

**Pekka Riikonen**

**ASETINLAITTEEN UPS-MITOITUS**

**Riipan liikennepaikka**

**Opinnäytetyö**

**CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU**

**Sähkötekniikan koulutusohjelma**

**Maaliskuu 2015**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Yksikkö</b> Ylivieskan yksikkö	<b>Aika</b> Maaliskuu 2015	<b>Tekijä/tekijät</b> Pekka Riikonen
<b>Koulutusohjelma</b> Sähkötekniikka		
<b>Työn nimi</b> ASETINLAITTEEN UPS-MITOITUS. Riipan liikennepaikka		
<b>Työn ohjaaja</b> Jari Halme		<b>Sivumäärä</b> 37 + 3
<b>Työelämäohjaaja</b> Markku Granlund		
<p>Opinnäytetyön tilaajana on Liikennevirasto. Tarkoituksena on analysoida Kokkola-Ylivieska rataosalla sijaitsevan Riipan liikennepaikan asetinlaitteen UPS-mitoitus perustuen Liikenneviraston ohjeisiin huomioiden myös taloudelliset seikat.</p> <p>Opinnäytetyössä käsitellään myös UPS-laitetta ja siihen liittyviä ominaisuuksia, joilla on merkitystä UPS-laitteen valinnassa.</p>		
<b>Asiasana</b> Asetinlaite, oikosulkulaskenta, UPS		

**ABSTRACT**

<b>CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b> Ylivieska Unit	<b>Date</b> March 2015	<b>Author</b> Pekka Riikonen
<b>Degree programme</b> Electrical engineering		
<b>Name of thesis</b> UPS DIMENSIONING OF A INTERLOCKING, Riippa operating point		
<b>Instructor</b> Jari Halme		<b>Pages</b> 37 + 3
<b>Supervisor</b> Markku Granlund		
<p>This thesis was commissioned by the Finnish Transport Agency. The purpose of the study is to analyse the UPS dimensioning of the interlocking at the Riippa operating point located on the railway section between Kokkola and Ylivieska, Finland, based on the instructions issued by the Finnish Transport Agency, taking also financial issues into consideration.</p> <p>This thesis also studies the UPS device and its characteristics bearing an impact on the selection of the UPS device.</p>		
<b>Key words</b> Interlocking, short-circuit calculation, uninterruptible power supply		

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Asetinlaite	Turvalaitejärjestelmä, jota käytetään rautatiejärjestelmässä junille ja muille kiskoilla liikkuville yksiköille turvallisten kulkuteiden varmistamiseen.
FEBDOK	Ohjelmisto, jolla voidaan mitoittaa sähkölaitteisto voimassa olevien standardien vaatimusten mukaisesti ja turvallisesti. Ohjelman avulla voidaan laskea koko sähkölaitteisto tai sähkölaitteiston osa.
Laitetila	Tila, jolla tarkoitetaan relehuonetta, asetinlaite-, tasoristeyslaite-, kuumakäynti-ilmaisinalaitostilaa tms. tilaa, jossa on sähkölaitteita ja johon liittyy sähköjohtoja.
Liikennepaikka	Valtion rataverkolla rautatieliikennepaikkarekisterissä radanpitäjän määrittelemä alue. Liikennepaikka voi sisältää eri käyttötarkoitukseen varattuja raiteita ja on osittain tai kokonaan liikenteenohjauksen piirissä.
Liikennevirasto	Vastaa valtion teistä, rautateistä ja hallinnoimistaan vesiväylistä. Ylläpitää ja kehittää liikennejärjestelmiä yhdessä muiden toimijoiden kanssa.
Ohitussyöttö	UPS-laitteen syöttö, jolla syötetään staattiselle ja sisäiselle huolto-ohitukselle energiaa.

Tasasuuntaajasyöttö	UPS-laitteen normaali syöttö, joka syöttää laitteen tasasuuntaajalle energiaa ja varataan akkuja.
Turvalaite	Yksittäinen turvalaitejärjestelmään liittyvä laite.
Turvalaitejärjestelmä	Turvalaitejärjestelmiin liittyvien komponenttien ja logiikoiden sekä kaapeloinnin sijoituspaikka
Turvalaitekaappi	Turvalaitejärjestelmiin liittyvien komponenttien ja logiikoiden sekä kaapeloinnin sijoituspaikka
UPS-järjestelmä	Tavanomaiseen sähköverkkoon liitetty järjestelmä, mahdollistaa syöttävän verkon jännitekatkosta huolimatta kuormituksen jatkuvan sähkön saannin. Järjestelmä muodostuu sähköenergiavarastosta, sähkön muuttamisesta, jakelussa ja kytkemisessä tarvittavista laitteista sekä järjestelmän tarvitsemista ulkoisista maadoitusjohtimista.
UPS-lähtö	Lähtö, joka syöttää kuormille energiaa.
UPS-verkko	UPS-järjestelmään liittyvien sähkölaitteiden sähkönjakelun toteuttamiseen liittyvä laitteen jälkeinen osa.

UPS-laite	Toiminnallinen laitekokonaisuus, mahdollistaa jatkuvan sähkön saannin. Laitteisto koostuu akustosta, tasasuuntaajasta, staattisesta ohitus- ja huoltokytkimestä ja mahdollisesti myös erotus- tai lähtömuuntajasta.
Virransyöttö	Turvalaitejärjestelmän virransyöttölaitteisto on laitteisto, jolla sähköenergia muunnetaan turvalaitteiden vaatimusten mukaiseksi. Sähköä syötetään turvalaitteille varmennettuna UPS-laitteistolla, akkuvarmennetulla muuttajakoneella ja/tai dieselaggregaatilla.

## ESIPUHE

Kiitän Liikenneviraston kunnossapitopäällikkö Markku Granlundia mahdollisuudesta toteuttaa opinnäytetyö sekä työn ohjaajaa Jari Halmetta saamastani tuesta opiskeluun ja opinnäytetyöhön liittyen.

Kiitän myös koulun opettajia, jotka opetuksissaan ovat edesauttaneet valmistautumista opinnäytetyön laadintaan.

Suuri kiitos kuuluu myös perheelle tuesta, jota olen saanut opiskeluun liittyvän matkan varrella.

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**ESIPUHE**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 SÄHKÖVERKON RAKENNE.....</b>	<b>2</b>
2.1 Pylväsmuuntamo .....	2
2.2 Pää- ja mittauskeskus .....	3
2.2.1 Ryhmäkeskus.....	5
2.2.2 Sähkölaitososio .....	6
2.2.3 Varavoimaosio .....	6
2.2.4 UPS-osio.....	6
<b>3 UPS-LAITE .....</b>	<b>9</b>
3.1 UPS-laitteen ratkaisut eli topologiat.....	9
3.1.1 OFF-Line UPS (Stand-by UPS) .....	10
3.1.2 Line interactive Off-Line UPS.....	10
3.1.3 ON-Line UPS, Double conversion UPS .....	10
3.1.4 Line Interactive, Single conversion (yhden muunnoksen) UPS.....	12
<b>4 UPS-LAITTEEN OIKOSULKU- JA VIKAVIRTASUOJAUS .....</b>	<b>14</b>
4.1 Oikosulku verkkosähköllä .....	14
4.2 Oikosulku vaihtosuuntaajalle ilman sähköverkkoa.....	15
4.3 Vikavirtasuojaus lisäsuojauksena .....	17
4.4 Liikenneviraston vaatimus .....	18
<b>5 UPS-LAITTEEN TEHON MÄÄRITYS .....</b>	<b>21</b>
5.1 Normaalit mitoitusvaatimukset .....	21
5.2 Liikenneviraston mitoitusvaatimukset .....	21
<b>6 UPS-LAITTEET, OHITUSKYTKIMET.....</b>	<b>23</b>
6.1 Automaattinen ohituskytkin (staattinen kytkin).....	23
6.1 UPS-laitteen sisäinen huoltokytkin .....	24
6.2 Ulkoinen huolto-ohituskytkin.....	25
<b>7 AKUSTO .....</b>	<b>27</b>



7.1 Akuston sijoitus .....	27
7.2 Liikenneviraston ohjeistus akuston mitoituksessa.....	28
<b>8 RIIPAN UPS-VERKKO.....</b>	<b>30</b>
8.1 Toteutettu UPS-verkko.....	30
8.2 Liikenneviraston ohjeiden mukainen UPS-verkko .....	31
<b>9 RIIPAN UPS-VERKON ANALYSOINTI.....</b>	<b>33</b>
9.1 Toteutettu vahvavirtaverkko ja UPS-verkko .....	33
9.2 Analysointi FEBDOK-ohjelmalla .....	33
9.3 Vahvavirtaverkko ja UPS-verkko järjestelmäkohtaisilla syötöillä, analysointi FEBDOK-ohjelmalla.....	34
<b>10 YHTEENVETO .....</b>	<b>36</b>
<b>LÄHTEET.....</b>	<b>38</b>
 <b>LIITTEET</b>	

## 1 JOHDANTO

Liikennevirastolla on käynnissä 355 kilometriä pitkä ratahanke rataosuudella Seinäjoki-Oulu, joka on yksi Suomen tiheimmin liikennöidyistä yksiraiteisista rataosista. Hankkeeseen on liitetty Kokkola-Ylivieska-kaksoisraiteen rakentaminen, joka alkoi vuoden 2012 alusta ja valmistuu vuoden 2017 aikana. (LIITE 1).

Hankkeella on merkittävä ja kannattava vaikutus yhteiskunnallisesti. Hankkeen avulla turvataan junaliikenteen jatkuminen rataosalla parantamalla nykyinen yksiraiteinen rata ja rakentamalla uudet kaksoisraideosuudet. Kaksoisraideosuudet kasvattavat raideliikenteen kapasiteettia ja mahdollistavat nopeuden noston.

Kokkola-Ylivieska-rataosa sisältää 16 liikennepaikka, joilla tehdään liikennepaikkamuutoksia. Merkittävimpiä muutoksia kaksoisraiteen rakentamiseen liittyen ovat asetinlaite-, sähkörata-, turvalaite ja vahvavirtamuutokset.

