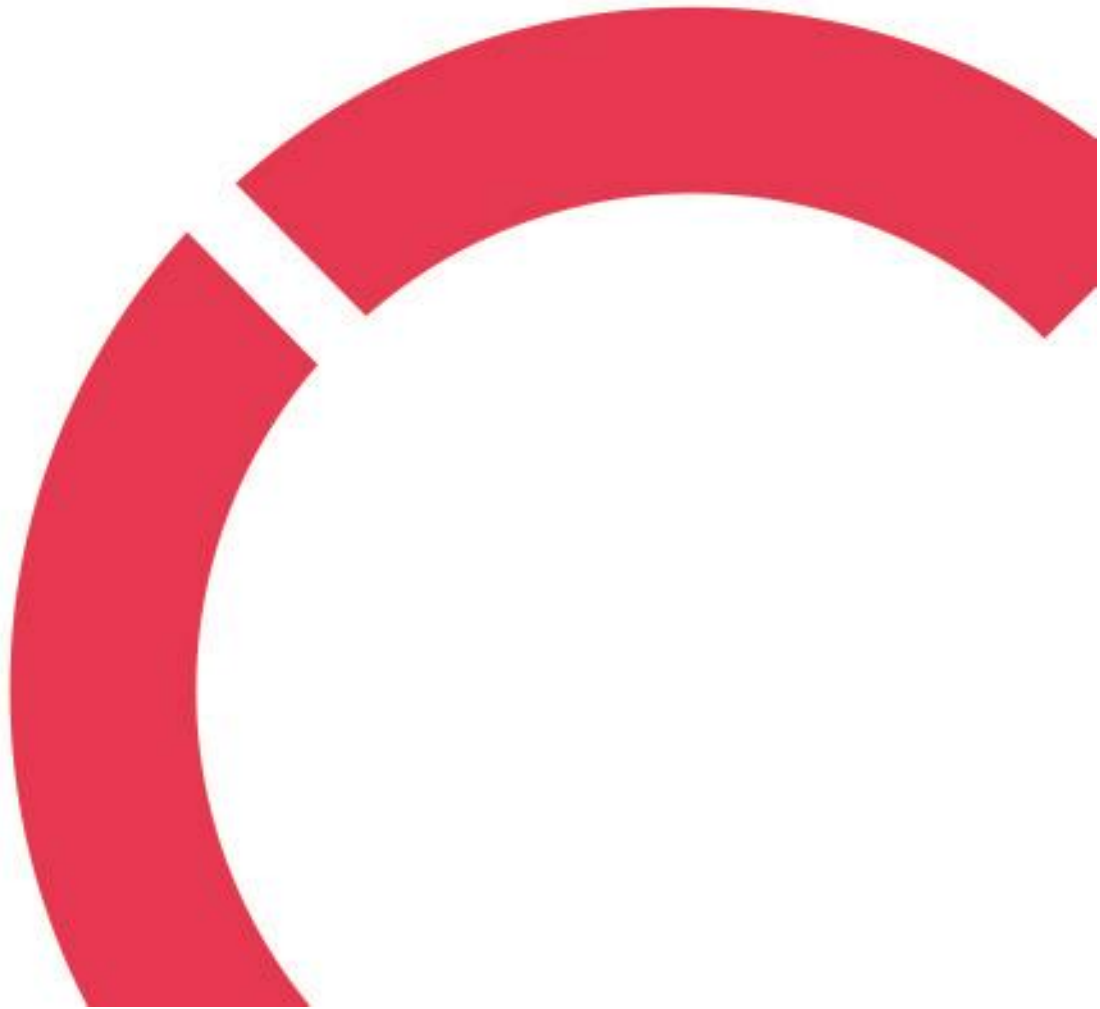


Juho Hannola

KRIITTISET SÄHKÖPIIRIT JA UPS-JÄRJESTELMÄT

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkö- automaatiotekniikan koulutus
Helmikuu 2023**



Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Helmikuu 2023	Tekijä/tekijät Juho Hannola
Koulutus Sähkö- ja automaatiotekniikka		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi KRIITTISET SÄHKÖPIIRIT JA UPS-JÄRJESTELMÄT		
Työn ohjaaja Kari Saaranen		Sivumäärä 52 + 14
Työelämäohjaaja Toni Salo		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Umicore Finland Oy:n kriittisiksi luokiteltavat sähköpiirit ja UPS-laitteet. Kriittisien sähköpiirien selvittelyiden näkökulmana oli teollisuusalueella vuosittain järjestettävät huoltoseisakit, jonka aikana mahdollisesti kriittiseksi luokiteltavat sähköpiirien sähkönsyötöt katkeaisivat. Työn tavoitteena oli, että nämä pystyttäisiin ottamaan aikaisessa vaiheessa huomioon ja järjestämään varasyöttömahdollisuudet. Työn toisena tavoitteena oli selvittää alueen UPS-laitteet sekä näiden perässä olevat sähkönsyötöt ja olisiko näitä mahdollista järkeistää jollakin tavalla.</p> <p>Työn teoriaosuudessa käydään läpi yleisellä tasolla, missä ja miten UPS-laitteita voidaan hyödyntää eri toimialoilla. Teoriassa käsitellään myös UPS-laitteiden yleisimmät toteutusmallit, eri järjestelmät, varakäyntiajat sekä akkutekniikat. Teoriaosuudessa otetaan myös kantaa sähkösyöttöjen varmentamiseen ilman UPS-järjestelmiä, ja tässä myös käsitellään huoltoseisakit.</p> <p>Työtä varten on käyty sähköpostikeskusteluita osastojen käyttö- ja tuotantoinsinöörien kanssa selvittääkseen osastokohtaiset kriittiset sähköpiirit. Näiden pohjalta on tuotettu listaus kyseisistä sähköpiireistä, jotka tulee olla käytössä myös huoltoseisakkien aikana. UPS-laitteiden osalta suoritettiin alueella kenttätutkimus, jossa kartoitettiin kyseiset laitteistot ja näiden perässä olevat sähkönsyötöt. Tämän perusteella on tuotettu laitevalmistajalle kyselymateriaali, jossa tiedusteltiin mahdollisia korvaavia tuotteita.</p> <p>Tutkimuksessa selvisi, että UPS-laitteet olivat osittain ylimitoitettuja tämänhetkisillä kuormituksilla. Osassa ylimitoitettu UPS-laite oli perusteltavissa, koska nämä tarvitsivat suuremman oikosulkuvirran akuston käytöllä, että näissä voitaisiin käyttää suurempia sulakkeita. Osassa ylimitoitettu UPS-laite ei ollut perusteltavissa tämän muuttuneen kuormitustilanteensa vuoksi eikä näin ollen ole tarvetta suuremmille sulakkeille ja UPS-laitteelle.</p> <p>Opinnäytetyö sisälsi salaisia osioita, jotka poistettiin julkaistavasta työstä.</p>		

Asiasanat Kriittiset sähköpiirit, UPS, UPS-järjestelmät, UPS-laitteet

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date February 2023	Author Juho Hannola
Degree programme Electrical and automation engineering		
Name of thesis CRITICAL ELECTRICAL CIRCUITS AND UPS SYSTEMS		
Centria supervisor Kari Saaranen	Pages 52 + 14	
Instructor representing commissioning institution or company Toni Salo		
<p>The purpose of this thesis was to study the critical electrical circuits and UPS devices of Umicore Finland Oy. The point of view of critical electrical circuits was the annual maintenance shutdowns at the industrial area. The goal was to define the critical circuits and take into consideration those circuits and organize stand-by supplies for them. The second goal was to find out UPS devices of the area as well as power supplies behind them and find out if there is any change to rationalize them.</p> <p>The theoretical part of this thesis consists of where and how it is possible to utilize UPS devices in different industries and the most common implementation models, different systems, standby times and battery technologies of UPS devices. The theory includes also verifying power supplies without UPS systems, and this part also includes maintenance shutdowns.</p> <p>There have been email conversations with departments' operation and production engineers to find out critical electrical circuits by departments. A listing was made of electrical circuits based on these investigations, that must be in use during maintenance shutdowns. Regarding to UPS devices, field research was carried out in the area, in which devices and power supplies behind them were mapped. Based on this, there has been produced a questionnaire for the product manufacturer, in which possible replacement products are inquired.</p> <p>Based on the study, UPS devices were partly over dimensioned with current load. In some of these UPS devices the over dimensioned was justifiable, because these devices needed greater short circuit current for battery usage, so that larger fuses could be used in these. In some of UPS devices the over dimensioned could not be justified due to this changed load situation, and therefore there is no need for larger fuses and UPS device.</p>		
Key words Critical electrical circuits, UPS, UPS devices, UPS systems		

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Näennäisteho [VA]

Näennäisteho on tehoa, jonka esimerkiksi UPS-laite voi antaa tähän kytketyille laitteistoillensa. Tämä tehoarvo on suurempi kuin pätehoarvo, sillä tässä ei ole otettu vielä huomioon tehokerrointa.

Päteteho [W]

Todellinen teho, jonka esimerkiksi UPS-laite voi antaa. Tässä on otettu tehokerroin huomioon ja on pienempi arvo kuin näennäisteho.

SFS

Suomen Standardisoimisliitto.

TOPOLOGIA

Topologialla tarkoitetaan järjestelmää tai teknologiaa, jolla kyseinen laitteistokokonaisuus on toteutettu.

UPS

Uninterruptible Power Supply, joka tarkoittaa keskeytymätöntä ja häiriötöntä sähkönsyöttöä.

UPS-Järjestelmä

UPS-järjestelmällä tarkoitetaan kokonaisuutta, jolla kyseinen sähkövarmentaminen on toteutettu.

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 YRITYKSEN ESITTELY: UMICORE FINLAND OY	2
3 UPS-JÄRJESTELMÄT.....	4
3.1 Mitä ovat UPS-järjestelmät.....	4
3.2 Mihin UPS-järjestelmiä tarvitaan	5
3.2.1 Julkiset tilat, sairaala- ja terveydenhuoltoympäristö	6
3.2.2 Teollisuusympäristö	7
3.2.3 Yleisimmät sähköhäiriöt, joita UPS-järjestelmällä hoidetaan.....	8
3.3 Topologiat	10
3.3.1 Stand-by UPS (off-line UPS)	11
3.3.2 Line interactive-UPS	13
3.3.3 Double conversion-UPS (on-line UPS)	15
3.4 Redundanttinen UPS-järjestelmä.....	17
3.5 Keskitetty vai hajautettu järjestelmä	19
3.6 Akut ja varakäyntiaika.....	22
3.7 UPS-laitteen mitoitusvaikuttavat tekijät.....	23
4 VARMENTAMINEN ILMAN UPS-JÄRJESTELMIÄ.....	24
5 TYÖN SUORITUS.....	28
5.1 Osasto 1: Uutto	29
5.1.1 Kriittiset sähköpiirit.....	29
5.1.2 UPS-laitteet ja kuorma	30
5.2 Osasto 2: Liuotto	34
5.2.1 Kriittiset sähköpiirit.....	34
5.2.2 UPS-laitteet ja kuorma	35
5.3 Osasto 3: Patteri	39
5.3.1 Kriittiset sähköpiirit.....	39
5.3.2 UPS-laitteet ja kuorma	40
5.4 Yhteenveto kartoitetuista UPS-laitteista.....	44
6 TULOKSET.....	45
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	49
LÄHTEET	50
LIITTEET	
KUVAT	
KUVA 1. Umicore maailmanlaajuisesti	3
KUVA 2. Periaatekaavio stand-by/off-line tyyppisestä UPS-laitteistosta.....	12
KUVA 3. Periaatekaavio stand-by tyyppisestä UPS-laitteistosta varustettuna säästömuuntajalla.....	13

KUVA 4. Periaatekaavio Line interactive UPS-laitteistosta	14
KUVA 5. Periaatekaavio Line interactive UPS-laitteistosta varustettuna säätövaihtosuuntaajalla.....	15
KUVA 6. Periaatekaavio Double conversion UPS-laitteistosta	16
KUVA 7. Periaatekaavio Double conversion UPS-laitteistosta varustettuna tasajännitemuuttajalla.....	17
KUVA 8. Periaatekaavio redundanttisesta rinnankäyvästä N+1, N=1 UPS-järjestelmästä	18
KUVA 9. Esimerkki nousukaavio hajautetusta UPS-järjestelmästä.....	20
KUVA 10. Esimerkki nousukaavio keskitetystä UPS-järjestelmästä.....	21
KUVA 11. Esimerkki kaavio elinkaarikustannuksista akkutekniikoiden välillä.....	22
KUVA 12. Syötönvalintakytkimen etukansi	24
KUVA 13. Syötönvalintakytkin.....	25
KUVA 14. Esimerkki piirikaavio syötönvalintakytkinvarmennuksesta.....	26
KUVA 15. Eaton 9155 Uutossa.....	30
KUVA 16. UPS-jakokeskus KJK1	31
KUVA 17. UPS-alakeskus RK3-SS2.....	31
KUVA 18. SD833 teknilliset tiedot	32
KUVA 19. Eaton 93PS-15 (40) Liuotossa.....	36
KUVA 20. 12-26-UPSJK1 Liuotossa	36
KUVA 21. Eaton PS93 paneelinäkymä 1	37
KUVA 22. Eaton PS93 paneelinäkymä 2	37
KUVA 23. Eaton PS93 paneelinäkymä 3	38
KUVA 24. Eaton PS93 paneelinäkymä 4	38
KUVA 25. Socomec Masterys BC 15 kVA kojeistossa 1	40
KUVA 26. Käyttökuormitukset vaiheittain	41
KUVA 27. Kokonaistehonkäyttö.....	41
KUVA 28. Socomec Masterys BC 15 kVA kojeistossa 4	42
KUVA 29. Akkukapiini kojeistossa 4.....	43
KUVA 30. Käyttökuormitukset vaiheittain	44
KUVA 31. Kokonaistehonkäyttö.....	44

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Järjestelmätyypit ja näiden lueteltavuus	19
TAULUKKO 2. RK3-SS2 piiriluettelo	33

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Umicore Finland Oy:n alueen prosessiosastojen UPS-laitteistot (uninterruptible power supply), joka tarkoittaa häiriötöntä ja keskeytymätöntä sähkönsyöttöä sekä alakeskukset, jotka ovat osa UPS-järjestelmää. Tähän työhön valikoitui kolme eri osastoa, jotka ovat Uutto, Liuotto sekä Patteri. Näiden kartoitusten syynä on selvittää UPS-laitteiden mallit sekä kokonaistehot ja verrata näitä UPS-laitteiden perässä oleviin kuormituksiin. Näiden pohjalta voidaan tarkastella, ovatko UPS-laitteet tarpeettoman suurikokoisia kyseisille sähkölaitteistoille ja onko mahdollista toteuttaa varmennukset pienemmillä ja halvemmilla UPS-laitteistoilla.

Opinnäytetyöhön myös sisällytettiin osastokohtaisien kriittisten sähköpiirien selvitys. Kriittisillä sähköpiireillä tässä tapauksessa tarkoitetaan sellaisia sähköpiirejä, joiden tulisi olla käytössä myös vuosittaisien huoltoseisakeiden aikana. Teollisuusalueilla suoritetaan useimmiten vuosittain noin viikon mittainen huoltoseisake eli ajankohta, jonka aikana tehdään laitteistoille ennakkohuollot ja -vaihdot. Tämän alaisuuteen kuuluu myös sähkönsyötöille olennaiset sähkökeskukset ja jakelumuuntajien vaihdot ja huollot, joten osastoilla voi olla tarve väliaikaissyötöille. Osastokohtaisella kriittisten sähköpiirien listauksella voidaan näihin varautua jo hyvissä ajoin.

UPS-laitteiden avulla taataan katkeamaton ja häiriötön sähkönsyöttö laitteille, jotka on määritetty varmennuksen alaisiksi. Varmennuksen tarpeiden määrittelylle voi olla moninaisia erilaisia tarpeita ja näistä voivat olla esimerkiksi prosessiautomaation varmentaminen sähkökatkoksien varalle tai vaikkapa herkkien ja kalliiden elektroniikkalaitteiden suojaaminen rikkoontumiselta.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään läpi yleisimmät UPS-järjestelmien toteutusperiaatteet ja käyttötarkoitukset yleisellä tasolla, mihin kaikkeen UPS-järjestelmiä voidaan käyttää ja yleisimmät sähköhäiriöt, joita UPS-laitteiden avulla voidaan korjata. Teoriassa otetaan myös kantaa UPS-järjestelmien toteutusperiaatteille, jotka ovat hajautettu ja keskitetty järjestelmä. UPS-laitteiden ja järjestelmien osalta teoriaosuus tulee antamaan hyvän pohjan UPS-laitteiden ja järjestelmien ymmärtämiselle ja käyttötarkoituksille. Näiden pohjalta on myös hyvä lähestyä laitevalmistajia ja tiedustella korvaavien tuotteiden tarpeellisuutta.

2 YRITYKSEN ESITTELY: UMICORE FINLAND OY

Umicore Finland Oy on Kokkolassa toimiva osakeyhtiö, joka toimii kemianteollisuuden parissa (Kauppalehti). Yrityksessä on tällä hetkellä yli 350 työntekijää. Umicore Finland Oy on toiminut vuodesta 1968 alkaen, ja vuodesta 2019 lähtien se on kuulunut Umicore-konserniin. (Umicore Finland Oy a.) Vuoden 2019 lopussa tehtiin kauppa, jossa belgialainen Umicore osti osan toimintaa Freeport-konsernilta. Tällöin yritys jaettiin kahteen uuteen yritykseen. Umicoren omistukseen jäi kobolttijalostamo Kokkolassa. (Kattilakoski 2019.) Se onkin suurin maailmassa, mikäli Kiinaa ei oteta huomioon, ja myös tärkeä katodiprecursorien valmistaja Euroopassa (Umicore Finland Oy a).

Umicore Finland Oy on mukana muun muassa pienentämässä kulkuneuvojen haitallisia päästöjä, kierrättämässä metalleja sekä kehittämässä tulevaisuuden autoja. Yritys haluaa olla edelläkävijä materiaaliperusteisissa ratkaisuisissa, jotka kehittävät ihmisten olosuhteita ympäri maailmaa. Tätä toteutetaan painottamalla kolmea asiaa, jotka ovat kierrätys, sähköistäminen sekä puhdas ilma. (Umicore Finland Oy b.) Umicorella on laaja tutkimus- ja kehitysosaaminen, minkä vuoksi koboltti pystytään jalostamaan puhtaiksi kemikaaleiksi. Nämä Kokkolassa käsitellyt katodiprecursorit prosessoidaan Umicoren eri tehtaissa, josta ne kulkeutuvat lopulta litiumakkuihin, puhelimiin tai sähköautoihin. (Umicore Finland Oy a.)

Umicore on maailmanlaajuinen konserni, joka on keskittynyt materiaalitekologiaan ja kierrätykseen. Konsernissa on yli 11 000 työntekijää, 46 tuotantopaikkaa sekä 15 tutkimus- ja kehityspaikkaa ympäri maailmaa. (Umicore.) Sillä on kokemusta ja tietoa metallien käytöstä yli 200 vuoden ajalta. Kokkolan toiminta tukee muutosta ekologisempaan liikkumiseen niin Euroopassa kuin maailmanlaajuisestikin, minkä vuoksi se soveltuukin Umicore-konsernin strategiaan ja tavoitteisiin. (Umicore Finland Oy a.)



KUVA 1. Umicore maailmanlaajuisesti (Umicore)

3 UPS-JÄRJESTELMÄT

UPS-järjestelmä, eli uninterruptible power supply, tarkoittaa häiriötöntä ja keskeytymätöntä sähkönsyöttöä, jolla toteutetaan esimerkiksi teollisuuden kriittisten piirien varmentaminen (Tummavuori 2010, 1). Kriittisillä piireillä tarkoitetaan sähkölaitteita tai sähköpiirejä, joiden kohdalla pienikin sähkökatkos tai häiriö voisi tuottaa vahinkoa laitteistoille, henkilöstölle, tuotannolle tai yrityksen toiminnalle.

Sähkön syöttöjen ja sen jakelemisen turvaamiselle on monitahoisia tarpeita, mutta yleisimmät intressit ovat taloudelliset ja turvallisuuden ylläpitäminen. Sähkön varmentamiselle on asetettu myös lainsäädäntöjä, jotka asettavat määräyksiä huoltovarmuudelle ja jotka takaavat yhteiskunnallisia toimintoja. (Bovellan, Hakanen, Heikkilä, Kapp, Kivekäs, Kousa, Poikonen, Sahlström & Tummavuori 2005, 27.)

Varmennettujen sähkönsyöttöjärjestelmien suunnittelu ja toteutus vaatii aina vahvaa tuntemusta kohteesta ja prosesseista, joita kyseisissä tiloissa harjoitetaan. Yksi tapa tehdä varmennettujen sähkösyöttöjärjestelmien kartoitus on erilaiset riskianalyysit ja -kartoitukset. Tällä tavoin voidaan tehdä optimaalinen ja luotettava varmennettu sähkönsyöttöjärjestelmä. (Bovellan ym. 2005, 27.)

