



Ville Vilen

Varmennetun sähköjärjestelmän huolto-ohjelman kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

27.3.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Ville Vilen
Otsikko:	Varmennetun sähköjärjestelmän huolto-ohjelman kehittäminen
Sivumäärä:	36 sivua
Aika:	27.3.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Kiinteistöjohtaminen
Ohjaajat:	Lehtori Tommi Mäntykoski

Insinööritöön tavoitteena oli kehittää katkeamattoman sähköjärjestelmän huolto-ohjelmaa yhtenäisemmäksi ja toimivammaksi. Työssä perehdyttiin varavoimakoneisiin ja UPS-järjestelmiin. Työ tehtiin yhteistyössä ISS Palveluiden kanssa.

Työn tarkoituksena oli asiakkaan UPS-laitekannan kartoitus koko Suomen osalta. Laitteet yksilöitiin tarkasti ja sen perusteella tehtiin toimenpide-ehdotukset aluekohtaisesti. Asiakkaan ongelmana oli aikaisemmin puutteellinen dokumentointi UPS-laitteiden osalta. Aiempaa laiterekisteriä tai huolto-ohjelmaa ei ollut olemassa, eikä näin ollen tietoa laitteiden käyttöiästä tai huolloista. Laitteiden elinkaaren ja kunnan vuoksi on tärkeää olla tällainen rekisteri, jotta huollot ja laitevaihdot onnistuvat ajallaan.

Työssä käsiteltiin varavoimavaihtoehtoja, joita voidaan käyttää erilaisissa kohteissa. Työssä selvitettiin varavoimakoneiden toimivuutta, rakentamista ja tekniikkaa. UPS-laitteiden toimivuutta ja niiden eroavaisuuksia, erilaisia akusto vaihtoehtoja, sekä niiden vahvuuksia ja heikkouksia.

Työn edetessä laitteet vuosihuollettiin ja merkattiin rekisteriin. Näin voitiin kartoittaa laitevaihtoja ja suurempia elinkaarihuoltoja. Näiden pohjalta tehtiin toimenpide- ja kustannusarviointia laitekohtaisesti.

Asiakkaalle tehtiin laiterekisteri, josta näkyy kaikkien laitteiden merkki, malli, käyttöönottovuosi, sarjanumero, viimeinen huoltoajankohta, sijainti sekä UPS-laitteiden kuormittajat. Kartoitettavia laitteita oli yli 100 kappaletta. Lopputuloksena oli kompakti laiterekisteri, josta pystytään tarkistamaan huolto- ja vaihtoajankohdat.

Avainsanat: varavoimakone, UPS-järjestelmä, huolto-ohjelma, kartoitus, akustot, järjestelmällisyys

Abstract

Author: Ville Vilen
Title: Development of Certified Electrical System Maintenance Program
Number of Pages: 36 pages
Date: 27 March 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering.
Professional Major: Real Estate Management
Supervisors: Tommi Mäntykoski, Senior Lecturer

The aim of the final year project was to improve the uninterruptible power supply maintenance program by studying backup power machines and UPS systems. The ultimate goal was to solve a problem of inadequate documentation of UPS devices at a client of the commissioning company.

The client's UPS device inventory was surveyed. The devices were identified, and based on the results, action recommendations were made. To ensure the lifespan and condition of the devices, this type of a registry is critical for timely maintenance and replacements.

The thesis studied alternative backup power options applicable to various scenarios, the functionality, construction, and technology of backup power generators, as well as the functionality and differences of UPS devices. Furthermore, battery options and their strengths and weaknesses were discussed.

The devices underwent basic annual maintenance and were recorded in the registry to allow for the identification of equipment replacements and major lifecycle maintenance needs. Based on this, individualized action and cost assessments were conducted for each device.

The thesis resulted in a device registry for the client, displaying detailed information of the over 100 UPS devices. The result was a concise device registry enabling easy tracking of maintenance and replacement schedules.

Keywords: standby engine, UPS system, service program, mapping, batteries, systematization

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Varavoimakoneet	1
2.1	Varavoimajärjestelmien yleissanastoa	2
2.2	Varavoimalaitoksen rakentaminen	3
2.3	Varavoimalaitoksen vaikutus ympäristöön	3
2.4	Varavoimalaitoksen sijoittaminen	4
2.5	Pääkaaviot	5
2.6	Varavoimakoneen jäähdytysjärjestelmä	6
2.7	Varavoimakoneen pakoputkisto	8
2.8	Varavoimakonekontit	10
2.9	Kuormanottokyky ja käynnistymisaika	12
3	UPS-järjestelmien kuvaus	13
3.1	Offline- ja standby -mallit	13
3.2	Line interactive -malli	14
3.3	Online double conversion -malli	15
4	Erilaisia UPS-akustoja	15
4.1	Lyijyakut	16
4.2	VRLA-akut	16
4.3	Nesteakut	17
4.4	Nikkeli-kadmiumakut	17
4.5	Litiumioniakut	17
5	UPS-laitteiden huollot	19
5.1	Vuosihuolto	19
5.2	UPS-vuosihuolto alle 10kVA:n laitteille	19
5.3	UPS-vuosihuollot yli 10kVA:n laitteille	20
5.4	UPS-akuston vuosihuolto alle 10kVA:n laitteille	21
5.5	UPS-akuston vuosihuolto yli 10kVA:n laitteille	21
6	UPS-laitteiden elinkaarihuolto	22

7	Erialaisten kiinteistöjen varavoiman käyttötarve	23
7.1	Maatilat	23
7.2	Laitesuojat	23
7.3	Juna ja metrotunnelien televerkko	24
7.4	Telemastot	24
7.5	Iittalan lasitehdas	24
7.6	Konesalit	24
7.7	Toimistokiinteistöt	25
7.8	Tapahtumat ja festivaalit	25
7.9	Kannettavat generaattorit	25
8	UPS-laitekantakartoitus	26
9	Raporttipohja	26
10	Yhteenveto	28
	Lähteet	29

Lyhenteet ja käsitteet

Generaattorikatkaisija:

Automaattisesti ohjattu kytkinlaite, joka kytkee generaattorista saatavan varavoimasähkön varavoimakäyttöiseen jakeluverkkoon.

Rinnankäyttö:

Varavoimalaitos toimii yhdessä verkon kanssa saman aikaisesti. Automaatiikan asetuksista voidaan määrätä koneen tuottamaa kuormaa ja ajaa sitä määritetty määrä verkkoon.

Tahdistus: Saarekkeena toimivan vaihtosähkölaitteen jännite ja taajuus asetetaan samaksi kuin vertailuverkossa, jotta saareke voidaan liittää vertailuverkkoon.

UPS: *Uninterruptible Power Supply*. Keskeytymätön virransyöttö.

Varavoimajärjestelmä:

Sisältää varavoimalaitoksen ja sen tukeman sähkönjakelujärjestelmän, joka tuottaa ja jakaa varavoimasähköä.

Varavoimakatkaisija:

Automaattisesti ohjattu katkaisija, joka kytkee varavoimakäyttöisen jakeluverkon varavoimalähteeseen.

Varavoimakoneikko/varavoimakone/varavoimalaite:

Laiteyhdistelmä, joka koostuu moottorista, generaattorista ja niiden ohjausjärjestelmästä sekä apujärjestelmistä ja on täysin toiminta valmiina sijoituspaikallaan.

Varavoimakäyttö:

Verkkoa ei ole saatavilla ja varavoimajärjestelmä ottaa roolin sähkönlähteenä varavoimavarmennetulle alueelle.

Varavoimalaitos:

Varavoimakoneikon tai useamman varavoimakoneikon muodostama kokonaisuus, joka tuottaa varavoimasähköä.

Varavoimasähkö:

Sähkö, jota tuotetaan varavoimakoneella, tarkoituksena korvata normaalia verkkosähköä, kun sitä ei ole saatavilla tai sen laatu ei ole riittävä.

Verkkokatkaisija:

Automaattisesti ohjattu kytkinlaite, joka yhdistää tai erottaa varavoimakäyttöisen jakeluverkon normaalista jakeluverkosta, toimien saarekerajana varavoimakäytön ja normaalin käytön välillä.

1 Johdanto

Työssä on tarkoituksena kartoittaa asiakkaan UPS-laitekanta koko Suomen osalta. Laitteet yksilöidään tarkasti, jotta sen perusteella voidaan tehdä toimenpide-ehdotukset aluekohtaisesti. Asiakkaan ongelmana oli aikaisemmin puutteellinen dokumentointi UPS-laitteiden osalta. Aiempaa laiterekisteriä tai huolto-ohjelmaa ei ole. Laitteiden käyttöiästä tai huolloista ei ole rekisteriä. Laitteiden elinkaaren ja kunnan vuoksi on tärkeää olla tällainen rekisteri, jotta huollot ja laitevaihdot onnistuvat ajallaan.

Työn aikana on tarkoituksena luoda Excel-pohja, johon lisätään tiedot kaikkien laitteiden osalta. Jokainen laite yksilöidään sekä tehdään vaihto-/huoltosuunnitelma ja kustannusarvio. Työssä tutkitaan varavoimakone- ja UPS-järjestelmiä ja niiden sopivuuksia eri kohteisiin.

UPS- ja varavoimakonejärjestelmät takaavat oikein huollettuina ja toimintakuntoisina katkeamattoman sähkön laitteille sähkökatkon tai verkon häiriöiden aikana. Yleensä UPS-järjestelmä on mitoitettu siten, että se toimii virran tuottajana, kunnes varavoimakone, eli generaattori, lähtee käyntiin ja alkaa tuottamaan sähköä. Osassa kohteista on vain UPS-järjestelmiä, joten niiden kuntoon täytyy panostaa erityisesti.

Työn tekemisessä hyödynnetään insinööriyöntekijän omaa kokemusta. Työn toimeksiantajana on ISS Palvelut oy.

2 Varavoimakoneet

Varavoimakone tuottaa sähköä silloin, kun normaali sähköverkko ei ole käytävissä. Moottori pyörittää generaattoria, joka muuttaa mekaanisen energian sähköksi. Generaattori tuottaa sähköä, joka voidaan syöttää sähköjärjestelmään, jota voidaan käyttää tarvittavien järjestelmien sähkölähteenä. Varavoimakoneet voivat olla joko manuaalisesti tai automaattisesti käynnistyviä. Automaattisesti käynnistyvät varavoimakoneet havaitsevat sähkökatkon ja

käynnistyvät automaattisesti, kun taas manuaalisesti käynnistettävät vaativat käyttäjän toimenpiteitä käynnistämiseen. (Hakanen ym. 2019: 85.)

Varavoimakoneet ovat usein varmuusjärjestelmiä, joita käytetään esimerkiksi sairaaloissa, tietokeskuksissa, teollisuuslaitoksissa, maataloilla ja puhelinverkon tukiasemissa. Ne tarjoavat luotettavan energian lähteen normaalin sähköverkon vikatilanteessa ja ylläpitävät kriittisiä kohteita jäämästä sähköttä. (Hakanen ym. 2019: 85.)