Opinnäytetyön tarkoituksena on analysoida Kokkola-Ylivieska-rataosalla sijaitsevan Riipan liikennepaikan asetinlaitteen UPS-mitoitus, perustuen Liikenneviraston ohjeisiin huomioiden myös taloudelliset seikat. Opinnäytetyössä käsitellään myös UPS-laitetta ja siihen liittyviä ominaisuuksia, koska näillä on merkitystä UPS-laitteen valintaan.

Opinnäytetyössä on käytetty ammattikäyttöön tarkoitettua FEBDOK-ohjelmaa, jolla voidaan mitoittaa sähkölaitteisto voimassa olevien standardien vaatimusten mukaisesti ja turvallisesti.

## 2 SÄHKÖVERKON RAKENNE

Liikennevirasto on tehnyt sähköliittymästä 3x80 A sopimuksen Korpelan Voimakonsernin kanssa. Sähköliittymä vastaa 55 kW liittymisteho.

### 2.1 Pylväsmuuntamo

Sopimuksen perusteella Verkko Korpela Oy on rakentanut pylväsmuuntamolta (KUVIO 1) 02094 Riipan pysäkki oman 0,4 kV lähdön numero 3 Riipan liikennepaikkaa varten. Lähtöä suojaavat sulakkeet gG 3x160 A sijaitsevat pylväsvarokekytkimessä. Pylväsmuuntamolta on asennettu maakaapeli AXMK 95 katuvalopylväälle jatkuen edelleen Riipantien kohdalla olevalle katuvalopylväälle AMKA 70-ilmakaapelilla. Katuvalopylväältä liittymisjohto jatkuu maakaapelilla AXMK 95 asetinlaiterakennuksen läheisyydessä sijaitsevalle verkkoyhtiön jakokaapille ja edelleen pää- ja mittauskeskuksena toimivalle jakokaapille.



KUVIO 1. Pylväsmuuntamo 02094 Riipan pysäkki

## 2.2 Pää- ja mittauskeskus

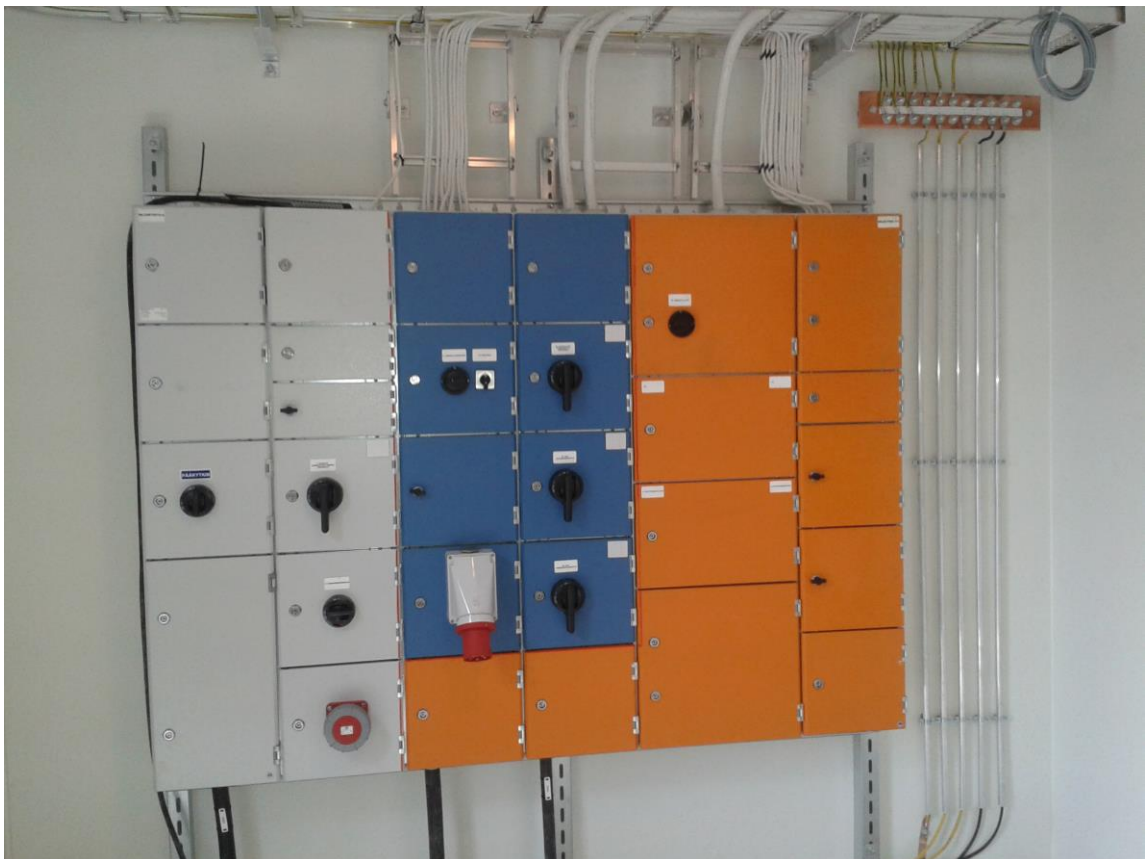
Pää- ja mittauskeskus on asennettu ABB:n kaapelijakokaappiin (KUVIO 2), jossa sijaitsevat liittymän pääsulakkeet. Liittymispiste on jakokaapin 0,4 kV liittimissä, missä sähköyhtiön ilmoittama oikosulkuvirta ( $I_k$ ) on 911 A. Liittymispisteellä tarkoitetaan kohtaa, missä liittymän liittymiskaapeli kytketään sähköyhtiön jakeluverkkoon. Jakokaapista lähtee syöttökaapeli AMCMK 4x120AL+41Cu asetinlaiterakennuksen ryhmäkeskukselle.



KUVIO 2. Jakokaappi, pää- ja mittauskeskus

### 2.2.1 Ryhmäkeskus

Ryhmäkeskuksessa (KUVIO 3) on sähkölaitos-, UPS-keskus- ja varavoimaosio. Ryhmäkeskuksesta syötetään asetinlaiterakennuksen rakennussähköistystä (ilmastointi, lämmitys, pistorasiat, valaistus) sekä UPS-verkkoa syöttävää UPS-laitetta. Keskuksissa on määritelty värit eri järjestelmille: sähkölaitososiolle harmaa, UPS-osiolle oranssi ja varavoimaosiolle sininen.



KUVIO 3. Ryhmäkeskus

### 2.2.2 Sähkölaitososio

Sähkölaitososiosta syötetään asetinlaiterakennuksen ilmastointi, lämmitys, pistorasiat ja valaistus.

TAULUKKO 1. Sähkölaitososion teho

Lähtö	Sulake A	Teho kW	Huom!
Ilmalämpöpumppu	C10	5,1	
Laitetilan lämmitys	C10	3,0	
Laitetilan pistorasiat	C16	7,36	Teho mitoitettu maksimi kuormalle
Laitetilan valaistus	C10	0,576	
Ulkovalaistus	C10	0,06	
<b>Yhteensä</b>		<b>19.92</b>	

### 2.2.3 Varavoimaosio

Varavoimaosioon on mahdollisuus liittää varavoimakone, jolla varmistetaan sähkön syöttö ryhmäkeskukseen esimerkiksi sähköyhtiön verkkokatkon aikana. Varavoimaosiossa on vaihtokytkin, jolla valitaan sähkönsyöttö verkosta tai varavoimakoneelta. Varavoimaosiossa on myös 63 A kojevastake varavoimakoneen liittämistä varten.

### 2.2.4 UPS-osio

UPS-osio saa sähkönsyötön UPS-laitteelta. UPS-osiosta syötetään virransyöttö:

- asetinlaiterakennuksen ilmalämpöpumpulle
- murto- ja palohälytyskeskukselle



- poistumistievaloille
- radan varren turvalaitekaapeissa (KUVIO 4) sijaitseville vahvavirta- ja turvalaitejärjestelmille
- varavalaistukselle
- UPS-pistorasioille

TAULUKKO 2. UPS-osion teho

Lähtö	Sulake A	Teho kW	Huom!
Ilmalämpöpumppu	C10	5,1	
Laitetilan turvalaitteet	C16	0,5	
Kaapit K502-K501	B16	1,5	Kaapeilla teho muodostuu; lämmitys 0,83 kW, ilmanvaihto 0,174 kW ja turvalaitteet 0,5 kW
Kaapit K504-K503	B16	1,5	
Kaapit K543-K545	B16	1,5	
Murto- ja palohälytys	C10	0,15	
UPS-pistorasiat	C16	7,36	Teho mitoitettu maksimi kuormalle
Turvavalaistus	C10	0,1	
<b>Yhteensä</b>		<b>22,2</b>	





KUVIO 4. Turvalaitekaapit, pieni ja iso

### 3 UPS-LAITE

UPS-laite varmistaa häiriöttömän sähkönsyötön kriittisille laitteille ja järjestelmille, joiden toiminta saattaa häiriintyä verkkojännitteen huonon laadun tai täydellisen katkeamisen vuoksi. Katkeamattoman sähkönsyötön järjestelmä on englanniksi Uninterruptable power supply (UPS).

Herkkien elektronisten laitteiden toiminta edellyttää suojausta sähköverkkojen häiriöiltä. Esim. ukkonen, sähkölaitosten käyttöhäiriöt, pikajälleenkytkennät ja suurtaajuiset häiriöt voivat aiheuttaa huomattavia häiriöitä vaihtojännitteessä. Niiden seurauksena on mitä moninaisempia ongelmia:

- verkkojännitteen häviäminen (verkkokatkos)
- verkkojännitteen heilahtelut
- yli- ja alijännite
- hitaat verkkojännitteen muutokset
- taajuusvaihtelut
- häiriöjännitteet
- kytkentä- ja vikatilanteiden aiheuttamat jännitepiikit
- edellä mainittujen yhdistelmät.