Kohteen ja prosessien tuntemisen rinnalla on erittäin hyvä tietää myös pääpiirteet mahdollisista järjestelmistä ja mitä näillä on mahdollista tehdä. Seuraavaksi perehdytään siihen, mitä ylipäättänsä ovat UPS-järjestelmät ja miten näillä voidaan toteuttaa varmennettuja sähkönsyöttöjärjestelmiä.

3.1 Mitä ovat UPS-järjestelmät

UPS on toimilaite, jolla voidaan huolehtia katkeamaton sähkönsyöttö, kun jakeluverkossa ilmenee katkos tai jokin muu häiriö. Sähkökatkoksen ilmaannuttua UPS-laitteella voidaan toteuttaa käyttötarkoituksen mukaan esimerkiksi kriittisten laitteiden turvallinen alasajo, koska äkillinen sähkön katkeaminen voi aiheuttaa herkkien laitteiden vaurioitumisen. UPS-laitteiden käyttö on myös perusteltua sähkökatkoksista huolimatta, sillä UPS-laitteilla voidaan myös parantaa sähkönlaatua kriittisille piireille, jotka ovat herkkiä sähköverkon horjumisille esimerkiksi virtapiikin tapahtuessa. (Eaton 2020, 2.)

Sähköverkossa tapahtuvien katkosten ja häiriöiden ilmaannuttua UPS-laitteisto takaa katkeamattoman sähkönsyötön kriittisille piireille. UPS-laitteistoilla ei ole kuitenkaan tarkoitus syöttää tarpeettomia piirejä tai tarpeettoman pitkiä aikoja, sillä UPS-järjestelmien ja näiden akustojen koon mukaan, näillä on määritetty varakäyntiaika perustuen näihin kytkettyjen laitteistojen tehojen yhteismäärään. (ABB 2019, 4.) Tämän takia onkin tärkeä määrittää ja selvittää todellinen tarve katkeamattomalla sähkönsyötölle laitteistoille, että vältetään ylimääräisten piirien turvaamiselta, ja tämän johdosta voidaan kriittiset piirit turvata mahdollisesti pienemmillä ja halvemmilla UPS-laitteilla.

UPS-laitteistoja käytetään siis sähköverkon hyvänlaadun ylläpitämiseen, varmentamiseen ja hallittuun laitteistojen alasajoon tai näiden sähkönsyötön ylläpitämiseen siihen saakka, että sähköverkko on palannut normaaliin toimintaansa tai varavoimageneraattori on saatu ylös ajettua ja sähkönsyöttöjä voidaan jatkaa näillä. (ABB 2019, 4.)

3.2 Mihin UPS-järjestelmiä tarvitaan

Yhteiskunnassa on ollut kasvamaan päin tarve yhä enemmän kriittisten piirien varmentamiselle. UPS-järjestelmillä ja laitteistoilla on varmennettuna hyvin monenlaisia ja eri tarpeisiin liittyviä kuormituksia, jotka ovat tiettyjen prioriteettisiensa kanssa toiminnan- tai palveluntarjoajan toiminnalle ehdottoman tärkeitä. Käyttöympäristöjä voivat olla esimerkiksi:

- Julkiset tilat ostoskeskukset yms.
- Sairaala- ja terveydenhuolto
- Teollisuus

Näissä käyttöympäristöissä on toinen toistaan tärkeämpiä sähköpiirejä, joita UPS-järjestelmillä varmennetaan ja turvataan häiriötön ja katkeamaton sähkönsyöttö. (Tummavuori 2010, 10.)

3.2.1 Julkiset tilat, sairaala- ja terveydenhuoltoympäristö

Julkisissa tiloissa, joita ovat esimerkiksi ostoskeskukset, asioi samanaikaisesti monta ihmistä ja työhenkilökuntaa on myös. Tämän takia onkin tärkeää, että turvataan UPS-järjestelmillä tiettyjä sähkölaitteistoja. Julkisissa tiloissa voidaan varmentaa turvallisuuteen liittyviä järjestelmiä, mutta voidaan myös välttää taloudellisilta menetyksiltä. Turvattavia kriittisiä sähkölaitteistoja näissä voivat olla kamera- ja kulunvalvontajärjestelmät, jotka ovat pienempää tehoa vaativia järjestelmiä, mutta myös suurempi tehoisia kriittisiä piirejä on julkisissa tiloissa. Näitä ovat esimerkiksi hissien moottorit. (Eaton 2022, 28.)

Ostokeskuksissa ja muissa palveluntarjoavien toimialojen tiloissa voidaan päätyä tilanteeseen, jossa menetetään sähkökatkon tai häiriöiden aikana maksavia asiakkaita. Näiden ympäristöjen onkin hyvä pitää myös taloudellista näkökulmaa silmällä. Varmentamalla maksupäätteet ja muut turvallisuudelle välttämättömät kriittiset sähköpiirit voidaan mahdollisesti pitää yllä toimintaa normaalisti ilman maksavien asiakkaiden menettämistä. (Bovellan ym. 2005, 36.)

Sairaaloissa ja terveydenhuoltoympäristöissä on ihmisen terveyden kannalta erittäin kriittiseksi luokiteltavia sähköpiirejä, joiden tulisi olla käytettävissä vuorokauden jokaisena tuntina. Näiden kohdalla pienikin sähkökatkos tai häiriö voi johtaa jopa ihmishengen menetykseen. Tästä johtuen on myös asetettu määräyksiä, jotka asettavat tietyt vaatimukset sähkönsyötön varmennuksille kyseisissä ympäristöissä. (Eaton 2022, 28.) Seuraavaksi on pieni otanta standardista SFS6000 varmennetun sähkönsyötön näkökulmasta, jotka asettavat erikoistilojen ja -asennusten vaatimuksia lääkintätiloissa. Tässä standardissa on varavoimajärjestelmien aikavaatimusmäärittäminen, jolla viitataan siihen, kuinka kauan järjestelmät voivat olla alhaalla, kunnes varavoima lähtee toimimaan. Nämä luokittelut ovat jaettu seuraavan mukaan:

- Luokka A: katkon ajaksi on asetettu nolla sekuntia, kunnes omatoimisesti varavoiman tulee olla käytettävissä.
- Luokka C: katkon ajaksi on asetettu korkeintaan 0,5 sekuntia, kunnes omatoimisesti varavoiman tulee olla käytettävissä.
- Luokka E: katkon ajaksi on asetettu korkeintaan 15 sekuntia, kunnes omatoimisesti varavoiman tulee olla käytettävissä.
- Luokka F: katkon ajaksi on asetettu yli 15 sekuntia, kunnes omatoimisesti tai manuaalisesti varavoiman tulee olla käytettävissä. (SFS 6000-7-710:2022.)

Standardissa luokitukset ovat määrityksiä tietyille lääkintätiloille ja toimintaperiaatteille. Kaikissa tiloissa ei suoriteta terveyden kannalta tärkeitä operaatioita, joten näille tiloille riittävät pienemmän tason sähkönvarmennukset. Tietyissä tiloissa kuitenkin suoritetaan terveydelle kriittisiä toimenpiteitä, joilla tarvitaan korkean tason varmennuksia valaistuksille ja sähkölaitteille.

(SFS 6000-7-710:2022)

Luokassa A on määritelty katkon ajaksi nolla sekuntia, joten vähintään luokan A tilojen ja näiden sähkölaitteiden tulee olla varmennettu UPS-järjestelmällä, jolla saadaan hallittua tarvittavien sähkölaitteiden sähkönsyötöt, kunnes varavoimakoneet jatkavat sähkönsyöttöä.

3.2.2 Teollisuusympäristö

Teollisuusympäristössä olisi taloudellisesti ideaalinen tilanne, jos kaikki tuotannon prosessille keskeiset sähkö- ja toimilaitteet saataisiin pidettyä toiminnassa sähkönsyöttöjen katketessa tai näiden häiriötilanteissa. Tämä ei kuitenkaan ole yleisesti täysin mahdollista, koska suurien teollisuusprosessien täydellinen varmentaminen vaatisi kohtuuttoman suuria investointeja. (Bovellan ym. 2005, 34)

Yleisesti joudutaankin tarkasti arvioimaan tuotannon kannalta kriittisimmät sähköpiirit, joihin on välttämätöntä toteuttaa sähkönvarmennuksia välttääessä taloudellisesti suuria menetyksiä ja samalla pidettyä sähkönvarmennuksen kustannukset maltillisina. Erilaisilla tuotannoilla on yksilölliset tarpeet määritellä kyseisiä kriittisiä sähköpiirejä, joten arviointi on tehtävä aina tapauskohtaisesti, mutta tietynlaisia yhtäläisyyksiä voidaan löytää, joita voidaan mahdollisesti soveltaa myös muissa kohteissa. (Bovellan ym. 2005, 34.)

Monissa tilanteissa voidaan päätyä ratkaisuun, jossa sähkönsyötön varmennuksia käytetään ainoastaan prosessin hallittuun alas ajamiseen ja tämän seurauksena välttämällä suuremmilta laitevahingoilta. Vaikka tämän kaltaisista tilanteista koituisikin taloudellisia menetyksiä prosessin ollessa seisakissa, mutta hallitulla alasajolla voidaan helpottaa prosessin takaisin ylösajoa, kun tuotelinjat on saatu siivotua mahdollisista viallisista tuotteista ja mahdollisilta laitevioilta on säästyty. Tämän mallin sähkönvarmentamiselle on myös keskeisintä se, että saadaan pidettyä prosessin liittyvät ohjaus- ja valvontajärjestelmät varmennettuna. (Bovellan ym. 2005, 35.)

Tuotantoprosessien tärkeimmät kriteerit toimivuuden varmentamiselle ovat:

- Turvallisuuden ylläpitäminen.
- Taloudelliset menetykset yllättävästä sähkökatkoksen aiheutuvasta prosessin pysähdyksestä. Näistä aiheutuvat laiteviat ja vauriot.
- Seisakin aiheuttamat taloudelliset menetykset.
- Prosessin ylösajosta koituvat kustannukset.
- Kustannukset, joilla on pitempi vaikutus. Nämä voivat olla pahimmillaan asiakkaiden menetyksiä. (Bovellan ym. 2005, 35.)

Prosessiteollisuudessa tulee kuitenkin ennen kaikkea kiinnittää huomioita prosessiautomaation ja tietotekniikan sähkövarmennuksiin. Nykypäiväiset prosessit pyörivät suurimmilta osiltaan automatiikan, väyläviestinnän ja muiden tietoteknillisin asioiden ympärillä, joten muiden kuin näiden toimintojen varmentaminen olisi pitkälti turhaa, jos näitä ei pystyttäisi käyttämään. (Bovellan ym. 2005, 36.)

3.2.3 Yleisimmät sähköhäiriöt, joita UPS-järjestelmällä hoidetaan

Yleisimmät yhdeksän sähköhäiriötä, joita UPS-järjestelmillä ratkotaan ovat seuraavat:

- Sähkökatkot
 - Käytettävän ensisijaisen verkkovirran katkeaminen. Syynä voivat olla esimerkiksi häiriöt verkonvoimajohtoissa tai -ylikuormatilanne.
- Lyhyt- ja pitkäkestoiset ylijännitteet
 - Lyhytkestoinen ylijännite on 110 prosenttia ylittävästä nimellisestä jännitteestä. Tämän voi aiheuttaa esimerkiksi salamanisku, joka aiheuttaa jännitepiikin. Tämä voi vaurioittaa herkkiä sähkölaitteita.
 - Pitkäkestoinen ylijännite voi kestää minuuteista aina päiviin. Tämän voi aiheuttaa verkossa olevien kuormitustehojen äkillinen lasku ja se voi vaurioittaa herkkiä sähkölaitteistoja.
- Lyhyt- ja pitkäkestoiset alijännitteet
 - Lyhytkestoinen alijännite on nimensä mukaan jännitetason putoaminen alle standardi- tai säätöarvojen alapuolelle. Tämän voi aiheuttaa suurtehoisten laitteistojen käynnistäminen, mikä notkauttaa verkonjännitetasoja. Tämä voi aiheuttaa sähkölaitteistojen vikaantumista tai hajoamista.

- Pitkäkestoinen alijännite voi kestää minuuteista aina muutamiin päiviin. Pitkäkestoinen alijännite ilmenee, kun on alitettu standardi tai säätöarvojen alittama jännitearvo. Tämän voi aiheuttaa syöttökapasiteetin ylittäminen tai sähkönkysyntäjouston aiheuttamista toimista.
- Suurtaajuushäiriö
 - Suurtaajuushäiriö on EMI eli sähkömagneettinen häiriö, joka aiheuttaa korkeataajuuksia aaltomuotoja sähköverkossa. Tämän voivat aiheuttaa esimerkiksi hitsauslaitteet, salamanku tai sähkömoottoreissa käytettävät taajuusmuuttajat.
- Taajuuksien vaihtelut
 - Tarkoittaa sähköverkon taajuuden vakauden horjumista. Tämän voi aiheuttaa generaattoreiden latautuminen tai näiden tyhjentymisen. Tämä voi aiheuttaa sähkölaitteiden vaurioitumisen tai vikaantumisen.
- Kytkenätransientit
 - Kytkenätransientti tarkoittaa äkillistä alijännitenoikahdusta sähköverkossa, jonka voi aiheuttaa samassa sähköverkossa kytkettävät sähkölaitteistot, joita ovat esimerkiksi loisteputkivalaisimet tai kahvinkeitin.
- Harmoninen särö
 - Aiheuttaa normaaliin aaltomuotoon vääristymiä. Harmonisen särön aiheuttaa epälineaarinen kuormitus. Epälineaarista kuormitusta voi aiheuttaa esimerkiksi nopeussäädöllinen moottoriohjaukselliset moottorit, purkauslamput tai kopiokoneet. (Eaton 2012, 9.)

UPS-laitteistoja on käyttötarkoituksien mukaan eri tarpeille, ja kaikilla laitteistoilla ei olekaan tarkoitus paneutua kaikkiin aikaisempien mainittujen yleisimpien sähköhäiriöiden varalle. Esimerkiksi Eatonilla on sarja-alaiset tunnuksiset, jotka on määritelty topologian mukaan ja näillä on omat tarkennukset siihen, mitä sähköhäiriötä vastaan nämä ovat omiaan. (Eaton 2012, 9.)

Kaikista edellä mainituista sähköhäiriöistä ei ole tilastollista tietoa, kuinka paljon näitä sähköverkossa ilmenee, mutta SFS-standardeissa on määritetty tietyt raja-arvot, joiden sisällä kyseiset jännitteet, taajuudet ja muut oleelliset sähkönsyöttöön liittyvät asiat täytyisi olla, että voidaan puhua hyvästä sähkölaadusta. Standardi, joka määrittelee sähköverkon raja-arvot, on SFS-EN 50160. (Viitala 2006, 1.) Nämä standardit käsittelevät pien- ja keskijänniteverkkoa ja näistä osa listattuna seuraavassa:

- Jännitteen taajuus [Hz]
 - Taajuudelle on määriteltyä normaalille laadulle $\pm 1 \%$. Tämä tarkoittaisi 0,5 Hz:n heitelyä Suomen normaalista 50 Hz:n verkossa. Tämä todetaan 10 sekunnin mittausyksleissä yhden viikon ajan. Korkeasta laadusta puhutaan silloin, kun taajuus heittely on $\pm 0,5 \%$.
- Jännite [V]
 - Jännitteen normaalille laadulle pienjänniteverkossa on määriteltyä 10 minuutin keskiarvolle 207 – 244 voltia, joka on tehollisarvo. Tämä todetaan viikon mittaisella 10 minuutin mittausjaksoilla. Korkealle laadulla tämä raja-arvo on tehollisarvojen keskiarvolle 220 - 240 voltia ja keskiarvolle 225 – 235 voltia.
 - Keskijänniteverkoissa nämä määritykset ovat normaalilaadulle $U_c \pm 10 \%$ ja korkealle laadulle teholliskeskiarvolle $U_c \pm 4 \%$ ja keskiarvolle $U_c \pm 2,5 \%$. Mittaustavat ovat kuten pienjänniteverkossakin. (Viitala 2006, 2.)

Muun muassa näiden jännitteiden raja-arvojen välillä UPS-laitteisto vaihtaa syötön akkukäytölle, vaikka verkossa ei olisikaan sähkökatkosta.

3.3 Topologiat

Kuten aikaisemmin on tullut ilmi, sähkönvarmentamiselle on erilaisia käyttökohteita ja tarpeita, joten olemassa on eri topologian eli teknologian omaavia järjestelmiä. Kaikilla UPS-laitteiden topologioilla on omat tietyt suojautumisluokat, jotka vastaavat siihen, mihin sähköhäiriöihin nämä ovat määritetty. Näistä on määritettävissä omiin tarpeisiinsa kaikkein parhaimmat vaihtoehdot. (Eaton 2012, 10.)

Kaikilla yleisimmillä topologian malleilla on käytännössä tietyt samanlaiset pääpiirteet, joiden mukaan syötetään vaihtosähköä häiriöttömästi ja katkeamattomasti. UPS-järjestelmässä sähkönsyöttö tapahtuu ensisijaisesta sähkönlähteestä UPS-laitteiston kautta, joka pitää verkonsyötön vakaana, ja sähkökatkoksen aikana UPS-laitteisto syöttää tähän kytkettyjä kriittisiä sähköpiirejä varastoituneen akustojensa kautta. UPS-laitteistot, jotka sisältävät akustoja, kuuluvat näihin perustoimenpiteisiin, jotta akustoja voidaan ladata silloin, kun ensisijainen sähköverkko on käytettävissä. Akut antavat ja vastaanottavat ainoastaan tasasähköä, joten ensisijaisen sähköverkon vaihtosähkö tulee UPS-laitteiston tekniikalla muuttaa tasasähköksi ennen akustoja. Akustoilla saatava tasasähkö tulee muuntaa jälleen vaihtosäh-

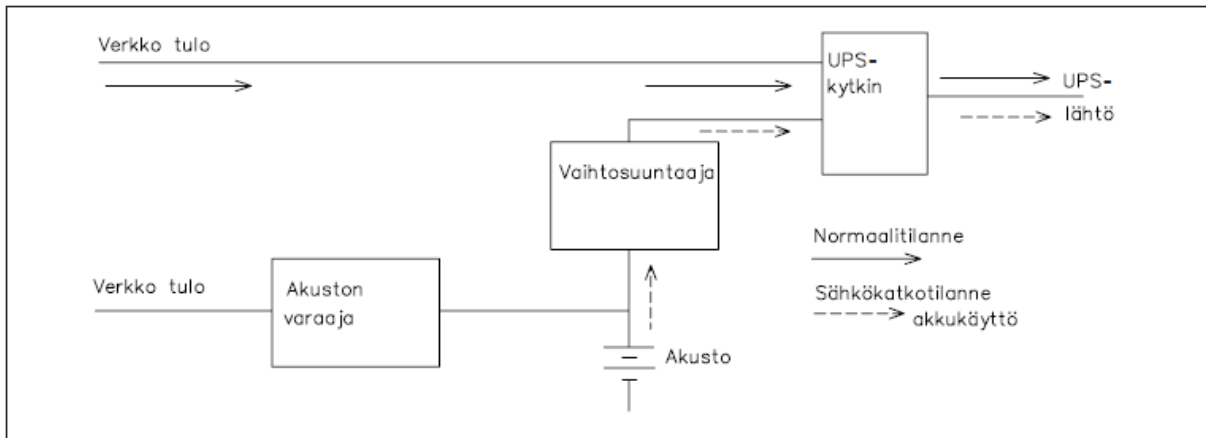
köksi, kun kriittisiä sähköpiirejä syötetään akustojen kautta. Nämä muunnokset käyttävät puolijohdekomponenttien tekniikkaa. Vika- ja huoltotilanteisiin laitteistoille kuuluu myös yleisesti automaattinen ohitustoiminto, joka aktivoituu, jos ilmenee ylikuorma- ja vikatilanteita. Huoltokytkin on manuaalisesti ohjattava valintakytkin, jolla voidaan UPS-laitteisto erottaa verkosta turvallisesti huoltotoimenpiteitä varten. (Tummavuori 2010, 1.)

Yleisesti UPS-järjestelmät koostuvat yhdestä tai useammasta rinnankytketystä UPS-laitteistosta, keskuksista ja kriittisten piirien sähkökeskuksista. Useamman laitteiston rinnankytkentä mahdollistaa luotettavamman kriittisten sähköpiirien varmentamisen ja mahdollistaa myös suuremman tehonannon. Rinnankytketyillä UPS-laitteistoilla pyritään myös mahdollistamaan redundanttisuutta, joka lisää järjestelmän luotettavuutta ja joilla toteutetaan tarvittavan mitoitus-tehon ylittäminen. (Tummavuori 2010, 1.)