2.1 Varavoimajärjestelmien yleissanastoa

Verkonvalvonta tarkoittaa varavoimalaitoksen valvontaa käynnistämisen ja käynnissä pitämisen seuraamiseksi (Hakanen ym. 2019: 12).

Continous Power tarkoittaa kuinka pitkään varavoimakoneita voidaan käyttää jatkuvalla teholla aikaa rajoittamatta (Hakanen ym. 2019: 12).

Limited-time running Power on maksimivaravoimateho, jolla varavoimalaitosta voidaan käyttää enintään 500 tunnin ajan vuodessa erityisolosuhteissa (Hakanen ym. 2019: 13).

Emergency Standby Power on varavoimateho, jolla varavoimalaitosta voidaan käyttää hätätilanteessa määritellyissä olosuhteissa. Keskimääräinen teho 24 tunnin jaksolla ei saa ylittää 70 %:a ESP-tehosta. (Hakanen ym. 2019: 13.)

Data Centre Power on maksimivaravoimateho, jonka varavoimakone voi tuottaa syöttäessään vaihtelevaa tai jatkuvaa kuormitusta ilman käyttötuntirajoitusta. Pitkäaikainen käyttö verkon rinnalla ei kuitenkaan ole sallittua. (Hakanen ym. 2019: 13.)

Redundanssi tarkoittaa komponenttien tai piirien kahdentamista. Kahdentamisella turvataan laitteen toimivuus, jos komponentti jostain syystä hajoaa. (Hakanen ym. 2019: 13.)

Käytettävyyssluku ilmoittaa kuinka suuren osan vuodesta varavoimalaitos on valmiina käynnistymään ja syöttämään kuormia (Hakanen ym. 2019: 13).

2.2 Varavoimalaitoksen rakentaminen

Varavoimalaitoksen tulisi olla mahdollisimman itsenäinen muiden järjestelmien suhteen. Mitä vähemmän on ylimääräisiä komponentteja järjestelmässä, sitä vähemmän on vikaantumisen riskejä. Tämä tarkoittaa sitä, että varavoimalaitoksen toimintaan vaikuttavien apujärjestelmien, kuten jäähdytys- ja polttoainejärjestelmien, ohjaus ja valvonta tulisi integroida suoraan varavoima-automaatiikkaan. Tämä varmistaa, että varavoimalaitoksen toiminta ei ole riippuvainen muiden järjestelmien toiminnasta. (Hakanen ym. 2019: 15.)

Tärkeiden kohteiden varavoimajärjestelmien vikatilanteita varten tulee olla hälytysjärjestelmä, joka välittää tietoja välittömästi käytöstä vastaavalle henkilölle. Hälytysjärjestelmä on useasti rakennettu siten, että hälytykset kerätään järjestelmästä valvomoon. Valvomo tekee hälytyksestä vikatiketin, vuorossa oleva päivystäjä saapuu kohteeseen. Tämä auttaa varmistamaan nopean reagoinnin mahdollisiin vikatilanteisiin. (Hakanen ym. 2019: 15.)

Asennusmateriaalien kuljettamisessa tulisi pyrkiä lyhyisiin kuljetusreitteihin, jotka mahdollistavat suurten osien, kuten varavoimakoneen tai generaattorin, vaihdon myös käyttöönoton jälkeen. Näin varmistetaan, että varavoimalaitoksen huolto ja korjaukset voidaan suorittaa tehokkaasti ja turvallisesti. (Hakanen ym. 2019: 15.)

2.3 Varavoimalaitoksen vaikutus ympäristöön

Varavoimalaitoksen ympäristönäkökohtien merkitys on suuri, sillä laitoksen toiminnasta aiheutuvat vaikutukset voivat vaikuttaa ympäristöön ja asukkaisiin. Näitä vaikutuksia ovat muun muassa melu, tärinä, magneettikentät, päästöt, käytetyt aineet sekä ongelmajätteiden käsittely. (Hakanen ym. 2019: 18.)

Pakokaasut heikentävät ilmanlaatua ja ovat terveydelle haitallisia. Päästöt voivat sisältää haitallisia aineita, kuten hiilidioksidia, typen oksideja ja pienhiukkasia, jotka voivat aiheuttaa ilmanlaadun heikkenemistä ja terveysongelmia. (Hakanen ym. 2019: 18.)

Varavoimalaitoksissa käytetään erilaisia kemikaaleja, kuten polttoaineita, öljyjä, jäähdytysnesteitä ja akustoja, jotka voivat väärin käytettyinä aiheuttaa ympäristöriskejä. Näiden aineiden käsittelyssä ja varastoinnissa on noudatettava tarkkoja turvallisuusmääräyksiä ja ympäristöstandardeja, jotta vältetään mahdolliset vuodot ja ympäristövahingot. (Hakanen ym. 2019: 18.)

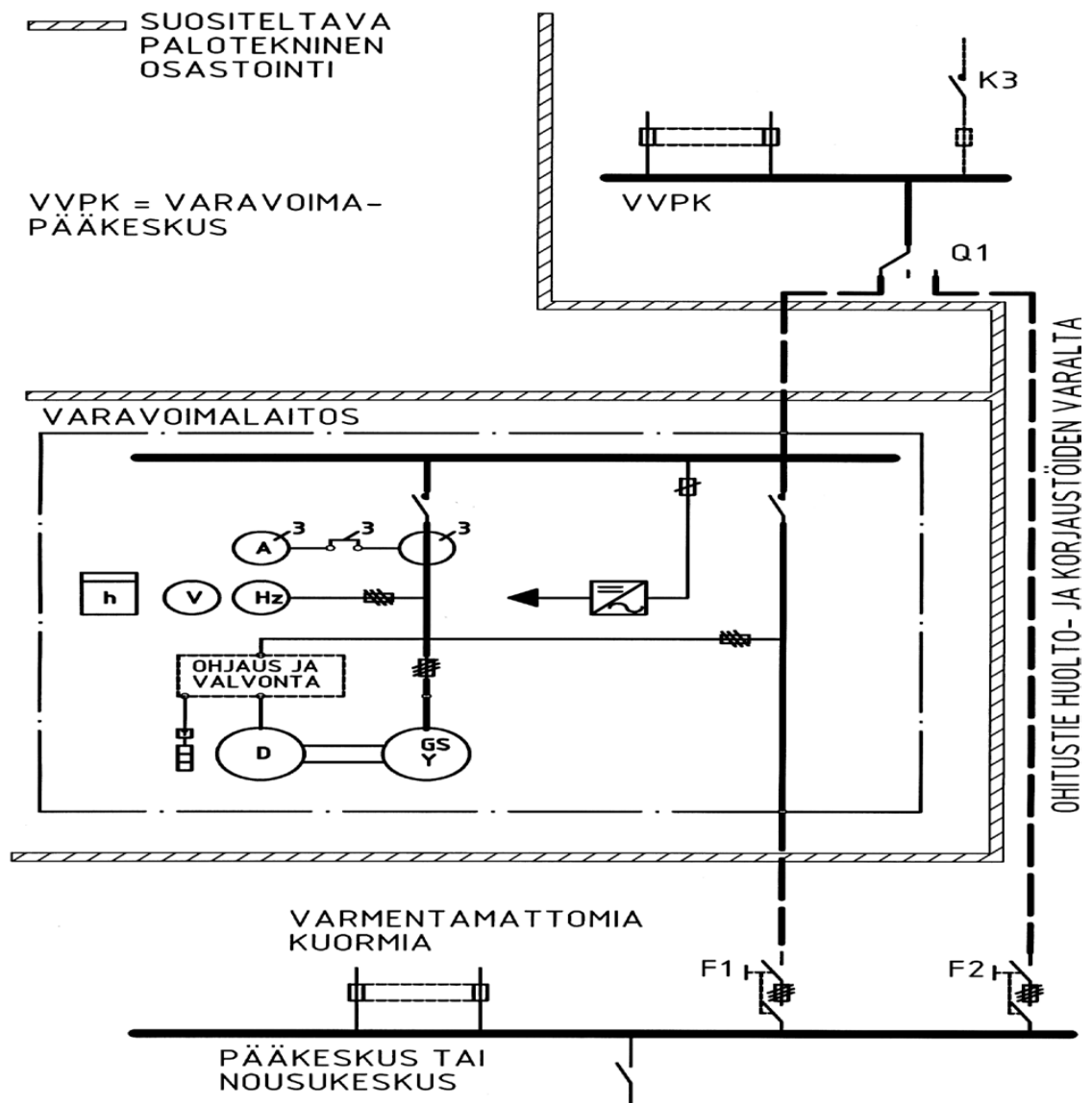
Voimassa olevat rakennus- ja ympäristölait asettavat tiukkoja vaatimuksia varavoimalaitosten ympäristövaikutuksiin. Paikallisten viranomaisten asettamat vaatimukset on otettava huomioon, ja niiden kanssa on toimittava yhteistyössä varavoimalaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä. (Hakanen ym. 2019: 18.)

2.4 Varavoimalaitoksen sijoittaminen

Varavoimalaitoksen sijoitus on tärkeä päätös, ja se vaikuttaa suoraan kiinteistön sähköjärjestelmän toimintaan normaali- ja varavoimatilanteissa. Yleisesti ottaen kiinteistön pääkeskus ja varavoimalaitos sijoitetaan lähelle toisiaan, jolloin niistä muodostuu sähköverkon keskipiste. Lyhyemmät kaapelimatkat ovat kustannustehokkaita ja jännitehäviö kaapeleissa saadaan mahdollisimman pieneksi. Toisinaan varavoimalaitos voidaan sijoittaa myös niihin kohtiin kiinteistöä, joissa varmennettua kuormaa on eniten. Tulipaloriskin minimoimiseksi pääkeskuksen ja varavoimakoneen läheinen sijoittaminen kannattaa huomioida jo suunnitteluvaiheessa. Varavoimakonekontti on paloturvallisuudeltaan myös hyvä vaihtoehto, koska se voidaan sijoittaa kiinteistöstä riippumattomaan paikkaan eikä se rasita kiinteistön paloturvallisuutta. (Hakanen ym. 2019: 33.)

2.5 Pääkaaviot

Kuvassa 1 nähdään esimerkkikuva varavoimakoneidenjärjestelmien pääkaaviosta ja niiden mahdollisista kytkentätavoista. Pääkaavioiden kuvat ovat useasti kohteessa esillä. Vikatilanteissa ja selvitystilanteissa on helppo katsoa kuvasta tarvittavat tiedot. Pääkaaviot ovat usein laminoituina suurina kuvina pääkeskus-tiloissa. Kuvassa PK F1 syöttää VVPK keskusta. PK F2 -syöttö toimii varasyötönä huolto- ja korjaustöissä. Q1 toimii ohituskytkimenä F1 ja F2 välillä. Kuvassa näkyvät tilojen paloseinät, joilla varavoimalaitos ja VVPK-tilat on erotettu toisistaan. (Hakanen ym. 2019: 38.)

