

Mikko Leskelä

**ASETINLAITTEIDEN VIRRANSYÖTTÖ SÄHKÖRATAJÄRJES-
TELMÄSTÄ**

ASETINLAITTEIDEN VIRRANSYÖTTÖ SÄHKÖRATAJÄRJESTELMÄSTÄ

Mikko Leskelä
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, automaatiotekniikka

Tekijä: Mikko Leskelä
Opinnäytetyön nimi: Asetinlaitteiden virransyöttö sähköratajärjestelmästä
Työn ohjaaja: Tero Hietanen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018
Sivumäärä: 36 + 17 liitettä

Liikennevirastolle toteutetun opinnäytetyöni tutkimuskohde on Ylivieskassa sijaitsevan Karhukankaan liikennepaikan asetinlaitteelle rakennettu ECM:n toimitama virransyöttölaitteisto.

Tavoitteena oli tutkia kyseisen laitteiston soveltuvuutta asetinlaitteiden virransyöttöön. Soveltuvuutta arvioitiin sähköisten ominaisuuksien, käyttövarmuuden ja kustannusten perusteella. Opinnäytetyö on samalla kuvaus sähköratavirransyöttöjärjestelmästä ja ECM-laitteistosta.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta laitteiston soveltuvan käyttötarkoitukseen sähköisten ominaisuuksiensa puolesta. Käyttövarmuutta laitteisto lisäisi, jos sen käyttöä laajennettaisiin myös rataverkon tiedonsiirtojärjestelmien virransyöttöön. Vaihtoehtoiseen järjestelmään verrattuna laitteisto tulee sitä edullisemmaksi mitä pidempi tulee olemaan laitteiston käyttöikä.

Asiasanat: Sähkörata, asetinlaite, turvalaite, virransyöttö, UPS

ALKULAUSE

Haluan kiittää opinnäytetyön tilaajaa Liikennevirastoa sekä heidän edustajaansa kunnossapitopäällikkö Markku Granlundia mahdollisuudesta opinnäytetyön suorittamiseen. Haluan kiittää myös VR Track Oy:n konsultti Pekka Riikosta aiheen esittelystä ja tuesta työn suorittamisessa. Kiitos lisäksi Oulun ammattikorkeakoulun opettajille laadukkaasta opetuksesta sekä kaikille työtovereille, joilta olen urani aikana saanut oppia rautateistä, turvalaite- ja sähköjärjestelmistä.

Oulussa 21.05.2018

Mikko Leskelä

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 SÄHKÖRATAVIRRANSYÖTTÖ	9
2.1 Sähköverkon rakenne	9
2.2 Muuntamo	11
2.3 Muuntamon pääkeskus	12
2.4 Laitetilan ryhmäkeskus	13
2.4.1 Sähkölaitososio	14
2.4.2 Varavoimaosio	14
2.4.3 UPS-osio	15
2.5 Sähköratavirransyötön käyttövarmuus	15
2.6 Kustannukset verrattuna UPS-varmistettuun virransyöttöön	17
3 ECM-LAITTEISTO	19
3.1 Laitteiston kuvaus	19
3.2 Laitteiston toimintaperiaate	20
3.3 Tehon määrittäminen	22
3.3.1 Normaalit UPS-laitteiston mitoitusvaatimukset	22
3.3.2 Liikenneviraston UPS-laitteiston mitoitusvaatimukset	23
3.3.3 Mitoitusvaatimusten toteutuminen	24
3.4 Oikosulku- ja vikavirtasuojaus	24
3.4.1 Liikenneviraston vaatimukset	24
3.4.2 Vaatimusten toteutuminen	25
3.5 ECM-järjestelmän ohitus	26
3.5.1 Staattinen kytkin	26
3.5.2 Sisäinen huoltokytkin	27
3.5.3 Huolto-ohituskytkin	28
3.6 ECM-laitteiston akusto	29
3.6.1 Akuston sijoitusvaatimukset	29

3.6.2 Akuston mitoitusvaatimukset	29
3.6.3 Vaatimuksien toteutuminen	29
4 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	34
LIITTEET	