Kolme yleisintä staattisen UPS-laitteiden topologiaa ovat stand-by, line interactive ja double conversion, jotka tarjoavat hieman eri käyttöperiaatteen ja näin ollen myös eri tasoisen suojauksen sähköhäiriöihin. (Eaton 2022, 8.)

3.3.1 Stand-by UPS (off-line UPS)

Ensimmäisenä tarkasteluun otetaan stand-by-tyyppinen UPS-laite, joka toisella nimityksellä tunnetaan myös off-line UPS-laitteena. Stand-by-topologian laitteistot luokitellaan VFD-luokkaan (output voltage and frequency dependant from main supply), jonka toiminta perustuu siihen, että UPS-laitteisto toimii verkon taajuuden ja jännitteen vaihteluiden perusteella. (Bovellan ym. 2005, 59.) Kuvassa 2 on esiteltynä periaatekaavio kyseisen topologian toiminnasta, jossa nähdään nuolista normaalitilanne yhtenäisellä viivoituksella ja akkukäyttö katkoviivoituksella.

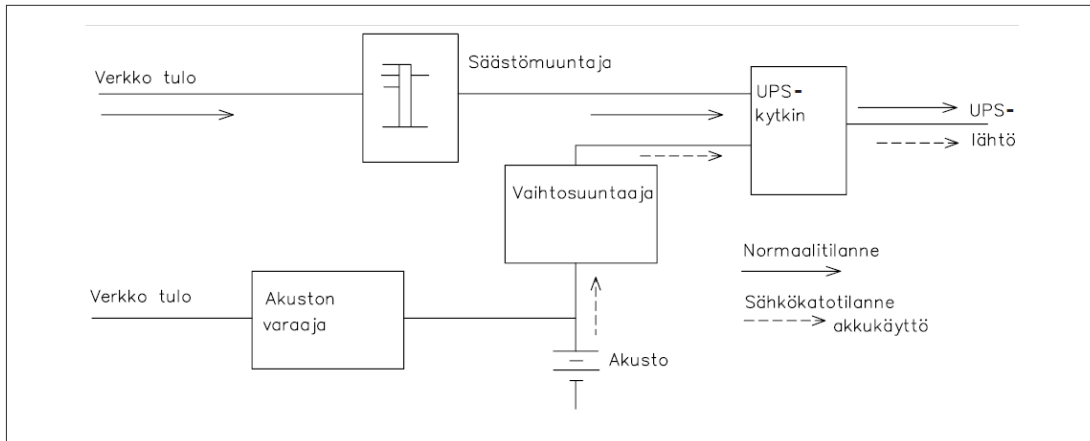


KUVA 2. Periaatekaavio Stand-by/off-line-tyyppisestä UPS-laitteistosta (Tummavuori 2010, 2)

Syöttävän verkon toimiessa normaalisti UPS-lähtöjä syötetään UPS-kytkimen kautta, jota nimitetään myös vaihtokytkimeksi, ensisijaisen verkon kautta. Tässä tilanteessa vaihtokytkimessä olevalla suodatimella suodatetaan mahdolliset jännitepiikit, joita verkossa voi esiintyä. Kun syöttävässä verkossa ilmenee katkos tai jännitteen tai taajuuden heilahteluita, jotka ovat raja-arvojen ulkopuolella, kytkeytyy UPS-laitteisto akuston käytölle automaattisesti. Tällöin vaihtokytkin muuttaa tilaansa ja akusto syöttää vaihtosuuntaajan kautta UPS-lähtöjä. (Bovellan ym. 2005, 59.)

Syötön automaattisessa vaihdossa ensisijaisen verkon käytöstä akuston käytölle esiintyy noin 2–4 millisekunnin viive, ja tällöin akuston lataaminen pysähtyy ja vaihtosuuntaaja käynnistyy. Saman mittainen viive on myös akuston käytöltä verkkokäyttöön. Vaihtokytkin kytkeytyy tällöin verkkokäyttöön ja sammuttaa vaihtosuuntaajan ja akustoja voidaan ladata taas. (Bovellan ym. 2005, 60.) Stand-by (off-line) UPS-topologian laitteistoilla voidaan ratkaista kolme yleisintä sähköhäiriötä, jotka ovat sähkökatkokset, lyhytaikaiset alijännitteet ja ylijännitteet. (Eaton 2022, 8.)

Stand-by tyyppisiä UPS-laitteistoja voidaan myös varustaa jänniteensäätäjällä, jolla voidaan suodattaa verkossa ilmenneet suuret jännitteen vaihtelut. Tämä mahdollistaa sen, että ainoastaan verkkojännitteen katketessa UPS-laitteisto siirtyy akkukäytölle. Jännitteen säätäjänä käytetään yleisesti säästömuuntaajaa, jossa on myös väliulosotot ja automaattinen vaihtokytkin. (Bovellan ym. 2005, 60.) Periaatekaavio on kuvassa 3.

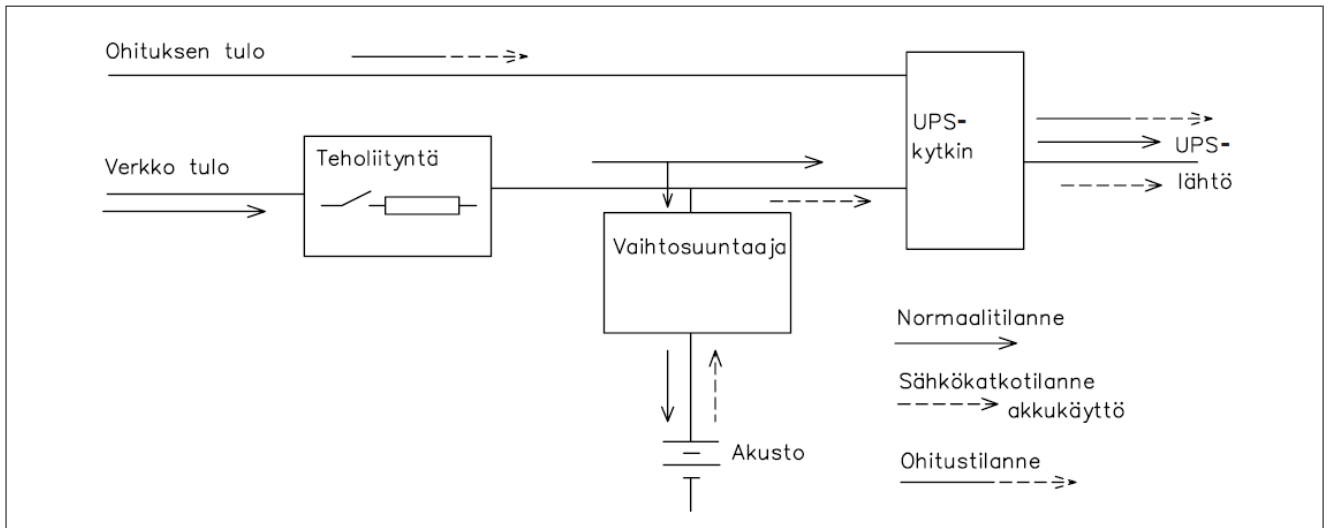


KUVA 3. Periaatekaavio stand-by-tyyppisestä UPS-laitteistosta varustettuna säästömuuntajalla (Tummavuori 2010, 2)

Kuvan 2 stand-by-tyyppiset UPS-laitteistot ovat yleisesti pienitehoisia, noin 150–1500 voltiampeerin laitteita. Kuvan 3 säästömuuntajalla varustetuilla stand-by-laitteistoilla yleiset tehoalueet ovat 400–3000 voltiampeerin laitteita. (Bovellan ym. 2005, 61.)

3.3.2 Line interactive-UPS

Line interactive-topologian laitteisto luokitellaan VI-luokkaan (output voltage independent from mains supply), jonka toiminta perustuu siihen, että UPS-laitteisto toimii verkon taajuuden perusteella eikä ota huomioon verkon jännitteen vaihteluita näiden toimiessa tavallisissa rajoissa (Bovellan ym. 2005, 61). Kuvassa 4 on esiteltyä kyseisen topologian toiminnasta periaatekaavio, jossa nähdään nuolista normaalitilanne yhtenäisellä viivoituksella, akkukäyttö katkoviivoituksella ja ohitustilanne yhtenäisen-katkoviivoituksella.

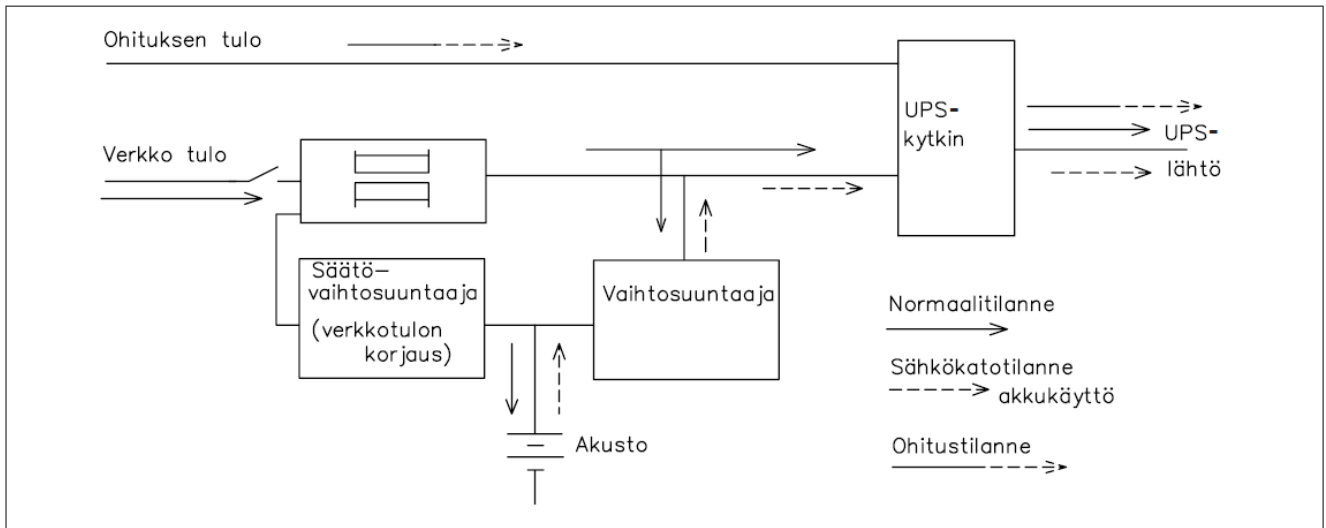


KUVA 4. Periaatekaavio Line interactive-tyyppinen UPS-laitteistosta (Tumnavuori 2010, 3)

Line interactive-tyyppinen UPS-laitteisto toimii aikaisemman stand by-laitteistoon verraten vain yhdellä muuttajasillalla, mikä tarkoittaa sitä, että laitteisto toimii verkkokatkon aikana vaihtosuuntaajana, jolloin ollaan akkukäytöllä ja normaalitilanteessa tasasuuntaajana, jolloin myös akkuja ladataan. Tällaisen tekniikan omaavaa järjestelmää kutsutaan myös yhden muunnoksen UPS-laitteistoksi ja se toimii rinnakkaissäätimenä sähköverkon rinnalla. (Bovellan ym. 2005, 61.)

Normaalissa tilanteessa sähköverkko syöttää lähtöjä UPS-laitteen kautta, jolloin rinnakkaissäädin suodattaa normaalit jännitevaihtelut. Sähköverkon ja UPS-verkon välinen jännite-ero pyritään kumoamaan UPS-laitteistossa olevalla kuristimella. Sähkökatkon tai verkon taajuuden liiallisen vaihtelun jälkeen UPS-laitteisto siirtyy automaattisesti akuston käytölle. Tällä tekniikalla akuston on päästävä irti nopeasti syötettävästä verkosta ja tämä toteutetaan yleisesti tyristorikytkimellä. Vika- tai ylikuormitustilanteessa UPS-laitteisto kytkeytyy ohitustilaan, jolla vältetään laitteiston osien rikkoutumiset. (Bovellan ym. 2005, 62.) Line interactive-tyypin UPS-topologian laitteistoilla voidaan ratkaista viisi yleisintä sähköhäiriötä, jotka ovat sähkökatkokset, lyhytaikaiset alijännitteet ja ylijännitteet, pitkäaikaiset alijännitteet ja ylijännitteet (Eaton 2022, 8).

Line interactive-tyyppinen UPS-laitteisto voidaan varustaa säätövaihtosuuntaajalla, jolla voidaan korjata syöttävän verkon jännitevaihtelut. (Bovellan ym. 2005, 63). Periaatekaavio tästä on kuvassa 5.

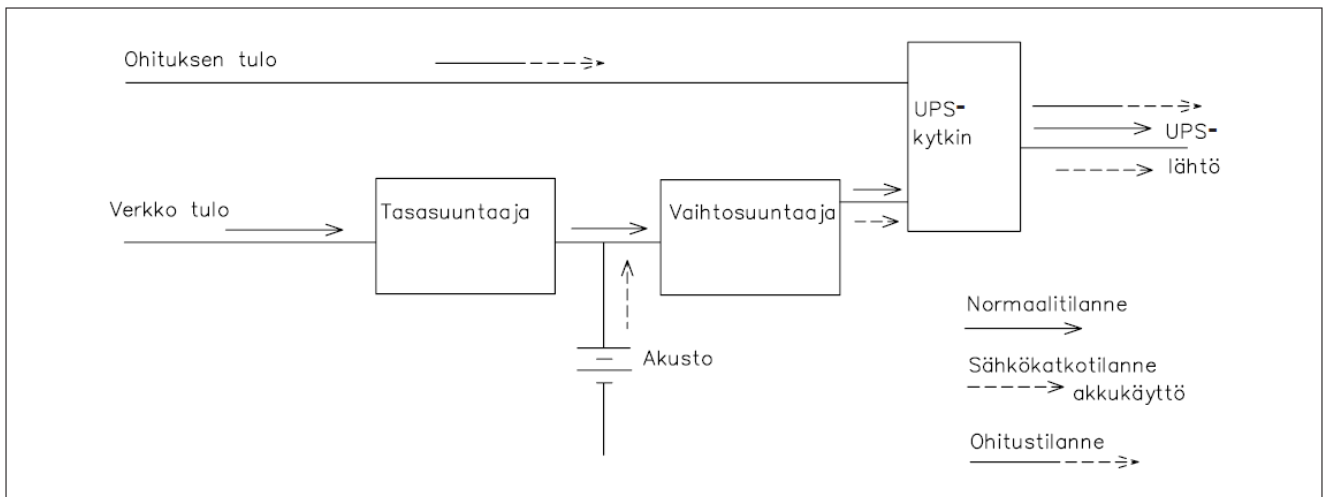


KUVA 5. Periaatekaavio Line interactive-tyyppisestä UPS-laitteistosta varustettuna säätövaihtosuuntaajalla (Tummavuori 2010, 3)

Line interactive-tyyppisellä UPS-laitteistolla, joka on varustettu säätövaihtosuuntaajalla, on tarkoitus korjata syöttävän sähköverkon jännitevaihtelut erillisellä vaihtosuuntaajalla. Tämä pystyy korjaamaan syöttävän sähköverkon jännitevaihtelut noin 15 prosentin laajuudella. Vaihesiirtoa ei esiinny sähköverkon ja UPS-verkon välillä. Tämän topologian UPS-laitteistolla on nopea irtikytkentäominaisuus syöttävästä sähköverkosta. (Bovellan ym. 2005, 63.)

3.3.3 Double conversion-UPS (on-line UPS)

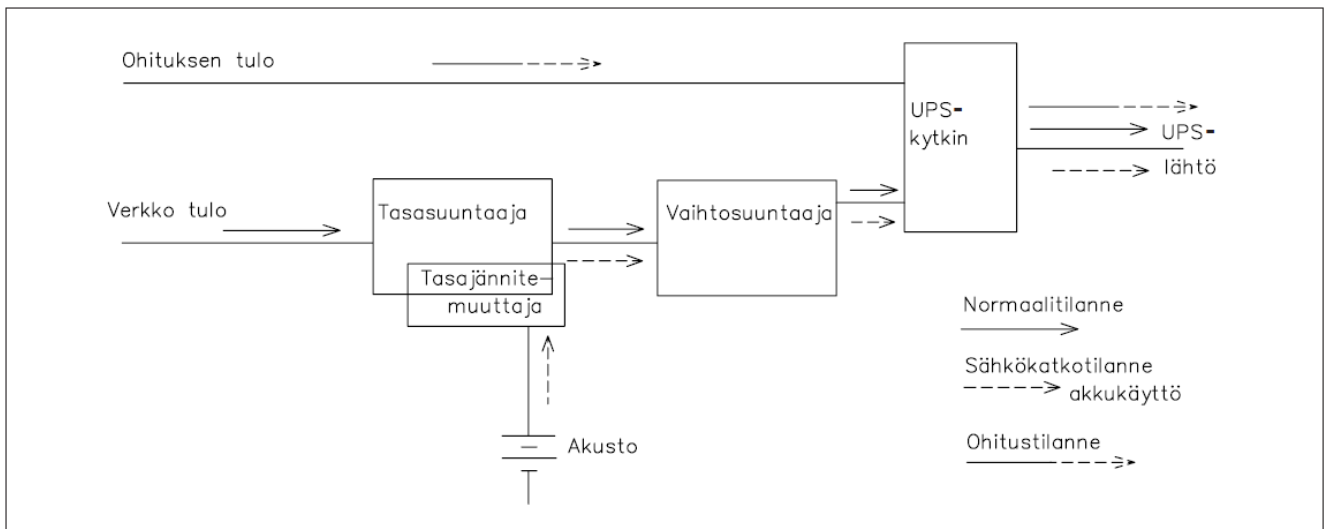
Double conversion-topologian laitteistot luokitellaan VFI-luokkaan (output voltage and frequency independent from main supply), jonka toiminta perustuu siihen, että UPS-lähdöt ovat riippumattomia verkon taajuuden- ja jännitevaihteluista (Bovellan ym. 2005, 63). Kuvassa 6 on esiteltyä kyseisen topologian toiminnasta periaatekaavio, jossa nähdään nuolista normaalitilanne yhtenäisellä viivoituksella, akkukäyttö katkoviivoituksella ja ohitustilanne yhtenäinen-katkoviivoituksella.



KUVA 6. Periaatekaavio Double conversion-tyyppisestä UPS-laitteistosta (Tummauori 2010, 4)

Double conversion, joka tarkoittaa kahden muunnoksen UPS-laitteistoa, toimii aina vaihtosuuntaajan kautta riippumatta siitä, syöttääkö UPS-lähtöjä ensisijainen sähköverkko vai akusto. Normaalilla sähköverkon käytöllä UPS-laitteisto syöttää lähtöjä tasasuuntauksen ja vaihtosuuntauksen läpi. Tässä tilanteessa myös akustoja ladataan. Sähköverkon taajuuden ja jännitteen vaihtelusta huolimatta UPS-lähdöille saadaan nimellinen jännite ja taajuus. Sähkökatkon tapahtuessa vaihtosuuntaajaan rinnankytketty akusto syöttää UPS-lähtöjä, joten kytkentätilan muutosta ei tarvita, vaan tämä tapahtuu saumattomasti. (Bovellan ym. 2005, 64.) Line interactive-tyypin UPS-topologian laitteistoilla voidaan ratkaista kaikki yhdeksän yleisintä sähköhäiriötä, jotka ovat sähkökatkokset, lyhytaikaiset alijännitteet ja ylijännitteet, pitkäaikaiset alijännitteet ja ylijännitteet, harmoninen särö, kytkentätransientti, taajuuden vaihtelut ja suurtaajuiset häiriöt. (Eaton 2022, 8.)

Kuten aikaisemman topologian UPS-järjestelmässä, double conversion-tyyppisen UPS-laitteiston UPS-kytkimessä on ohitustilanteeseen tarkoitettu vika- ja ylikuormituskytkin, joka tässä mallissa on järjestetty yleensä elektronisella tyristorikytkimellä. Tämän tarkoituksena on saumaton sähkönsyöttö UPS-lähdöille ilman jännitteen katkoja. Tämän edellytyksenä on kuitenkin se, että sähköverkon arvot ovat raja-arvon sisäpuolella. Double conversion-tyyppinen UPS-laitteisto voidaan varustaa myös tasajännitemuuttajalla, joka mahdollistaa vakiojännitteen akkujen purkautuessa. (Bovellan ym. 2005, 65.) Kuvassa 7 on tästä periaatekaavio.