#### 3.1 UPS-laitteen ratkaisut eli topologiat

UPS-laitteiden ratkaisut eli topologiat jakaantuvat neljään eri kategoriaan:

- OFF-Line UPS (Stand-by UPS)
- Line interactive Off-Linen UPS
- ON-Line UPS, Double conversion (kahden muunnoksen) UPS

- Line Interactive, Single conversion (yhden muunnoksen) UPS. (UPS käsikirja, 2.) ja (ST 52.35.02, 4)

### 3.1.1 OFF-Line UPS (Stand-by UPS)

Jännitekatkojen ja suurien jännitevaihteluiden aikana vaihtosuuntaaja käynnistyy ja sähkö syötetään akustosta vaihtosuuntaajan kautta laitteille. (UPS käsikirja, 2.)

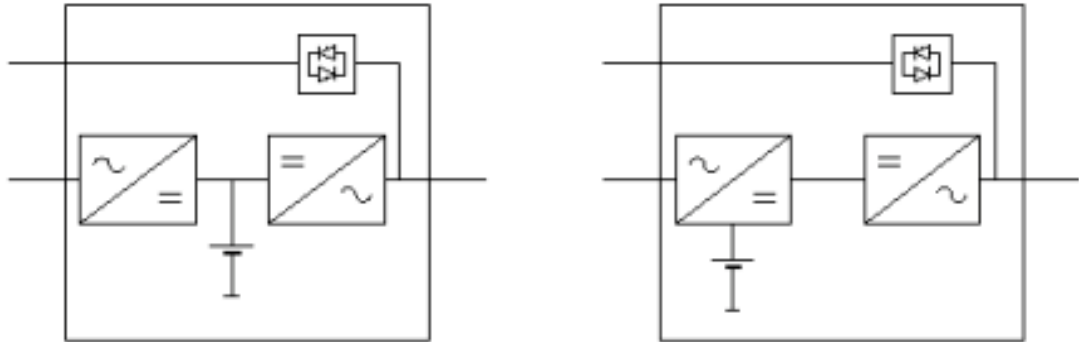
### 3.1.2 Line interactive Off-Line UPS

Ratkaisu eroaa edellisestä siinä, että normaalitilanteessa virta syötetään säätäjän kautta kuormalle. Säätäjä toimii käämikytkin-periaatteella korjaten lähtöjännitettä verkkojännitteen vaihdellessa. Jännitekatkon aikana vaihtosuuntaaja käynnistyy ja syöttää kuormaa akusta saatavalla energialla. Tämä UPS-ratkaisu soveltuu käyttöympäristöön, jossa verkkojännitteen vaihtelut ovat suuret. Akuston energiaa käytetään vain jännitekatkon aikana. (UPS käsikirja, 2.)

### 3.1.3 ON-Line UPS, Double conversion UPS

Riipan liikennepaikalla on käytössä ON-Line UPS, double conversion UPS-laite (LIITE 2), jonka teho on 80 kVA. UPS-laite soveltuu kaikkien kuormien varmistukseen. Sähkö syötetään tasasuuntauksen ja vaihtosuuntauksen kautta kriittisille kuormalle. Tästä johtuu nimi *Double conversion, kahden muunnoksen UPS*. (KUVIO 7). Toimintaperiaate takaa sen, että UPS-laitteen lähtöjännite on riippumaton syöttävän sähköverkon jännitteen vaihteluista, jännitepiikeistä, taajuusvaihteluista ym. häiriöistä. Suuretkaan jännite- ja taajuuspoikkeamat eivät

siirrä UPS-laitetta akkusyötölle, vaan tasasuuntaaja kykenee syöttämään tarvittavan virran vaihtosuuntaajalle. (UPS käsikirja, 3.)



KUVIO 7. Kaksimuunnostekniikan On-Line UPS-laitteiden toimintaperiaatteet (UPS-käsikirja, 3.)

UPS-laitteet varustetaan staattisella ohituskytkimellä. Sähkönsyöttö siirtyy ohitukselle ylivirtatilanteissa, kuten käynnistysvirrat, sulakkeen palaminen jne. Kaikki siirrot ohitukselle ja takaisin vaihtosuuntaajasyötölle tapahtuvat katkoitta. (UPS käsikirja, 3.)



KUVIO 7. Riipan UPS-laite

### 3.1.4 Line Interactive, Single conversion (yhden muunnoksen) UPS

Ratkaisun suomenkielinen nimitys on yhden muunnoksen UPS.

Tässä ratkaisussa syöttävän verkon rinnalla on rinnakkaissäätäjä. Nimellisellä verkkojännitteellä sähkö syötetään kriittisille kuormalle suoraan verkosta suodattimien kautta. Jännitteen vaihdelta UPS-laitteen lähtöjännite säädetään nimelliseksi rinnakkaissäätäjällä. Sääto tapahtuu vaihekulmaa muuttamalla. Tämä

säätötapa näkyy syöttävään verkkoon hyvin induktiivisena. Vaihekulman korjaamiseksi UPS-laite on varustettu Delta Converter-moduulilla. (UPS käsikirja, 3.)

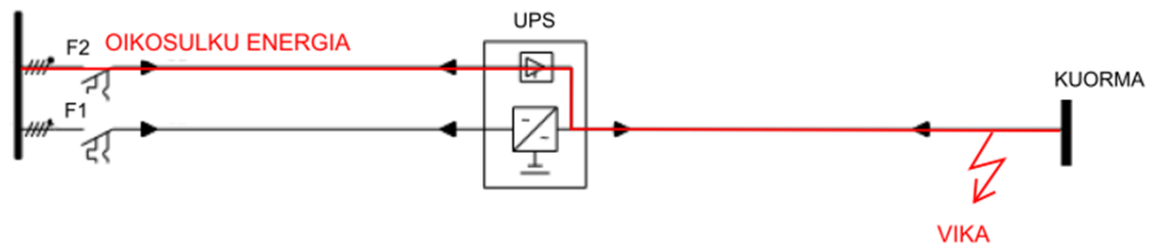
## 4 UPS-LAITTEEN OIKOSULKU- JA VIKAVIRTASUOJAUS

UPS-laitteet on suojattu elektronisesti oikosulkua vastaan. Mikäli UPS-laitteen lähdöstä ei oikosulku poistu itsestään, katkaisee UPS-laite lähtöjännitteen automaattisesti. UPS-laitteen syöttämä oikosulkuvirta sekä virran kestoaika pitää tarkistaa laitekohtaisesti. Tärkeää on huomioida, että oikosulkuvirta on rajoitettu vaihtosuuntaajalla syötettynä. (Ylinen 2010, 53.)

Elektronisella suojauksella pystytään takaamaan henkilösuojaus aina, ja vikakohta saadaan poistettua käytöstä. Elektroninen suojaus katkaisee jännitteen koko perässä olevalta UPS-jakelulta eli koko järjestelmä ajetaan alas. Tällä ei siis kuitenkaan voida taata yksittäisen suojan (automaatti tai sulake) toimintaa ilman lisäsuojustoimenpiteitä. Vaihtosuuntaajakäytöllä oltaessa UPS-laitteen antama oikosulkuvirta on rajoitettu. UPS-laitteen lähdössä tapahtuva oikosulku voidaan jakaa kahteen tapaukseen. (Ylinen 2010, 53.)

### 4.1 Oikosulku verkkosähköllä

Oikosulun tapahtuessa se tunnistetaan ja kuorma siirretään välittömästi häiriöittä ohituksen kautta verkkosähkölle ja oikosulkuteho otetaan suoraan sähköverkosta. (KUVIO 8). Laitteen lähdössä näkyvä oikosulkuvirta on huomattavasti suurempi kuin tapauksessa, jossa oikosulku tapahtuu sähkökatkon aikana. Ensin mainitussa tapauksessa selektiivisyys on helpompi järjestää. Ohitussyötössä olevan verkkosulakkeen pitää olla suurempi kuin sulakkeen UPS-laitteen lähtöpuolella, jotta selektiivisyys saavutetaan. Selektiivisyyslaskennassa käytetään normaaleja selektiivisyysääntöjä. (Ylinen 2010, 53.)



KUVIO 8. Oikosulku UPS-laitteen lähdössä verkkosähköllä

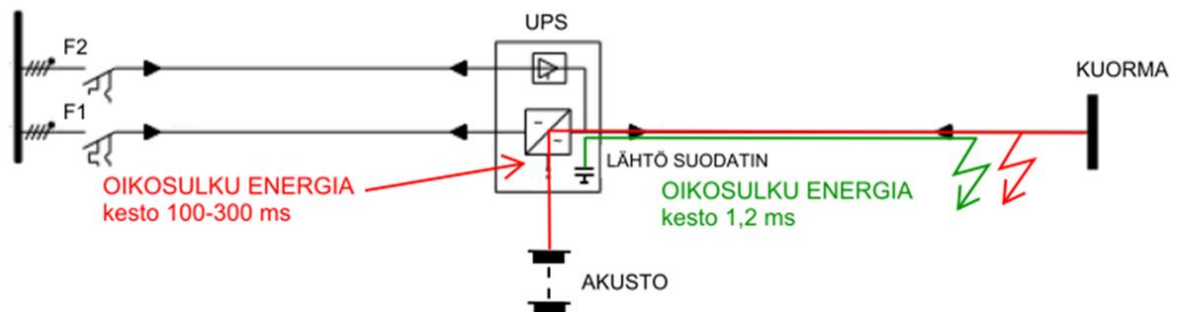
Oikosulun tapahtuessa UPS-laitteen lähdössä kuorma siirretään verkkosähkölle staattisen ohituksen kautta. Energia syötetään suoraan verkosta UPS-laitteen lähtöön, ja sulake toimii. Vaihtosuuntaajan lähtövirta pienenee nollaan, pienen piikin jälkeen. Piikki aiheutuu lähtösuodattimesta ja sen kondensaattoreista. Vaihtosuuntaajan lähtöjännite alenee nollaan lyhyessä ajassa, samassa ajassa kuin sulake palaa. Vikatilanteen poistumisen jälkeen UPS-laite toimii hetken ohituksella. Tilanteen normalisoituessa UPS-laite automaattisesti siirtää syötön verkolta vaihtosuuntaajalle. Ennen kuorman siirtoa vaihtosuuntaajalle UPS-laite tarkistaa elektronisesti, että oikosulku on poistunut lähdestä. (Ylinen 2010, 54.)