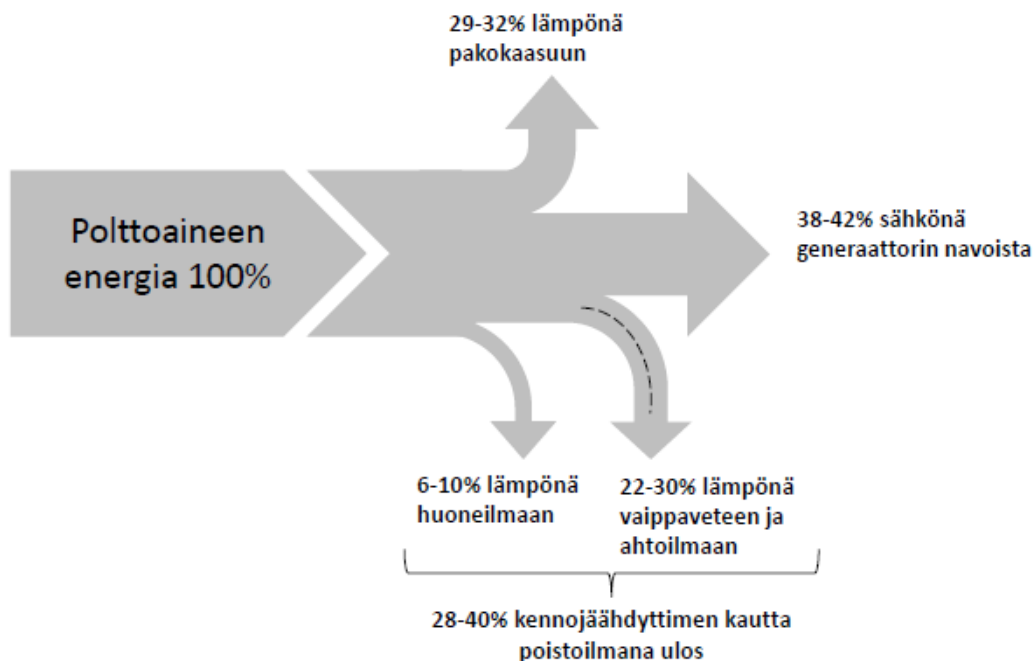


Kuva 1. Havainnointikuva pääkaaviosta (Hakanen ym. 2019: 38).

2.6 Varavoimakoneen jäähdytysjärjestelmä

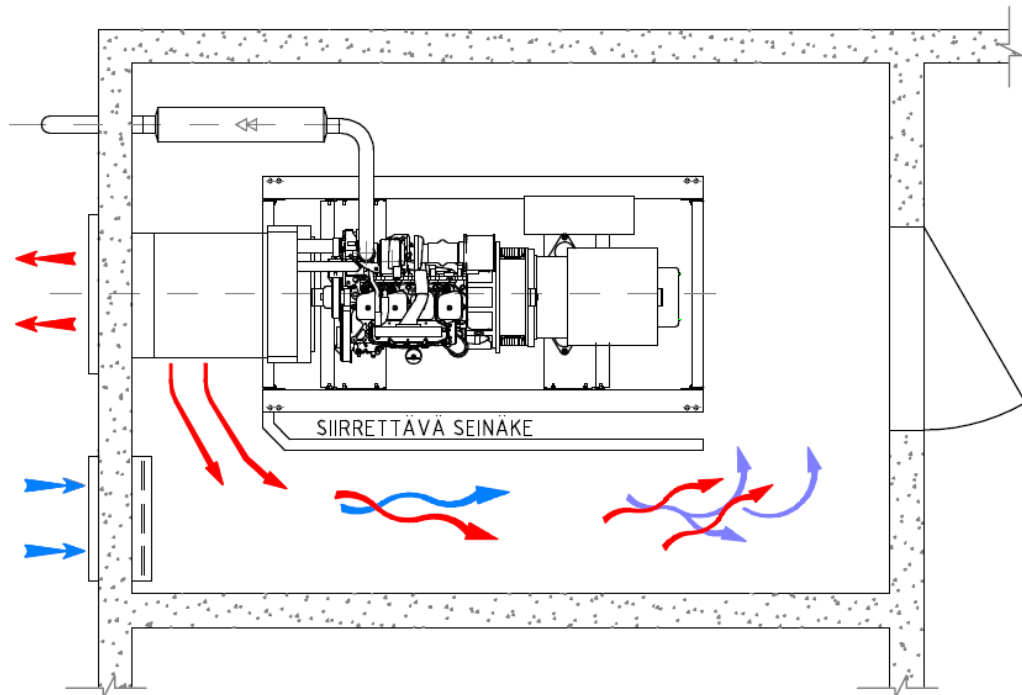
Varavoimakoneiden jäähdytysjärjestelmissä käytetään useasti nestejäähdytystä. Jäähdytys tapahtuu käyttämällä dieselmoottorin kiinteää kennojäähdytintä ja puhaltimen yhdistelmää. Tämä järjestelmä on tärkeä varavoimalaitoksissa, sillä se varmistaa dieselmoottorin ja generaattorin oikean toiminnan ylläpitämällä optimaalista käyttölämpötilaa ja jäähdyttämällä laitteistoa tarvittaessa. Varavoimakoneen tuottamasta tehosta vain yksi kolmasosa saadaan muutettua sähköksi ja loput muuttuvat lämmöksi, joka pitää saada jäähdytettyä ja ohjattua pois koneesta ja tilasta. On myös olemassa kohteita, jossa jäähdytyksessä on käytetty merivesialtaita. Jäähdytettävä neste kierrätetään erillisten jäähdytyslaitaiden kautta, jossa se pääsee jäähtymään ja palaamaan koneen kiertoon. (Hakanen ym. 2019: 50.)

Kuvassa 2 nähdään, kuinka varavoimakoneen energiat jakaantuvat. Vain alle puolet polttoaineen energiasta siirtyy sähkönä generaattorin navoista eteenpäin. Polttomoottorin hyötysuhde ei siis ole generaattorin sähkön tuottamisessa kovin hyvä. (Hakanen ym. 2019: 53).

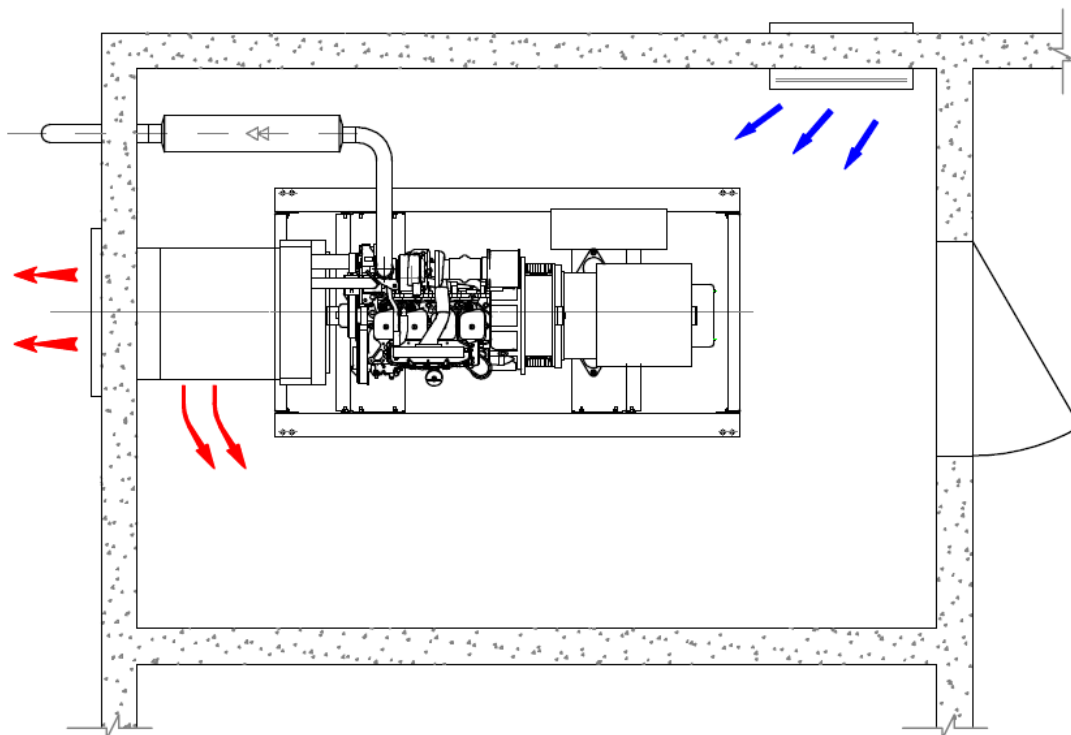


Kuva 2. Varavoimakoneen energian jakaantuminen (Hakanen ym. 2019: 53).

Kuvissa 3a ja 3b nähdään muutama eri vaihtoehto jäähdytyksen toteutuksesta. Kuvissa sininen nuoli kuvastaa tuloilmaa ja punainen poisto ilmaa, jota kone tuottaa käydessään. Koneen tuottamaa melua voidaan hallita ilmanottoaukkojen suunta huomioon ottaen. Varavoimakoneen melutasot ovat usein korkeat ja ne tulee ottaa huomioon jo rakennusvaiheessa. Poistokanavan melu voi ylittää 80 dB jopa seitsemän metrin päähän poistokanavasta. (Hakanen ym. 2019: 56.)



Kuva 3a. Varavoimakoneen jäähdytyskanavien asennuskohtia eri kohteissa (Hakanen ym. 2019: 56).