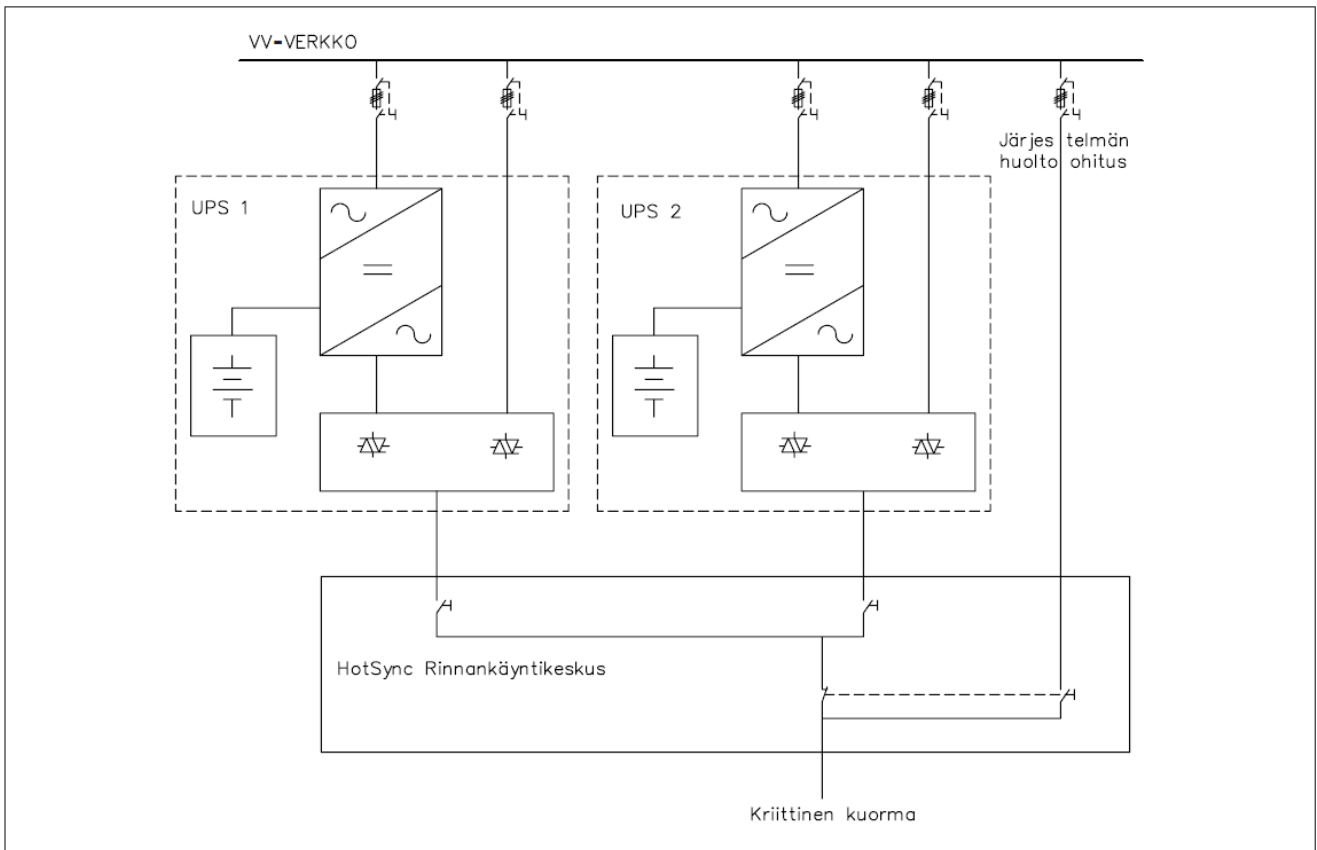


KUVA 7. Periaatekaavio double conversion-tyyppisestä UPS-laitteistosta varustettuna tasajännitemuuttajalla (Tummavuori 2010, 5)

Tasajännitemuuttajalla varustettu double conversion-tyyppisellä UPS-laitteistolla pyritään antamaan vaihtosuuntaajalle riittävän korkea tulojännite ja pitämään tämä vakiona. Tämän ratkaisun UPS-laitteistolla voidaan korvata vaihtosuuntaajan lähtöpään muuntaja. (Bovellan ym. 2005, 65.)

3.4 Redundanttinen UPS-järjestelmä

Redundantisella UPS-järjestelmällä tarkoitetaan kokonaisuutta, jolla järjestelmä on toteutettu. Tämän tarkoituksena on asettaa vähintään kaksi UPS-laitteistoa rinnan, jolloin toisen UPS-laitteiston vikaantumisen ei aiheuta vielä niiden kriittisten sähkökuormien varmennettavuutta, jotka näiden perään on kytketty. Tällöin voidaan myös puhua N+1-tekniikasta, jossa kirjain N määritetään kuorman mukaan mitoitettu tarpeelliseksi UPS-laitteistojen määräksi ja +-merkillä viitataan rinnankytkettyihin lisävarmennus UPS-laitteistoiksi. (Poikonen 2010, 2.) Kuvassa 8 on periaatekaavio N+1, N=1-järjestelmästä.



KUVA 8. Periaatekaavio redundantisesta rinnankäyvästä N+1, N=1 UPS-järjestelmästä (Tummavuori 2010, 6)

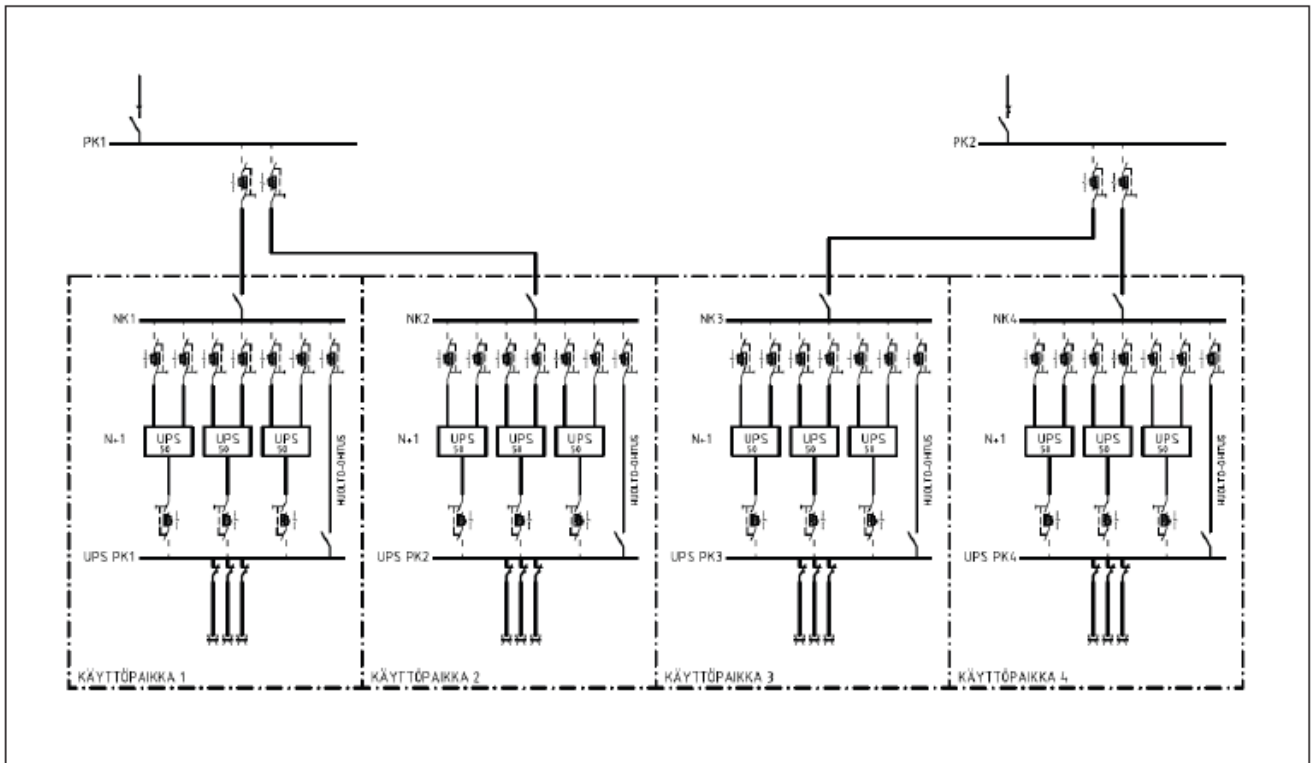
Redundantisella rinnankytkentäratkaisulla haetaan vieläkin parempaa varmennusta kriittisille kuormille. Tämän tarkoituksena on taata kriittisten kuormien jatkuva toiminta niin toisen UPS-laitteiston vioittumisen kuin huoltokatkoksenkin ajaksi. Akkukäytöllä saadaan vielä hyöty, joka kaksinkertaistaa oikosulkuvirran, joka on saatavissa kahden rinnankäyvällä UPS-laitteiston akustoilla. (Bovellan ym. 2005, 66.) Rinnankytketyillä UPS-laitteiden määrällä ei kuitenkaan saavuteta aina parempaa luotettavuutta kuin tiettyyn pisteeseen saakka (Poikonen 2010, 4). Taulukossa 1 on määritelty järjestelmän laajuuden ja näiden prosentuaalinen luotettavuus.

TAULUKKO 1. Järjestelmätyyppi ja näiden luotettavuus (Poikonen 2010, 4)

Järjestelmätyyppi	Luotettavuus
1+0	83
1+1	100
2+1	93
3+1	85
4+1	77
5+1	68
5+2	89

3.5 Keskitetty vai hajautettu järjestelmä

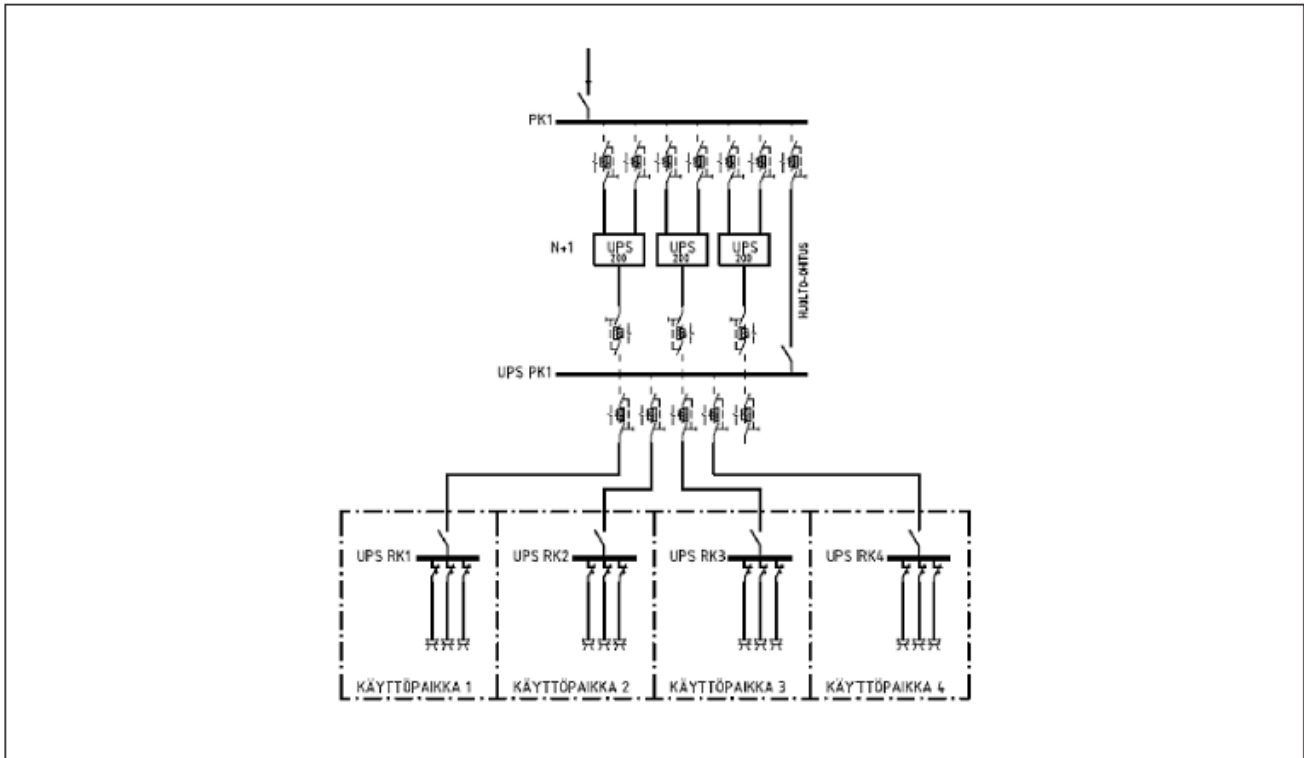
UPS-järjestelmien verkko voidaan toteuttaa kahdella tavalla, jotka ovat hajautettu ja keskitetty järjestelmä (Poikonen 2010, 6). Kuvissa 9 ja 10 on esimerkkinaisuuskaaviot näistä järjestelmistä. Järjestelmien väliltä on hyvä tarkastella omien tarpeiden mukaisuutta, sillä hajautettuun järjestelmään kuuluu huomattavasti enemmän UPS-laitteita ja keskuksia, mikä luo taas enemmän vikapaikkoja, huoltotoimenpiteitä ja kustannuksia. Hajautetulla järjestelmällä pystytään kuitenkin tuomaan monen eri käyttökohteen ja paikan UPS-varmennuksia, ja yhden UPS-laitteiston vikaantuessa ei tämä vaikuta muiden käyttökohteiden varmennuksiin. Keskitetty järjestelmä taas voidaan toteuttaa selkeästi. Selkeyden lisäksi keskitetyllä järjestelmällä saadaan suuremmat oikosulkuvirrat, jolla saavutetaan isompien kriittisen kuorman lähtöjen ja jakokeskusten käytön. Keskitetyllä järjestelmällä päästään myös halvempiin käyttö- ja hankintakustannuksiin. (Poikonen 2010, 6.)



KUVA 9. Esimerkkinousukaavio hajautetusta UPS-järjestelmästä (Poikonen 2010, 7)

Kuvan 9 esimerkinousukaaviossa nähdään, miten hajautetussa järjestelmässä tuodaan kahdelta eri pääkeskukselta nousut eri käyttöpaikkojen UPS-laitteistoille, joista jatketaan UPS-pääkeskusten kautta kuormituspaikoille. Käyttöpaikan 1 UPS-laitteiston vikaantuessa ei tämä vaikuta muiden käyttöpaikkojen toimintaan. Kuvasta 9 on myös hyvin havaittavissa, että huoltotoimenpiteet pelkästään UPS-laitteistojen akustojen kanssa on suuremmat kuin keskitetyllä järjestelmällä.

Hajautetun järjestelmän hyödyt ovat monen käyttökohteen ja -paikan varmentaminen. Erilliset UPS-laitteistot voidaan tuoda käyttökohteen lähelle, joten kaapeloinnit ja muut asennukselliset toimenpiteet ovat helpommat ja kustannuksiltaan halvemmat toteuttaa. UPS-laitteistojen määrä sekä näiden akustojen hankkiminen ja huoltaminen ovat kuitenkin kalliimmat investoinnit verraten keskitettyyn järjestelmään. Tämä tuo kuitenkin käyttövarmuutta eri käyttöpaikkojen varmentamiselle. (Eaton 2012, 26.)



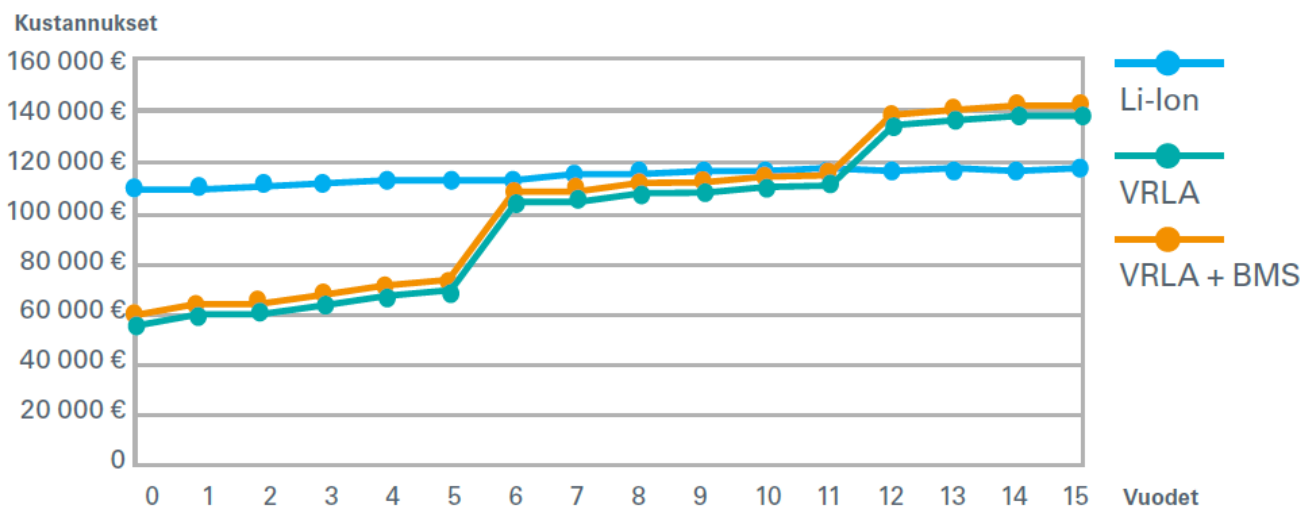
KUVA 10. Esimerkinousukaavio keskitetystä UPS-järjestelmästä (Poikonen 2010, 7)

Kuvan 10 keskitetyn järjestelmän esimerkinousukaaviossa nähdään tämän yksinkertainen rakenne verrattuna hajautettuun järjestelmään. Yhdeltä pääkeskukselta tuodaan nousu yhdelle UPS-laitteiston kokonaisuudelle, josta UPS-pääkeskukselta jaetaan syötöt käyttöpaikkojen kuormille.

Keskitetyn järjestelmän hyöty on yhden isomman UPS-laitteiston käyttö, joka vähentää huolto- ja hoitotoimenpiteitä. Tämän vaarana on kuitenkin se, että UPS-laitteiston vikaantuminen voi johtaa kriittisten piirien varmuuden päättymiseen. Tämä ongelma voidaan kuitenkin välttää redundantisella N+1-menetelmällä. (Eaton 2012, 27.)

3.6 Akut ja varakäyntiaika

Akkutekniikat, joita käytetään yleisesti UPS-järjestelmissä, ovat Litiumioni- ja VRLA-lyijyakkutekniikat. Suurimpina eroina näiden akkutekniikoiden välillä on näiden käytettävyys eri kohteissa. Perinteiset VRLA-lyijyakut ovat tarkempia sijoituskohteestaan, sillä nämä akustot tarvitsevat optimaalisen ympäristölämpötilan. VRLA-akut voidaan sijoittaa yleisesti helppopääsyisiin tiloihin, jotta huolto- ja vaihtotoimenpiteet voidaan toteuttaa helposti. VRLA-akut tarvitsevatkin tiheämpiä huolto- ja vaihtoai-koja kuin litiumioniakut, mikä johtaa kalliimpiin käyttökustannuksiin, mutta ne ovat halvempia alkuinvestoinneiltaan. (Eaton 2022, 15.)



KUVA 11. Esimerkkikaavio elinkaarikustannuksista akkutekniikoiden välillä (Eaton 2022, 15)

Onkin sanottu, että suurimmat käyttökustannukset UPS-laitteen alkuinvestoinnin jälkeen koostuvat akustojen huolloista ja vaihdoista. Akkujen kuntoa tuleekin valvoa ja hallita, koska näiden kunnossapito mahdollistaa akkujen pidemmän käyttöiän. UPS-akkujen sanotaan olevan vaihtokunnossa, kun akusto pystyy tuottamaan enää 80 prosenttia alkuperäisestä tehostaan. Akkujen käyttöikä on noin kolmesta vuodesta viiteen vuoteen, mutta käyttöikä voi vaikuttaa paljonkin esimerkiksi käyttöympäristön lämpötilat tai varausjaksojen lukumäärät. (Eaton 2012, 13-14.)

UPS-laitteen varakäyntiajalla tarkoitetaan sitä, miten kauan kyseisellä UPS-laitteella on tarkoitus ylläpitää kytkettävien sähkölaitteiden kuormaa akkujen kautta (Eaton 2012, 31). Yleensä UPS-laitteiden akustoilla voidaan käyttää varavoimaa viidestä minuutista viiteentoista minuuttiin, mutta tämä on ta-

pauskohtaisesti kasvatettavissa erillisillä lisäakkukaapeilla, joilla voidaan päästä tuntien varakäyntiaikoihin (Eaton 2020, 5). Varakäyntiaikoihin tietenkin vaikuttaa kokonaisteho, jonka akut joutuvat syöttämään, joten varakäyntiajat täytyy laskea aina tapauskohtaisesti.

Tulee ottaa huomioon, jos akkuja on jouduttu käyttämään, että akkujen uudelleen varaaminen kestää noin kymmenkertainen aika siitä, mitä akkuja on jouduttu käyttämään. Esimerkiksi, jos kuorma on ollut akkukäytöllä 10 minuuttia, akkujen uudelleen varaaminen tässä tilanteessa kestää 100 minuuttia. Akustojen uudelleen varaaminen alkaa heti, kun sähkönsyöttö on normaalilla verkkokäytöllä, mutta varakäyntiajan täydellinen palautuminen kestää oman aikansa. (Eaton 2012, 14.)