SANASTO

- Erotin** Suurjänniteverkon kytkinlaite, jota käytetään sähköverkon osien tai komponenttien erottamiseksi virrattomana. Erottimilla saadaan aikaan näkyvä avausväli huoltotoimenpiteitä varten. Erotinta ei saa ohjata virrallisena. (1.)
- Katkaisija** Suurjänniteverkon kytkinlaite, jota käytetään sähköverkon osien tai komponenttien erottamiseksi virrallisena. Katkaisija sammuttaa suurjännitteen katkaisusta aiheutuvan valokaaren. (1.) Katkaisija toimii automatiikan ohjaamana myös oikosulkusuojana vikatilanteissa.
- Muuntaja** Laite, jolla siirretään sähköenergiaa kahden eri vaihtosähköpiirin välillä. Muuntajan tärkeimmät osat ovat ensiökäämi, toisiokäämi ja magneettiipiiri ts. muuntajan rautasydän. Käytetään mm. muuttamaan jännitettä suuremmaksi tai pienemmäksi, erottamaan kaksi virtapiiriä toisistaan tai muuttamaan virtoja. (2, s. 291.)

1 JOHDANTO

Asetinlaite on tärkeä osa rautatieliikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden varmistavaa turvalaitejärjestelmää. Sen sisäisillä kytkennöillä turvataan junien kulkutiet liikennepaikoilla ja linjaosuuksilla. Näin estetään inhimillisistä erehdyksistä johtuvat junaonnettomuudet.

Asetinlaitteen käyttökatos hidastaa junaliikennettä huomattavasti ja estää pahimmillaan junien kulun kokonaan. Tästä syystä asetinlaitteen katkeamaton virransyöttö on äärimmäisen tärkeä tekijä radanpidon turvallisuuden ja tuottavuuden kannalta.

Tällä hetkellä yleisin asetinlaitteiden virransyöttötapa on paikalliselta verkkoyhtiöltä tilattu sähköliittymä. Asetinlaitteet sijoitetaan liikennepaikkojen yhteyteen, joista useat sijaitsevat asumattomilla alueilla. Tällöin sähköliittymän kustannukset ovat suuret ja riski pitkällekin verkkokatkolle todennäköinen. Perinteinen tapa varmistaa virransyötön katkeamattomuus on akusto, UPS-järjestelmä tai viimekädessä aggregaatin liittäminen järjestelmään.

Koska suurin osa Suomen rataverkosta on sähköistettyä (3, linkit Liikenneverkko -> Rataverkko), on alettu kartoittaa mahdollisuuksia liittää asetinlaitteiden virransyöttö sähköratajärjestelmään. Muutamia järjestelmiä on jo rakennettu ja esimerkiksi tämän opinnäytetyön päätutkimuskohteena oleva laitteisto sijaitsee Sievin kunnan alueella, Karhukankaan liikennepaikalla.

Työn tarkoituksena on tutkia sähköratavirransyötön soveltuvuutta käyttötarkoitukseen, sekä käyttövarmuutta ja kustannuksia verrattuna yleisen sähköverkon UPS-varmistettuun liittymään. Tavoitteena on tuottaa tilaajalle raportti, jonka perusteella tilaaja voi arvioida järjestelmien soveltuvuutta ja mahdollisesti lisätä niiden käyttöä.

2 SÄHKÖRATAVIRRANSYÖTTÖ

2.1 Sähköverkon rakenne

Sähköverkko koostuu kantaverkosta ja jakeluverkoista. Sähkön siirrossa käytetään korkeita jännitteitä, jotta siirtohäviöt olisivat mahdollisimman vähäiset. Kantaverkon jännitteenä käytetään 110, 220 ja 400 kV:n jännitteitä. Suurjännitteisen jakeluverkon jännite on 110 kV. Jakeluverkoissa käytettävät jännitetasot ovat 20, 10, 1 tai 0,4 kV. (4, linkit Perustietoa energia-alasta -> Energiaverkot -> Sähköverkot.)