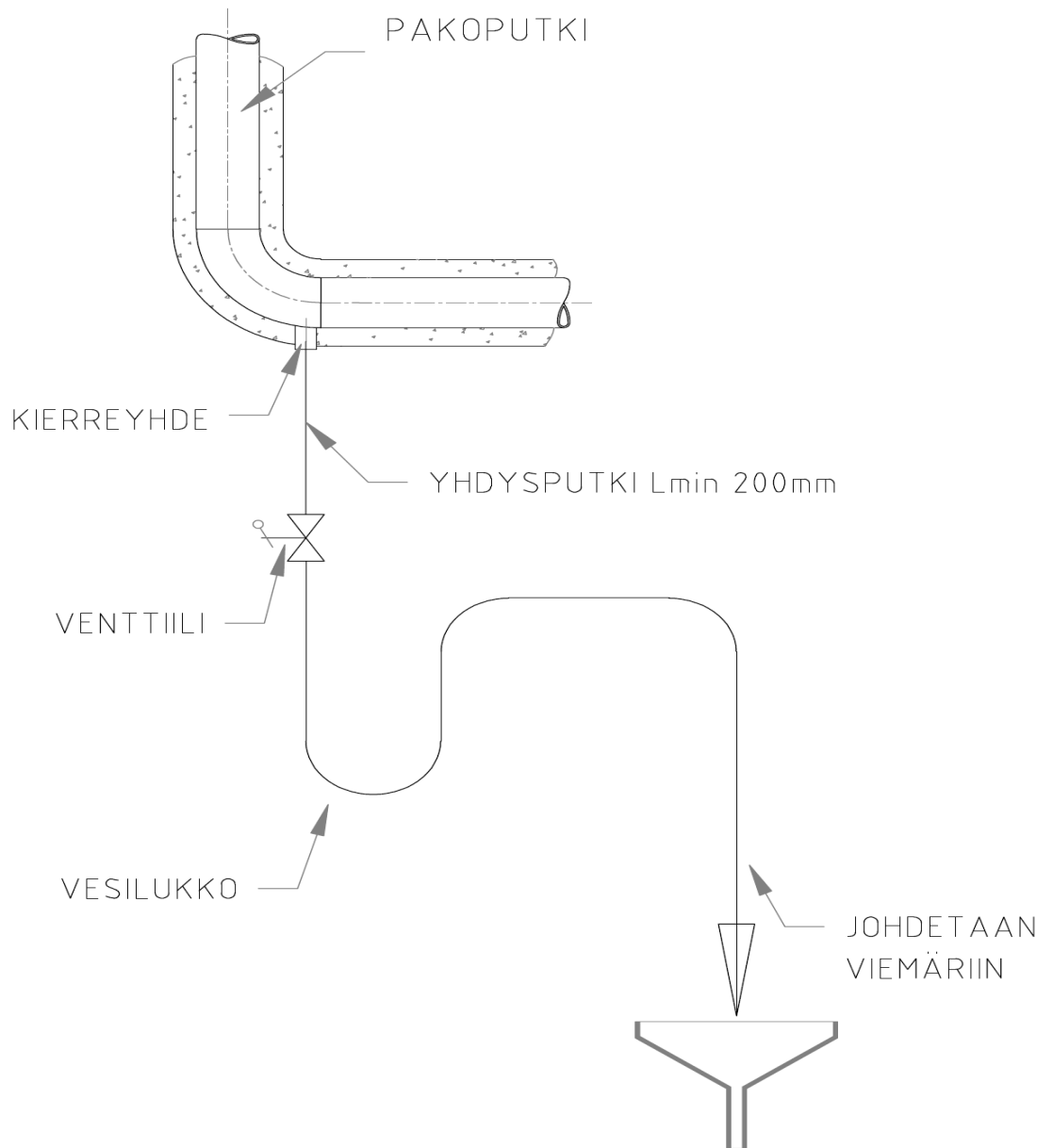


Kuva 3b. Varavoimakoneen jäähdytyskanavien erilaisia asennusvaihtoehtoja (Hakanen ym. 2019: 56).

2.7 Varavoimakoneen pakoputkisto

Pakokaasun korkea lämpötila vaikuttaa pakoputkilinjan suunnitteluun. Putken eristykseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Pakokaasun lämpötila moottorista poistuttaessa vaihtelee +400 ja +600 asteen välillä riippuen moottorin tyyppistä ja kuormituksesta. Hiiliteräspuutket laajenevat noin 1,1 mm yhtä metriä kohti sadassa celsiusasteessa. Tämä tulee ottaa huomioon, kun pakoputkistoa suunnitellaan. Pakoputkistoon kertyvän kondenssiveden poistoon on yleensä suunniteltu erillinen poistoputkisto. Toimeksiantajan kohteessa vaihdettiin uusi tehokkaampi varavoimakone vanhan pienemmän tilalle ja käytettiin vanhaa pakoputkistoa uuteen koneeseen. Oli laskettu, että vanha pakoputkisto kestää uuden koneen. Kohteessa käytiin lämpökameralla kuvaamassa, kun konetta kuormitettiin. Näin varmistuttiin, että kaikki lämpötilat putken osalta olivat kunnossa. (Hakanen ym. 2019: 60.)

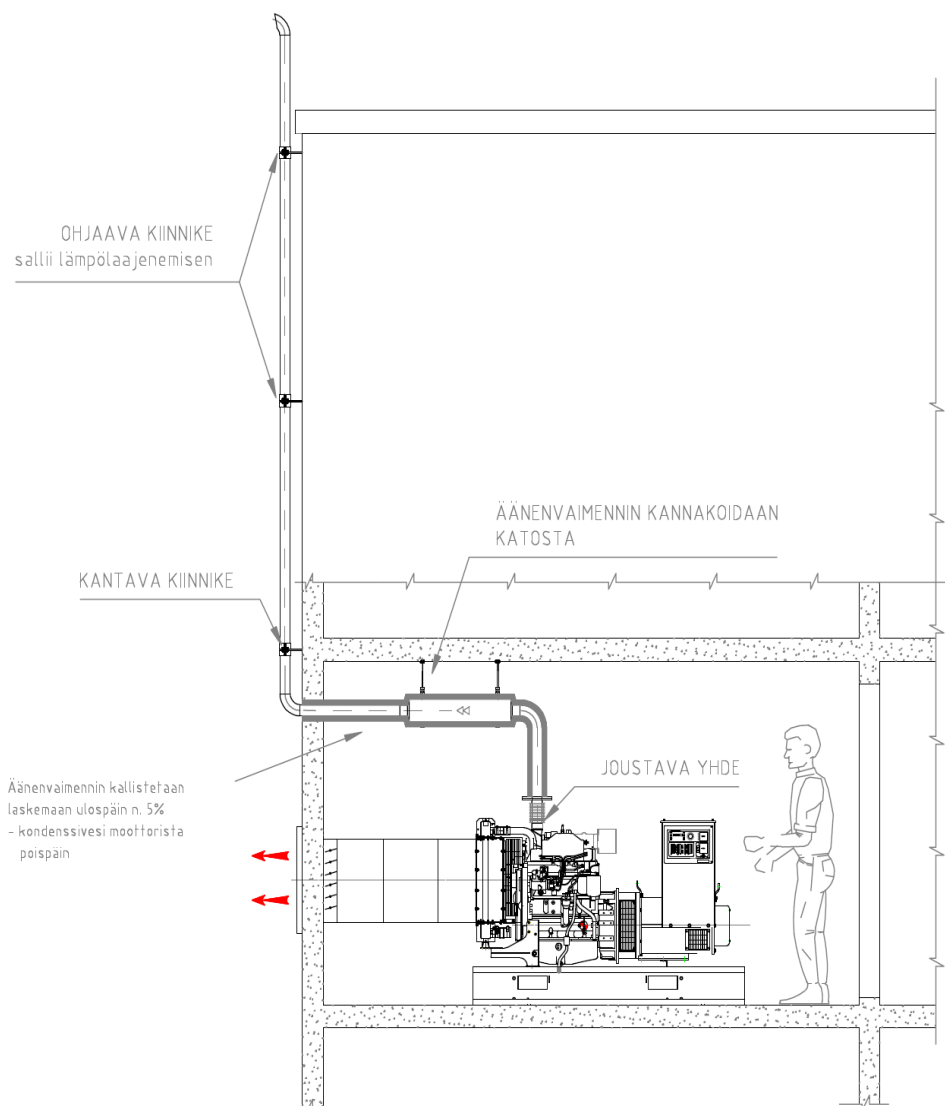
Kuvassa 4 nähdään esimerkki tilanteesta, jossa pakoputkistossa on käytetty putkivesilukkotekniikkaa kondenssiveden poistoon. Pitkän pystyosuudet ovat yleisimpiä, jossa muodostuu putkistoon vettä. Pitkät pystyosuudet pakoputkistossa kerää sadevettä ja tuottavat kondenssi vettä, joka on syytä poistaa. (Hakanen ym. 2019: 59.)



Kuva 4. Pakoputkiston putkivesilukko (Hakanen ym. 2019: 61).

Kuvassa 5 pakoputkisto tuotuna ulkoseinällä. Ulkoseinällä vietävä pakoputkisto on usein näköhaitta, joka halutaan piilottaa. Suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon putkiston kotelointi kiinteistökohtaisesti. Pakoputki on myös mahdollista

tuoda kiinteistön sisällä, mutta silloin täytyy kiinnittää huomiota erilaisiin eristykseen putken pinnalla. (Hakanen ym. 2019: 62).



Kuva 5. Pakoputkisto asennettuna pinta-asennuksena ulkoseinälle (Hakanen ym. 2019: 63).

2.8 Varavoimakonekontit

Konttimallien hyviä puolia ovat niiden helppo siirtäminen kohteesta toiseen. Varavoimakonekontit ovat usein liikuteltavia ja helppoja siirtää eri sijainteihin.

Tämä tekee niistä erittäin joustavan vaihtoehdon, koska ne voidaan asentaa

tilapäisesti esimerkiksi tapahtumiin. Varavoimakonekontti on yksi vaihtoehto, jolla voidaan eristää laitos kokonaan irti kiinteistöstä. (Hakanen ym. 2019: 73.)

Varavoimakonekontti voidaan toimittaa asennuspaikalle sopivassa rakennusvaiheessa ja liittää kiinteistön sähköverkkoon. Tällainen ratkaisu voi tuoda merkittäviä säästöjä tilankäytössä ja rakentamisessa, sekä helpottaa käyttöönottoa verrattuna erillistiloihin asennettuihin varavoimalaitoksiin. Lisäksi konttiratkaisu mahdollistaa joustavamman aikataulutuksen, kun varavoimakoneen käyttöönottoa voidaan lykätä aivan rakennuksen valmistumiseen asti. Konttimallin varavoimakoneita käytetään myös paljon kiinteästi asennettuina eri kohteissa. (Hakanen ym. 2019: 33.)

Varavoimakonekontti toimitetaan yleensä valmiiksi asennettuna ja testattuna, mikä helpottaa sen käyttöönottoa. Asennus vaatii vähemmän työtä ja aikaa verrattuna perinteisiin varavoimalaitoksiin. (Hakanen ym. 2019: 73.)

Palosuojaus on toteutettuna itsessään metallisessa kontissa, kun taas kiinteässä koneessa tulee ottaa tilan palomääräykset huomioon. (Hakanen ym. 2019: 73.)

Kuvassa 6 on konttikoneikko. Kontti sisältää käyttövalmiin koneen kaikkineen tarpeineen. Kokonaisuuteen kuuluu polttoainesäiliö, varavoimakone, jäähdytysjärjestelmä, automatiikka, ohjauskeskus, kontin lämmitys ja valaistus. Automaatiikka ohjaa koneen eritoimintoja ja pitää lämmön tasaisena ja jäähdytyksen oikean tehoisena koneen kuorman mukaan.



Kuva 6. konttikoneikko (Hakanen ym. 2019: 73).

2.9 Kuormanottokyky ja käynnistymisaika

Varavoimakoneen käynnistyminen ja kuormien siirtyminen varavoimakoneen perään tapahtuu niin, että kone tekee lyhyen käynnistystahdistuksen, noin kaksi sekuntia automaattisissa laitoksissa. Ensimmäinen porraskuorma kytkeytyy noin 12 sekunnin kuluessa verkkojännitteen häipymisestä, loput kuormat siirtyvät seuraavan kolmen sekunnin aikana. (Hakanen ym. 2019: 78.)

