 24/8000/200-2	36x1000ah/2V	-	2014/2012	SAMK	-	helmi.20
Pääjakamo(A018)	Eaton	5-8-N-33-64x9Ah-	64x9ah	2023-2024	huhti.05	Eaton	syys.18	2023-2024
Pääjakamo(A018)	Eaton	Eaton 5PX 3000	6x9ah	2022	2017	SAMK	-	2020

### 4.3 Akkujen ja tuulettimien vaihto

Akkujen vaihtotyössä on tärkeä huomioida akkutyöskentelyn kannalta tärkeät sähkötyöturvallisuuteen liittyvät määräykset ja ohjeet. Vaihtotyön jälkeen on tarkastettava, että akusto on vaatimusten mukainen eikä sen turvallisuus ole heikentynyt työn seurauksena.

Akusto on UPS-laitteiston tärkein, mutta myös samalla heikoin osa. Laadukkaan ja hyväkuntoisen UPS-laitteen luotettavuus ja toimivuus kärsii huonokuntoisesta akustosta huomattavasti. Akustoja vaihdettaessa on kiinnitettävä huomiota vaihtajan ammattitaitoon, ja henkilön perehdytystä kyseiseen toimenpiteeseen ei sovi vähätellä. (ST-kortisto 96.32)

Sähkötietokortin 96.32 mukaan UPS-laitteiston akustoa vaihtaessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että UPS-laitteen toimiessa akusto on galvaanisesti kytketty syöttävään sähköverkkoon puolijohdesillan kautta, ellei UPS-laite ole varustettu tulomuuntajalla. Lisäksi oleellista on, että akuston nimellisjännite

voi olla 500–800 Vdc, jolloin yksittäisellä akulla on suuri oikosulkuvirta ja tästä johtuen valokaaren vaara. Lisäksi vaihtoja suorittaessa on syytä muistaa se, että vanhat akut ovat ongelmajätettä ja ne on hävitettävä määräysten mukaisesti. (ST-kortisto 96.32.)

Lisäksi Sähkötietokortistossa (ST-kortisto 96.32) on suoraan mainittu, että hyvin suoritettussa akunvaihdossa tapahtuisi seuraavat toimenpiteet/työvaiheet: uudet akut, vaihtotyö, uudet välikaapelit, UPS-laitteen säädöt, UPS-laitteen ja akuston testaukset, vanhan akuston käsittely, pöytäkirja vaihtotyön suorituksesta sekä vastuu vaihtotyön kokonaisuudesta.

UPS-laitteissa on akustojen lisäksi tuulettimet, jotka saavat aikaan jäähdyttävää ilmavirtaa laitteiston sisälle. Tuulettimet ovat välttämättömiä, jotta laitteiston lämpötila pysyy mahdollisimman stabiilina n. 20-25 celsiusasteen kohdilla. Tuulettimet ovat UPS-laitteistossa helposti kuluvia ja säännöllisesti vaihdettavia komponentteja. Silmämääräinen tarkistus tuulettimien osalta tulisi tehdä vähintään kerran vuodessa. Tarkistuksessa tuulettimen viallisuuden voi yksinkertaisimmillaan todeta kuuntelemalla mahdollisia sivuääniä laitteen käydessä sekä havaitsemalla tuulettimessa merkittävää pyörimiskitkaa laitteen ollessa pois päältä. Nämä edellä mainitut tapaukset kertovat selkeästi tuulettimen vaihtotarpeesta. Mahdolliset rikkiäiset tuulettimet saattavat polttaa laitteen sisäisiä sulakkeita. (UPS-käsikirja 2005, 7; Eaton *Replacing your Eaton UPS fans*.)

Pienet tuulettimet tulisi vaihtaa huollon yhteydessä keskimäärin viiden vuoden välein. Viiden vuoden keston edellytyksenä on tuuletinta ympäröivän ilman puhtaus sekä käyttölämpötilan pysyminen alle 40°C. Mikäli tuuletin on sijoitettuna tilaan, jossa ilmanlaatu on heikko (ilmassa paljon pölyä ja/tai epäpuhtauksia) sekä käyttölämpötila toistuvasti ylittää asetetun 40°C rajalämpötilan tuulettimien käyttöikä lyhenee merkittävästi ja huollontarve lisääntyy. Kun uusia tuulettimia vaihdetaan täytyy pitää tarkasti huolta siitä, että komponentit vastaavat arvoiltaan ja fyysisiltä mitoiltaan laitteistossa aikaisemmin olleita osia. Vaihtotyössä on oltava erityisen huolellinen asennuksessa irrotettavien muttereiden ja ruuvien kanssa, koska niiden tippuminen liittimien väleihin tai piirilevylle voi

pahimmillaan aiheuttaa oikosulkuja laitetta käynnistettäessä. (Eaton *Replacing your Eaton UPS fans.*)

Osassa laitteissa on käytössä tuulettimen yhteydessä ilmansuodatin, joka tulisi tarkistaa neljän kuukauden välein. Jokaisen tarkistuksen yhteydessä ei välttämättä ilmene tarvetta vaihtaa ilmansuodatinta laitteeseen, ne on kuitenkin vaihdettava säännöllisesti. Suositeltu vaihtoväli ilmansuodattimille tarkistuksista huolimatta on vuosi. Jos käyttöpaikassa on epäpuhtauksia, valmistajat suosittelevat ilmansuodattimien vaihtoa kaksi tai jopa kolme kertaa vuodessa. (Eaton *Replacing your Eaton UPS fans.*)

#### 4.3.1 Akkujen ja tuulettimien vaihto: SAMK pori

Akuston vaihtoa suunnitellessa on syytä ottaa selville vanhan akuston kytkentäkaaviot, jotta asennuksen jälkeen asennettavat akut tullaan asentamaan samalla tavoin rinnan tai sarjaan kuin alun perinkin. Akkujen numerointi helpottaa akkujen yksilöintiä yksittäisten akunvaihtojen sekä mittauksen varalta. Lisäksi akuston käyttöönottopäivämäärä merkitään ylös seuraavan vaihtoajankohdan ennakkoinnin helpottamiseksi.