3.7 UPS-laitteen mitoitukseen vaikuttavat tekijät

UPS-laitteita mitoitetaan useimmiten varmennettavan kuorman perusteella, mutta tähän liittyy muitakin huomioon otettavia tekijöitä. Kuormituksen mukaan mitoituksessa on otettava huomioon, että kuormitusaste ei jäisi alle 20 prosentin, jolloin päädytään tilanteeseen, jossa hyötysuhde jää merkittävän matalaksi. Toisaalta on hyvä myös jättää hieman laajennusvaraa UPS-laitetta mitoittaessa, joten täyden kuormitusasteen täyttäminen heti uudella UPS-laitteella ei kannata. Sanotaankin, että ihanteellinen kuormitusaste voisi olla 40 – 80 prosentin välillä, jolloin saadaan hyvä hyötysuhde, mutta samalla voidaan varautua laajenemiselle tulevaisuudessa. (Poikonen 2010, 4.)

Toinen tärkeä asia, joka tulee ottaa huomioon UPS-laitteen mitoituksessa, on kyseisen laitteen akustot. Tähän on kaksi kriteeriä, jotka voivat vaikuttaa koko UPS-laitteen koon valintaan. Nämä ovat varakäyntiajan laajuus ja akkujen oikosulkuvirransyöttö kyky. Oikosulkuvirran suuruus akkukäytöllä määrittää täysin sen, minkä kokoisia lähtöjä UPS-laitteella voidaan varmentaa, sillä oikosulkuvirta määrittää sen, kuinka suuria sulakkeita voidaan käyttää. Tämä voikin joskus johtaa tilanteeseen, jossa UPS-laitte joudutaan ylimitoittamaan käyttötarkoituksen mukaan, että käyttöön saadaan tarvittavat sulakkeet. (Poikonen 2010, 4-5.)

4 VARMENTAMINEN ILMAN UPS-JÄRJESTELMIÄ

Kuten aikaisemmin todettiin, UPS-järjestelmillä varmentaminen teollisuuden suuria moottorikuormituksia ja muita suurtehoisia laitteistoita vaatisi suuria investointeja. Teollisuuden varmennustason ollessa sitä luokkaa, että prosessi saataisiin ylläpidettyä täysin sähkökatkoksenkin ajan, vaatisi tämä UPS-laitteistojen lisäksi myös varavoimageneraattoreita. Varavoimageneraattorilla varustettu UPS-järjestelmän periaatteena on se, että sähkökatkoksen aikana UPS-laitteisto antaa varavoimaa vain sen ajan, että varavoimageneraattori syöttö saadaan aktiiviseksi (Eaton 2012, 25).

Umicorella UPS-varmennukset perustuvat pitkälti järjestelmien ja turvallisuuden ylläpitämiseen eikä prosessin tehollisesti raskaiden kuormien ylläpitämiseen. Kriittisiä sähköpiirejä voidaan varmentaa myös ilman UPS-järjestelmiä. Tämän kaltaisia varmennuksia voivat olla esimerkiksi manuaaliset syötönvalintakytkimet kahdelta eri muuntopiiriltä, mikä tarkoittaa sitä, että varmennettavalle laitteistolle on tuotu kahden eri muuntajapiirin alakeskuksilta syötöt mekaaniselle kytkimelle, josta syöttö jatkuu laitteistolle. Syötönvalintakytkin on erittäin käytännöllinen, jos toinen muuntopiiri täytyy ottaa kylmäksi järjestetyn huoltoseisakin vuoksi tai tapahtuu jokin vika. Tällöin syöttö voidaan kääntää toiselta muuntopiiriltä. Kuvassa 12 on esimerkki kyseisen kytkimen etukannesta ja kuvassa 13 kytkinkotelon sisältä.

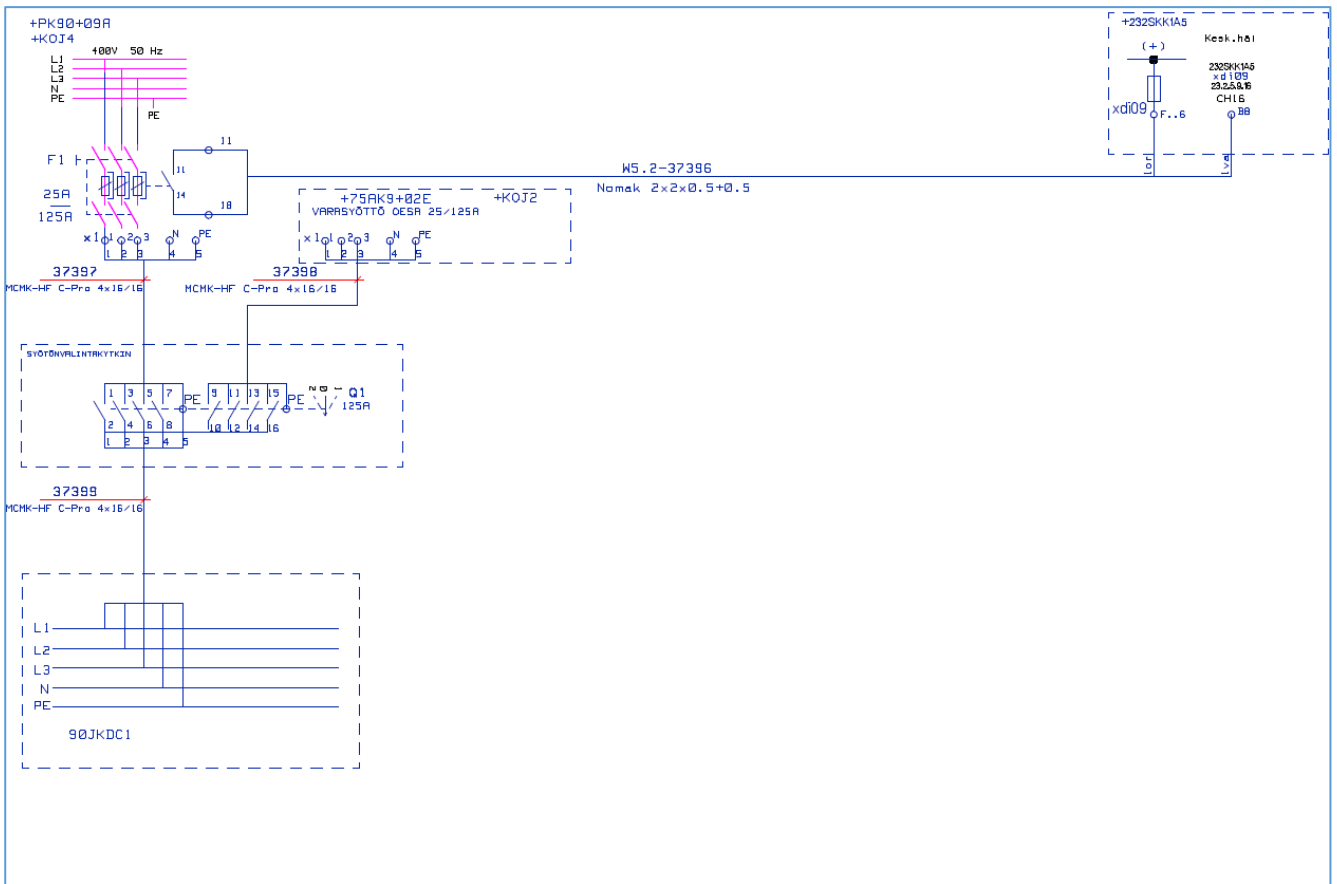


KUVA 12. Syötönvalintakytkimen etukansi.



KUVA 13. Syötönvalintakytkin

Tämän kaltaisia varmuksia on järjestetty muun muassa JKDC-keskuksien syöttöihin, josta syötetään esimerkiksi I/O-logiikkakaappeja, joita käytetään sähkölaitteiden ohjauksiin ja tiedonkeruun. Kuvassa 14 on esimerkki piirikaavio syötönvalintakytkinvarmuudesta.



KUVA 14. Esimerkki piirikaavio syötönvalintakytkinvarmennuksesta.

Piirikaaviosta on nähtävissä kahdelta eri muuntopiiriltä tulevat syötöt syötönvalintakytkimelle ja tästä eteenpäin JKDC-keskukselle. Alkuperäiseltä syötöltä on otettu tieto järjestelmään, josta nähdään, jos kyseinen syöttö menee kylmäksi. Tällöin voidaan huomata syötön katkeaminen JKDC:ltä järjestelmän kautta ja syötönvalintakytkimeltä voidaan käydä vaihtamassa varasyötölle.

Umicorella järjestetään vuosittain huoltoseisakki, joka ajoittuu keväälle. Huoltoseisakin pituus pyritään pitämään viikon mittaisena, ja sinä aikana tehdään määräaikaishuollot ja vaihdot ennalta määritellyille laitteille. Määräaikaishuoltoihin ja huoltoihin kuuluvat myös sähkönsyöttöihin vaikuttavat tekijät, kuten sähkökeskukset ja muuntajat. Nämä voivat vaikuttaa prosessitiloihin, talosähköistykseen tai muihin sähköistyksiin tapauskohtaisesti riippuen siitä, mitkä keskukset on ennalta määrätty vaihdon tai huollon alaisiksi. Sähkökeskuksissa, jotka voisivat olla huoltoseisakin alaisten töiden alla, voi olla myös sellaisia sähköpiirejä, joille ei huoltoa tehdä ja tulisi olla käytössä myös seisakin ajan. Nämä voivat olla esimerkiksi prosessialueiden työpaikkakeskukset, joita tarvitaan seisakin ajankin huoltotoimenpiteiden tekemiselle. Prosessinkin kannalta voi olla satunnaisia sähköpiirejä, joita tarvitaan seisakin ajan. Nämä sähköpiirit tulee aina varmistaa, kun tiedetään sähkökatkoksen alaiset sähköpiirit.

Näille kriittisiksi määritetyille sähköpiireille pyritään järjestämään varasyöttö seisakin ajalle sellaisista keskuksista, jotka eivät lukeudu kyseisen huoltoseisakkivuoden alaisiin töihin. Eri muuntopiiriltä, joka tarkoittaa eri jakelumuuntajan alaisia syöttöjä, voidaan järjestää eri sähkökojeistojen välille kolmivaihepistokeliittymillä. Tämä esimerkiksi, jos kojeistolla 1 on jakelumuuntajalta 1 syötöt ja jakelumuuntajalta 1 pitää katkaista sähkö, voidaan varasyöttö ottaa käyttöön kojeistolta 2 jakelumuuntajalta 2. (Aalto 2023.)

Varasyöttöjä kriittisille sähköpiireille voidaan pyrkiä järjestämään alakeskuksista, jotka sijaitsevat samassa sähkötilassa kuten seisakin alainenkin sähkökeskus. Nämä aina varmennetaan järjestelmästä ja paikan päällä selvityksillä, löytyykö kriittiselle sähköpiirille samankaltainen varasyöttömahdollisuus toisista sähkökeskuksista. Tämänkin takia nämä keskusvaihdot pyritään aina tekemään asteittain, eikä kaikkia keskuksia vaihdeta samasta sähkötilasta samanaikaisesti. (Aalto 2023.)

5 TYÖN SUORITUS

Tässä osiossa käydään läpi toimenpiteet, joita osastokohtaisissa selvityksissä on käytetty. Kriittisten sähköpiirien ja UPS-laitteiden kartoitus tehtiin Umicore Finland Oy:n alueelle. Alueen prosessiteollisuus keskittyy tällä hetkellä kolmeen osastoon, jotka ovat nimeltään Uutto, Liuotto ja Patteri, joilla on omat prosessinsa kohti akkumateriaalituotantoa ja näin ollen myös tietyt osastokohtaiset UPS-laitteilla varmennettavat ja kriittisiksi luokiteltavat sähköpiirit.

Kriittisten sähköpiirien osalta selvitykset tehtiin osastoittain sähköpostikeskustelujen ja loppujen lopuksi Teams-palaverin avulla. Sähköpostiketjuun ja Teams-palaveriin osallistui kahdesta kolmeen henkilöä osastojen käyttöpäälliköistä ja tuotantoinsinööreistä, jotka vastaavat osastojensa toiminnasta. Näkökulma keskusteluihin kriittisten piirien osalta oli rajattu vuosittaisiin huoltoseisakkeihin sekä mahdollisesti olemassa oleviin kriittisten piirien listaukseen, jotka olisi oltava käytössä myös huoltoseisakkeiden ajalle. Kaikkien osastojen kohdalla keskusteluista kävi kuitenkin ilmi, että on vaikea ennakoida kokonaistilanteen kattavaa listausta kriittisistä sähköpiireistä, joille olisi tarvetta väliaikaissyötöille, mutta yleisellä tasolla tämän kaltaisia sähköpiirejä pystyttiin nimeämään. Osastojen käyttöpäälliköiden ja tuotantoinsinöörien kanssa tuleekin olla yhteistyössä, kun on tiedossa seisakin alaiset sähkökeskukset ja tiedetään tarkalleen, mihin kaikkeen nämä vaikuttavat.

Osastokohtaisien UPS-laitteistojen ja näiden perässä olevien alakeskusten selvityksessä täytyi fyysisesti käydä sähkötiloissa kartoittamassa olemassa olevat ja olemassa olemattomat laitteet ja keskukset. Nämä näkyvät liitteessä 1, jossa on koko alueen pohjakuva ja osastojen kojeistot. Liitteissä 2, 3 ja 4 on vielä osastokohtaiset kojeistot lähikuvassa.

Osastokohtaisien UPS-laitteistojen ja näiden alakeskusten lisäksi täytyi vielä selvittää, mitä kaikkea sähkölaitteita on näiden perään kytketty sekä näiden perusteella määrittää, kuinka iso kuormitus kohdistuu UPS-laitteelle. Näiden selvityksessä täytyi tutkia ja etsiä kaikkien UPS-alakeskusten kohdalta piiriluettelot ja -kaaviot sekä paikan päällä varmistaa, että nämä kyseiset piirit ovat vielä käytössä ja kytkettyinä alakeskusten lähdoissa. Tämän lisäksi täytyi tarkistaa laitevalmistajien manuaaleista kyseisten sähkölaitteiden kuormitustiedot, että näitä voidaan verrata UPS-laitteiden kokonaisantotehoon. Näiden perusteella voidaankin kartoittaa korvaavia UPS-laitekokonaisuuksia.

5.1 Osasto 1: Uutto

Ensimmäiset kartoitukset kohdistuivat Uuton prosessialueeseen, joka näkyy alueen kartassa liitteessä 1 sekä lähikuva liitteessä 2. Uuton kartoittaminen onnistui vaivoitta, sillä sähkökojeistoja ei ollut montaa ja nämäkin olivat peräkkäin.

5.1.1 Kriittiset sähköpiirit

Kriittisten sähköpiirien tiedustelu on suoritettu Uutto-osaston kolmen henkilön kanssa, jotka ovat käytöpäälliköitä tai tuotantoinisinöörejä. Keskusteluissa kävi ilmi, että prosessituotanto pyritään ajamaan täysin alas vuosittaisien huoltoseisakeiden ajaksi, mutta tapauskohtaisesti voi olla tiettyjä prosessin osia, jotka voivat tarvita sähkösyöttöjä seisakin ajalle. Tämä on varmennettava aina ennen tapahtuvaa seisakkia, että voidaan varmentaa tapauskohtaiset sähkönsyötöt, kun tiedetään seisakin alaisuuteen vaikuttavat tekijät.

Yleissähköistyksen varalle pystyttiin tuottamaan seuraavanlainen listaus:

- Valaistus
 - Prosessialue
 - Yleistilat
- Huoltotoimenpiteille tarvittavat sähköistyksen:
 - Prosessialueen työpaikkakeskukset
 - Kattonostin
 - Paineilma (kompressorit)
- Lattiakaivopumput
- LVIS-pumppuja veden saamiseksi (pesuihin)

Osa listauksen alaisista toimista voivat olla myös tapauskohtaisien tarpeiden alaisia toimia, joten nämäkin varmennetaan, kun tiedetään seisakinalaiset sähkönsyöttökatkokset.

5.1.2 UPS-laitteet ja kuorma

Uutto-osastolla oli yksi UPS-laite, joka näkyy kuvassa 15, ja tämän perään oli kytkettynä kaksi UPS-keskusta. Kyseisen UPS-laitteen malli on Eatonin 9155, joka on yksivaiheinen kaksoismuunnostekniikan UPS-laite. Tämän kokonaistehonanto on korkeintaan 12 kilovolttiampeeria ja toisinilmaistuna 10,8 kilowattia. UPS-laite on tornimallinen, jossa on akustot ovat sisäisesti rakennettu, mikä helpottaa kapasiteetin päivityksiä. Tämän mallin UPS-laite on päivitettävissä 15 kilovolttiampeeriin ja suojaa kaikilta yhdeksältä yleisimmiltä sähköhäiriöiltä, jotka ovat listattuna aikaisemmin luvussa 3.2.3. (Eaton.)



KUVA 15. Eaton 9155 Uutossa.

UPS-järjestelmä on tässä tapauksessa toteutettu keskitetyllä järjestelmällä, sillä UPS-laitteelta syöttö on otettu kuvan 16 jakokeskukselle ja tästä edelleen seuraaville alakeskuksille, joka tässä tapauksessa on ainoastaan RK3-SS2. Ensimmäinen huomio kohdistui kuvan 16 jakokeskukseen, jossa ainoastaan kolme lähtöä oli käytössä ja näistä yksi oli kuvan 17 RK3-SS2-alakeskus.



KUVA 16. UPS-jakokeskus KJK1



KUVA 17. UPS-alakeskus RK3-SS2

Tämän UPS-laitteiston kuormituksen selvitys kohdistui tämän perusteella RK3-SS2 alakeskukseen, jonka piiriluettelo on taulukossa 2. Piiriluettelossa oli ristiriitaisuuksia punaisella merkattujen lähtöjen kohdalla, sillä näille tarkoitetuista kytkentäriviliittimistä ei lähtenyt johtimia varokkeen 7 kohdalla ja varokkeiden 13–15 taas oli kytkettynä johtimet. Tämä ei sinänsä vaikuttanut UPS-laitteen perässä olevien kuormitusten määrän selvitykseen, sillä prosessiasemien AC7 ja AC8 teholähteiden laskelmien mukaan oli käytännössä kokonaisuudessaan UPS-laitteen kuormituksesta. Tämä ilmeni UPS-laitteen näytöstä luettavasta kuorman prosentuaalisesta määrästä, joka oli ainoastaan seitsemän prosenttia. Prosessiasemien teholähteiden malli oli SD833, jonka teknilliset tiedot löytyivät ABB:n sivuilta.

Technical Data

Table 116. Technical Data PSU's SD831, 832, 833 and 834

Parameter	SD831 Converter	SD832 Converter	SD833 Converter	SD834 Converter
Rated output current (A)	3 A	5 A	10 A	20 A
Rated power output	72 W	120 W	240 W	480 W
Rated output voltage	d.c. 24 V	d.c. 24 V	d.c. 24 V	d.c. 24 V
Rated input power a.c. 120/230 V	134/143 VA 82/80 W	240/283 VA 134/133 W	447/514 VA 264/262 W	547/568 VA 519/511 W
Mains/input voltage, nominal. a.c. 47-63Hz	a.c. 100-240 V d.c. 110-300 V	a.c. 100-120 V a.c. 200-240 V Auto-select input	a.c. 100-120 V a.c. 200-240 V Auto-select input	a.c. 100-240 V d.c. 110-300 V
Mains voltage variation allowed	a.c. 90-264 V d.c. 88-375 V	a.c. 90-132 V a.c. 180-264 V	a.c. 90-132 V a.c. 180-264 V	a.c. 85-276 V d.c. 88-375 V
Max input voltage <0.5s	a.c. 264-300 V	a.c. 264-300 V	a.c. 264-300 V	a.c. 276-300 V
Primary peak current at power on at a.c.120/230V	<28/<54 A	<10 A	<10 A	<13 A
Power Factor (at rated output power) a.c. 120/230V typ	0.61/0.56	0.56/0.47	0.59/0.51	0.95/0.90
Heat dissipation a.c. 120/230 V	10/8 W	14/13 W	24/22 W	39.6/31.4 W
Efficiency factor a.c. 120/230 V typ	88/89.8%	89.4/90.2%	91/91.6%	92.4/93.9%
Line/load regulation	< 50 mV /< 100 mV	< 70 mV /< 100 mV	< 70 mV /< 100 mV	< 10mV /< 100mV
Ripple (peak to peak)	< 50 mV	< 50 mV	< 50 mV	< 100mV
Holdup time at mains blackout a.c. 120/230 V typ	29/120 ms	80/78 ms	46/47 ms	32/51 ms

KUVA 18. SD833 teknilliset tiedot (ABB 2013, 373)

TAULUKKO 2. RK3-SS2 piiriluettelo

Kesk. Syöttö UPS-KJK1- 02A	Varoke	Virta 63A	Syöttökaapeli MCMK 4x16x16	Tehoarvio [VA/W]	RK3-SS2
Varoke	Virta [A]	Laitepositio	Piirin nimi		Huom.
1	10				
2	10				
3	10	AC7	ABB 800XA PROSESSIASEMA	2 * (514/262)	
4	10				
5	10	AC8	ABB 800XA PROSESSIASEMA	2 * (514/262)	
6	10		Courier huoneen kourupistorasia		
7	10		Courier huoneen SIA analysaattori		poistettu
8	10		RK3 huoneen kourupistorasia		
9	10		Apuvalvomon huoneen kourupistorasia		
10	2	QB3513	EP1 doppler pääty H2S mittaus	n. 20W	
11	10	QT3201	Ulkoilman happipitoisuus		
12	10				
13	10		Valvomo kourupistorasia		Käytössä
14	10		Valvomo kourupistorasia		Käytössä
15	10		KCO 8		Käytössä
16	10				
17	10				
18	10				
19	10				
20	10				
21	10	PUMPPU	Ulkoilman happipitoisuus		Liittyy QT3201
22	10		Jännite mittaus		

Taulukossa 2 punaisella merkatut kohdat eivät olleet Umicoren järjestelmään kirjattu, että nämä olisivat joko käytössä tai poistettu. Nämä on otettava huomioon myös uutta UPS-laitetta harkittaessa.