#### 4.2 Oikosulku vaihtosuuntaajalle ilman sähköverkkoa

Oikosulku verkkokatkoksella riippuu osittain lähtösuodattimen koosta ja sen kondensaattoreista. Oikosulun tapahtuessa kondensaattorit antavat noin 1,2 ms virtapiikin, joka on 7...10-kertainen nimellisvirtaan nähden. Suurempi suodatin antaa enemmän hetkellistä energiaa, toisaalta suurempi suodatin tarkoittaa suurempia häviöitä ja enemmän kustannuksia sekä hitaampaa säätöä hetkellisissä häiriöissä. (Ylinen 2010, 55.)



Tapauksessa oikosulkujännite laskee lähelle nollaa. Jos oikosulku ei poistu eli sulake ei pala, kuormajännite katkaistaan. Tällöin koko UPS-laitteen perässä oleva järjestelmä jää ilman jännitettä. Oikosulku ilman verkkojännitettä on erittäin haastava selektiivisyyden kannalta UPS-järjestelmille. Oikosulkuvirta on syötettävä vaihtosuuntaajalla. (KUVIO 9). Normaalisti oikosulku rajoittuu arvoon, joka on noin 2...3-kertainen nimellisvirtaan nähden. Lisäksi UPS-laitteen vaihtosuuntaaja tekee kuormasta jännitteettömän oikosulkutilanteessa. Toisaalta vikakohta pitää saada suljettua pois toimivasta järjestelmästä. (Ylinen 2010, 53.)



KUVIO 9. Oikosulku UPS-laitteen lähdössä vaihtosuuntaajakäytössä

Kun verkkosähköä ei ole käytettävissä on energia sulakkeen toimimiseen saatava vaihtosuuntaajan kautta, akustolta. Alun virtapiikin jälkeen vaihtosuuntaaja ylläpitää tavallisesti 100...300 ms ajan oikosulkuvirtaa kunnes, sulake toimii. Aika on laitekohtainen ja riippuu UPS-järjestelmästä. Jos sulake ei toimi, UPS-laite sammuu elektronisen suojauksensa avulla. Lähtöjännite alenee puolijakson ajaksi lähelle nollaa eli juuri ajaksi, jossa sulake toimii. Mikäli sulake ei toimi, UPS sammuttaa itsensä ja koko järjestelmä jää jännitteettömäksi. (Ylinen 2010, 56.)

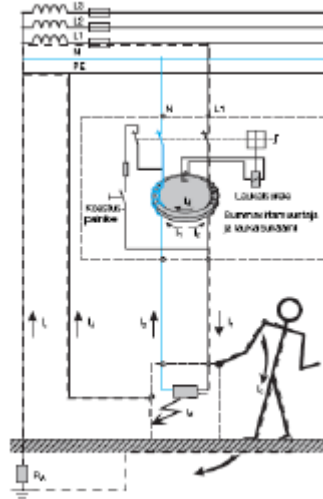
Käytännössä oikosulkuaika olisi mitoitettava mahdollisimman lyhyeksi, vaihtosuuntaajakäytössä enintään 5...10 ms arvoon. Syy tähän on matala jännite vaihtosuuntaajan lähdössä oikosulun aikana. (Ylinen 2010, 57.)

Pienillä UPS-laitteilla on selektiivisyyttä mahdoton saavuttaa pelkillä sulakkeilla tai johdonsuoja-automaateilla. Tarvitaan lisäsuojauksia kuten esimerkiksi vikavirtasuojia. UPS-jakelussa on syytä välttää moniportaista jakelua. Selektiivisyyttä moniportaisessa jakelussa on erittäin haastavaa saavuttaa. (Ylinen 2010, 57.)

UPS-laitteen maksimioikosulkuvirta vaihtosuuntaajalla riippuu paljon laitteen omista ominaisuuksista, ja laitteissa on paljon eroja. Vaihtosuuntaajakäytössä UPS-laitteen oikosulkuvirta voi olla 2,2...9-kertainen nimellisvirtaan nähden. Oikosulkuvirta pitää tarkistaa aina UPS-laitekohtaisesti selektiivisyyttä tarkisteltaessa. Pelkkiä kertoimia ei voi käyttää laskennassa, aina on tiedettävä todellinen oikosulkuvirta vaihtosuuntaajalla sekä laitteen oikosulku-aika. Oikosulkuajalla voidaan vertailla eri valmistajien UPS-laitteiden oikosulkutehoja ja tarkastella niillä sulakkeiden palamista. Huomion arvoista on, että oikosulkulaskentaa tehtäessä esim. gG-sulakkeilla laskennassa pidetään yleisesti tärkeämpänä oikosulku-aikaa kuin pelkkiä oikosulkuarvoja ja niiden kestoa. Parhaisiin tuloksiin pääsee tutkimalla kumpiakin arvoja. Tyypillisesti oikosulku-aika on 100...300 ms. (Ylinen 2010, 57.)

### **4.3 Vikavirtasuojaus lisäsuojauksena**

Vikavirtasuojaus (KUVIO 10) suojaa ihmisiä, eläimiä ja esineitä jännitteisten osien suoralta tai epäsuoralta koskettamiselta. Vikavirtakytkimillä valvotaan eristysvikoja ja katkaistaan vahingolliset vuotovirrat. Vikavirtasuojauksia voidaan käyttää myös palosuojauksessa. Vikavirtajohdonsuojaa käytetään samanaikaisesti ryhmäkaapelien ja kojeiden oikosulku- ja ylikuormitussuojaukseen sekä vikavirtojen pois kytkemiseen. Yhdistelmäkojeet ovat erittäin käytännöllisiä silloin, kun erillissuojia ei tilanpuutteen vuoksi voida käyttää. (Ylinen 2010, 60.)



KUVIO 10. Esimerkki vikavirtasuojauksesta (TN-S –järjestelmä) (Ylinen 2010, 61.)

UPS-järjestelmissä usein suositellaan käytettäväksi lisäsuojauksia, vikavirtasuojia UPS-laitteen kuorman puolella. Vikavirtasuojia pitää välttää UPS-laitteen syöttöpuolelle, koska suodattimien vikavirrat voivat aiheuttaa turhia poiskytkentöjä. UPS-laitteen suodattimien lisäksi syöttöpuolella oleviin vikavirtasuojiin voivat vaikuttaa kuorman puolella olevien ryhmien summavikavirrat. (Ylinen 2010, 61.)

Kaikissa laitteissa esiintyy vuotovirtoja. Em. syistä johtuen vikavirtasuojauksia voi olla syytä käyttää ryhmäkohtaisesti, vaikka SFS 6000 ei sitä edellyttäisi. (Ylinen 2010, 61.)

#### 4.4 Liikenneviraston vaatimus

Turvalaitejärjestelmissä ei saa käyttää vikavirtasuojia niiden toiminnan hankalan testattavuuden takia. Vikavirtasuojien käyttö paikallisohjaustilan (maallikkotila) näyttöjen pistorasioiden suojauksessa on kuitenkin sallittu. (Turvalaitteiden sähkönsyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus 2014.)

UPS-laitteiston on kyettävä syöttämään koko turvalaitteistoa ilman, että ylikuormitusilanteessa osa kuormasta kytketään irti. Suojauksessa suojalaitteet on valittava niin, että ne toimivat 20 ms aikana tai nopeammin. Suojan nimellisvirta kerrottuna suojan toimintavirtakertoimella ei saa ylittää UPS-laitteen 20 ms oikosulkuvirta-arvoa ja sulakesuojauksessa sulakkeiden oikosulkuaika ei saa ylittää UPS-laitteen oikosulkuvirran 20 ms oikosulkuaikaa valitulla UPS-laitteistolla akkukäytöllä ilman staattista verkkokytkintä tai syöttökaapelissa tapahtuneessa viassa. (Turvalaitteiden sähkönsyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus 2014.)

Suojauksen selektiivisyyteen on pyrittävä. Ylivirtasuojauksen selektiivisyyden katsotaan olevan riittävä, jos edeltävän suojalaitteen virta-arvo on vähintään kaksi porrasta suurempi kuin seuraavassa portaassa. Peräkkäisten suojalaitteiden selektiivisyydestä voidaan luopua, jos se ei ole mahdollista laiteredundanssiratkaisun vuoksi tai siitä voi aiheutua turvallisuushaittaa. Suojauksen on toimittava myös akkukäytöllä ilman UPS-laitteen verkkosyötön päälläoloa. Niiden laitteiden, joita ei syötetä UPS-verkosta, suojauksen laukeamisaikojen varmistamiseksi on oikosulkuvirran (Ik) oltava vähintään 2,5-kertainen nimellisvirtaan nähden. (Turvalaitteiden sähkönsyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus 2014.)

Turvalaitteissa on käytettävä ensisijaisesti TN-S- tai IT-jakelujärjestelmää, sillä:

- käytössä ovat pienet johdinpoikkipinnat
- käytössä ovat pitkät asetusetäisyydet (6,5 km)
- yksittäisten komponenttien tehontarve on pieni
- käytössä oleva UPS-kapasiteetti asettaa rajoituksia oikosulkuvirran syöttökyvyssä (Turvalaitteiden sähkönsyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus 2014.)

TN-S-järjestelmää käytettäessä on käytettävä galvaanista erotusta yleisen verkon syötöstä erotusmuuntajilla toteutettuna. Ohjattava järjestelmä on varustettava maa- ja telineoikosulkuvalvonnalla. Turvalaitteiden turvallisuuskriittisten piirien toiminta perustuu maasta erotettuun kytkentään. Vaatimus liittyy junaturvallisuuden varmistamiseen. (Turvalaitteiden sähkönsyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus 2014.)

Laskelmat UPS-mitoitusta varten on tehtävä virallisilla SFS-/Sähköinforon kaavoilla. Ainoastaan vaihteenkääntökaapeloinnin mitoitusta ei tarvitse matemaattisesti todentaa. (Turvalaitteiden sähkönsyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus 2014.)