Vaihdoista pidetään kirjaa ja ne suoritetaan listan mukaisesti, missä muutkin tarvittavat UPS-laitteiden huollot. Akut numeroidaan vaihdon jälkeen. Uusien laitteiden hankintaa arvioidaan viimeistään laitteiden eliniän ollessa 10 vuotta (pistotulppa) ja isompien laitteiden osalta 15 vuoden jälkeen. Pienten pistotulppa liitännäisten UPS-laitteiden akustojen vaihdot ja tarvittaessa puhaltimien vaihdot olisivat suoritettavissa kesätöinä opiskelijoiden toimesta. Vaihtotyötä opastaa ja valvoo sähkötöiden johtaja. Toinen vaihtoehto olisi suorittaa akuston vaihto laboratoriotöinä. (Ylinen Marko, 2019.)

#### 4.4 Muut toimenpiteet

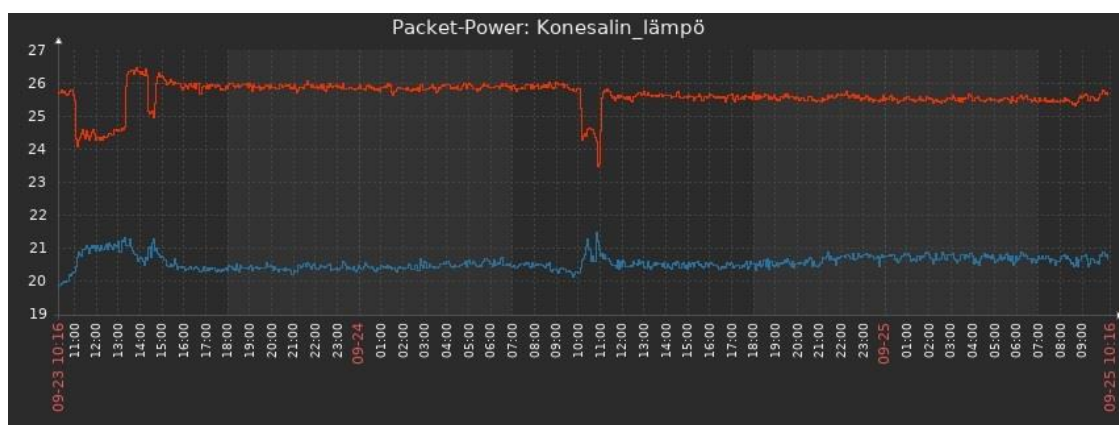
Muihin toimenpiteisiin kuuluu jokapäiväinen laitteiden hallinta ja odottamattomien varoitusten tai hälytyksien valvonta. Liitäntälaitteiden tarkastus toteutetaan myös joka päivä. Lisäksi kuukausittain tehdään UPS-mittausten tarkastaminen laitteen näytöltä. Kerran tai kaksi kertaa vuodessa tarkistetaan UPS-laitteiden parametrit, kalibroinnit ja hälytysloki sekä kondensaattorit. Näiden yllämainittujen huoltotoimenpiteiden lisäksi UPS-laitteen sisäisiä komponentteja tarkastettaessa on syytä kiinnittää huomiota kondensaattorien kuntoon. Kondensaattorissa voidaan havaita selkeitä ulkoisia merkkejä kulumisesta (turpoaminen, vuotaminen), jolloin niiden vaihtaminen on välttämätöntä. Rikki-näisen kondensaattorien etsimisessä voidaan hyödyntää kondensaattorien kapasitanssiarvoja etenkin vertaamalla niitä kondensaattorien nimellisarvoihin. Kondensaattorien käyttöikä vaihtelee aina mallista ja rakenteesta riippuen. Lisäksi kymmenen vuoden välein vaihdetaan virtalähdekortti. Myös virtalähdekortin käyttöikä lyhenee lämpötilan nousujen (yli 40°C) seurauksena. Lisäksi 15-vuoden välein toteutetaan ohjauskortin vaihto. (Liite 1)

Vuosihuoltoja toteutettaessa on tärkeää varmistaa UPS-laitteen aika- ja päivämäärätiedot sekä tarkistaa hälytyslokiin edellisen huollon jälkeen kertyneet merkinnät/tapahtumat. Näistä merkinnöistä ja tapahtumista pystytään poimaan huoltoasentajalle sekä käyttäjälle tärkeitä yksityiskohtia laitteiston toimivuudesta sekä sähköverkon toimintahäiriöistä. Nämä yksityiskohtaiset tiedot voivat olla iso apu ylikuormitustilanteita selvittäessä. Isommat vika- ja toimintahäiriötilat on syytä kirjata myös laitteiston vuosihuoltopöytäkirjaan.