Kuten piiriluettelosta on nähtävissä, suurimmat UPS-laitteen kuormitukset koostuvat kahdesta prosessiasemasta. Molemmissa prosessiasemissa on kaksi kappaletta teholahteita, joiden tehot ovat yhteensä 1048 wattia. UPS-laitteen näytöstä luettava seitsemän prosentin käyttökuorma voidaan siis tulkita koostuvan pitkälti ainoastaan prosessiasemien kuormista:

$$P(\text{käyttö \%}) = \frac{P(\text{kuorma})}{P(\text{anto})} * 100 = \frac{1048 \text{ W}}{10800 \text{ W}} * 100 = 9,7 \%$$

5.2 Osasto 2: Liuotto

Toisena osastona kartoituksen alla oli Liuotto, joka näkyy alueen kartassa liitteessä 1 ja lähikuva liitteessä 3. Liuotto-osastolla sähkökojeistot olivat sijoittuneet laajasti prosessialueen ympärillä, joissa myös UPS-alakeskuksia oli hajautettu, joten tutkittavaa oli Uutto-osastoa enemmän.

5.2.1 Kriittiset sähköpiirit

Kriittisien sähköpiirien osalta Liuoton käyttöpäälliköitä ja tuotantoinsinöörejä oli helpompi lähestyä, sillä oli tiedossa kaksi sähkönsyötön alakeskusta, jotka vaihdettaisiin tulevassa vuosittaisessa huolto-seisakissa. Liuoton osalta kuitenkin listattiin myös yleiskattava lista, jossa pyrittiin tuomaan esille sähköpiirit, jotka olisi oltava käytössä myös seisakin ajalle. Liuoton osalta on myös varmennettava aina tapauskohtaisesti tarpeet, kun tiedetään seisakkiin vaikuttavat tekijät.

Listaus yleiskattavasta sähköntarpeista:

- Valaistus
 - Prosessialue
 - Yleistilat
- Huoltotoimenpiteille tarvittavat sähköistyksiset
 - Prosessialueen työpaikkakeskukset
 - Kattonostin (tapauskohtaisesti)
 - Paineilma (Kompressori M7163)
- Rikkivetylaitoksessa pidettävä paineilmat ja lämmöt päällä
- LVIS varapumppu (M7106)
- Jäähdytysvesitorni (M6010)

Lisäksi Liuotolle on lähetetty materiaalit tulevan seisakin alaisista alakeskuksista, jotka ovat 32AK1 ja 32AK2. Näiden alakeskuksien piiriluetteloiden pohjalta on pyydetty kommentoitavaksi, löytyykö niiden alta kriittisiä sähköpiirejä, jotka tulisi olla käytössä myös seisakin ajan. Kyseisien sähkökeskuksien piiriluettelot kommentteineen ovat liitteissä 5 ja 6. Näistä sähkökeskuksista selvisi myös muutama sähköpiiri, joita ei tarvitse enää ottaa käyttöön, ja näille voidaan järjestää purut.

5.2.2 UPS-laitteet ja kuorma

Liuotto-osastolla on yksi UPS-laite, joka näkyy kuvassa 19. UPS-laite on Eatonin tuoteperheen 93PS-sarjaa, jonka koko tuotenimitys on 93PS-15(40)-20-2x9Ah-MBS-6-COB. Tuotenimityksestä on saatavissa seuraavat tiedot:

- 93PS – tuoteperhe
- 15 – teholuokitus [kW]
- (40) – staattinen kytkin [kW]
- 20 – tehomodulin laitteisto [kW]
- 2x9Ah – Patteristo
- MBS – huollonohituskytkin
- 6 – verkkokortti

(Eaton 2017, 1.)

Eaton 93PS on kolmivaiheinen, kaksoismuunnostopologian online-UPS-laite. Tämänkin UPS-laitteen avulla voidaan ehkäistä luvun 3.2.3 yleisimpiä sähköhäiriöitä. (Eaton 2018, 15.) Liuoton UPS-järjestelmä on toteutettu myös keskitetyllä järjestelmällä, joka sisältää yhden UPS-jakokeskuksen, ja tämän perästä kytkettyjä UPS-alakeskuksia. Kuvassa 20 näkyy UPS-jakokeskus ja liitteessä 7 on UPS-jakokeskuksen piiriluettelo, josta näkyy myös UPS-alakeskuksien kytkennät.



KUVA 19. Eaton 93PS-15 (40) Liuotossa



KUVA 20. 12-26-UPSJK1 Liuotossa.

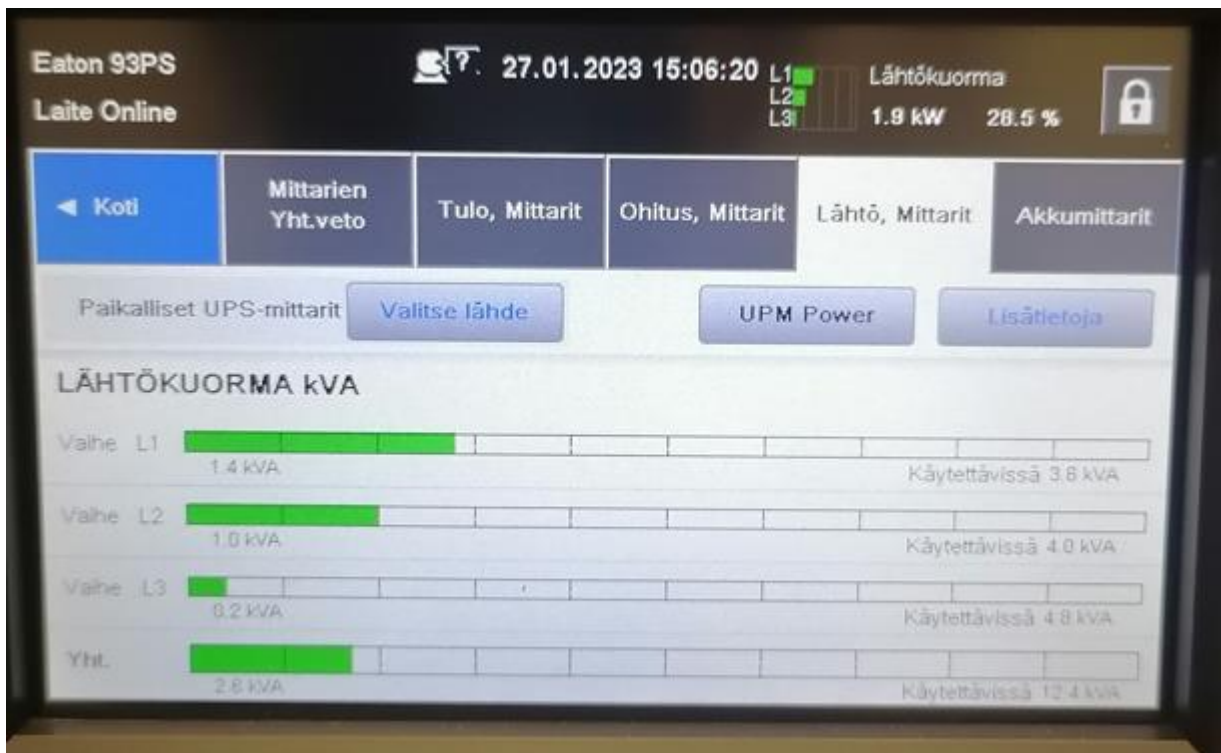
UPS-varmennettavia sähköpiirejä oli huomattavasti enemmän kuin Uutossa, ja näiden laitteistojen yksittäisien tehojen selvittämien laitedokumenteista olisi ollut haastavaa, joten piti selvittää UPS-laitteiston dokumenteista, onko tehotietoja saatavissa. Seuraavista kuvista selviävät laitteiston käyttöasteet, arvioitu varakäyntiaika kyseisellä kuormituksella sekä muuta tietoa suoraan UPS-laitteen kosketusnäytöstä luettuna.



KUVA 21. Eaton PS93 paneelinäkymä 1.



KUVA 22. Paneelinäkymä 2.



KUVA 23. Paneelinäkymä 3.



KUVA 24. Paneelinäkymä 4.

Näiden kartoitusten perusteella voitaisiin tulkita, että tämänkin UPS-laitteen kohdalla on huomattavasti käyttämätöntä kapasiteettia. Seuraavassa kaavassa on laskettuna UPS-laitteen käyttöaste kuormituksen perusteella:

$$P(\text{käyttö \%}) = \frac{P(\text{kuorma})}{P(\text{anto})} * 100 = \frac{2,6 \text{ kVA}}{12,4 \text{ kVA}} * 100 = 20,96 \%$$

Käyttöprosentti totaalisesta kapasiteetista on ainoastaan noin 21 prosenttia, joka on hyvin matala.

5.3 Osasto 3: Patteri

Kolmantena ja viimeisenä osastona oli Patteri, joka näkyy liitteissä 1 ja 4.

5.3.1 Kriittiset sähköpiirit

Kriittisten sähköpiirien määrittelyssä toimittiin kuten Utto-osaston kanssa, sillä Patterillakaan ei ollut tiedossa seisakin alaisia töitä, jotka vaikuttaisivat sähkönsyöttöihin. Patteri-osastolta osallistui keskusteluihin kaksi henkilöä, jotka ovat osastonsa käyttöpäälliköitä tai tuotantoinsinöörejä. Heidän kanssaan käydyt keskustelut osoittivat myös, että prosessi on täysin alhaalla seisakin ajan, mutta joitakin prosessinosia voidaan tarvita tapauskohtaisesti. Ne varmennetaan aina, kun seisakin alaiset keskuksset ja näiden alaiset syötöt on varmistettu. Yleisien sähkönsyöttöjen lisäksi pystyttiin nimeämään joitakin kriittisiä sähköpiirejä, jotka tulisi olla käytössä myös seisakin ajan.

Listaus yleiskattavasta sähköntarpeista:

- Valaistus
 - Prosessialue
 - Yleistilat
- Huoltotoimenpiteille tarvittavat sähköistyksset:
 - Prosessialueen työpaikkakeskukset
 - Kattonostin (tapauskohtaisesti)
- Moottorit:
- Suolahappokaasupesurin laitteet:
 - M8246 puhallin
 - M8194 pesurin pumppu
- Paineilmakompressori:
 - M8040 kompressori

- M8110 jäähdytysvesipumppu
- Keskuspölyimuri:
 - M8005_1
 - Ohjaukseen tarvittavat syötöt

Tapauskohtaisesti aina varmistettava, kun on tiedossa seisakin alaiset sähkösyöttökatkokset.

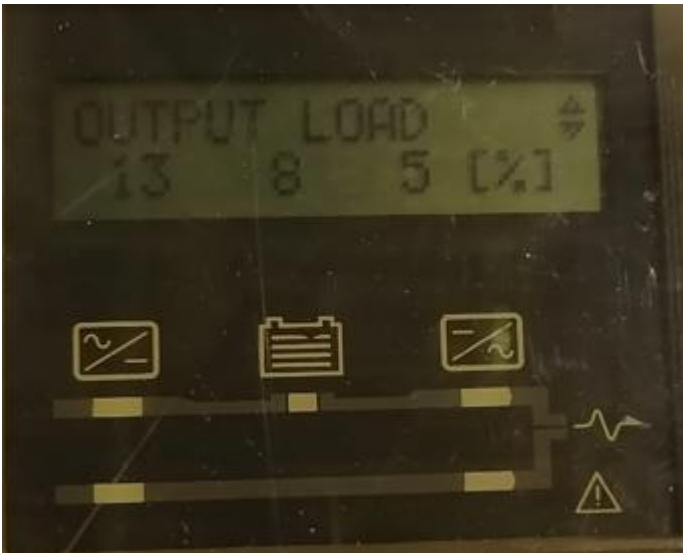
5.3.2 UPS-laitteet ja kuorma

Patteri-osastolla oli kaksi UPS-laitetta, jotka olivat kuvan 25 SOCOMEC MASTERYS BC 15 kilovoltttiampeerin tehoinen kojeistossa 1 ja kojeistossa 4 kuvan 28 SOCOMEC MASTERYS BC 15 kilovoltttiampeerin tehoinen. Kojestossa 4 sijaitsevalla UPS-laitteella oli vielä lisäksi kuvan 29 akkukaapi tuottamaan lisää varakäyntiaikaa.

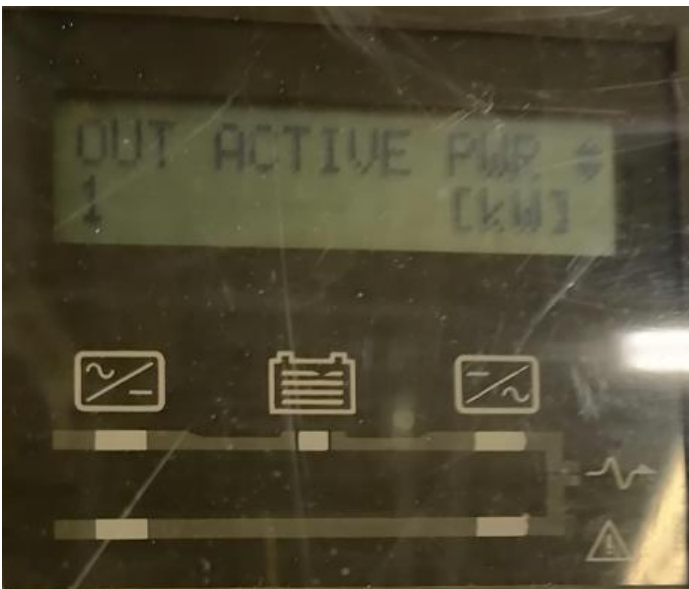


KUVA 25. Socomec Masterys BC 15 kVA kojeistossa 1.

Kojestossa 1 sijaitseva UPS-laite on online kaksoismuunnoksen topologian UPS-laitteisto, joka on toteutettu keskitetyllä järjestelmällä. UPS-laitteistolla varmennettavien sähköpiirien laajuuden takia kuormitusasteet oli selvitettävä UPS-laitteen ohjauspaneelin valintaikkunasta, josta selvisi vaihekohtaiset käyttökuormitukset ja kokonaistehonkäyttö. Liitteessä 8 on piiriluettelo kojeiston 1 UPS-laitteen jakokeskuksesta.



KUVA 26. Käyttökuormitukset vaiheittain



KUVA 27. Kokonaistehonkäyttö



KUVA 28. Socomec Masterys BC 15 kVA kojeistossa 4.



KUVA 29. Akkukapiini kojeistossa 4.

Kojeistossa 4 sijaitseva UPS-laite on online kaksoismuunnoksen topologian UPS-laitteisto, joka on toteutettu keskitetyllä järjestelmällä. Kyseisen UPS-jakokeskuksen piiriluettelo on liitteessä 9, jossa näkyy myös syöttöjen jakautuminen useammalle UPS-alakeskukselle. UPS-laitteistolla varmennettavien sähköpiirien laajuuden takia kuormitusasteet oli selvitettävä UPS-laitteen ohjauspaneelin valintaikkunasta, josta selvisivät vaihekohtaiset käyttökuormitukset ja kokonaistehonkäyttö, jotka näkyvät seuraavissa kuvissa.



KUVA 30. Käyttökuormitukset vaiheittain.



KUVA 31. Kokonaistehonkäyttö.

5.4 Yhteenveto kartoitetuista UPS-laitteista

Kaikkien aikaisempien koottujen materiaalien ja selvityksien pohjalta on lähetetty kyselypaketti laite-toimittaja Eatonille. Kyselyissä pääpainona on ollut UPS-laitteiden tämänhetkinen alikuormitus UPS-laitteiden kapasiteettiin nähden. Tulokset-osioon on koottu Eatonilta saadut ehdotukset ja huomiot kor-vaavista UPS-laitteista osastoittain.

6 TULOKSET

Niiden kriittisten sähköpiirien selvittelyiden osalta, joille tulisi järjestää väliaikaiset sähkönsyötöt huoltoseisakeiden ajaksi, tulokset jäivät odotettua suppeammaksi. Osastojen välisissä keskusteluissa selvisi, että nämä kriittiset sähköpiirit olisi haastava ennakkoon määrittää, koska nämä voivat tapauskohtaisesti vaihdella paljon. Tiettyjä sähköpiirejä ja moottoreita pystyttiin yleisellä tasolla määrittämään, mutta lopullinen tarve tulee aina tapauskohtaisesti varmistaa, kun tiedetään huoltoseisakin alaiset sähkösyöttökatkokset määrittämään tarkemmin. Liutto-osaston kanssa tämä tilanne oli, että sähkökatkosiin johtavat huoltotyöt pystyttiin listaamaan ja tämän takia saatiinkin tarkka varasyöttöjen tarve määritettyä. Yleisellä tasolla määritetyt listaukset kriittisistä sähköpiireistä antaa kuitenkin hyvän perustan huoltoseisakin varalle ja listaa täydennetään aina tapauskohtaisesti seisakeiden lähestyttyä.

Uutto-osaston osalta Eatonilta tuli kaksi erilaista ehdotusta korvaamaan olemassa oleva UPS-ratkaisu. Sähköpostikeskustelusta tuli myös ilmi, että olemassa olevan UPS 9155-laitetuki päättyy vuonna 2026, joten tämänkin puolesta vaihtoa suositeltiin. Teoriaosuudessa luvussa 3.8, UPS-laitteen mitoittamiseen vaikuttavat tekijät, on mainittu, että alle 20 prosentin käyttökuormituksella oleva UPS-laitteisto jää hyötysuhteiltaan matalalle. Tämänhetkiselä UPS-laitteella käyttökuormitus on ainoastaan seitsemän prosenttia, eikä oikosulkuvirrallaankaan ole perusteltavissa, että pitäisi käyttää tämän suuruista UPS-laitetta, joten aiheellista olisi harkita pienempää ja tämän kautta halvempaa mallia.

Eatonilta on saatu kaksi vaihtoehtoa korvaamaan Uuton UPS-laite ja nämä näkyvät liitteissä 10 ja 11. Ratkaisumalleiltaan nämä kaksi UPS-laitetta olisivat keskenään hyvinkin erilaiset. Ensimmäisellä ehdotuksella saataisiin pidettyä tarvittaessa kaikki olemassa olevat taulukon 2 varmennukset käytössä jättäen vielä laajennusvarankin, mutta välistä voitaisiin poistaa kuvan 16 jakokeskus. Tällöin UPS-laitteelta otettaisiin syöttö suoraan kuvan 17 alakeskukselle. Liitteen 10 ehdotuksella päästäisiin noin tunnin varakäyntiaikaan kahden kilowatin kuormituksella, joten tämänhetkiselä kuormituksella tämä olisi vielä pitempi, ja kyseisen UPS-laitteen akustoilla saadaan irti 156 ampeerin oikosulkuvirta 140 millisekunnin laukaisuajalla. Näin ollen näillä voitaisiin käyttää korkeintaan B20/C10-sulakkeita, jolla saataisiin tämänhetkinen tilanne katettua.

Liitteen 11 ehdotuksella varmennettaisiin pelkästään taulukon 2 prosessiasemat omilla UPS-laitteilla. Tämä on alkuinvestoinneiltaan sekä käyttö- ja huoltokustannuksiltaan edullisempi vaihtoehto, mutta tämä ratkaisu jättäisi laajentumisvaran täysin pois laskuista. Varakäyntiaika olisi yhden kilowatin

kuormituksella 17 minuuttia, joten tämänhetkisellä prosessiaseman kuormituksella se olisi vielä pitempi. Kyseisellä UPS-laitteella oikosulkuvirta olisi 38 ampeeria 140 millisekunnin laukaisujalla, jolla voitaisiin käyttää maksimissaan B6-sulakkeita. Tämä vaihtoehto ei antaisi paljoa joustovaraa käytettävyydeltään ja olisikin laitekohtainen varmennus prosessiasemille.