## 5 UPS-LAITTEEN TEHON MÄÄRITYS

### 5.1 Normaalit mitoitusvaatimukset

Yksittäisen UPS-laitteen, modulaarisen UPS-laitteen tai suuremman UPS-laitoksen mitoittavana tekijänä on ensisijaisesti kuorman suuruus. Järjestelmää ei pidä mitoittaa siten, että joudutaan tilanteeseen, jolloin laitetta tai laitteita joudutaan kuormittamaan lähes 100 %. Toisaalta muutaman kymmenen prosentin (20 %) kuormalla toimiva UPS on hyötysuhteeltaan niin heikko, ettei siihenkään pidä pyrkiä. UPS-laitteen mitoituksessa voidaan karkeasti lähteä siitä, että laitetta ei jouduta normaalisti kuormittamaan enempää kuin 80 % sen nimellistehosta, mutta kuormitusaste olisi kuitenkin vähintään 40 %. (ST 52.35.02, 4)

UPS-laitteen teho määräytyy siten, että arvioitu lopullinen kuorma on maksimissaan noin 75...80 % UPS-laitteen tehosta.

UPS-järjestelmän suositeltava maksimikuorma:

$$S_{UPS_{max}} = 0,80 \times S_{UPS} \quad (1)$$

missä

$S_{UPS}$  = UPS-laitteen nimellisteho

UPS-laitteiden suositeltava maksimikuormitusaste on 80 %.

### 5.2 Liikenneviraston mitoitusvaatimukset

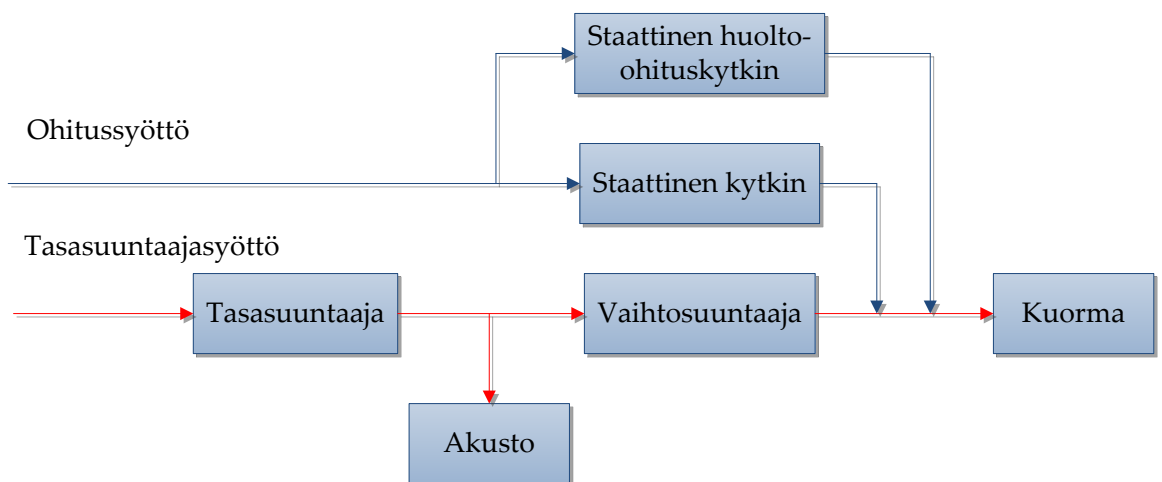
Liikenneviraston mitoitusvaatimukset poikkeavat normaaleista mitoitusvaatimuksista. Syötettäessä käytettävyyden kannalta tärkeitä järjestelmiä

kuorma ei saa ylittää 30 % UPS-järjestelmän nimellistehosta, eikä myöskään mahdollisten laajennustenkaan jälkeen 45 % UPS- järjestelmän nimellistehosta. (Turvalaitteiden sähkönsyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus 2014.)

## 6 UPS-LAITTEET, OHITUSKYTKIMET

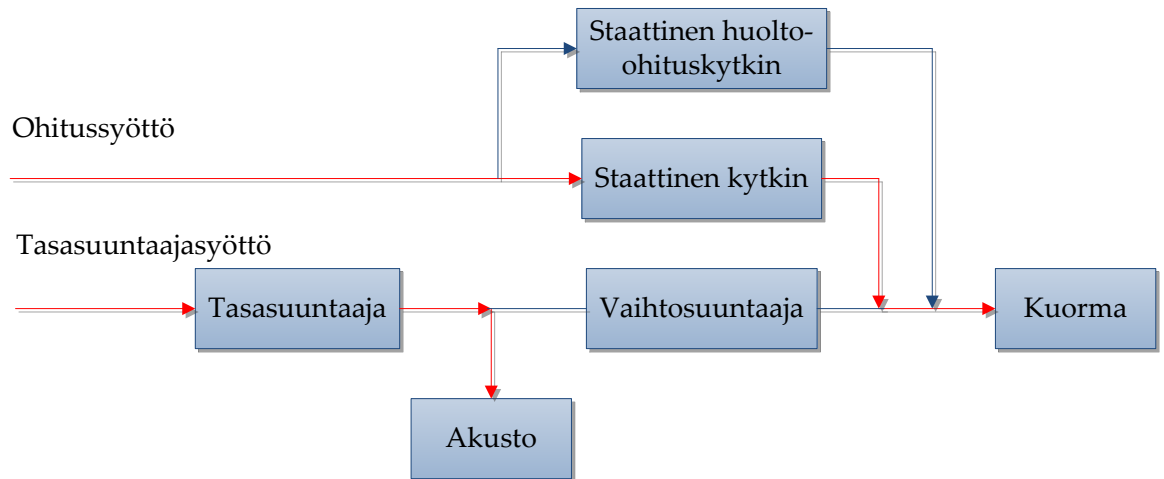
### 6.1 Automaattinen ohituskytkin (staattinen kytkin)

Mikäli vaihtosuuntaaja (KUVIO 11) ei kykene syöttämään vaadittua tehoa esim. ylikuorman tai yllämmön vuoksi, ohituskytkin siirtää kuorman automaattisesti verkkosähkölle. (KUVIO 12). Tilanteen normalisoituessa kytkee automaattinen ohituskytkin kuorman takaisin vaihtosuuntaajalle. Automaattisen ohituskytkimen toiminta tapahtuu tyristorien avulla ts. elektronisesti ilman minkäänlaista katkosta kuorman tehosityötössä. Kaikissa On-Line UPS-laitteissa on automaattinen ohituskytkin. (Ylinen 2010, 65.)



KUVIO 11. On-Line UPS-laitteen toiminta normaalitilanteessa (Ylinen 2010, 65)



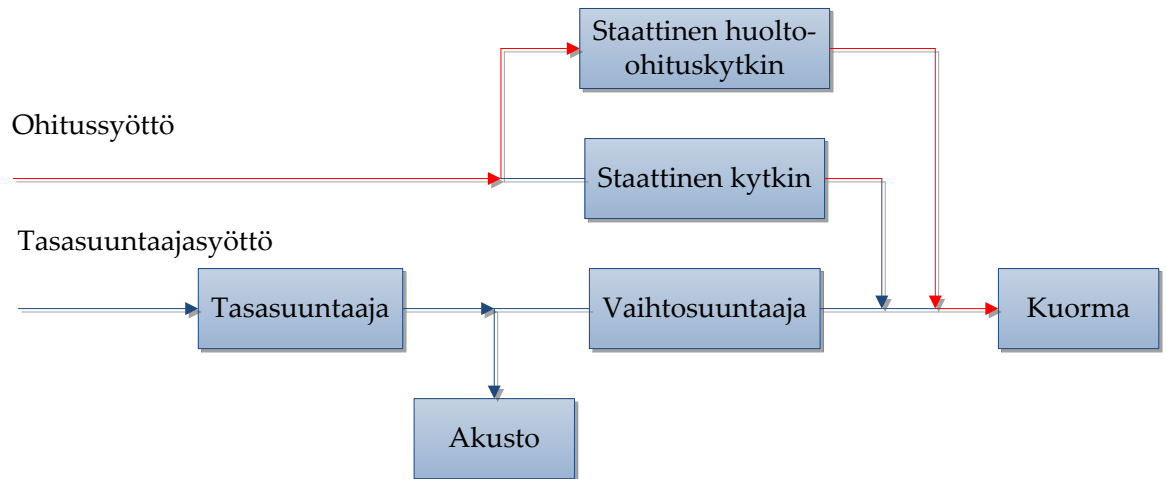


KUVIO 12. On-Line UPS-laitteen toiminta automaattisella ohituksella (Ylinen 2010, 65)

### 6.1 UPS-laitteen sisäinen huoltokytkin

UPS-laite on mahdollista ohittaa käsikäyttöisellä kytkimellä, mikäli tällainen on asennettu. Sisäinen huolto-ohituskytkin (KUVIO 13) on yleensä yli 3 kVA laitteissa. Normaalitoiminnassa energia kulkee UPS-laitteen läpi kuormille ennen huolto-ohitukselle siirtymistä. Valmistauduttaessa siirtämään laite sisäiselle huolto-ohitukselle on tarkistettava valmistajan ohjeet käyttötoimenpiteistä. UPS-laite ja kuorma voivat vaurioitua väärin käyttötoimenpiteiden johdosta. (Ylinen 2010, 66.)

Käännettäessä UPS-laitteen sisäinen huolto-ohituskytkin huolto-ohitusasentoon kytkeytyy kuorma suoraan syöttävälle verkkolle staattisen kytkimen kautta katkottomasti. Sisäisen huolto-ohituskytkimen kautta kuormat saavat verkkosähkön. Em. mahdollistaa UPS-laitteen huollon käyttöpaikalla. (Ylinen 2010, 66.)