Jos varavoimalaitos koostuu useista rinnakkaisista koneikoista, on otettava huomioon myös koneiden keskinäiseen tahdistumiseen tarvittava aika. Usein koneissa on myös ylläpitolämmitys, joka pitää koneen noin 40 asteen lämpöisenä taatakseen nopean käynnistyksen vikatilanteen sattuessa. Kuukausittaiset koe-käytöt ylläpitävät varmuutta ja koneiden toimivuutta. (Hakanen ym. 2019: 78.)

Yleensä suositellaan vaikeasti vaihdettaville tai saataville osille vähintään 20 vuoden tai 5000 käyttötunnin käyttöikä. Helposti vaihdettaville ja saatavilla oleville osille suositellaan vähintään 5 vuoden tai 1000 käyttötunnin käyttöikä.

Huolto-osille suositellaan vähintään yhden vuoden tai 150 käyttötunnin käyttöikä. (Hakanen ym. 2019: 85.)

Moottorin käynnistysaika on sovitettava käyttötarkoitukseen. Jos määräykset edellyttävät varavoiman saatavuutta tietyssä ajassa, kuten sairaalaympäristössä 15 sekuntia verkkokatkoksen alkamisesta, tätä on noudatettava. (Hakanen ym. 2019: 85.)

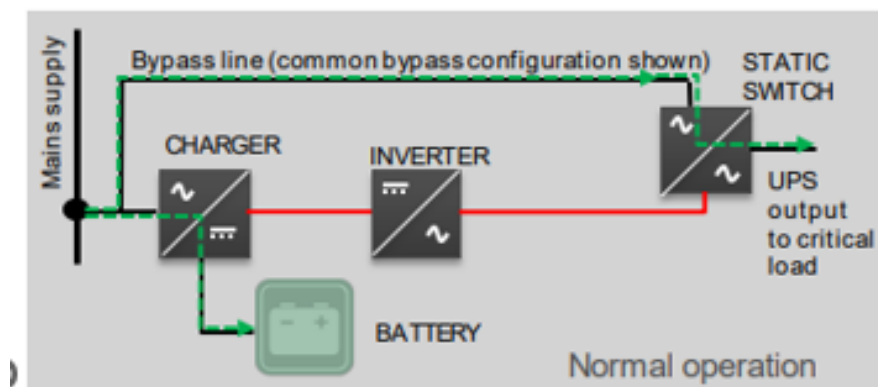
3 UPS-järjestelmien kuvaus

UPS-topologioita eli tyyppiä on kolmea eri mallia. Offline- ja standby -mallit sopivat parhaiten kotikäyttöön ja niissä ei ole yleensä staattista ohituskytkintä eli laitteen vikaantuessa virran syöttö katkeaa. *Line*-interaktiivinen UPS-järjestelmä suodattaa sähkön kuristimen avulla ja tasaa sähköverkon piikkejä ja vajeita. Ei suojaa verkon taajuushäiriöitä vastaan. Hyvälaatuiset Line-interaktiiviset UPS-järjestelmät soveltuvat verkkokytkimien varmentamiseen. Nämä ovat useimmiten varustettu staattisella ohituskytkimellä lukuun ottamatta halvimmat mallit. Online UPS tarjoaa kaikista kattavimman häiriöttömän sähkönsyötön ratkaisun. Nämä ovat pääsääntöisesti varustettu staattisella ohituskytkimellä. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

3.1 Offline- ja standby -mallit

Kuvassa 7 nähdään yksimuunnosmalli. Single conversion eli yksi muunnos tekniikan UPS-laite syöttää kuormaa normaalitilanteessa suoraan staattisen kytkimen läpi ohitusverkon kautta. Verkkohäiriön sattuessa kuorma siirtyy noin 10 millisekunnin katkon kautta invertterisyötölle. Verkkojännitettä ei korjata normaalitilanteessa. Akut ovat ylläpito latauksessa koko ajan normaalitilanteessa. (Tummavuori ym. 2010: 3.)

Single conversion (off line)

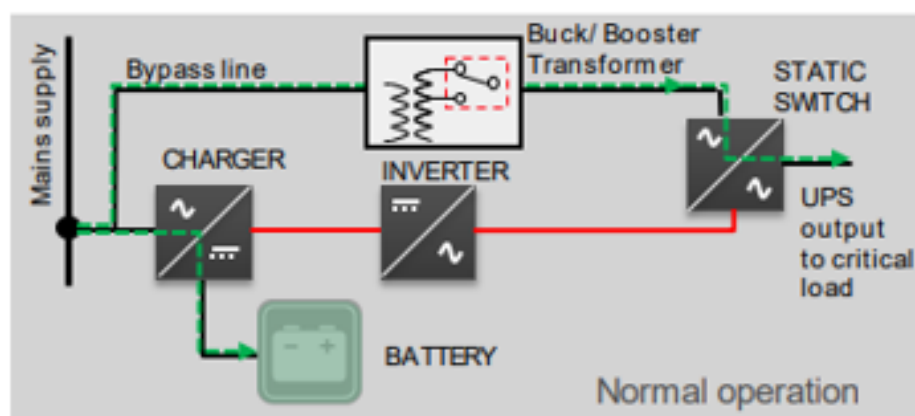


Kuva 7. Yksimuunnosmalli (Tummauori ym. 2010: 2).

3.2 Line interactive -malli

Kuvassa 8 nähdään Line interactive -malli. Tässä mallissa UPS-laite syöttää kuormaa normaalitilanteessa ohitusverkon kautta. Invertteri korjaa yhdessä syöttökuristimen kanssa verkosta tulevia häiriöitä. Akustot ovat ylläpito latauksessa kaiken aikaa. (Tummauori ym. 2010: 3.)

Line interactive

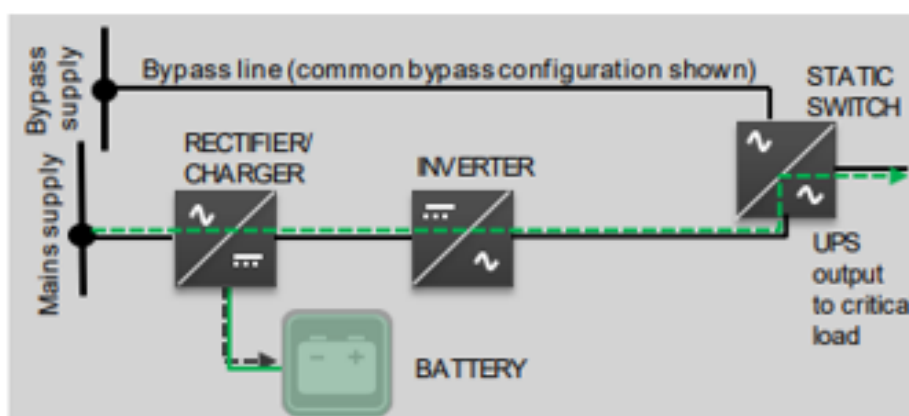


Kuva 8. Line interactive -malli (Tummauori ym. 2010: 3).

3.3 Online double conversion -malli

Kuvassa 9 nähdään double conversion -malli. Tämä online -malli takaa parhaan mahdollisen suojauksen kaikkiin verkossa tapahtuviin häiriöihin. Kuorma syötetään jatkuvasti tasasuuntaajan ja invertterin kautta, joka takaa täysin katkottoman siirtymisen verkkosyötöltä akustolle. (Tummuvuori ym. 2010: 3.)

Double conversion (on-line)



Kuva 9. double conversion malli (Tummuvuori ym. 2010: 4).

4 Erilaisia UPS-akustoja

Useille yrityksille varma energianlähde on keskeisen menestyksen ja toiminnan jatkuvuuden takaaja, olivat ne sitten teollisuuslaitoksia, toimistoja, terveydenhuoltolaitoksia, kunnallisia yhtiöitä tai datakeskuksia. Sähkökatkot voivat aiheuttaa näille yrityksille merkittäviä kustannuksia, jopa miljooniin euroihin. Siksi monet yritykset asentavat häiriöttömän sähkönsyötön järjestelmän eli UPS-järjestelmän. UPS-järjestelmän olennainen osa on akusto, joka varmistaa, että kriittiset prosessit saavat jatkuvasti häiriötöntä sähköä. Akkujärjestelmää valittaessa on tärkeää huomioida akun luotettavuus ja huollettavuus. Usein kustannuskulut nousevat esiin, kun isompia akustoja aletaan vaihtamaan. On silti suositeltavaa käyttää laadukkaita ja varmoja akkumalleja. (UPS-akkujen käsikirja. 2017: 1.)

4.1 Lyijyakut

Lyijyaku on osoittautunut taloudelliseksi ja suorituskykyiseksi vaihtoehdoksi suurten tehosovellusten, kuten UPS-järjestelmien, tarpeisiin, joissa paino ei ole ratkaiseva tekijä. Monissa UPS-järjestelmissä käytetään lyijyakkuja niiden tehokkuuden, suorituskyvyn ja alhaisen sisäisen impedanssin vuoksi. Näitä akkuja arvostetaan myös sen takia, että niillä on kyky kestää kovaa käsittelyä ja ne ovat kustannustehokkaita. (UPS-akkujen käsikirja. 2017: 3.)

Lyijyakut perustuvat elektrolyyttiin, joka sisältää vettä ja rikkihappoa. Niissä käytetään myös lyijysienestä (negatiivinen elektrodi) ja Lyijyoksidista (positiivinen napa) koostuvia levyjä. Kaksi päätyyppiä ovat ylipaineventtiilillä varustettu lyijyaku (VRLA, valve-regulated lead-acid), tunnetaan myös suljettuna tai huoltovapaana lyijyakkuna, sekä neste akku, jota kutsutaan myös tuuletettavaksi tai avoimeksi akuksi. VRLA-lyijyakut tarjoavat huoltovapauden etuja ja ovat suosittuja monissa käyttökohteissa. Vaikka lyijyakut ovatkin taloudellisia ja tehokkaita, on tärkeää tunnistaa niiden soveltuvuus eri kohteisiin ja harkita käyttöä tapauskohtaisesti. Kohteissa missä on tilaa eikä paino ole este, on lyijyaku oiva valinta. (UPS-akkujen käsikirja. 2017: 3.)

4.2 VRLA-akut

VRLA eli valve-regulated lead-acid ovat suljettuja akkuja, jotka voidaan asentaa mihin tahansa asentoon. Näissä akuissa on akkukotelossa venttiili, joka poistaa mahdollisesti muodostuvan kaasun, vaikka kaasun muodostus on yleensä harvinaista. Kaasua saattaa syntyä esimerkiksi suuren varausvirran tai nopean purkautumisen yhteydessä. Latauksen aikana mahdollisesti vapautuva vety yhdistyy uudelleen hapen kanssa akun sisällä ja muodostaa vettä. VRLA-akut jaetaan kahteen päätyyppiin niiden elektrolyytin koostumuksen perusteella. (UPS-akkujen käsikirja. 2017: 3.)