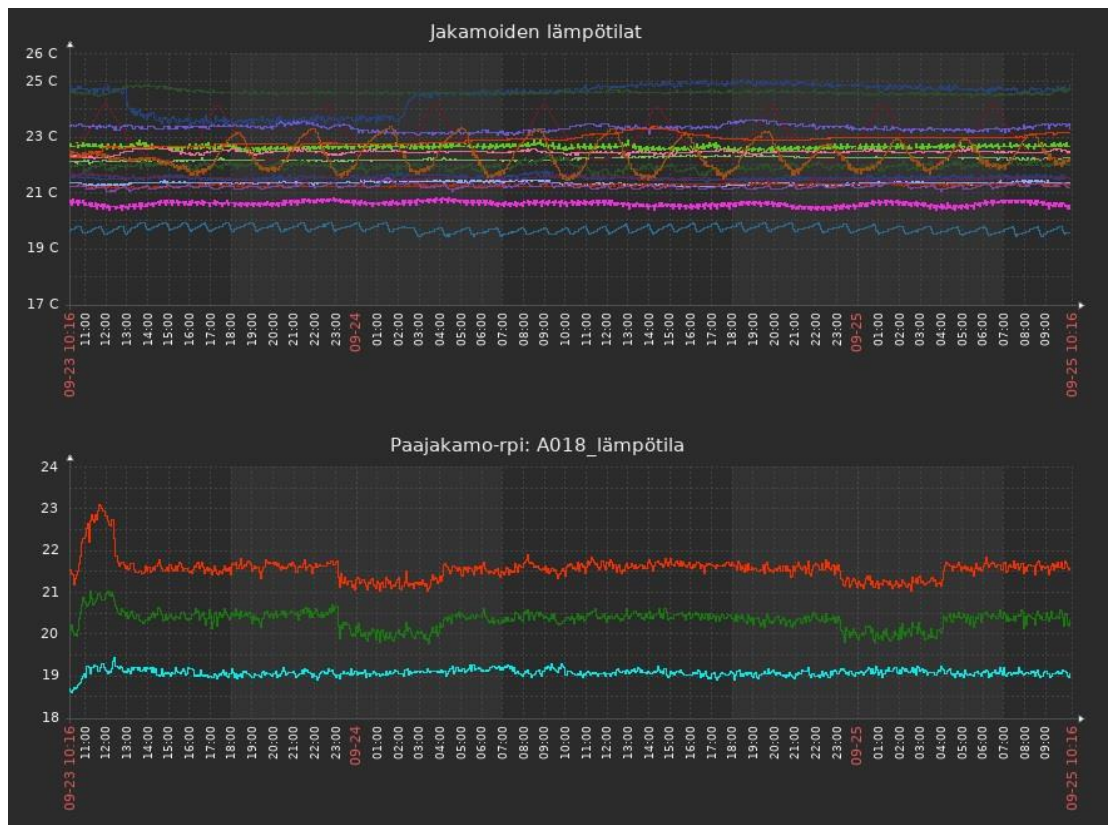
##### 4.4.1 Muut toimenpiteet SAMK Pori

SAMK Porin kampuksella suoritetaan päivittäistä valvontaa laitteistojen ja tilojen osalta. Tilojen lämpötilat (Kuva 6) mitataan kahdella mittausanturilla. Toisesta mittausvälineistöstä tilojen lämpötilatiedot menevät kiinteistön omaan valvontajärjestelmään. Toista mittauslaitteistoa hallitaan ammattikorkeakoulun

ICT-työntekijöiden kanssa. Tässä jälkimmäisessä mittauslaitteessa hyödynnetään Raspberry Pi -laitetta, jonka monipuolisuus ja edullisuus ovat laitteiston ehdottomia etuja. Lämpötila-anturin kautta saatava tieto kulkeutuu ICT-työntekijöiden valvontajärjestelmään, josta lämpötilat saadaan monitoroitua ja mahdolliset poikkeamat huomataan viimeistään niiden aiheuttamien hälytysten ansoista (Kuva 7 ja 8). Suurin osa UPS-laitteista ovat etäyhteydessä, joista nähdään laitekohtaisesti esimerkiksi kuorman tila, akuston tila ja tarkasteluhetken varakäyntiaika (Kuva 9).



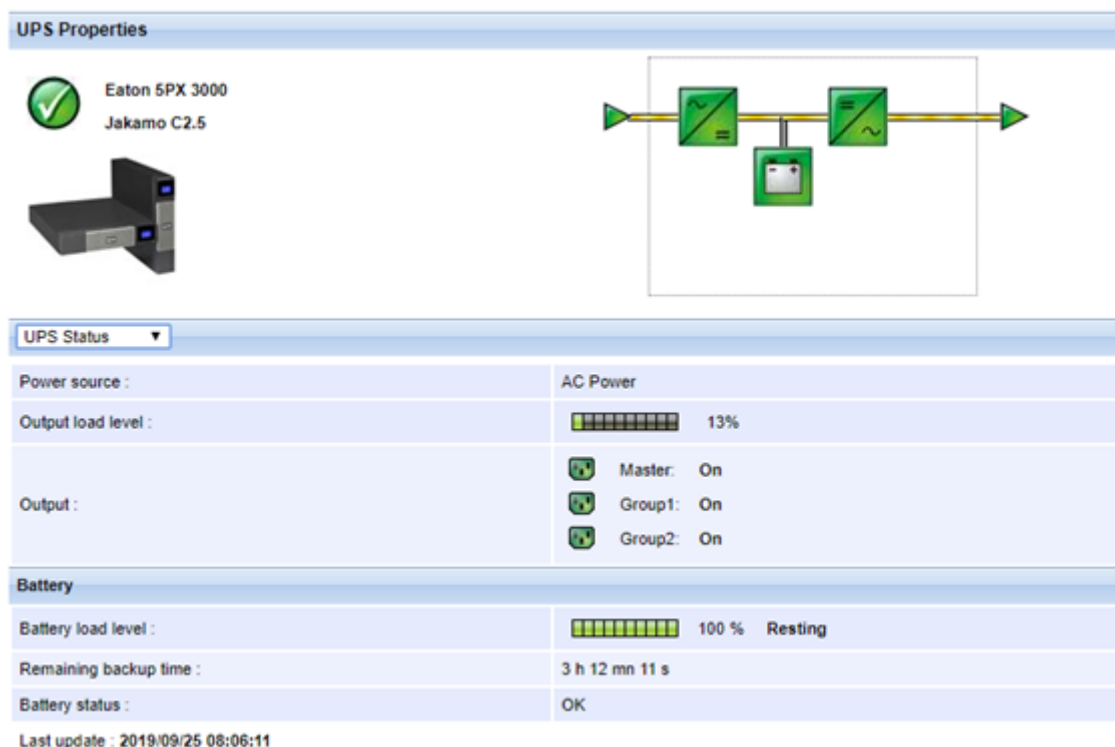
Kuva 6 Palvelinsalin lämpötilat valvontajärjestelmässä (Peltomäki Sami)