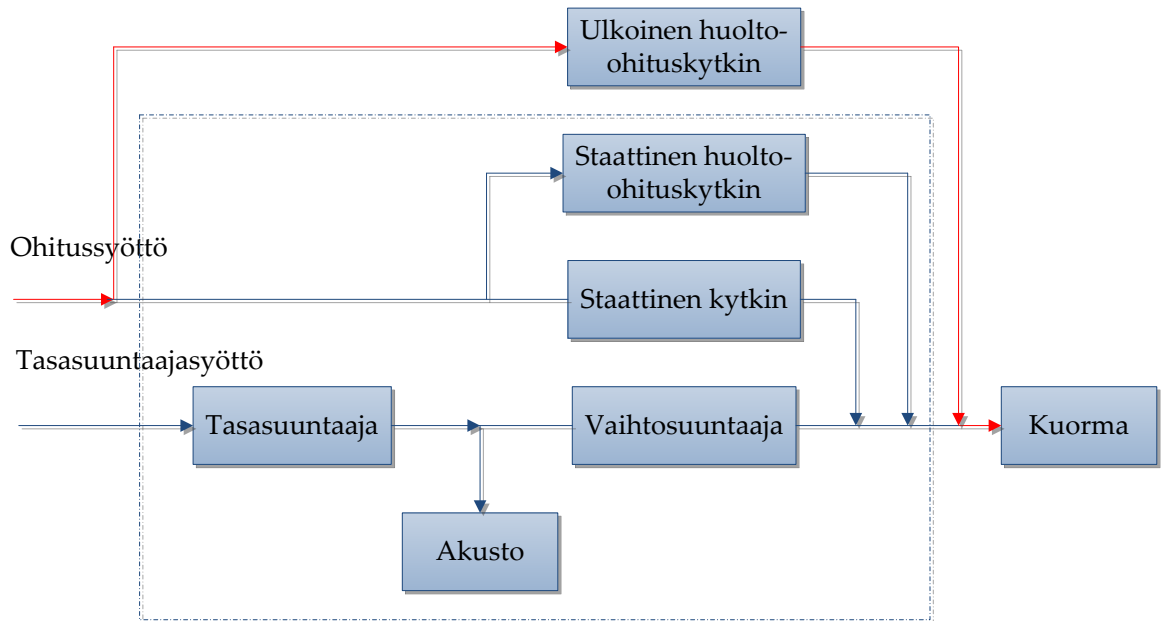


KUVIO 13. Huolto-ohituskytkin (sisäinen) On-Line UPS-laite (Ylinen 2010, 66)

## 6.2 Ulkoinen huolto-ohituskytkin

Kiinteästi asennettavien UPS-laitteiden yhteyteen asennetaan ulkoinen huolto-ohituskytkin. (KUVIO 14). Kytkin mahdollistaa UPS-laitteen ohittamisen huollon tai laitevaihdon ajaksi. Kytkimen toteuttaminen voidaan tehdä monella eri tavalla ja usein on laitekohtaisia ratkaisuja tämän toteuttamiseksi. (Ylinen 2010, 66.)

Ulkoinen huolto-ohituskytkin asennetaan useimmiten UPS-keskuksen yhteyteen omaan UPS-osioon keskusvalmistuksen yhteydessä. UPS-osiossa tulee olla selvästi esitetty kytkimen toiminta, esimerkiksi kaaviollinen esitys, etenkin kun kytkimää on useita. (Ylinen 2010, 66.)



KUVIO 14. Ulkoinen huolto-ohituskytkin On-Line UPS (Ylinen 2010, 67)

Ulkoinen huolto-ohituskytkimen käytön edellyttäessä UPS-laitteen oman huolto-ohituskytkimen kytkemistä ohituksella tulee keskuksessa olla maininta ja ohjeistus. (Ylinen 2010, 67.)

Kuorman siirtämiseksi suoraan verkkosähkölle käytetään yleensä kaksinapaista ohituskytkintä (3-vaiheinen, nelinapainen kytkin). Kytettäessä nolla kytkimelle tulee huomioida sen katkeamattomuus. Nollan katkeaminen voi aiheuttaa potentiaalieroja. Tällöin on vaara, että tähtipiste siirtyy aiheuttaen suurta jännitteen nousua kuorman puolella. Varsinkin generaattorikäytössä tulee olla tarkkana kytkimen kanssa, koska seurauksena on käyttömaadoituksen poistuminen järjestelmästä. (Ylinen 2010, 67.)

## 7 AKUSTO

### 7.1 Akuston sijoitus

Tilanteesta riippuen akusto on sijoitettavissa UPS-laitteen sisään, lukittavaan akkukaappiin normaaliin huonetilaan tai laitetilaan, telineelle (KUVIO 15) tai erilliseen akkuhuoneeseen. Akuston koolla, tyypillä, asennustavalla sekä käytettävällä UPS-laitteella on merkittävä vaikutus sijoitettavuuteen. (Ylinen 2010, 73.)

Pidemmillä varakäyntiajoilla eli isommilla UPS-laitteilla akustot ovat ns. ulkoisia akustoja. Akustot sijoitetaan tällöin erilliseen kaappiin, telineeseen tai erilliseen akkuhuoneeseen. (Ylinen 2010, 73.)



KUVIO 15. Akusto

## 7.2 Liikenneviraston ohjeistus akuston mitoituksessa

Liikenneviraston ohjeiden mukaisesti akuston mitoitus tulee vastata kuuden tunnin varakäyntiaikaa. Käytännössä mitoitus tulee tehdä vastaamaan kahdeksan tunnin varakäyntiaikaa, joilloin on huomioitu akun ikääntyminen. Akuston varaus tulee vastata minimissään kuuden tunnin varakäyntiaikaa eli noin 90 % uuden akuston kapasiteetistä. (Turvalaitteiden sähkönsyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus 2014.)

Riipan asetinlaitteella akustosta tarvittava teho on 9,0 kW. Akustossa käytetään 92,8 Ah / 12 V akkua. Akustossa olevien akkujen lukumäärä määritellään seuraavasti;

Akuston nimellisvirta:

$$I_{\text{akusto}} = P / U \quad (2)$$

$$\Rightarrow 9000 \text{ W} / 12 \text{ V} = 750 \text{ A}$$

Kahdeksan tunnin vaatima nimellisvirta:

$$Q_{8\text{h}} = I * t \quad (3)$$

$$\Rightarrow 750 \text{ A} * 8 \text{ h} = 6000 \text{ Ah}$$

Tarvittavien akkujen lukumäärä:

$$L_{\text{km}} = Q_{8\text{h}} / Q_{\text{akku}} \quad (4)$$

$$\Rightarrow 6000 \text{ Ah} / 92,8 \text{ Ah} = 64,65 \text{ kpl} \Rightarrow 66 \text{ kpl}$$

Yhden akun varakäyntiaika:

$$t_{\text{akku}} = Q_{\text{akku}} / I_{\text{akusto}} \quad (5)$$

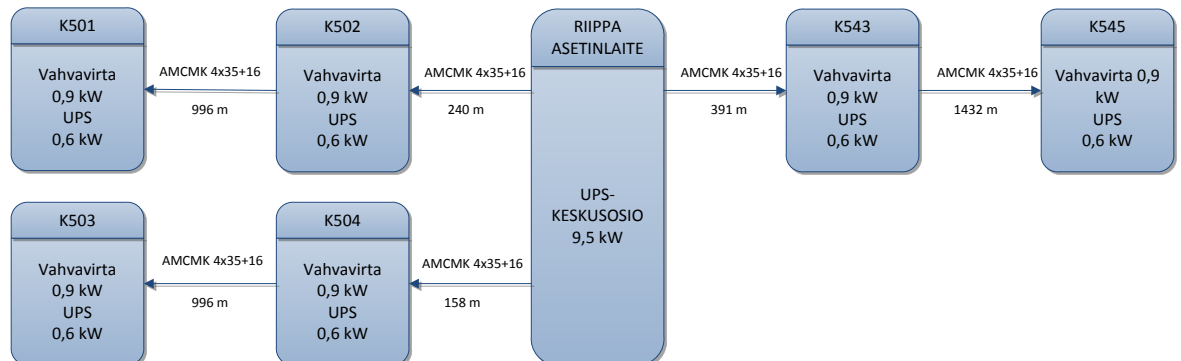
$$\Rightarrow 92,8 \text{ Ah} / 750 \text{ A} = 0,12 \text{ h} \Rightarrow 7,4 \text{ min}$$

## 8 RIIPAN UPS-VERKKO

UPS-verkko-osuudessa tarkastellaan toteutettua UPS-jakelua sekä verrataan toteutusta Liikenneviraston ohjeisiin.

### 8.1 Toteutettu UPS-verkko

Riipan UPS-verkko (KUVIO 16) on toteutettu siten, että asetinlaitteen ryhmäkeskuksen UPS-osioista on kolme eri virransyöttöä radan varressa sijaitseville turvalaitekaapeille. Kaappien välinen virransyöttö on toteutettu ketjuttamalla. Syötön lähdössä ja turvalaitekaapeilla suojaus on toteutettu katkaisijoilla.



KUVIO 16. UPS-verkko, toteutettu

Turvalaitekaapin kokonaisteho 1,5 kW muodostuu lämmityksestä, poistopuhaltimista, valaistuksesta ja turvalaitejärjestelmistä.

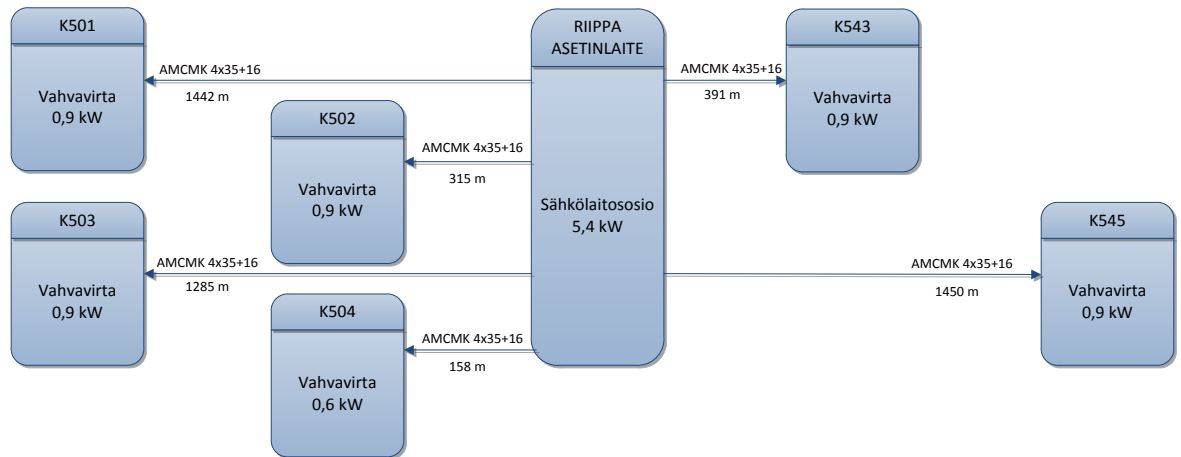
## 8.2 Liikenneviraston ohjeiden mukainen UPS-verkko