AGM (Absorbed glass Mat) on akkutyyppejä, jossa elektrolyytti on erittäin huokoisessa mikrolasikuituerottimessa. AGM-akut latautuvat nopeammin ja kykenevät

luovuttamaan suurta virtaa lyhyen ajanjakson aikana. (UPS-akkujen käsikirja. 2017: 3.)

Geeliakku sisältää rikkihapon ja silikan sekoituksesta valmistettua elektrolyyttigeeliä (UPS-akkujen käsikirja. 2017: 3.)

4.3 Nesteakut

Nestelyijyakuissa levyt ovat upotettuina happoelektrolyyttiin. Nämä akut eivät ole kaasutiiviitä, joten toiminnan aikana muodostuva vety vapautuu suoraan ympäristöön. Ilmanvaihtojärjestelmien on oltava tehokkaampia verrattuna VRLA-akkuihin, ja siksi ne on mitoitettava riittävän suuriksi. Akkujärjestelmät sijoitetaan yleensä erilliseen tilaan, noudattaen DIN VDE 0510- standardin osan 2 vaatimuksia. Nesteakut vaativat Vuosittaista huoltoa ja akkuveden rajan seuraamista ja tarvittaessa lisäämistä. Akun kyljessä on minimi ja maksimi viivat, joita ei saa alittaa eikä ylittää akkuvedellä, ettei akku vaurioidu. Niiden kestoikä on pidempi ja ne ovat luotettavampia kuin suljetut lyijyakut (UPS-akkujen käsikirja 2017: 4.)

4.4 Nikkeli-kadmiumakut

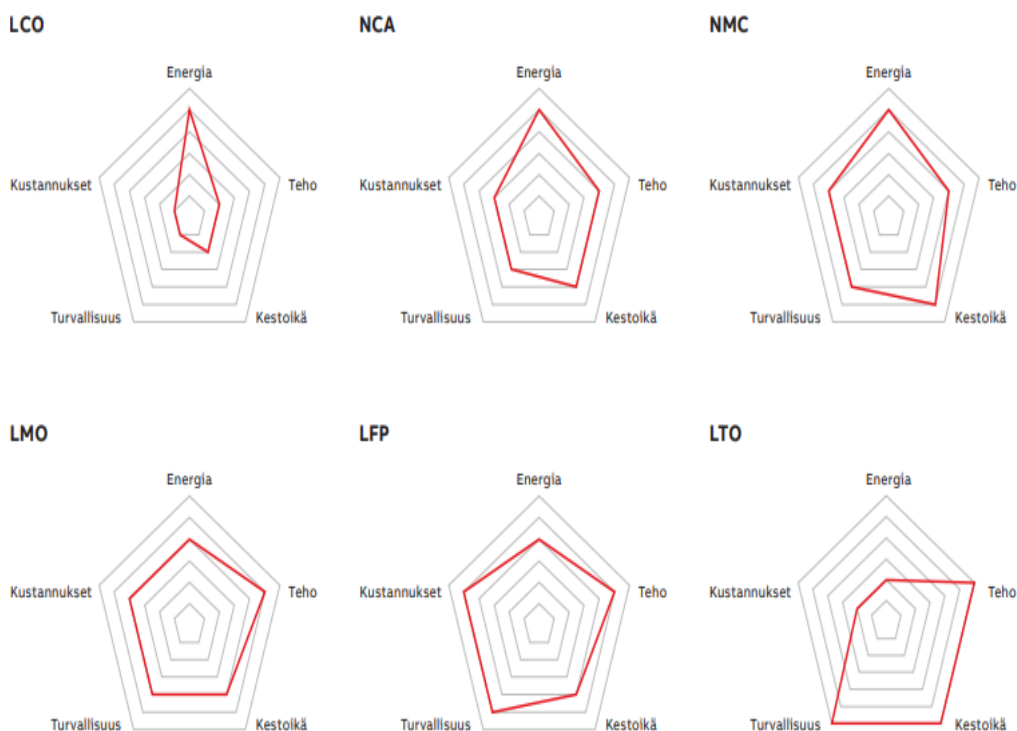
Nikkeli-kadmiumakut (NiCd) koostuvat nikkelihydroksista (positiivinen levy) ja kadmiumhydroksidista (negatiivinen levy). Niiden elektrolyytti on emäksistä kaliumhydroksidi vesiliuosta. NiCd-akut ovat erittäin pitkäikäisiä (jopa 20 vuotta) ja sietävät äärimmäisiä lämpötiloja (-20 - +40 astetta). Niiden syklinen käyttöikä on pitkä, ja ne kestävät hyvin syväpurkauksia. Huomattavaa kuitenkin on, että NiCd-akut ovat huomattavasti kalliimpia kuin perinteiset VRLA-akut (UPS-akkujen käsikirja. 2017: 4.)

4.5 Litiumioniakut

Litiumioniakuissa käytetään yleensä metallioksidista valmistettua katodia ja huokoista hiiligrafiittia anodina. Molemmat ovat upotettuna nestemäiseen

elektrolyyttiin, joka koostuu litiumsulfaatti- ja orgaanisesta liuottimesta. Purkauksen aikana ionit liikkuvat anodista katodiin elektrolyytin ja erottimen kautta. Litiumioniakut eroavat toisistaan katodin koostumuksen perusteella. Valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa kennojännite, kapasiteetti, energian ja tehon ominaisuudet, syklinen käyttöikä ja käyttölämpötila. Akut voivat sisältää erilaisia kemiallisia koostumuksia, kuten litiumkoolttioksidi (LCO), litiummangaanioksidi LMO), litiumnikkelimangaanikoolttioksidi (NMC), litiumrauta-fosfaatti (LFP), nikkelikoolttialumiinioksidi (NCA) ja litiumtitaanioksidi (LTO). Näiden eri tyyppien vertailu on haastavaa, sillä suorituskykyyn vaikuttavat moninaiset tekijät, kuten mekaaninen muoto, kennon koko ja aktiivisen materiaalin seos. Akkuvalmistajat pyrkivät myös parantamaan suorituskykyä soveltamalla eri yhdistelmiä (UPS-akkujen käsikirja. 2017: 6.)

Kuvassa 10 nähdään erilaisten Litiumakkumallien vahvuus taulukko.



Kuva 10. (UPS-akkujen käsikirja. 2017: 6).

5 UPS-laitteiden huollot

5.1 Vuosihuolto

Vuosihuollot suoritetaan laitevalmistajan ohjeen mukaan. Yleisin vuosihuollon väli on yksi vuosi. Huoltoväliä tulee lyhentää, mikäli UPS-laitetila on hyvin likainen tai lämpötila olosuhteet eivät ole laitevaatimusten mukaiset.

Vuosihuollon yhteydessä tarkastetaan UPS-laitteiden kuormitustaso sekä oleelliset mittausravot ja laaditaan loppuraportti. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

5.2 UPS-vuosihuolto alle 10kVA:n laitteille

UPS-vuosihuolto alle 10kVA:n laitteille sisältää useita tarkastuksia ja toimenpiteitä varmistamaan laitteen toiminnan ja luotettavuuden. Tässä luvussa annetaan kuvaus kustakin kohdasta. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Aistinvaraisessa tarkastuksessa tehdään laitteelle visuaalinen tarkastus ulkoisesta kunnosta mahdollisten vaurioiden havaitsemiseksi. Toiminnan ja asetustarkastuksessa tarkastetaan asetusten oikeellisuus valmistajan suositusten mukaisesti. Mittausten ja hälytysten toiminta testataan. Nolla (N)-virran mittaus tehdään mahdollisten poikkeamien varalta. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Akuston ketjukohtaisen jännitteen mittaaminen tehdään varmistuaksemme akuston toiminnasta. Akkuvarmistuksen mitoitus, jossa todetaan akuston riittävyys ja mitoitetaan tarvittaessa uudelleen. Varmistetaan, että akusto täyttää säädösten ja valmistajan vaatimukset. Tilan olosuhteiden tarkastus tehdään arvioiden laitteiden ympäristön olosuhteet, kuten lämpötila ja kosteus, varmistaen optimaaliset toimintaolosuhteet. Tarkastetaan liittimien kireys ja tarvittaessa kiristetään niitä. Varmistetaan laitteen tuulettimien asianmukainen toiminta laitteen jäähdytyksen varmistamiseksi. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Tarvittaessa suoritetaan laitteen puhdistus sekä sisä- että ulkopuolelta. Sisäisellä kuormituskokeella varmistamme laitteen toimintakyvyn. Loppuraportissa ja

dokumentoinnissa raportoidaan suoritettut toimenpiteet ja mahdolliset poikkeamat sekä dokumentoidaan havainnot ja ehdotetut toimenpiteet jatkotoimenpiteitä varten. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

5.3 UPS-vuosihuollot yli 10kVA:n laitteille

UPS-vuosihuoltojen suorittaminen yli 10 kVA:n laitteille edellyttää monia tarkastuksia ja toimenpiteitä, jotka varmistavat laitteen toiminnan ja luotettavuuden. Tässä luvussa annetaan lyhyt kuvaus vuosihuollon kustakin kohdasta. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Aistinvaraisessa tarkastuksessa tehdään laitteelle visuaalinen tarkastus ulkoisesta kunnosta mahdollisten vaurioiden havaitsemiseksi. Toiminnan ja asetus-tarkastuksessa tarkastetaan asetusten oikeellisuus valmistajan suositusten mukaisesti. Mittausten ja hälytysten toiminta testataan. Nolla (N)-virran mittausta tehdään mahdollisten poikkeamien varalta. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Vuosihuollossa analysoidaan valvontajärjestelmän lokitietoja mahdollisten poikkeamien havaitsemiseksi. Nolla (N)-virran mittausta tehdään mahdollisten poikkeamien varalta. Lisäksi seurataan vaihevirtojen eroja UPS-järjestelmän lähtöpuolella, jotta varmistetaan tasainen kuormitus. Huollon yhteydessä tarkastetaan myös, että UPS-järjestelmä täyttää tarvittaessa N+1 vaadittavan kapasiteettitason. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Suoritetaan akkutesti olemassa olevalla kuormalla. Tarkistetaan akuston ketjukohtaiset jännitetasot, jolloin varmistetaan akuston toiminta. Tarkastetaan liittimien kireys ja tarvittaessa kiristetään niitä. Varmistetaan laitteen tuulettimien asianmukainen toiminta laitteen jäähdytyksen varmistamiseksi. Tarkastetaan AC/DC-kondensaattorien kunto ja toiminta. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