Kuva 7 Kerrosjakamoiden ja pääjakamon lämpötilat valvontajärjestelmässä (Peltomäki Sami)

		last	min	avg	max
rpi15 A1.1: T1	[avg]	21.57 C	21.25 C	21.58 C	21.88 C
rpi10 A1.2: T1	[avg]	22.71 C	22.44 C	22.66 C	22.88 C
rpi13 A2.1: T1	[avg]	21.36 C	21.19 C	21.38 C	21.56 C
rpi14 A2.2: T1	[avg]	22.24 C	21.94 C	22.19 C	22.38 C
rpi12 A3.1: T1	[avg]	21.53 C	21.31 C	21.52 C	21.75 C
rpi11 A3.2: T1	[avg]	21.3 C	21.19 C	21.28 C	21.38 C
rpi8 A4.1: T1	[avg]	22.24 C	22 C	22.9 C	24.38 C
rpi5 A4.2: T1	[avg]	22.52 C	22.19 C	22.47 C	22.69 C
rpi9 A5.1: T1	[avg]	20.58 C	20.25 C	20.63 C	21.13 C
rpi7 B1.3: T1	[avg]	24.72 C	23.19 C	24.32 C	25.13 C
rpi1 B1.4: T1	[avg]	22.08 C	21.56 C	22 C	22.63 C
rpi16 B1.5: T1	[avg]	24.62 C	24.38 C	24.65 C	25 C
rpi3 B1.6: T1	[avg]	19.66 C	19.31 C	19.68 C	20 C
rpi6 C1.8: T1	[avg]	23.46 C	22.88 C	23.39 C	23.75 C
rpi4 C2.5: T1	[avg]	22.22 C	20.81 C	22.32 C	23.69 C
rpi2 C2.6: T1	[avg]	23.16 C	22.25 C	23.09 C	23.56 C
rpi19 B1.7: T1	[avg]	21.28 C	21.06 C	21.24 C	21.56 C
Trigger: Lampotila_high	[> 30]				
Trigger: Lampotila_high	[> 30]				
Trigger: Lampotila_high	[> 30]				

Kuva 8 UPS-laitteistojen lämpötilat paikkakohtaisesti (Peltomäki Sami)



Kuva 9 UPS-laitteen etäyhteys (Peltomäki Sami)

UPS-laitteiston hyödyntäminen laitteistoon nähden mahdollisimman suurella hyötysuhteella edellyttää laitteiston liittämistä käyttäjän (tässä tapauksessa Satakunnan ammattikorkeakoulun) omaan tietoverkkoon tai kiinteistönvalvontaan. Tämä mahdollistaa havaittujen vikatietojen paljastumisen mahdollisimman nopeasti vikatilanteen ilmaannuttua. Usein tätä prosessia edesautetaan automatisoimalla kriittisen kuorman tietojen tallennus- sekä alasajotoimenpiteen alkavaksi tietyn sähkökatkoajan kuluttua. Mikäli nämä vikatietojen esiintulo sekä tietojen tallennus- ja alasajotoimenpiteet eivät toteudu vaaditulla tavalla huonojen yhteyksien vuoksi, voi UPS-järjestelmä pahimmillaan viivästyttää pidemmän sähkökatkon aikana järjestelmän kaatumista. Tämän lisäksi UPS-laitteen havaitsevat viat eivät saavuta huoltohenkilökunnan tietoisuutta, vaan jäävät vain serverihuoneen vilkkuvalojen sekä hälytysäänien tasolle, mikä puolestaan lisää merkittävästi riskiä siihen, että UPS-laitteiston viallisuus huomataan vasta kun sähkökatkon aikana laite ei pystykään ylläpitämään kriittistä kuormaa ennalta odotetulla tavalla.



#### 4.5 Mahdollisten poikkeustilanteiden vaikutus huolto-ohjelmaan

Poikkeustilanteilla tarkoitetaan esimerkiksi käyttöpaikan hallitseman lämpötilan vaihtelu. Suljetun lyijyakun optimaalinen käyttölämpötila on 25°C. Jos vuoden keskiarvo käyttölämpötilassa nousee 8,3°C astetta saattaa akuston elinikä jopa puolittua. Lämpötilan nousu vaikuttaa isoihin huoltoihin ja kalliisiin investointeihin merkittävästi. (UPS-käsikirja, 2012, 15.)

Pöly ja epäpuhtas ilma vaikuttavat ilmansuodattimien puhdistustiheyteen ja vaihtotyöhön. Vaihtotyöt on ilman epäpuhtauksien vuoksi tehtävä kaksi tai kolme kertaa tiheämpää tahtia verrattuna pölyttömään ja puhtaaseen käyttöympäristöön.

## 5 TOIMENPIDE EHDOTUKSET SAMK PORI

SAMK Porin kampuksen kiinteistössä UPS-laitteita on hyödynnetty myös palo-ovissa. Nämä palo-oviin liitetyt laitteet ovat sijoitettuna erittäin vaikeasti saavutettavaan paikkaan. Näitä huollettaessa tai uusittaessa tulisi asennuspaikka vaihtaa huoltoystävällisempään sijaintiin tai kehitellä huoltoreitit, jotka helpottaisivat laitteiden lähelle pääsemistä. Kyseisiä laitteita ei otettu työssä huomioon, koska laitteet kuuluivat kiinteistön oman huollon piiriin.