Liitteeseen 12 on koottu Eatonilta saadut elinkaari- ja huoltokustannukset kyseisille kahdelle UPS-laitteisto vaihtoehdoille. Eatonin yhteyshenkilön kanssa käydyissä keskusteluissa ja liitteen 12 elinkaari-kustannuksiakin tarkastellessa voidaan todeta, että 15 vuoden tarkastelujaksolla näiden kahden vaihtoehdon erot eivät ole merkittävät, mutta ominaisuuksista jouduttaisiin tinkimään hieman halvemmassa vaihtoehdossa. Liitteessä 12 on saatavilla myös muita mielenkiintoisia asioita näiden vaihtoehtojen osalta.

Liuotto-osaston osalta kyseinen UPS-laitteisto on vaihdettu vuonna 2021, joten tämän kohdalla päädyttiin siihen, että ei tarkastella mahdollisia vaihtoehtoja korvaaville UPS-laitteille. Kyseisen UPS-laitteen alikuormitustilanne on selitettävissä oikosulkuvirrantarpeellisuudesta akkukäytöllä, että voidaan käyttää tarpeellisen suuria sulakkeita varmennettaville kuormille.

Patteri-osaston osalta Eatonilta on saatu molemmille UPS-laitteelle korvaava vaihtoehto. Liitteessä 13 Eatonin ehdotus Patterissa kojeistossa 1 sijaitsevalle UPS-laitteelle ja liitteessä 14 Eatonin ehdotus Patterissa kojeistossa 4 sijaitsevalle UPS-laitteelle.

Kojeiston 1 UPS-laite-ehdotuksen kohdalla tiedosteluita jouduttiin vielä jatkamaan, sillä liitteen 13 vaihtoehdon kohdalla suurin sulakekoko, jota voitaisiin käyttää, olisi ainoastaan B10/C4, ja tämänhetkinen suurin sulakekoko toisella UPS-jakokeskuksella on K16. Tämänkin vuoksi tämä UPS-laite jouduttaisiin ylimitoittamaan. K16-käyrästön sulakkeet tarvitsisivat vähintään 160 ampeerin oikosulkuvirran, että nämä saataisiin toimimaan vikatilanteessa, joten tämän perusteella UPS-laite jouduttaisiin ylimitoittamaan 30 kilowatin nimellistehoiseksi, jotta voitaisiin käyttää B25/C16-käyrästön sulakkeita. Toisaalta toinen vaihtoehto tällä olisi, että sulakkeet vaihdettaisiin mahdollisimman pieniksi tällä jakokeskuksella ja näin ollen ylimitoitusta voitaisiin radikaalista pienentää. Tämä tietenkin vaatisi lisätutkimuksia ja toteamuksia, että sulakkeiden vaihtaminen olisi mahdollista näiden perässä olevien kuormitusten puolesta.

Viimeisimmät UPS-laitemallien ehdotukset Eatonilta (kojeisto 1) olivat:

- 93PM-30(50)-IS-BB-3x9Ah-MBS-6, Ik=170A 400ms, sulakkeet: B32/C16
- 93PS-8+8(40)-40-2x9Ah-MBS-6, Ik=144A 300ms, sulakkeet: B25/C10

Kojeiston 4 UPS-laitteen kohdalla vaihtaminen Eatonin laitteistoihin voisi olla tässä tapauksessa hankalaa, sillä sähköpostikeskustelun perusteella kuvan 29 Socomecin akustot, jotka ovat erillään UPS-laitteesta, eivät ole käyttökelpoisia Eatonin UPS-laitteella. Tuottaisi paljon lisäkustannuksia, että saataisiin oikosulkuvirtariittoisuus ja varakäyntiaika samalle tasolle, kuin mikä Socomecin akustoilla tuotetaan. Eatonin kanssa kuitenkin kartoitettiin myös tämän UPS-laitteen kohdalle korvaavia tuotteita, joka voi olla käyttökelpoinen, kun esimerkiksi akkukapiinin akustot olisivat vaihtokuntoisia.

Kojeiston 4 UPS-laitteen korvaava ehdotus liitteessä 14 tuotti myös lisäkysymyksiä kojeisto 1 UPS-laitteen tavoin. Kyseisellä korvaavalla tuotteella oikosulkuvirta olisi 54 ampeeria 300 millisekunnin laukaisulla, joten suurimmat käytettävät sulakkeet olisivat B10/C4. UPSJK1:n piiriluettelon mukaan (LIITE 9), joka on todettu myös paikan päällä, suurimmat sulakkeet ovat C16-sulakkeita. Eatonin yhteyshenkilön mukaan yleisesti riittävä mitoitus on siten, että viimeisien kuormalähtöjen tai ryhmien sulakkeet saadaan laukaistua akustojen oikosulkuvirransuuruuden mukaan. Tämän puolesta Eatonilta annettiin vielä kaksi eri vaihtoehtoa kyseisen UPS-laitteen korvaamiselle.

Viimeisimmät UPS-laitemallien ehdotukset Eatonilta (kojeisto 4) olivat:

- 93PS-8+8(40)-40-2x9Ah-MBS-6, Ik=144A 300ms, sulakkeet: B25/C10
- 93PS-8(20)-20-1x9Ah-MBS-6, Ik=72A 300ms, sulakkeet: B10/C6

Uusimpien tietojen mukaan akkukapiinin akustot voisivat olla käytettävissä myös Eatonin UPS-laitteilla, mutta se tuottaisi kuitenkin lisäkustannuksia. Tämän UPS-laitteen vaihtaminen ei kuitenkaan olisi tällä hetkellä kannattavaa, sillä tämä on toistaiseksi toimiva ratkaisu vanhallakin UPS-laitteella. Kun laitteisto on tulossa käyttövuosiensa päähän joko UPS-laitteen tai akustojen osalta, kannattaa alkaa harkitsemaan toisen laitevalmistajan tuotteita korvaamiseen. Tämänhetkinen alikuormitustilanne on kuitenkin selitettävissä tarvittavan oikosulkuvirran tarpeellisuuden puolesta ja siten isompien sulakkeiden mahdollisuuteen.

Liitteissä 1–4 olevat aluekartta ja kojeiston lähikuvat on tuotettu myös tämän opinnäytetyön yhteydessä havainnollistamaan prosessialueiden UPS-laitteiden ja näihin liittyvät UPS-keskusten sijainnit, määrät, mallit ynnä muut tarpeelliset havainnot.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Umicore Finland Oy:n osastoittain kriittisiksi määritellyt moottorit ja muut sähköpiirit. Tämän näkökulmana oli vuosittain järjestettävät huoltoseisakit ja osastoittain määrittää sähköntarpeet myös seisakin ajoille, jotka tulee olla käytössä myös tämän ajan, vaikka huoltotoimenpiteet koskisivatkin kyseisiä kriittisiä sähköpiirejä. Huoltoseisakeiden piiriin kuuluvat myös sähkönsyöttöihin vaikuttavat tekijät, joten tämän puolesta oli aiheellista tarkastella aihetta. Vaikka osastoilla olikin hankala määrittää ennakkoon kriittiset sähköpiirit, saatiin tietyt sähköpiirit määritettyä. Tämä auttaa tulevien huoltoseisakeiden valmistelua ja suunnittelua, kun on tiedossa tietyn tyyppiset sähköntarpeet. Nyt kun on osastoilta saatu kommenttia kriittisiksi luokiteltavista sähköpiireistä, voitaisiin nämä ottaa huomioon uusien prosessiosastojen suunnitteluvaiheessa esimerkiksi syötönvalintakytkinvarmennuksen avulla. Toisaalta voi pohtia, voitaisiinko mahdollisesti valmistaa siirrettävä pienoismalli alakeskus, johon voitaisiin asettaa muutama yleisimpiä lähtörakenteita ja kalusteita, joilla voitaisiin järjestää väliaikaisia sähkönsyöttöjä niitä tarvitseville kriittisille piireille.

Opinnäytetyön toisena osuutena oli selvittää prosessialueen UPS-laitteistot ja -järjestelmät sekä kartoittaa, onko näitä mahdollista järjeistää jollakin tavoin. Selvityksissä tuli esille, kuinka UPS-laitteet vaikuttivat olevan ylimitoitettuna kyseisillä kuormituksilla, ja näiden puolesta oli hyvä lähestyä laitevalmistajaa Eatonia. Eatonin yhteyshenkilön kanssa kartoitetut mahdollisuudet UPS-laitteiden korvaaville tuotteille helpottavat vaihdon suunnittelua. Kartoituksista ja keskusteluista Eatonin yhteyshenkilön kanssa ilmeni myös, että yhden laitteen osalta on piakkoin päättymässä tuotetuki, joten tämänkin puolesta suunnittelu korvaavaan tuotteeseen tulisi aloittaa mahdollisimman pian. Tarkoituksena oli myös päästä hieman vertailemaan kyseisiä UPS-laitteiden elinkaarikustannuksia ja tästä saatiin hyvä otanta kahden periaatteeltaan erilaisen varmennusjärjestelmän väliltä. UPS-laitteiden ja -järjestelmien välillä on hintaeroja, mutta näiden välillä joudutaan myös tarkastelemaan laitteiden välillä olevien ominaisuuksien tarpeellisuutta ja onko järkevä säästää hieman, että joudutaan ominaisuuksia karsimaan radikaalisti. Aluekartalla, josta on nyt nähtävissä prosessialueiden UPS-laitteet malleineen, tehoineen ja näihin liittyvät UPS-alakeskukset, voidaan näiden avulla helposti paikantaa kyseiset asiat. Tämä helpottaa myös tulevaisuudessa, kun kyseisiin alakeskuksiin tulisi muutoksia tai koko laite jouduttaisiin vaihtamaan.

Teoriaan perehtyminen ja kerääminen tähän opinnäytetyöhön tuki hyvin UPS-laitteiden ja järjestelmien tutkimista, vanhojen laitteistojen ymmärtämistä ja tämän pohjalta vielä kyselymateriaalin rakentamista Eatonin asiantuntijoille. Eatonilta saadut korvaavien UPS-laitteiden ehdotukset olivat hyvin linjassa teoriaosuudessa käytyjen asioiden kanssa. Näissä ehdotuksissa ei tullut esille mitään uutta, mitä ei olisi käyty teoriassa läpi.

Toimeksiantajan alkuperäisiin opinnäytetyöaiheen kysymyksiin tuli pitkälti vastattua, mutta pieniä osioita jouduttiin matkan varrella karsimaan aiheen laajuuden takia. Tässä opinnäytetyössä ei otettu kantaa asennusteknillisiin asioihin, jotka voisivat olla esimerkiksi, miten kriittisten sähköpiirien asennukset tulisi toteuttaa, että nämä olisivat erotettavissa normaaleista asennuksista.

UPS-laitteiden ja järjestelmien osalta paljon jäi vielä asioita, jotka vaikuttavat kyseisiin järjestelmiin. Tällainen voi olla esimerkiksi varavoimageneraattoreiden käyttäminen osana UPS-järjestelmää, mikä onkin yleistä silloin, kun halutaan varmentaa prosessin tai muita suurtehoisien sähkönsyöttöjen katkeamaton ja jatkuva normaalikäyttö myös sähkökatkokkien ajan. Tässä olisi idea uudelle opinnäytetyöaiheelle UPS-laitteiden ja järjestelmien parissa.

Oppinäytetyön aihe oli mielenkiitoinen ja haastava, minkä takia motivaatio pysyi koko prosessin ajan korkealla. Umicore Finland Oy:n alueen vahva aikaisempi tuntemus helpotti kenttätyöskentelyä UPS-laitteiden selvityksissä ja kartoituksissa.

LÄHTEET

Aalto, T. 2023. Vanhemman sähkösuunnittelijan haastattelu 3.2.2023. Umicore Finland Oy. Kokkola.

ABB. 2013. *AC800M Controller Hardware*. Saatavissa: https://library.e.abb.com/public/1cb4fadd66365e57c1257b740027013b/3BSE036351-510_A_en_AC_800M_5.1_Controller_Hardware.pdf. Viitattu 15.1.2023.

ABB. 2019. *UPS-laitteet 1-50 kVA*. Saatavissa: https://library.e.abb.com/public/80d68449207949f28d0b285cfd61548a/ABB_UPS_LOW_POWER_Catalogue.pdf. Viitattu 25.11.2022.

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

Eaton. *Eaton 9155 UPS*. Saatavissa: <https://www.eaton.com/us/en-us/catalog/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/eaton-9155-ups.html>. Viitattu 15.1.2023.

Eaton. 2012. *UPS-käsikirja*. Saatavissa: <https://www.eaton.com/fi/fi-fi.html>. Viitattu 1.12.2022.

Eaton. 2017. *Eaton 93PS UPS Selection Guide*. Saatavissa: <https://www.eaton.com/content/dam/eaton/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/backup-power-ups/eaton-93ps-ups/eaton-93ps-ups-selection-guide-en.pdf>. Viitattu 20.1.2023.

Eaton. 2018. *Käyttö- ja asennusopas. Eaton 91PS/93PS 8-40 kW*. Saatavissa: https://www.eaton.com/content/dam/eaton/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/backup-power-ups/eaton-93ps-ups/Eaton_91PS_ja_93PS_UPS_8_40kW_K%C3%A4ytt%C3%B6_ja_asennusopas.pdf. Viitattu 25.1.2023.

Eaton. 2020. *UPS-järjestelmän perusteet*. Saatavissa: <https://www.eaton.com/content/dam/eaton/markets/buildings/critical-power/documents/eaton-ups-basics-whitepaper-WP153005EN-fi-fi.pdf>. Viitattu 25.11.2022

Eaton. 2022. *Tee sähkönsyötöstä toimiva ja turvallinen*. Saatavissa: <https://www.eaton.com/fi/fi-fi/markets/buildings/how-we-drive-building-efficiency-and-safety/CriticalPowerinCommercialBuildings/Download-fundamentals-of-critical-power.html>. Viitattu 26.11.2022.

Kattilakoski, S. 2019. *Freeport-McMoRan myi pääosan yhtiöstä 150 miljoonalla dollarilla Umicorelle – Työntekijämäärän Kokkolassa arvioidaan kasvavan kaupan myötä*. Keskipohjanmaa. Saatavissa: <https://www.keskipohjanmaa.fi/uutinen/573383>. Viitattu 10.1.2023.

Kauppalehti. *Umicore Finland Oy*. Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/umicore+finland+oy/2533186-9>. Viitattu 10.1.2023.

Poikonen, P. 2010. *UPS-laitteella varmennetun sähköjakelujärjestelmän suunnittelu ja toteutus*. Espoo: Sähköinfo Oy. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/Account/LogOn?ReturnUrl=%2fitem%2f3940%3fsearch%3d52.35.02&search=52.35.02>. Viitattu 6.12.2022.

SFS 6000-7-710:2022. *Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-710: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Lääkintätilat. 2022.* Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

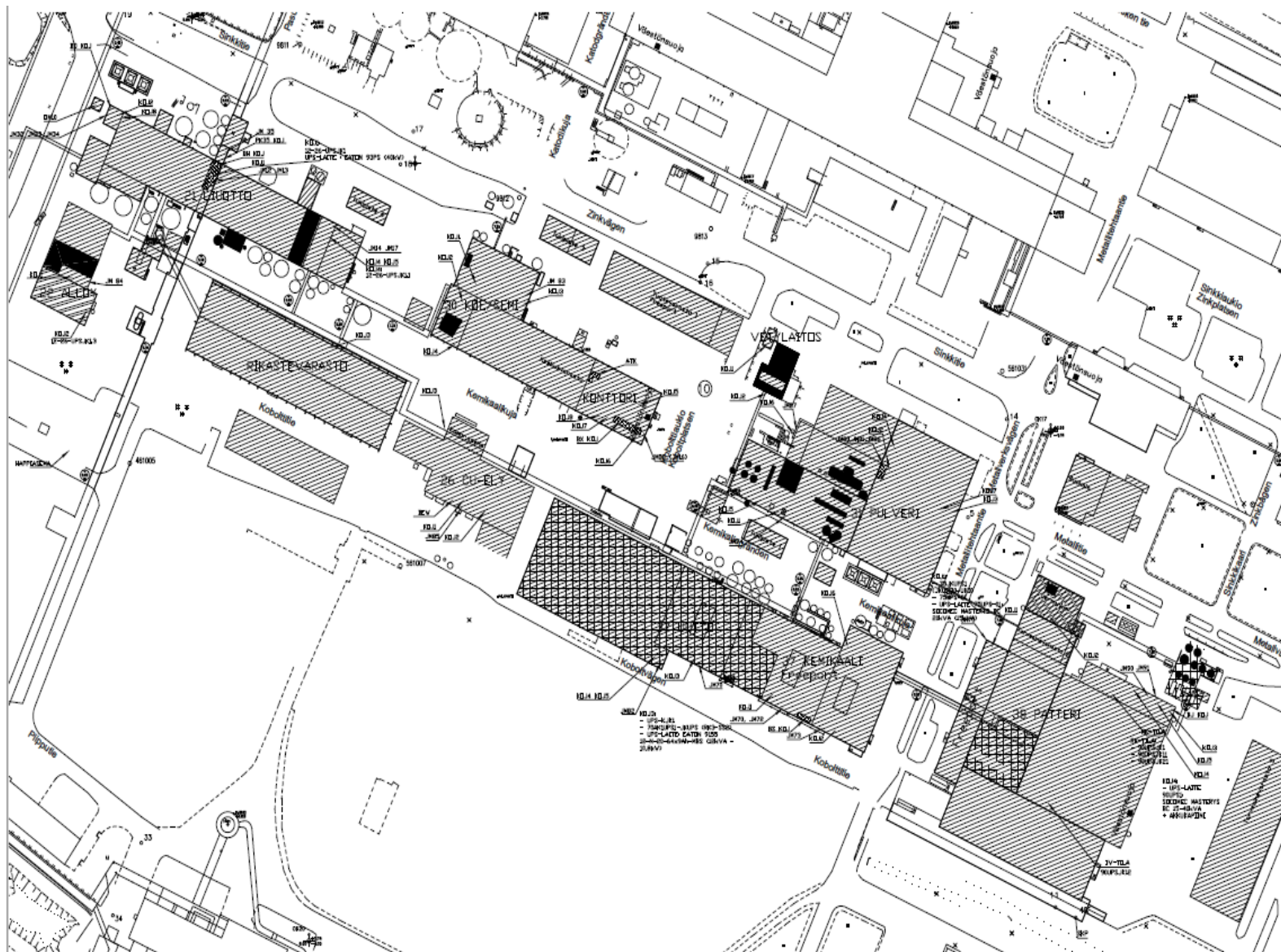
Tummavuori, J. 2010. *UPS-laitteet ja -järjestelmät.* Espoo: Sähköinfo Oy. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/Account/LogOn?ReturnUrl=%2fitem%2f3973%3fsearch%3d52.35.01&search=52.35.01>. Viitattu 25.11.2022.