5.4 UPS-akuston vuosihuolto alle 10kVA:n laitteille

UPS-akuston vuosihuolto alle 10kVA:n järjestelmälle sisältää useita tärkeitä toimenpiteitä. Tässä luvussa käydään läpi yleisimpiä huolto-ohjelmaan sisältyviä toimenpiteitä. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Tarkastetaan akuston latausarvot ja tarvittaessa säädetään niitä, jotta akuston toiminta pysyy optimaalisena. Suoritetaan hallittu purkauskoe akustolle varmistaen sen kunto ja toimintakyky. Mitataan akuston yksittäisten kennojen ja ryhmien jännitteet, jotta voidaan havaita mahdolliset epätasaisuudet tai ongelmat. Mitataan akuston latausvirta purkauskokeen jälkeen varmistaen, että akusto latautuu asian mukaisesti ja tehokkaasti. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Tarkastetaan akuston liitokset ja tarvittaessa kiristetään niitä, jotta varmistetaan hyvä kontakti ja minimoidaan häiriöt. Tarkastetaan akut visuaalisesti mahdollisten vaurioiden tai epäpuhtauksien varalta ja puhdistetaan tarvittaessa. Raportoidaan huollon suorittamisesta ja dokumentoidaan tehdyt toimenpiteet. Tarvittaessa annetaan suosituksia tai ehdotuksia tulevien toimenpiteiden tai parannusten suhteen. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

5.5 UPS-akuston vuosihuolto yli 10kVA:n laitteille

UPS-akuston vuosihuolto yli 10kVA:n järjestelmälle sisältää tärkeitä vaiheita. Ensimmäisenä tulee huomioida korkeat jännitteet lähtö- ja kennojen napojen välillä, jotta varmistamme turvallisen toiminnan. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Akuston latausarvot mitataan ja säädetään, jotta akuston toiminta pysyy optimaalisena. Akustolle suoritetaan purkauskoe, jossa arvioidaan sen kunto ja suorituskyky. Akuston kennojen ja ryhmien jännitteet mitataan ja varmistetaan tasaisen toiminnan. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Akuston latausvirtaa seurataan purkauskokeen jälkeen lataustilanteessa, jotta voidaan varmistua sen oikeasta latauksesta. Tarkastamme ja tarvittaessa

kiristämme liitokset varmistaaksemme hyvän kontaktin. Teemme visuaalisen tarkastuksen akuille ja tarvittaessa puhdistamme ne, jotta varmistetaan niiden kunto ja toimintavarmuus. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Tarkastamme akuston lämpötilakompensointiarvon ja säädämme sitä tarvittaessa akuston hoito-ohjeiden mukaisesti. Raportoimme ja dokumentoimme huollon lopputulokset ja annamme tarvittaessa suosituksia ja toimenpide-ehdotuksia järjestelmän parantamiseksi ja ylläpitämiseksi. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

6 UPS-laitteiden elinkaarihuolto

Vuosihuollon lisäksi suoritetaan elinkaarihuolto joko 36, 48 tai 60 kuukauden välein. Huollossa vaihdetaan komponentteja, jotka yleisimmin ovat tuulettimia ja kondensaattoreita. Huoltojen väli määräytyy valmistajan suosituksista ja järjestelmäkokonaisuuden kriittisyyden mukaan. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Elinkaarihuolto sisältää UPS-laitteen maahantuojan tai valmistajan hyväksymän huolto-organisaation kanssa huollosta sopimisen. UPS-huolto tehdään ko. laitteen valmistajan huolto-ohjelman mukaisesti. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Hälytysten kokeilu kiinteistövalvontajärjestelmään, varmistettava hälytysten oikea siirtyminen. Visuaalinen tarkastus liitosten ja yleiskunnon osalta. L1, L2 ja L3 vaihevirtojen erojen seuranta ja raportointi, jos virtaero vaiheiden välillä on >20 %. Raportointi havaituista vioista ja puutteista tilaajalle. Tarvittavien komponenttien uusiminen laitevalmistajan suosituksen mukaan (kondensaattorit, tuulettimet yms.). (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

Huoltovastuun tulee sisältää seuraavia asioita. Laitekannan perustaminen ja ylläpito asiakkaan järjestelmään. Huoltoraporttien laatiminen ja vieminen huoltokirjajärjestelmään. Tuki asiakkaalle. Huoltojen yhteydessä asiantuntijan tuki jatkotoimenpiteiden arvioinnista. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

7 Erilaisten kiinteistöjen varavoiman käyttötarve

Yhteiskunnassa on useita kriittisiä laitteita, jotka tarvitsevat sähköä toimiakseen. Sähkökatkon sattuessa tulee järjestelmä olla rakennettu niin, ettei kiinteässä sähköverkossa tapahtunut sähkökatkos aiheuta kriittisiin laitteisiin katkoa. Usein nämä kohteet ovat varustettu varavoimakoneella eli generaattorilla ja UPS-järjestelmällä, jossa akusto tuottaa sähköä katkon aikana. (UPS-huolto-ohjelman opas 2021.)

7.1 Maatilat

Nykyään maatilain toiminta on hyvin riippuvainen sähkölaitteista, koska monet prosessit, kuten eläinten ruokinta, lypsy, ilmastointi ja tuotannon valvonta on automatisoitu sähkön avulla. Tämä tarkoittaa sitä, että sähkölaitteiden toiminta varmuus on äärimmäisen tärkeää maatalojen toiminnan kannalta. Häiriöt sähkönsaataavuudessa voivat vaikuttaa tuotantoon ja johtaa jopa eläinten kuolemaan. Siksi on erittäin tärkeää suunnitella, asentaa ja ylläpitää sähkölaitteita huolellisesti maatilain tuotantorakennuksissa. (Härkönen ym. 2019: 1.)

Rakennemääräysten mukaan generaattori tulee eristää muista rakenteista paloluokituksen mukaisesti. Yli 100 kVA:n generaattorit tulee ilmoittaa sähköverovelvollisiksi. Vaikka veroa omaan käyttöön tuotetusta sähköstä ei tilakokoluokassa menekään. Generaattorin hankinta on verrattavissa rakennushankkeeseen. (Härkönen ym. 2019: 1.)

Lypsyjärjestelmissä on käytetty UPS-järjestelmän tuomaa sähkön varmuutta. Verkkokatkon sattuessa lypsylaitteen akustot tuottavat virtaa, ettei sähkö katke. (Härkönen ym. 2019: 1.)

7.2 Laitesuojat

Laitesuojalla tarkoitetaan esimerkiksi dataliikenteen laitesaleja, jotka tuottavat servereille sähköä. Sähkön katkeamattomuus on kriittisessä osassa tuotantoa

ja se on yleensä toteutettu seuraavasti. Varavoimakone ja UPS-järjestelmät ovat pääroolissa näissä tiloissa. Verkkokatkon sattuessa ensin laitteiden sähkökuormat siirtyvät UPS- laitteiden akustojen varaan ja varavoimakoneiden käynnistyessä koneet syöttävät sähköä, jotka alkavat lataamaan UPS-akustoja ja turvaavat serverisalien sähkön saannin. (IBM 2024.)

7.3 Juna ja metrotunnelien televerkko

Tunnelien telelaitteet on varmennettu 48 V:n tasasuuntaajajärjestelmällä, joka sisältää akuston sähkökatkon varalta. Akusto syöttää sähköä järjestelmään, jos kiinteän sähköverkon jakelu vikaantuu. Opinnäytetyöntekijällä on usean vuoden kokemus alalta.

7.4 Telemastot

Telemastojen osalta sähköjärjestelmä on rakennettu niin että kiinteänverkon sähkö ohjataan tasasuuntaajajärjestelmän läpi, jossa se muunnetaan 48 V:n tasasähköksi. Tasasähkö järjestelmä on varustettu akustolla, joka tuottaa virtaa mahdollisissa verkkokatkotilanteissa. Usein mastokopeissa on valmius siirrettävälle generaattorille, jos katkon pituus tulee olemaan pitkä. Opinnäytetyöntekijällä on usean vuoden kokemus alalta.

7.5 Iittalan lasitehdas

Varavoimakoneen tarve on lasinsulatusuuneille, jossa lasimassat ovat sulassa muodossa. Sähkökatkon sattuessa uuneissa oleva lasimassa jähmettyy ja koko tuotanto kärsii valtavat tappiot. (KWset ym 2024: 1.)

7.6 Konesalit

Isommissa telejakamoissa on sähkönsyöttö toteutettu samanlailla, kun telemasto kopeilla, mutta sinne on lisätty kiinteä varavoimakone. Näissä ei yleensä ole UPS-järjestelmää ollenkaan vaan varmennettu sähkö on toteutettu 48 V:n

tasasuuntaajajärjestelmän avulla. Suurin osa telelaitteista käyttää käyttöjännitteenä 48 V:n tasasähköä. Jos tilassa on kriittisiä laitteita, jotka tarvitsevat toimiaukseen 230 V:n vaihtovirtaa niin ratkaisu siihen on laittaa tasasuuntaajajärjestelmän rinnalle invertteri, joka käytännössä toimii UPS-järjestelmän tavoin. (IBM 2024.)

7.7 Toimistokiinteistöt

Useassa isommassa toimistokiinteistössä on serveritila missä on dataliikenne turvattu UPS-järjestelmällä. Tämäkin on kiinteistökohtaista ja varmennus yleisesti toteutuu tarpeiden mukaan. Toisissa kiinteistössä on lisäksi varavoimakone turvaamassa pidempiä sähkökatkoja. Opinnäytetyöntekijällä on usean vuoden kokemus alalta.

7.8 Tapahtumat ja festivaalit

Tapahtumanjärjestäjillä on useasti käytössään siirrettäviä generaattoreita tuottamassa sähköä. Tapahtumat kuten musiikkifestivaalit tarvitsevat kokonaisuudessaan paljon sähköä, eikä sitä välttämättä ole riittävästi paikoissa, joissa niitä järjestetään. Siirrettävät konttimalliset tai peräkärnyvedettävät generaattorit ovat hyvä ratkaisu näihin tilaisuuksiin. Urheilukisoissa käytetään monesti myös generaattoreita. Esimerkiksi motocross-kisoissa parkkialueella yöpyville kisailijoille ja heidän kalustolleen on tarjolla sähköä, joka on useimmiten toteutettu vedettävillä generaattoreilla ja väliaikaisilla rakennustyömaa jatkokaapeleilla ja keskukilla. Opinnäytetyöntekijällä on usean vuoden kokemus alalta.

7.9 Kannettavat generaattorit

Näitä on helppoa liikuttaa pienen kokonsa vuoksi ja ne ovat hinnaltaan useasti pienempiä. Tämä on hyvä ratkaisu, jos sähkön tarve on pienempi, eikä sähköä ole tarjolla. Kannettavia generaattoreita käytetään pääsääntöisesti kohteissa, jossa sähkön tarve on pieni. Yleisimmät käyttökohteet ovat matkailuautot, siirrettävät kioskit, myymälävaunut tai muut vastaavat. Teleliikennekaapelityössä

näitä voi käyttää esimerkiksi, kun hitsataan kuitujatkoa kohteessa, jossa ei ole saatavilla muuta sähköä. Opinnäytetyöntekijällä on usean vuoden kokemus alalta.

8 UPS-laitekantakartoitus

Laitekantakartoitus UPS-laitteille oli prosessi, jossa tutkittiin ja dokumentoitiin kaikki asiakkaan UPS-laitteet. Tämä sisälsi kaikkien UPS-laitteiden tunnistamisen, niiden sijainnin selvittämisen, niiden teknisten tietojen keräämisen ja tallentamisen sekä niiden nykyisen tilan arvioinnin.