Laitteiden toimintakyvyn maksimoimiseksi olisi kerrosjakamoiden tilojen puhtaanapitoon hyvä kiinnittää järjestelmällisemmin huomiota. Esimerkiksi tilojen siivouksen säännöllisellä seurannalla sekä johdonmukaisemmalla organisoinnilla voisi olla positiivinen vaikutus laitteiden koko käyttöiän hyödyntämiseen.

Lisäksi pääjakamoiden lämpötilojen stabilisointi, mahdollisimman lähelle laitteistoille asetettuja ideaalilämpötiloja, olisi laitteistojen toimintakyvyn takaamiseksi hyvä varmistaa kaikin mahdollisin keinoin. Tähän SAMK Porin kampuksella onkin tartuttu suunnittelemalla ilmalämpöpumpun liittäminen UPS-laitteen alle, jolloin lämpötilan nousemiseen sähkökatkoksen aikana ei ole yhtä suurta todennäköisyyttä kuin UPS-laitteistosta irralleen asennetun ilmalämpöpumpun kanssa. Tämän toimenpiteen toteuttaminen tulee mahdollistamaan UPS-laitteistojen akustojen mahdollisimman pitkän käyttöiän. Tästä varatoimenpiteestä huolimatta olisi syytä kiinnittää jakamoiden lämpötiloihin erityishuomiota etenkin erilaisissa poikkeustilanteissa ja varmistaa, että tilojen lämpötilaseurannat toimivat moitteetta.

Mahdollisten poikkeustilanteiden (sähkökatkokset jne.) hallinnan vuoksi olisi erityisen tärkeää varmistaa laitteistojen vikailmoituksien lähteminen sekä ennen kaikkea se, että vikailmoituksen saavuttavat henkilön, joka pystyy tilanteisiin reagoimaan niiden vaatimalla nopeudella.

Tulevaisuudessa SAMK Porin kampuksella UPS-laitteistoja uusittaessa olisi hyvä varmistaa ennakoiden, ettei UPS-laitteistojen kapasiteetti esimerkiksi

akustoissa tule loppumaan tulevaisuudessakaan. Eli uusia UPS-laitteistoja hankittaessa olisi hyvä hankkia kampukselle kokonaisuudessaan hieman sen hetken tarvetta suuremmalla kapasiteetilla varustettuja laitteita.

Työssä keräsin Excel-taulukkoon (Liite 5) muun muassa SAMK Porin UPS-laitteiden tyypit, paikkatiedot ja seuraavat huoltoajankohdat. Tämä taulukko on tarvittaessa ICT-työntekijöiden käytössä, jonka päivittäminen on vaivatonta ja mistä on helposti nähtävissä esimerkiksi seuraavan vuosibudjetointiin tarvittavat huoltotiedot. Taulukosta on helppoa lajitella tutkittavat laitteet erilaisten ominaisuuksien (esim. akuston tyyppi) perusteella sekä tarkastella vain tietyn alueen laitteiden tietoja.

## 6 LOPPUPÄÄTELMÄT JA KEHITYSEHDOTUKSET

Tämän työn aikana saadut kokemukset ja tiedot UPS-laitteista kokonaisuutenaan avasivat itselleni täysin uuden ulottuvuuden kyseisten laitteistojen toimintaperiaatteisiin. Työn aikana pääsin perehtymään tarkemmin UPS-laitteistojen huoltotoimenpiteisiin, käyttöpaikkojen vaatimuksiin ja käyttötarkoituksiin. Nämä kaikki UPS-laitteiston ominaisuudet opettivat työn aikana monipuolisia tekniikoita laitteiston huoltamiseen sekä ylläpitoon.

Työhön liittyvät haastattelut ja sähköpostin välityksellä toteutuneet keskustelut olivat avaintekijöitä työn loppuun saattamiseksi. Näissä keskusteluissa kysymyksiini vastattiin todella laajasti, välillä jopa poikettiin varsinaisesta asiayhteydestä avaamalla laitteiston tekniikkaan liittyviä asioita laajemmin. Tietynlaisia haasteita työn toteutukseen toi alkuvaiheessa UPS-järjestelmien toimintaperiaatteiden ymmärtäminen sekä näinkin laajan UPS-järjestelmän kattaman kokonaisuuden hahmottaminen mahdollisimman eheänä kokonaisuutena.

Tämänkaltaisen opinnäytetyön uusiminen SAMK Porissa on tuskin tarpeellista, ellei UPS-laitteistoissa tapahdu merkittäviä muutoksia valmistajissa, akkujen tyypeissä tai laitteistojen käyttötiloissa. Tätä opinnäytetyötä pystyisi sen sijaan tulevaisuudessa jatkamaan keskittymällä tarkemmin UPS-laitteiden vuosihuoltojen budjetteihin sekä vuositason pidemmällä aikataululla tapahtuvien huoltojen aiheuttamiin lisäkustannuksiin. Näiden tietojen kartoittaminen mahdollistaisi sekä helpottaisi vuosibudjetin arviointia mahdollisimman lähelle totuutta. Vuositason hankintojen lisäksi laitteistojen käyttöä kartoittamisen kautta, tämän työn tietoja hyödyntäen, pystytään tarvittaessa laskemaan laitteiden uushankinta hintoja, kun hankintojen aikataulut on koottu yhteen paikkaan selkeästi esille. Tämä mahdollistaa vuosibudjetoinnin lisäksi pidempiaikaisten budjettien luomisen mahdollisimman tarkoin luvuin.

## LÄHTEET

Eaton Corporation. 2012. UPS-Käsikirja. Espoo. Viitattu 17.9.2019.  
[http://pqlit.eaton.com/ll\\_download\\_bylitcode.asp?doc\\_id=24030](http://pqlit.eaton.com/ll_download_bylitcode.asp?doc_id=24030)

Eaton 5PX UPS esite. Espoo. Eaton Corporation. Verkkojulkaisu. Viitattu 17.9.2019. <https://www.sahkonumerot.fi/8417272/doc/brochure>.