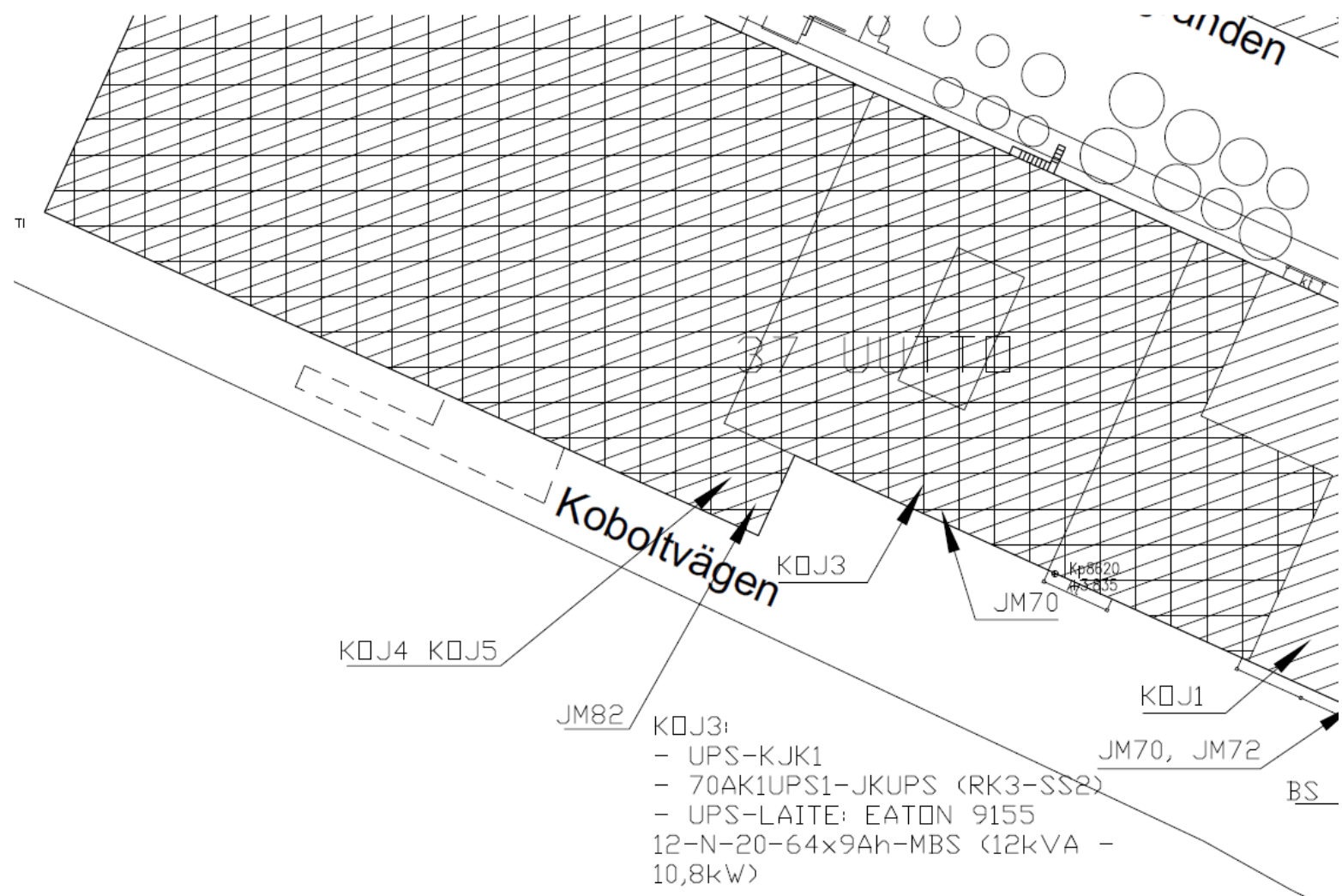
Umicore. *Umicore at a glance.* Saatavissa: <https://www.umicore.com/en/about/umicore-at-a-glance>. Viitattu 10.1.2023.

Umicore Finland Oy a. *Etusivu.* Saatavissa <https://www.umicore.fi/fi/>. Viitattu 10.1.2023.

Umicore Finland Oy b. *Mitä me teemme.* Saatavissa: <https://www.umicore.fi/fi/tyopaikat/tyoskentely-umicorella/mita-me-teemme>. Viitattu 10.1.2023

Viitala, J. 2006. *Sähkönlaatu. Käsitteet ja vaatimukset.* Espoo: Sähköinfo Oy. Saatavissa: <https://severi.sahkoinfo.fi/>. Viitattu 9.2.2023.





K0J4 K0J5

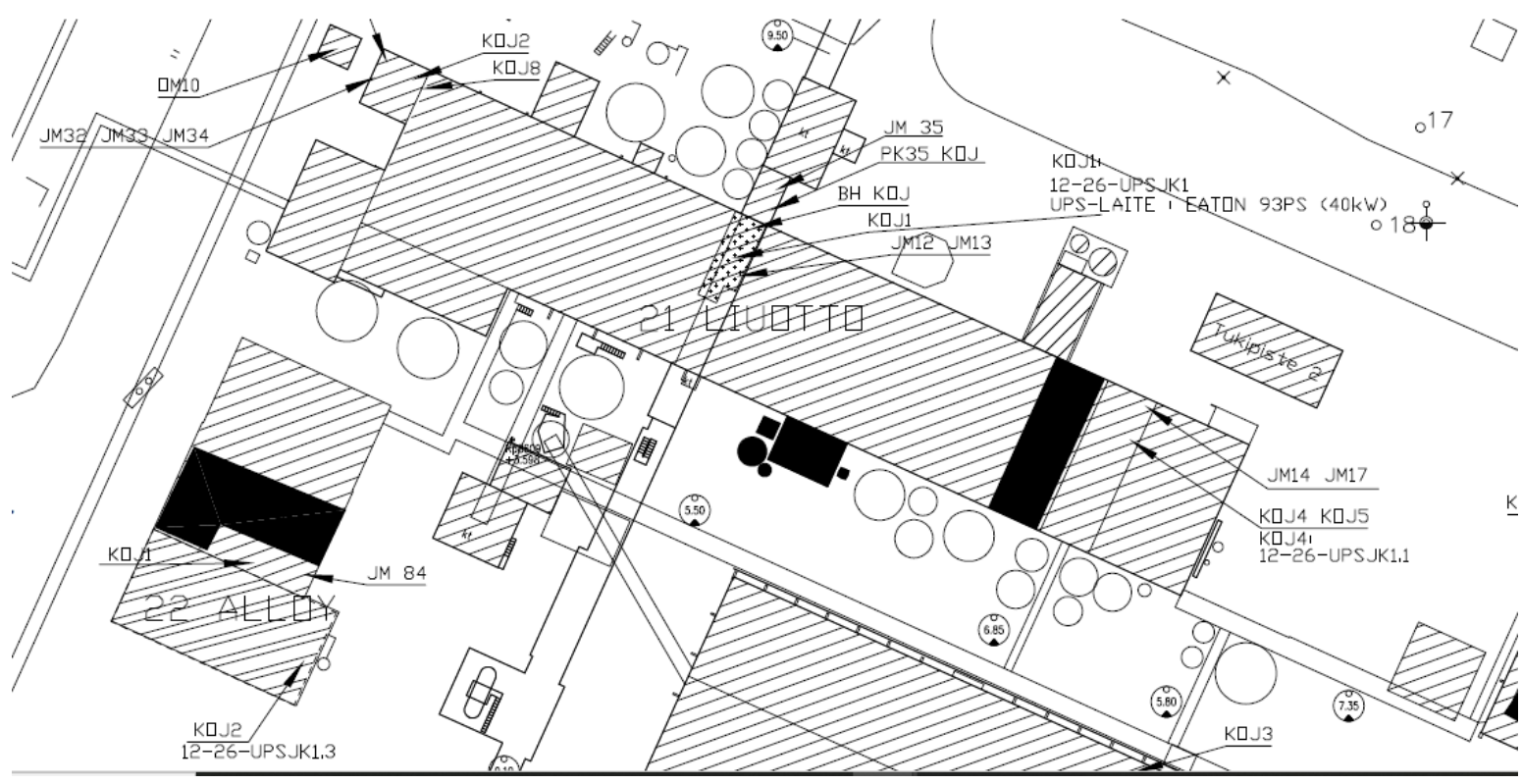
JM82

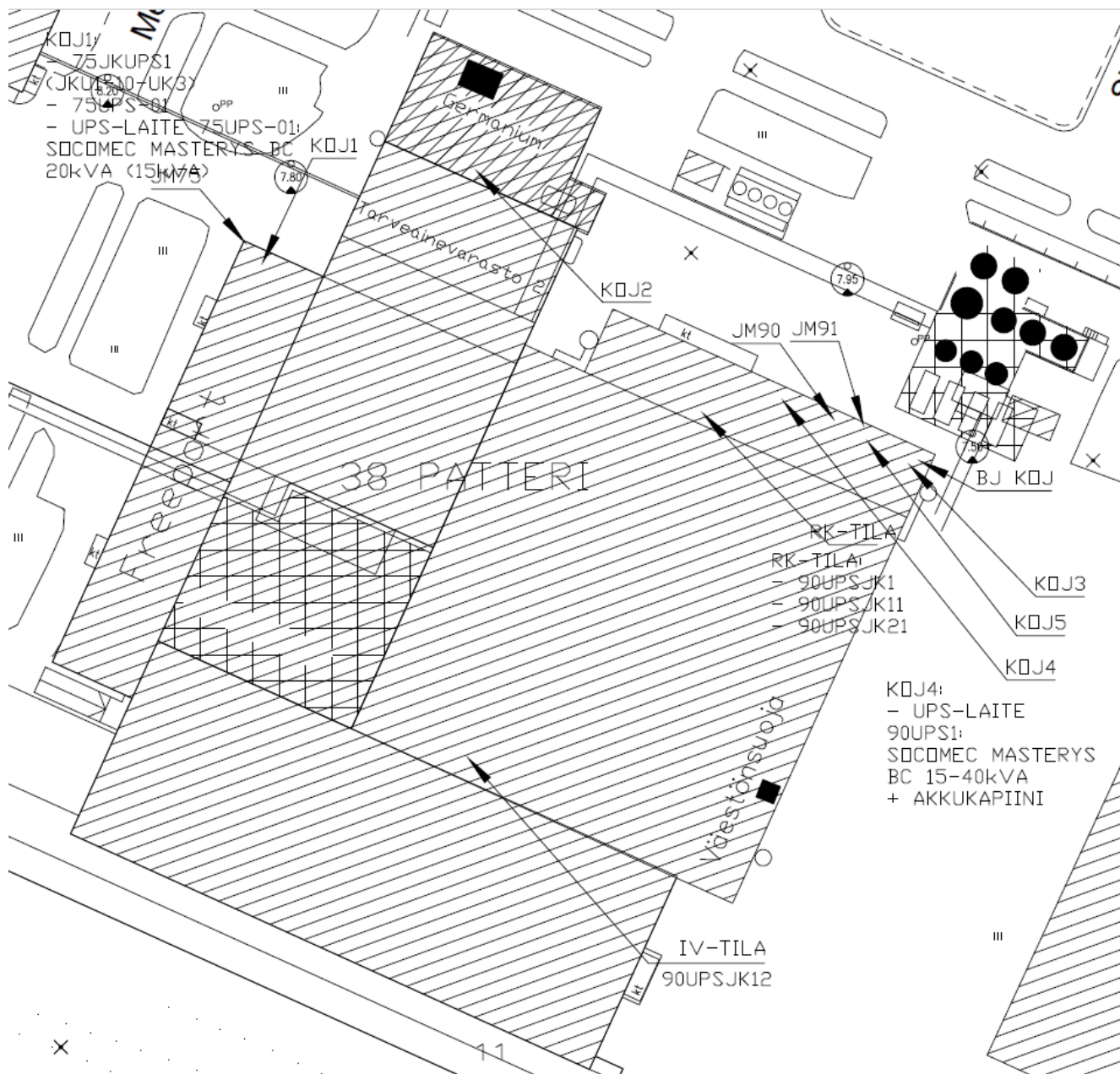
K0J3:
 - UPS-KJK1
 - 70AK1UPS1-JKUPS (RK3-SS2)
 - UPS-LAITE: EATON 9155
 12-N-20-64x9Ah-MBS (12kVA -
 10,8kW)

K0J1

JM70, JM72

BS





Keskus	Kenno	Mnro	Lähdön nimitys	Sulake	Etukoje
12-26-UPSJK1	02DF1		RK3-SS4	16	25
12-26-UPSJK1	02DF2		RK3-SS4	16	25
12-26-UPSJK1	02DF3		RK3-SS4	16	25
12-26-UPSJK1	02DF4		Hälytystorven rele QY7055		25
12-26-UPSJK1	02DF5		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF6		vara		25
12-26-UPSJK1	02DF7		RK3-SS2		25
12-26-UPSJK1	02DF8		RK3-SS2	16	25
12-26-UPSJK1	02DF9		RK3-SS2	16	25
12-26-UPSJK1	02DF10		12-26-UPSJK1.1 Co Alloy	16	25
12-26-UPSJK1	02DF11		12-26-UPSJK1.1 Co Alloy	16	25
12-26-UPSJK1	02DF12		12-26-UPSJK1.1 Co Alloy	16	25
12-26-UPSJK1	02DF13		12-26-UPSJK1.1	16	25
12-26-UPSJK1	02DF14		12-26-UPSJK1.1	16	25
12-26-UPSJK1	02DF15		12-26-UPSJK1.1	16	25
12-26-UPSJK1	02DF16		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF17		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF18		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF19		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF20		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF21		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF22		KCO10 Puhelinkeskus	10	25
12-26-UPSJK1	02DF23		KCO28	10	25
12-26-UPSJK1	02DF24		19SKK1 (vanha 1REM5.1)	16	25
12-26-UPSJK1	02DF25		KCO38	10	25
12-26-UPSJK1	02DF26		KK101 Kaasujakokeskus	25	25
12-26-UPSJK1	02DF27		KCO45 kaappi	10	25
12-26-UPSJK1	02DF28		KCO 2101 Kaappi	10	25
12-26-UPSJK1	02DF29		KCO11 kaappi	10	25
12-26-UPSJK1	02DF30		Kojeisto 8 sammutuslaitteisto	10	25
12-26-UPSJK1	02DF31		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF32		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF33		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF34		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF35		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF36		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF37		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF38		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF39		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF40		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF41		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF42		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF43		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF44		Vara		25
12-26-UPSJK1	02DF45		Vara		25

LIITE 8

Keskus	Kenno	Mnro	Lähdön nimitys	Sulake	Etukoje
75JKUPS1	F1		Pistorasiat toimisto "ATK" kouru	16	25
75JKUPS1	F2		Pistorasiat lab. "ATK" kouru	16	25
75JKUPS1	F3		Pistorasiat lab. "ATK" kouru	16	25
75JKUPS1	F4	EFAKCO15	KCO15 puhelinkeskus	10	25
75JKUPS1	F5		Ovilukko	2	25
75JKUPS1	F6		VARA		25
75JKUPS1	F7		VARA		25
75JKUPS1	F8		VARA		25
75JKUPS1	F9		VARA		25
75JKUPS1	F10		Instrumenttikeskus (3~) JKU1-10-UK3	25	25
75JKUPS1	F11		Germanium (3~) UPS-INS-U4	25	25

Keskus	Kenno	Mnro	Lähdön nimitys	Sulake	Etukoje
90UPSJK1	01C01		Valvomo johtokouru katonraja	C10	
90UPSJK1	01C02		Valvomo johtokouru katonraja	C10	
90UPSJK1	01C03		Valvomo johtokouru katonraja+AT	C10	
90UPSJK1	01C04		Valvomo ohjauspöydät	C10	
90UPSJK1	01C05		Valvomo ohjauspöydät	C10	
90UPSJK1	01C06		Valvomo ohjauspöydät	C10	
90UPSJK1	01C07		Valvomo taustapöytä katonraja	C10	
90UPSJK1	01C08		Pistorasia työhune 205,206	C10	
90UPSJK1	01C09		Vara	C10	
90UPSJK1	01C10		Labra johtokouru	C10	
90UPSJK1	01C11		Labra johtokouru	C10	
90UPSJK1	01C12		Labra johtokouru	C10	
90UPSJK1	01C13		Labra johtokouru	C10	
90UPSJK1	01C14		Labra johtokouru	C10	
90UPSJK1	01C15		Labra johtokouru	C10	
90UPSJK1	01C16	EFB92VK103B11	Kojeisto 6 profinet kytkimet	C10	
90UPSJK1	01C17		Vara	C10	
90UPSJK1	01C18		Vara	C10	
90UPSJK1	01C19		Vara	C6	
90UPSJK1	01C20		Q8012 Labran kaasuhälytyskeskus	C6	
90UPSJK1	01C21		Vara	C6	
90UPSJK1	01C22		Tietoliikenne 90UPSJK11	C16	
90UPSJK1	01C23		Tietoliikenne 90UPSJK11	C16	
90UPSJK1	01C24		Tietoliikenne 90UPSJK11	C16	
90UPSJK1	01C25		90UPSJK21	C16	
90UPSJK1	01C26		90UPSJK21	C16	
90UPSJK1	01C27		90UPSJK21	C16	
90UPSJK1	01C28	EFB90UPSJK11C28	KCO4601 UPS-syöttö	C16	
90UPSJK1	01C29		KCO4601 UPS-syöttö	C16	
90UPSJK1	01C30		KCO4601 UPS-syöttö	C16	
90UPSJK1	01C31		Vara	C16	
90UPSJK1	01C32		AC26 Prosessiasema	C16	
90UPSJK1	01C33		AC25 Prosessiasema	C16	
90UPSJK1	01C34		90LABK1+04A AC24 labran prosessiasema	C6	
90UPSJK1	01C35		Esmikko	C10	
90UPSJK1	01C36		AC23 Prosessiasema	C16	

Eaton 91PS ja 93PS – kaikkiin käyttökohteisiin

Eaton 91PS ja 93PS on helppo ottaa käyttöön erilaisissa ympäristöissä. Ne sopivat niin datakeskuksiin, infrastruktuuriin, rautatiejärjestelmiin, terveydenhuoltolaitteisiin kuin prosessiteollisuuteen.



Runko (enimmäisteho)	10kW
Vaiheet tulo/lähtö	Eaton 91PS 1:1 / 3:1 Eaton 93PS 3:3
Tehoalue	8–10 kW
Varakäynnäytin (sisäiset akut)	8–15 min
Tehomodulien määrä	kiinteä yksikkö (ei vaihdettavissa)



Malli (enimmäisteho)	Eaton 91PS 15 kW Eaton 93PS 20 kW
Vaiheet tulo/lähtö	Eaton 91PS 3:1 Eaton 93PS 3:3
Tehoalue	Eaton 91PS 8–15 kW Eaton 93PS 8–20 kW
Varakäynnäytin (sisäiset akut)	5–37 min
Tehomodulien määrä	1



Malli (enimmäisteho)	Eaton 91PS 30 kW Eaton 93PS 40 kW
Vaiheet tulo/lähtö	Eaton 91PS 3:1 Eaton 93PS 3:3
Tehoalue	Eaton 91PS 8–30 kW Eaton 93PS 8–40 kW
Varakäynnäytin (sisäiset akut)	5–85 min
Tehomodulien määrä	1-2

Eaton 9SX UPS

Eaton 9SX UPS tarjoaa hyvää käytettävyyttä, joustavuutta ja edistynyttä suojausta infrastruktuurille, teollisuudelle, lääketieteelle, IT-alalle, verkoille, tallennuslaitteille ja televiestintäjärjestelmille. Se tarjoaa online kaksoismuunnosta kätevässä torni-, räkki- tai RT-muodossa



Eaton 91PS ja 93PS

– kaikkiin käyttökohteisiin

Eaton 91PS ja 93PS on helppo ottaa käyttöön erilaisissa ympäristöissä. Ne sopivat niin datakeskuksiin, infrastruktuuriin, rautatiejärjestelmiin, terveydenhuoltolaitteisiin kuin prosessiteollisuuteen.



Runko (enimmäisteho)	10kW
Vaiheet tulo/lähtö	Eaton 91PS 1:1 / 3:1
	Eaton 93PS 3:3
Tehoalue	8–10 kW
Varakäyntiaika (sisäiset akut)	8–15 min
Tehomodulien määrä	kiinteä yksikkö (ei vaihdettavissa)



Malli (enimmäisteho)	Eaton 91PS 15 kW
	Eaton 93PS 20 kW
Vaiheet tulo/lähtö	Eaton 91PS 3:1
	Eaton 93PS 3:3
Tehoalue	Eaton 91PS 8–15 kW
	Eaton 93PS 8–20 kW
Varakäyntiaika (sisäiset akut)	5–37 min
Tehomodulien määrä	1



Malli (enimmäisteho)	Eaton 91PS 30 kW
	Eaton 93PS 40 kW
Vaiheet tulo/lähtö	Eaton 91PS 3:1
	Eaton 93PS 3:3
Tehoalue	Eaton 91PS 8–30 kW
	Eaton 93PS 8–40 kW
Varakäyntiaika (sisäiset akut)	5–85 min
Tehomodulien määrä	1-2

Eaton 91PS ja 93PS – kaikkiin käyttökohteisiin

Eaton 91PS ja 93PS on helppo ottaa käyttöön erilaisissa ympäristöissä. Ne sopivat niin datakeskuksiin, infrastruktuuriin, rautatiejärjestelmiin, terveydenhuoltolaitteisiin kuin prosessiteollisuuteen.



Runko (enimmäisteho)	10kW
Vaiheet tulo/lähtö	Eaton 91PS 1:1 / 3:1 Eaton 93PS 3:3
Tehoalue	8–10 kW
Varakäyntiaika (sisäiset akut)	8–15 min
Tehomodulien määrä	kiinteä yksikkö (ei vaihdettavissa)



Malli (enimmäisteho)	Eaton 91PS 15 kW Eaton 93PS 20 kW
Vaiheet tulo/lähtö	Eaton 91PS 3:1 Eaton 93PS 3:3
Tehoalue	Eaton 91PS 8–15 kW Eaton 93PS 8–20 kW
Varakäyntiaika (sisäiset akut)	5–37 min
Tehomodulien määrä	1



Malli (enimmäisteho)	Eaton 91PS 30 kW Eaton 93PS 40 kW
Vaiheet tulo/lähtö	Eaton 91PS 3:1 Eaton 93PS 3:3
Tehoalue	Eaton 91PS 8–30 kW Eaton 93PS 8–40 kW
Varakäyntiaika (sisäiset akut)	5–85 min
Tehomodulien määrä	1-2