Tavoitteena oli saada kattava yleiskuva UPS-laitteiden määrästä, sijainnista, käyttöiästä ja kunnan tilasta. Tätä varten suoritettiin erilaisia toimenpiteitä.

Ensin tunnistettiin laitteet eri kohteissa sekä arvioitiin niiden tarpeellisuus. Teknisten tietojen kerääminen tapahtui laitekohtaisesti. Työssä merkittiin ylös jokaisen UPS-laitteen tekniset tiedot, kuten valmistajan, mallin, kapasiteetin, asennusajankohdan ja huoltotiedot. Lisäksi tarkastettiin jokaisen UPS-laitteen nykyinen kunto ja suorituskyky ja onko laitteilla havaittavissa ongelmia tai tarvetta huollolle. Työssä lisättiin kaikki kerätyt tiedot tietokantaan, jotta niitä voidaan helposti käyttää ja päivittää tulevaisuudessa.

Laitekantakartoituksen avulla saatiin selkeä käsitys UPS-laitteiden kokonaisuudesta, niiden sijainnista ja tilasta. Tämä auttoi suunnittelemaan huolto- ja päivitystarpeita sekä varmistamaan, että UPS-laitteet toimivat luotettavasti ja tehokkaasti.

9 Raporttipohja

Työssä tehtiin raporttipohja, joka tarjoaa kattavan yleiskuvan UPS-järjestelmän huoltotoimenpiteistä ja selkeän suunnitelman tulevaisuuden tarpeista. Alla olevissa kuvissa nähdään esimerkki raporttipohjasta mitä käytettiin laitekanta kartoituksessa.

Kuvissa 11–12 nähdään raporttipohjan täyttöä.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2	UPS Newave PVO11/ZK	On-line	1400W	1.1.2009	18.12.2023	ATK jakamo	MA12063000		1	1 (+ lisäakusto)			Huone 1234 huom malli lopetettu 2014
3	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234567		1				Huone 1235 Tila pölyinen
4	UPS New UPS	On-line	5000W	1.1.2009	19.12.2020	ATK jakamo	SUPER1234568		1	1 (+ 2kpl lisäakustoa)			Huone 1236 Tila pölyinen
5	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234569		1	1 12V/7.2Ah x 20kpl			Huone 1237 Tila erittäin likainen
6	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234570		1	1 12V/7.2Ah x 20kpl			Huone 1238 Tila erittäin likainen
7	UPS New UPS	On-line	600W	1.1.2009	19.12.2020	ATK jakamo	SUPER1234571		1	1 (+ lisäakusto)			Huone 1239 Tila pölyinen
8	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234572		1				Huone 1240 Tila pölyinen
9	UPS New UPS	On-line	6700W	1.1.2009	18.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234573		1	1 (+3kpl lisäakustoa)			Huone 1241 Tila erittäin likainen
10	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234574		1				Huone 1242 Tila erittäin likainen
11	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234575		1				Huone 1243 Tila pölyinen
12	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234576		1				Huone 1244 Tila pölyinen
13	UPS New UPS	On-line	5000W	1.1.2009	19.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234577		1	1 (+ lisäakusto)			Huone 1245 Tila erittäin likainen
14	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234578		1				Huone 1246 Tila erittäin likainen
15	Akusto New UPS			1.1.2009	19.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234579		1	1 (+ lisäakusto)			Huone 1247 Tila pölyinen
16	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234580		1				Huone 1248 Tila pölyinen
17	UPS New UPS	On-line	1400W	1.1.2009	19.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234581		1	1 (+ lisäakusto)			Huone 1249 Tila erittäin likainen
18	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234582		1				Huone 1250 Tila erittäin likainen
19	UPS New UPS	On-line	1800W	1.1.2023	19.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234583		1				Huone 1251 Tila pölyinen
20	Akusto New UPS			1.1.2009	19.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234584		1	2 (+3kpl lisäakustoa)			Huone 1252 Tila pölyinen
21	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234585		1				Huone 1253 Tila erittäin likainen
22	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234586		1				Huone 1254 Tila erittäin likainen
23	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234587		1				Huone 1255 Tila pölyinen
24	UPS New UPS	On-line	4200 W	1.1.2009	18.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234588		1	1 (+ 2kpl lisäakustoa)			Huone 1256 Tila pölyinen
25	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234589		1				Huone 1257 Tila erittäin likainen
26	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234590		1				Huone 1258 Tila erittäin likainen
27	UPS New UPS	On-line	40kVA	1.1.2021	19.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234591		3				Huone 1259 Tila pölyinen
28	UPS New UPS		3600 W			ATK jakamo	SUPER1234592		3				Huone 1260 Tila pölyinen
29	UPS New UPS	On-line	2100W	1.1.2023	19.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234593		3				Huone 1261 Tila erittäin likainen
30	UPS New UPS	On-line	4200 W	1.1.2023	19.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234594		3	3 (+ 2kpl lisäakustoa)			Huone 1262 Tila erittäin likainen
31	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234595		1				Huone 1263 Tila pölyinen
32	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234596		1				Huone 1264 Tila pölyinen
33	UPS New UPS	On-line	4200 W	1.1.2009	19.12.2023	ATK jakamo	SUPER1234597		1	2 (+ 2kpl lisäakustoa)			Huone 1265 Tila erittäin likainen
34	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234598		1				Huone 1266 Tila erittäin likainen
35	Akusto New UPS			1.1.2009		ATK jakamo	SUPER1234599		1				Huone 1267 Tila pölyinen
36													
37													
38	0												1 Vaihokuntoinen
39													2 Lähene vaihtokäsi/linnari/huolto
40													3 Hyvä

Kuva 11. Raporttipohjan täyttäminen (UPS-huolto-ohjelman opas 2021).

Kuvassa 12 nähdään raporttipohjan tietoja.

1	Huomio	Tönnöngäde-ehdotus	Tuottavuus
2	huom malli lopetettu 2014		3000
3	Tila pölyinen		
4	Tila pölyinen	laitteet vanhentuneet. Asennettu 2009h. Suositellaan uuden laitteen asentamista vanhan tilalle.	4000
5	Tila erittäin likainen		
6	Tila erittäin likainen	laitteet vanhentuneet. Asennettu 2009h. Suositellaan uuden laitteen asentamista vanhan tilalle.	3000
7	Tila pölyinen		
8	Tila erittäin likainen		
9	Tila erittäin likainen	laitteet vanhentuneet. Asennettu 2009h. Suositellaan uuden laitteen asentamista vanhan tilalle.	4000
10	Tila erittäin likainen		
11	Tila pölyinen		
12	Tila pölyinen		
13	Tila erittäin likainen	laitteet vanhentuneet. Asennettu 2009h. Suositellaan uuden laitteen asentamista vanhan tilalle.	4500
14	Tila erittäin likainen		
15	Tila pölyinen		
16	Tila pölyinen		
17	Tila erittäin likainen	laitteet vanhentuneet. Asennettu 2009h. Suositellaan uuden laitteen asentamista vanhan tilalle.	3000
18	Tila erittäin likainen		
19	Tila pölyinen		
20	Tila pölyinen		
21	Tila erittäin likainen		
22	Tila erittäin likainen		
23	Tila pölyinen		
24	Tila pölyinen	laitteet vanhentuneet. Asennettu 2009h. Suositellaan uuden laitteen asentamista vanhan tilalle.	5000
25	Tila erittäin likainen		
26	Tila erittäin likainen		
27	Tila pölyinen		
28	Tila pölyinen		
29	Tila erittäin likainen		
30	Tila erittäin likainen		
31	Tila pölyinen		
32	Tila pölyinen		
33	Tila erittäin likainen	laitteet vanhentuneet. Asennettu 2009h. Suositellaan uuden laitteen asentamista vanhan tilalle.	4000
34	Tila erittäin likainen		
35	Tila pölyinen		
36			
37			

Kuva 12. Raporttipohjan täyttäminen (UPS-huolto-ohjelman opas 2021).

10 Yhteenveto

Insinööriyön keskeisenä tavoitteena oli kehittää katkeamattoman sähköjärjestelmän huolto-ohjelmaa. Työssä keskityttiin varavoimakoneisiin ja UPS-järjestelmiin.

Projektin haasteisiin kuului asiakkaan kaikkien UPS-laitteiden sijainnin ja teknisten tietojen ajantasaisuuden varmistus. Laitehuollot olivat ympäri Suomea ja monen eri vastuualueen alla. Kartoitukseen käytettiin noin kaksi kuukautta ja apuna toimivat useiden toimipisteiden huoltoasentajat. Näin saatiin luotua ajan tasalla olevat raporttipohjat, joista pystytään tarkastelemaan laitekannan kuntoa ja tarvittavia huoltotoimenpiteitä.

PTS eli pitkäntähtäimensuunnitelma olisi erinomainen työkalu kustannusten hallintaan ja jakamiseen. Näin varmistettaisiin UPS-laitteiden toimintakunto ja jaettaisiin hoitokustannukset tasaisesti koko laitteen elinkaaren ajaksi. Tätä voidaan pitää suurimpana kehityskohteena.

Työn edetessä asiakkaalle luotiin laiterekisteri, josta näkyvät kaikkien laitteiden tiedot ja huoltosuunnitelmat. Rekisteriä luodessa tehtiin samalla laitekohtainen vuosihuolto kaikille laitteille. Jatkossa rekisteriä päivitetään uusien laitteiden ja huoltojen osalta.

Työtä tehtäessä havaittiin, että on paljon kohteita, jossa käytetään varavoimaa. Varavoiman tarpeellisuus on yleistynyt kiinteistöjen kehittyessä sähköisempään suuntaan. Sähköistyminen voi helpottaa esimerkiksi maatilallisia missä käytetään erilaisia automatisoituja koneita ihmisen apuna.

Lähteet

Hakanen, Pertti; Hakala, Paavo; Kortelainen, Tero; Kousa, Pertti; Laaksonen, Matti; Nurmi, Marko & Piippo, Esa. 2019. Varavoimakoneet ja -laitokset. Espoo: Sähköinfo Oy.

Härkönen, Pentti. 2019. Maatalouden tuotantorakennusten ohjeita. Espoo: Sähköinfo Oy.

KWset. 2024. Verkkoaineisto. <<https://www.kwset.fi/fi/etusivu/>> Luettu 9.2.2024.

Tummavuori, Juha. 2010. ST 96.32 UPS-järjestelmän käyttö, ylläpito ja huolto. Espoo: Sähköinfo Oy.

UPS-akkujen käsikirja. 2017. Verkkoaineisto. ABB. https://library.e.abb.com/public/81a48f4174c34fedb0e2b83b278cd1a6/UPS%20Battery%20Systems_FI_esite.pdf. Luettu 20.2.2024.

UPS- huolto-ohjelman opas 2021. Yrityksen sisäinen aineisto. ISS Palvelut Oy.

What is a data center? Verkkoaineisto. IBM. <<https://www.ibm.com/topics/data-centers>>. Luettu 10.3.2024