Liikenneviraston ohje 7/2014 RATO 6 Turvalaitteet määrittelee UPS-verkon osalta, että:

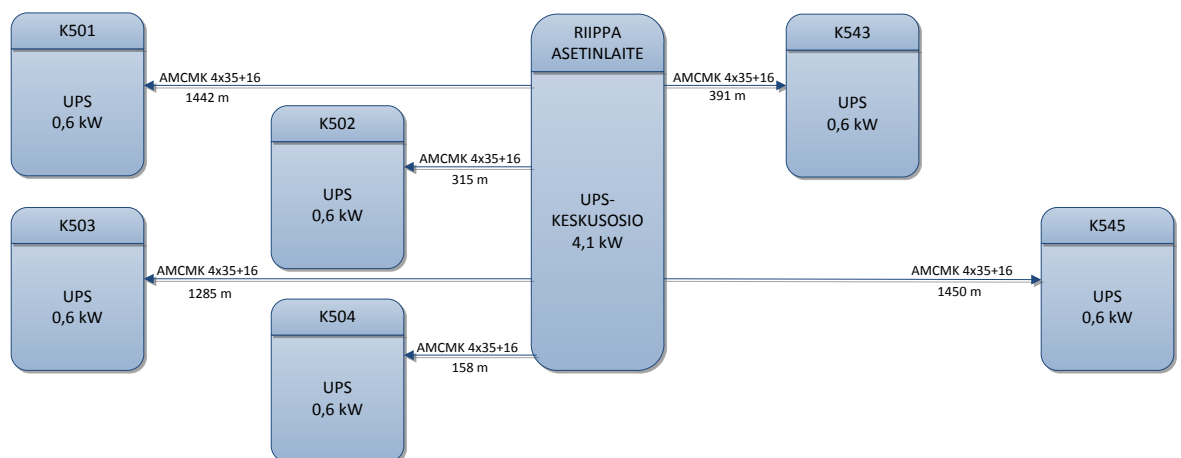
- uusi turvalaitos on varustettava UPS-laitteistolla
- turvalaitejärjestelmän virransyöttöön ei saa liittää turvalaitteisiin liittymättömiä järjestelmiä
- turvalaitejärjestelmien virransyötön varavoimana on oltava kuuden tunnin käyttöä varten mitoitettu akusto tai dieselaggregaatti ja kahden tunnin käyttöä varten mitoitettu akusto suunnitteluperusteissa määritetyn mukaisesti
- pääkeskukseen on voitava liittää laitoksen kuormitusta vastaava siirrettävä aggregaatti
- asetinlaitteen virransyöttö ja varavoima on mitoitettava suurimman mahdollisen kuormituksen mukaisesti

Turvalaitekaappien virransyötön toteutus Liikenneviraston ohjeiden mukaan tulee toteuttaa siten, että vahvavirtaverkolle ja UPS-verkolle (turvalaitejärjestelmät) on erilliset syötöt turvalaitekaappikohtaisesti. Vahvavirtajärjestelmien virransyöttö sähkölaitososiosta (KUVIO 17) ja turvalaitejärjestelmien UPS-osiosta. (KUVIO 18).





KUVIO 17. Vahvavirtajärjestelmien virransyöttö sähkölaitososiosta



KUVIO 18. Turvalaitejärjestelmien virransyöttö UPS-osiosta

Ketjutettaessa virransyöttö turvalaitekaapilta toiselle, vian tullessa esimerkiksi ensimmäiselle kaapille koko järjestelmän loppuosa on pois toiminnasta. Tästä on seuraksena myöhästymisiä junaliikenteelle.

UPS-verkon suojaus suositellaan toteutettavan sulake- ja automaattisuojausella. UPS-verkon suunnittelussa on pyrittävä siihen, että UPS-laitteen ja kuorman välissä on mahdollisimman vähän sulakkeita ja automaatteja.

## 9 RIIPAN UPS-VERKON ANALYSOINTI

### 9.1 Toteutettu vahvavirtaverkko ja UPS-verkko

Taulukossa on esitetty toteutetun vahvavirtaverkon ja UPS-verkon mukainen tilanne. Turvalaitetilan ryhmäkeskuksen UPS-osiosta on kaapelisyötöt turvalaitekaapeille K 502, K404 ja K543, joista syöttö jatkuu ketjutettuna maakaapelilla seuraavalle turvalaitekaapille. UPS-osiosta syötetään turvalaitekaappien vahvavirta- ja turvalaitejärjestelmien tarvitsema energia.

TAULUKKO 3. Vahvavirta- ja turvalaitteiden virransyöttö UPS-osiosta

Lähtö	Kaapeli	Pituus m	Oikosulkuvirta		Suoja	Asetusarvo A
			Ik	A		
PK-RK	AMCMK 4x120+41	30	911		gG 80	
RK-K502	AMCMK 4x35+16	240	400		Chint NM8-125/25/3	25
K502-K501	AMCMK 4x35+16	996	94		ABB Tmax XTN160	30
RK-K504	AMCMK 4x35+16	158	507		Chint NM8-125/25/3	25
K504-K503	AMCMK 4x35+16	996	164		Chint NM8-125/25/3	10
RK-K543	AMCMK 4x35+16	391	285		ABB Tmax XTN160	137,5
K543-K545	AMCMK 4x35+16	1432	60		ABB Tmax XTN160	30

### 9.2 Analysointi FEBDOK-ohjelmalla

Taulukossa on esitetty toteutetun vahvavirta- ja UPS-verkon mukainen tilanne analysoituna FEBDOK ohjelmalla. Turvalaitetilan ryhmäkeskuksen UPS-osiosta on kaapelisyötöt turvalaitekaapeille K 502, K404 ja K543, joista syöttö jatkuu ketjutettuna maakaapelilla seuraavalle turvalaitekaapille. UPS-osiosta syötetään turvalaitekaappien vahvavirta- ja turvalaitejärjestelmien tarvitsema energia.

TAULUKKO 4. Vahvavirta- ja turvalaitteiden virransyöttö UPS-osiosta

Lähtö	Kaapeli	Pituus m	Oikosulkuvirta		Asetusarvo A
			Ik A	Suoja	
PK-RK	AMCMK 4x120+41	30	911	gG 80	
RK-K502	AMCMK 4x120+41	315	289	Chint NM8-125/25/3	25
K502-K501	AMCMK 4x35+16	1127	83	ABB Tmax XTN160	30
RK-K504	AMCMK 4x120+41	158	289	Chint NM8-125/25/3	25
K504-K503	AMCMK 4x70+21	1127	154	Chint NM8-125/25/3	10
RK-K543	AMCMK 4x70+21	391	289	ABB Tmax XTN160	137,5
K543-K545	AMCMK 4x70+21	1059	129	ABB Tmax XTN160	30

### 9.3 Vahvavirtaverkko ja UPS-verkko järjestelmäkohtaisilla syötöillä, analysointi FEBDOK-ohjelmalla

Taulukossa on esitetty vahvavirta- ja UPS-verkko analysoituna FEBDOK-ohjelmalla säteittäisesti siten, että vahvavirtajärjestelmien ja UPS-verkon virransyöttö on järjestelmäkohtaisesti omina syöttöinä. Vahvavirtajärjestelmien syöttö sähkölaitososiosta ja UPS-verkko UPS-osiosta. UPS:n teho on 40 kVA.

TAULUKKO 5. Vahvavirtajärjestelmien virransyöttö, sähkölaitososio

Lähtö	Kaapeli	Pituus m	Laskennallinen oikosulkuvirta		Vaadittu oikosulkuvirta Ik / A
			Ik / A	Suoja	
PK-RK	AMCMK 4x120+41	30	911	B6	30
RK-K501	AMCMK 4x16+10	1442	33	B6	30
RK-K502	AMCMK 4x1,5+1,5	315	38	B6	30
RK-K503	AMCMK 4x16+10	1285	36	B6	30
RK-K504	AMCMK 4x1,5+1,5	158	46	B6	30
RK-K543	AMCMK 4x2,5+2,5	391	31	B6	30
RK-K545	AMCMK 4x16+10	1450	32	B6	30

TAULUKKO 6. Turvalaitejärjestelmien virransyöttö, UPS-osio

Lähtö	Kaapeli	Pituus m	Laskennallinen oikosulkuvirta Ik / A	Suoja	Vaadittu oikosulkuvirta Ik / A
PK-RK	AMCMK 4x120+41	30	911	B6	30
RK-K501	AMCMK 4x16+10	1442	34	B6	30
RK-K502	AMCMK 4x1,5+1,5	315	39	B6	30
RK-K503	AMCMK 4x16+10	1285	38	B6	30
RK-K504	AMCMK 4x1,5+1,5	158	48	B6	30
RK-K543	AMCMK 4x2,5+2,5	391	31	B6	30
RK-K545	AMCMK 4x16+10	1450	34	B6	30

## 10 YHTEENVETO

FEBDOK-ohjelmalla on ollut mahdollista analysoida toteutetun järjestelmän oikeellisuutta. Analysoinnin perusteella voidaan todeta, että oikealla mitoituksella 80 kVA UPS-laitteen sijaan olisi voitu hankkia 20 kVA UPS-laite. Tällä on suoranaiset vaikutukset sähköliittymän kokoon, perusmaksuihin, UPS-akustoon ja kaapelointiin. Kaapelointikustannukset olisivat oikein mitoitettuna noin 40 % nyt toteutuneista kustannuksista.

Asetinalaitteen virransyöttö on mahdollista toteuttaa myös ottamalla energia sähköradasta. Jännite muutetaan muuntajan välityksellä 25/0,4 kV jännitteeksi. Invertterillä yksivaihesähkö muutetaan kolmivaihesähköksi. Toteutustapoja on kaksi, rinnakkaissyöttö sähköyhtiön syötön kanssa tai syöttö pelkästään sähköradasta. (LIITE 3). Jälkimmäinen vaihtoehto on kustannuksiltaan edullisempi, koska toteutustavassa ei muodostu kustannuksia sähköliittymästä. Etuna mainittakoon, että esimerkiksi myrskytilanteessa asetinalaitteen energian saanti sähköradasta varmistaa virransyötön sähköyhtiön verkkokatkoksien aikana. Sähkörata saa syöttönsä 110/25 kV syöttöasemien kautta kantaverkosta, joissa harvoin esiintyy jännitekatkoja.