Eaton *Replacing your Eaton UPS fans*. Verkkojulkaisu. Viitattu 10.12.2019.  
[http://eaton.com/content/dam/eaton/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/backup-power-ups/services-resources/eaton\\_UPS\\_fan\\_replacement\\_brochure\\_BR161009EN.pdf?\\_ga=2.69818832.1795041680.1576765914-578712972.1576765914](http://eaton.com/content/dam/eaton/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/backup-power-ups/services-resources/eaton_UPS_fan_replacement_brochure_BR161009EN.pdf?_ga=2.69818832.1795041680.1576765914-578712972.1576765914)

Lehtiniemi, S. 2019. Sähköpostikeskustelu. Eaton Power Quality Oy. 31.10.2019

Lindgrén, H. Powerware Oy; Elg, J. Hawker Oy. 2016. Akustot ja varaajat. Valinta ja mitoittaminen. ST 52.30.02. Espoo: Sähkötieto ry

Nieminen, J. Lämpötila UPS-laitteen kondensaattorien, akustojen ja puhaltimien haasteena; Häiriötöntä sähkönsyöttöä turvaava UPS-laite sisältää elektroniikkaa, jonka elinikään vaikuttaa ympäristön lämpötila. Verkkojulkaisu. Luettu 21.10.2019. <https://ideat.slo.fi/lampotila-ups-laitteen-kondensaattorien-akustojen-ja-puhaltimien-haasteena/>

Peltomäki, S. Vastaava järjestelmäasiantuntija Satakunnan ammattikorkeakoulu. Haastattelu. 25.9.2019

SAMK www.-sivut. Viitattu 16.12.2019. <https://www.samk.fi/tietoa-meista/>

Tummavuori, J. 2010. UPS-järjestelmän käyttö, ylläpito ja huolto. ST 96.32. Espoo: Sähkötieto ry.

Tummavuori, J. UPS-laitteet ja -järjestelmät. ST 52.35.01. 2010. Espoo: Sähkötieto ry

Ylinen, M. Lehtori, Sähkötöidenjohtaja Satakunnan ammattikorkeakoulu. Haastattelu. 25.9.2019

# Component Life Cycle Replacement Schedule

(updated to September 2016)










Product	Eaton 9355 8-40 kVA	Maintenance		Responsibility	
Sub Equipment	Operation description	Agents that may effect the aging factor	Frequency	Local Operator	Approved FSE by Eaton
UPS	Visual inspection and control of any unexpected warning/alarm and noise		Daily	✓	
	Inspection of the UPS measurements by display		Monthly	✓	
	Inspection of the connectivity devices		Daily	✓	
	Visual inspection of the batteries and of the automatic monthly battery test results		Every month	✓	
	Battery test (manual)		1-2 times per year	✓	✓
	Inspection of UPS parameters, calibration and alarm log		1-2 times per year		✓
	UPS internal and external cleaning		1-2 times per year		✓
	Verify UPS functionality (double conversion, on battery, on bypass ...)		1-2 times per year		✓
	Visual inspection of the air filters. Eventually vacuum them	Dust, humidity, general site conditions	Every 4 months	✓	✓
	Air filter replacements	Dust, humidity, general site conditions	1 time per year if the site is clean, 2-3 time for more harsh environments	✓	✓
	Visual Inspection of the FANs	Dust, humidity, general site conditions, temperature	Every year		✓
	FANs replacement	Dust, humidity, general site conditions, temperature	5 years if site conditions are clean at 40 C		✓
	Control board replacement	Dust, humidity, general site conditions, temperature	15 years if site conditions are clean		✓
	Power supply boards replacement	Environmental temperature	10 y. up to 40 C environmental temperature		✓
	Inspection of the ripple capacitors	Ripple current, temperature, operational mode (double conversion, ESS, VMMS), load level	Every year		✓
	Ripple Capacitors replacement	Ripple current, temperature, operational mode (double conversion, Eco Mode), load level, impedance of the supply	Based on the yearly inspection		✓



Requestin numero		<b>6483516</b>						<b>HUOLTORAPORTTI</b>							Huollon päivämäärä											
Requestin tyyppi		<b>PM+BATT</b>													<b>5.9.2018</b>											
Laitetyyppi / teholuokka		Sarjanumero				CTO/CAA				Sopimusnumero				Sopimustaso				Takuu		Asennus pvm.						
<b>9355-8-N-33-64x9AH-MBS</b>		<b>312689</b>				<b>KA0812223000001</b>				<b>EI</b>								<b>EI</b>		<b>25.4.2005</b>						
Rinnakkäyntijärjestelmä		Ei		Laitemäärä				Laitenumero				Energiäsäästömodi														
Asiakas										Laitteen sijainti																
<b>SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU</b>										<b>K.KRS. A018.</b>																
Osoite										Yhteyshenkilö				Puh.numero				Sähköposti								
<b>SATAKUNNANKATU 23</b>										<b>SAMI PELTOMÄKI</b>				<b>044-7103338</b>				<b>sami.peltomaki@samk.fi</b>								
<b>28130 PORI</b>																										
Tilaus / työnmero										<b>41208</b>																
Siisteyks		<b>OK</b>		Ilmansuodattimet				Lämpötila		<b>20 °C</b>		Akkujen asennus pvm.				<b>5.9.2018</b>										
Kondensaattorit		<b>OK</b>		Ac		<b>OK Dc OK</b>		Tuulettimet		<b>OK(2018)</b>		Akkujen valmistaja/tyyppi				<b>PANASONIC / CSB 12V 9AH / 7AH</b>										
Piirikortit		<b>OK</b>		Liittimet-kiristus				<b>OK</b>		Näyttö		<b>OK</b>		Akku lkm (string x kpl = yht)				<b>4    x     32       =      128</b>								
Ulkoainen MOK		<b>Ei</b>		Katkoton						Testattu				ABM käytössä		<b>On</b>		T-Comp		<b>Ei</b>		Lämpöt.		<b>20 °C</b>		
UPS Relelähdtö				Relekortti				Snmp/Web		<b>X</b>		ERC Kaukovalvonta		Latausjännite		<b>444 Vdc</b>		Latusvirta		<b>6 Adc</b>				Adc		
Syöttöjännitte		L1	<b>230,0 Vac</b>	L2	<b>232,0 Vac</b>	L3	<b>232,0 Vac</b>	Testikuorma		<b>1,0 kW</b>		Purkaus aika		<b>30 min</b>												
Tasasuuntajan virr		L1	<b>2,0 Aac</b>	L2	<b>2,0 Aac</b>	L3	<b>2,0 Aac</b>	Purkausvirta		<b>-3,1 Adc</b>		Loppujännite		<b>399 Vdc</b>												
Lähtöjännitte		L1	<b>230,0 Vac</b>	L2	<b>230,0 Vac</b>	L3	<b>230,0 Vac</b>	Varakäyntiaika käyttökuormalla				>120 min														
Kuormavirta, rms		L1	<b>2,2 Aac</b>	L2	<b>0,7 Aac</b>	L3	<b>2,4 Aac</b>	Akuston kunto				Uusi														
Kuorman teho		<b>1,2 kVA</b>		<b>1,0 kW</b>		N out			Akuston vaihtosuositus				-													
Firmware / Päivitykset		<b>P6 / C</b>						Akuston vaihto hinta ALV 0%																		
Ennakkohuolto-ohjeen numero												<b>1022760</b>														
Huomiot / Suositukset																										
<b>TUULETTIMET VAIHDETU,</b>																										
<b>AKUSTO VAHDEDETU: PANASONIC 12V 9AH 64KPL. LISÄAKKU KAAPPI ASENNETTU (S/N: 767001543) CSB 12V 7AH 64KPL.</b>																										
Varaosat								Tunnit																		
Koodi	Kuvaus						Määrä	Varasto	Työtunnit				Tuntia													
<b>1011209</b>	<b>FAN CW 119x119x38 44l/s 230V .5</b>						<b>2</b>	<b>32SP Tre</b>	Ylitö				Tuntia													
								Vklp					Tuntia													
								Matka-aika					Tuntia													
								Odotusaika					Tuntia													
								Matka					Km													
Lisälaseioitukses																										
Lasutus																										
Kyllä Osittain Ei Sovittu Hinta																										
Päivämäärä								Huillon suoritti								Asiakkaan allekirjoitus										
<b>5.9.2018</b>																										

- 5.9.2018, PM+BATT :  
- Kondensaattorit AC:OK DC:OK Tuulettimek: OK(2018), Firmware: P6 / C, UPS-tilan lämpö : 20  
- Akut: 5.9.2018, PANASONIC / CSB 12V 9AH / 7AH, 128 KPL  
- 30min/1,0kW -->399VDC/-3,1ADC, Arvioitu varakäyntiaika->120min, Akuston kunto: Uusi  
Huomiot: TUULETTIMET VAIHDETTU,  
AKUSTO VAIHDETTU: PANASONIC 12V 9AH 64KPL, LISÄÄKKUKAAPPI ASENNETTU (S/N: 767001543) CSB 12V 7AH 64KPL  
- Yht.Henk: SAMI PELTOMÄKI, puh.: 044-7103338, Email: sami.peltomaki@samk.fi



Sähköhäiriö	Määritelmä*	Syy*	Ratkaisu
1 Sähkökatko 	Ei verkkovirtaa	Voi olla monta eri syytä: salamaniskut, voimajohtojen häiriöt, verkon ylikuormittuminen, onnettomuudet ja luonnonkatastrofit.	<div>3-sarjan yksivaiheiset UPSit</div> <div>S5-sarjan yksivaiheiset UPSit</div> <div>9-sarjan yks- ja kolmivaiheiset UPSit</div>
2 Lyhytaikainen alijännite 	Lyhytaikainen jännitetason lasku	Syynä voi olla suurien kuormien käynnistäminen, sähkölaitoksen kytkentä tai laitteistovika, ukkonen tai sähkönsyöttö ei ole ollut riittävä kattamaan tarvetta. Muiden laitevikojen lisäksi alijännite voi vahingoittaa myös tietokonelaitteistoa.	
3 Lyhytaikainen ylijännite 	Lyhytaikainen ylijännite yli 110 % nimellisjännitteestä	Salamanisku, joka voi nostaa pääjännitteen yli 6 000 voltin tasolle. Ylijännitepiikki aiheuttaa lähes aina tietojen häviämisen tai tietokonelaitteiston vaurioitumisen.	
4 Pitkäaikainen alijännite 	Jännitteen lasku, voi kestää muutamista minuuteista muutamiin päiviin.	Verkkojännitteen laskeminen sähkönkulutuksen säästämiseksi, kun sähkönsyöntä on huipussaan tai muiden suurten kuormitusten aikana, jotka ylittävät syöttökapasiteetin.	
5 Pitkäaikainen ylijännite 	Jännitteen nousu, voi kestää muutamista minuuteista muutamiin päiviin.	Syynä voi olla äkillinen tehokuormien lasku verkossa, raskaat laitteistot kytketty pois päältä tai sähkölaitoksen kytkentä. Voi aiheuttaa vaurioita tietokonelaitteistolle.	
6 Suurtaajuinen häiriö 	EMI-häiriön aiheuttama korkeataajuuksinen aaltomuoto	Syynä voi olla lähettimien, hitsauslaitteiden, SCR-käyttöisten tulostimien, salmaniskun tms. aiheuttama RFI- tai EMI-häiriö.	
7 Taajuuden vaihtelut 	Muutos taajuuden vakaudessa	Johtuu generaattorin tai pienten lisägeneraattorilaitosten latautumisesta tai tyhjentymisestä. Taajuuden vaihtelu voi aiheuttaa epäsäännöllistä toimintaa, tietojen häviämistä, järjestelmän vikaantumisen ja laitevaurion.	
8 Kytkeä-transientit 	Äkillinen alijännite (notkahdus)	Samassa verkossa (kiinteistössä) sijaitsevat laitteet esim. kahvinkeitin, jääkaappi ja loistevalaisimet.	
9 Harmoninen särö 	Normaalin aaltomuodon vääristymä, yleensä epälineaaristen kuormien välittämä	Nopeussäätöiset moottorit ja käytöt, kopiokoneet ja faksit ovat esimerkkejä epälineaarisista kuormista. Voi aiheuttaa tietoliikennehäiriöitä, ylikuumenemista ja tietokonelaitteiston vaurioita.	