Turvalaitejärjestelmä on toteutettu hajautettuna järjestelmänä eli logiikka on sijoitettu turvalaitekaappeihin asetinalaiterakennukseen keskitetyn sijoituksen sijasta. Toteutus edellyttää turvalaitekaappeihin lämmityksen sekä poistopuhaltimet logiikan toiminnan ylläpitämiseksi. Kaikkina vuoden aikoina lämpötilan tulee olla + 5 C... + 38 C. Asetinalaiterakennukseen sijoitettuna lämpötilarajoitusta ei ole.

Järjestelmää, jossa turvalaitekaapeilla ovat vahvavirtajärjestelmät (lämmitys, poistopuhallin, valaistus) ja turvalaitejärjestelmät UPS-verkossa, ei tule rakentaa.

Vahvavirtajärjestelmään tulleen vian takia myös turvalaitejärjestelmä jää toimimattomaksi. Tämä on myös vastoin Liikenneviraston ohjetta Rato 6 Turvalaitteet.

Opinnäytetyön aihe liittyi vahvasti omaan työnkuvaani, joka helpotti asian käsittelyä. Onnistuin mielestäni aiheen käsittelyssä hyvin ja pysyin laatimassani aikataulussa. Vaikka aihe oli entuudestaan tuttu, opin myös uusia asioita UPS-laitteistosta ja siihen liittyvistä valintakriteereistä.

## LÄHTEET

ABB:n TTT-käsikirja 2000-07. Teknisiä tietoja ja taulukoita.

Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6. Turvalaitteet. 2014. Www-dokumentti. Saatavissa [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo\\_2014-07\\_rato6\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-07_rato6_web.pdf). Luettu 20.3.2015.

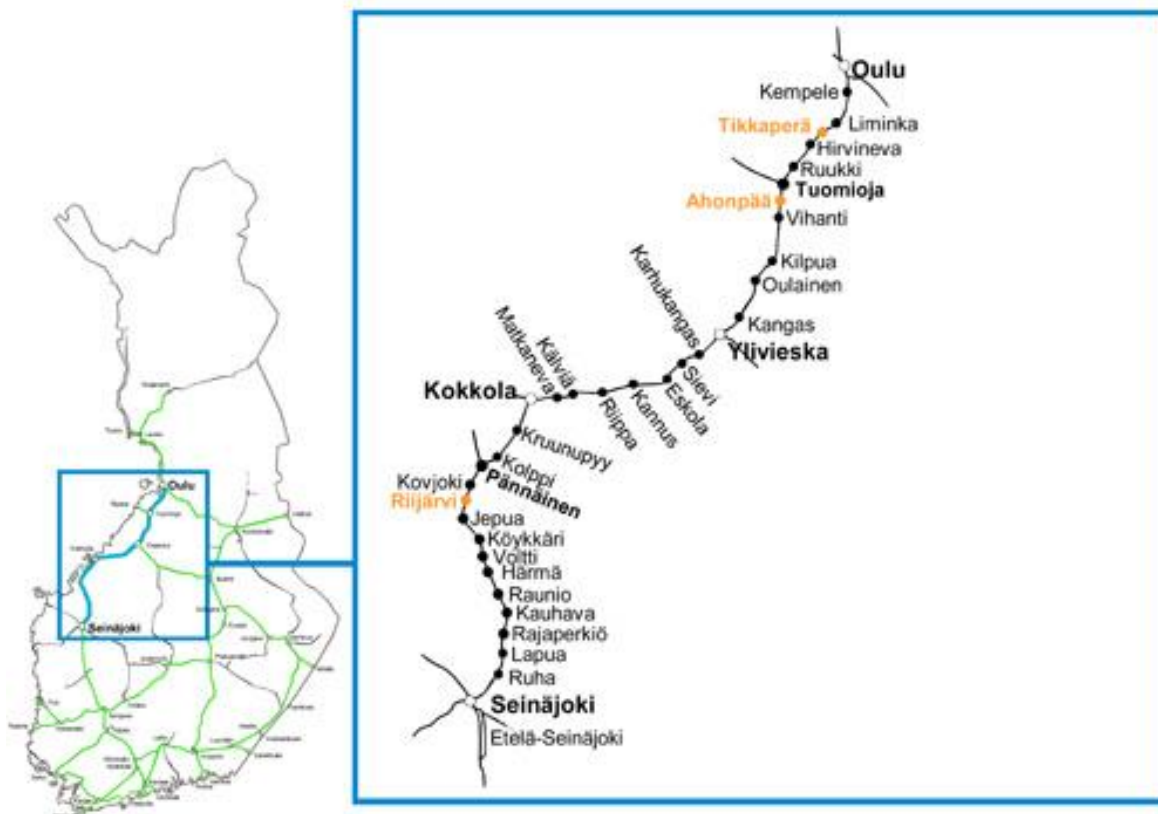
Turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset. 2014. Www-dokumentti. Saatavissa [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/ohje\\_2014\\_turvalaitteiden\\_virransyottoasennusten\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/ohje_2014_turvalaitteiden_virransyottoasennusten_web.pdf). Luettu 6.2.2015.

UPS-käsikirja. UPS-laitteen valinta ja asennus. 2001. Www-dokumentti. Saatavissa [http://lit.powerware.com/ll\\_download.asp?file=UPS\\_kasikirja705.pdf](http://lit.powerware.com/ll_download.asp?file=UPS_kasikirja705.pdf).

UPS-laitteella varmennetun sähkönjakelujärjestelmän suunnittelu ja toteutus. ST-kortisto ST 52.35.02. Www-dokumentti. Saatavissa <http://severi.sahkoinfo.fi/>. Luettu 15.3.2015.

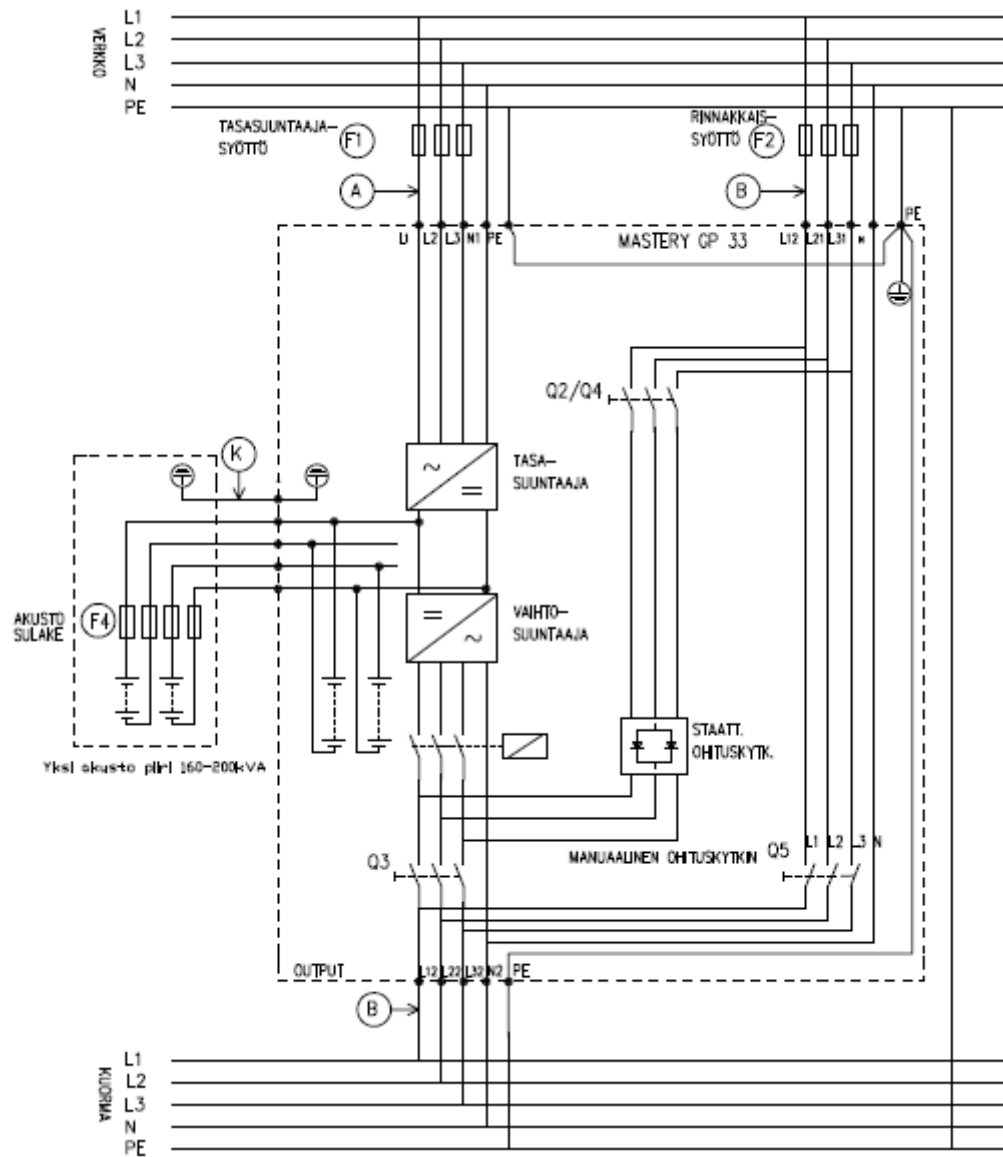
Ylinen, UPS suunnittelu ja mitoitus 2010. Pori

## SEINÄJOKI-OULU RATAOSA





ON-LINE UPS, KAHDEN MUUNNOKSEN UPS



RINNAKKAISYÖTTÖ SÄHKÖRADASTA 1x25 KV TAI SÄHKÖYHTIÖN  
SYÖTTÖ 3x400 V