\*Reference IEEE E-050R &amp; old FIPS PUB 94

Paikkatieto	Valmistaja	Tarkka tyyppi	Sarjanumero	Akusto	Akuston oletettu elinikä	Liisäksuston tyyppi	Käyttötarkeisuus ja vastaavuus tarpeeseen	käyttöönottopäivä	Myyjä	Vaihtoehtoiset kuormitukset	Tarkastelu hetken kuormitus	Tarkastelu hetken varakäynti aika	Viimeinen huoltotyön huoltopäivä	Seuraava huolto ja sen arvioitu hetki	Arvio käyttöpäivästä huononemiseen	Tarkastele uhte en	
Jakamo(A1.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33061	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	13 %	48	SAMK	-	2020	Ok	21
Jakamo(A1.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33065	6x9ah	2022	5PX EBM(12x9ah)	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	13 %	192	SAMK	-	2020	Ok	22
Jakamo(A2.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G31057	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	13 %	48	SAMK	-	2020	Ok	21
Jakamo(A2.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33006	6x9ah	2022	5PX EBM(12x9ah)	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	17 %	143	SAMK	-	2020	Ok	22
Jakamo(A3.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33062	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	14 %	44	SAMK	-	2020	Ok	21
Jakamo(A3.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33151	6x9ah	2022	5PX EBM(12x9ah)	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	18 %	125	SAMK	-	2020	Ok	21
Jakamo(A4.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33016	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	16 %	37	SAMK	-	2020	Ok	22
Jakamo(A4.2)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33117	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	12 %	59	SAMK	-	2020	Ok	22
Jakamo(A5.1)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33064	6x9ah	2022	5PX EBM(12x9ah)	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	17 %	131	SAMK	-	2020	Ok	20
Jakamo(B1.3)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33154	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	13 %	43	SAMK	-	2020	Ok	24
Jakamo(B1.4)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33114	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	14 %	44	SAMK	-	2020	Ok	22
Jakamo(B1.5)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33024	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	10 %	65	SAMK	-	2020	Ok	24
Jakamo(B1.6)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33116	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	8 %	78	SAMK	-	2020	Ok	19
Jakamo(B1.7)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G49053	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	9 %	65	SAMK	-	2020	Ok	21
Jakamo(C1.8)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33153	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	9 %	72	SAMK	-	2020	Ok	23
Jakamo(C2.5)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G31050	6x9ah	2022	5PX EBM(12x9ah)	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	13 %	192	SAMK	-	2020	Ok	22
Jakamo(C2.6)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33115	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	9 %	72	SAMK	-	2020	Ok	23
Palvelinsali(id1)	Eaton	9355-12-N-15-64x9ah-MBS	361918	64x7ah	2020	EBM(96x7Ah)	Runkoverkko	kesä.07	Eaton	3/3	3367W(30'166	Eaton	kesä.17	2020	Ok	22	
Palvelinsali(id2)	Eaton	9155-15-N-10-64x7ah-MBS	254000230	64x7ah	2022-2023	EBM(96x7Ah)	Runkoverkko	tamm.17	Eaton	3/1	2521W(19'215	Eaton	-	2022-2023	Ok	22	
Palvelinsali(id3)	Eaton	9355-15-N-15-64x9ah-MBS	319000419	64x9ah	2020	EBM(96x7Ah)	Runkoverkko	kesä.07	Eaton	3/3	2521W(19'236	Eaton	kesä.17	2020	Ok	22	
Sähkölabra	Socomec	Masteys 20kva 3/3	P1270553001	72x7ah	2022	-	Henkilökunta pc	2012	UTU	3/3	1600W	284	SAMK	helmi.17	Labra	22	
Sähkölabra	Eaton	9155-8-N-10-32x7ah	1022507	32x7ah	-	EBM	3d tulostus	2012	Eaton	3/1	200W	204	SAMK	?	helmi.20	Labra	22
Sähkölabra	Victron eni	Quattro 24/8000/200-2x100		36x1000ah	-	-	Ups/kysyntäjousto/	2014/2012	UTU	3/3	5000W	420	SAMK	helmi.19	Labra	22	
Sähkölabra	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G49053	6x9ah	2022	-	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	9 %	65	SAMK	-	2020	Ok	22
Sähkölabra	Eaton	9130 6000VA-T	GH435A0177	20x2x7ah	-	EBM	Labra	-	Eaton	1/1	11 %	152	SAMK	-	Labra	22	
Pääjakamo(A018)	Eaton	9355-8-N-33-64x9Ah-MBS	312689	64x9ah	2023-2024	EBM(96x7Ah)	Runkoverkko	huhti.05	Eaton	3/3	1396W	290	Eaton	syys.18	2023-2024	Ok	22
Pääjakamo(A018)	Eaton	Eaton 5PX 3000	G096G33152	6x9ah	2022	5PX EBM(12x9ah)	Kerosjakamo	2017	Eaton	1/1	27 %	76	SAMK	-	2020	Ok	22