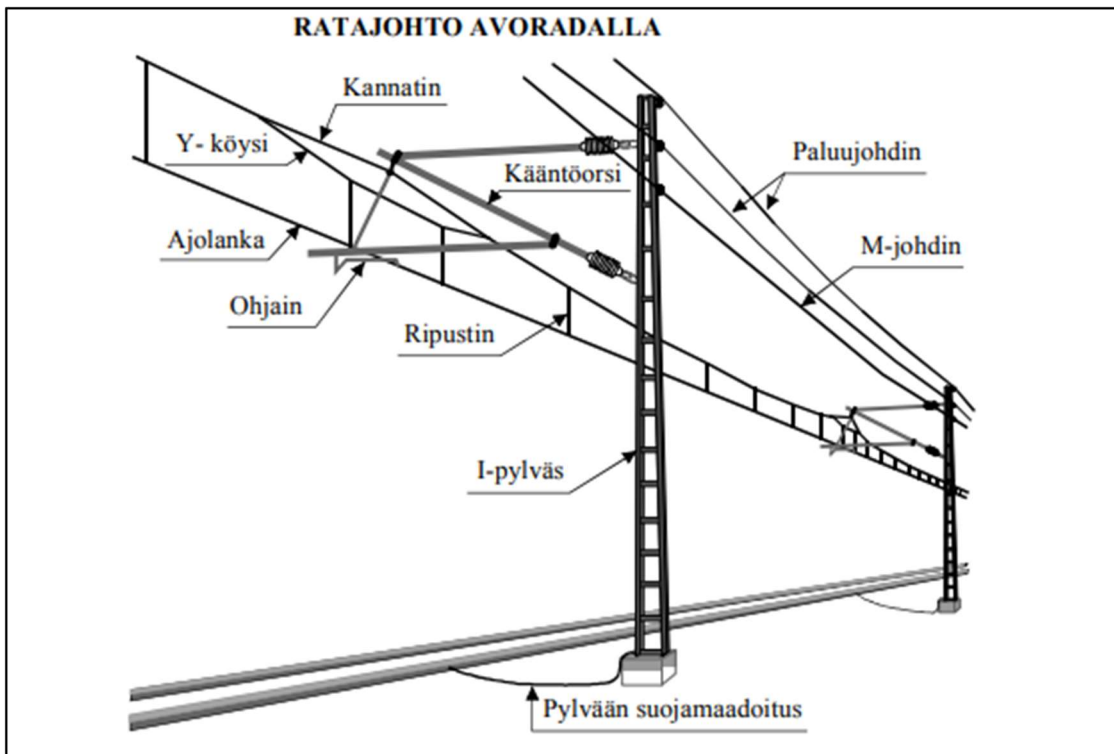
Voimalaitokset tuottavat energiaa, jota voidaan kantaverkon kautta syöttää pitkiäkin matkoja. Jännitetasoa lasketaan portaittain muuntoasemilla sijaitsevilla muuntajilla, esimerkiksi kantaverkon 400 kV muunnetaan 110 kV:iin. 110 kV:n sähkölinjoilla sähkö siirretään lähemmäksi lopullista kuluttajaa ja muunnetaan 20 tai 10 kV:n linjoiksi tai maakaapeleiksi. Lähellä lopullista kulutus pistettä sijaitsee yleensä muuntamo, jossa nämä jännitteet muunnetaan 400 V:n käyttö sähköksi.

Kaava-alueilla edellä mainittuja muuntamoita on useita, jolloin sähköliittymän hinta on yleensä kiinteä. Asetinlaitteet sijaitsevat kuitenkin usein kaava-alueen ulkopuolella, jolloin sähköliittymän kaapelointikustannukset ja mahdolliset kustannukset uuden muuntamon rakentamisesta jäävät liittymän tilaajan maksettavaksi. Tästä syystä asetinlaitetta suunniteltaessa tulisi huomioida myös sen sijainti sähköliittymän hintaa silmällä pitäen. (3, linkit AMMATTILAISELLE -> Palveluntuottajat -> Ohjeluetelo -> Rautatieohjeet (pdf) -> Turvalaitteiden sähkösyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus, s. 3).

Sähköistetyllä rataosuudella voidaan asetinlaitteen virransyöttö ottaa myös sähköratajärjestelmästä. Sähkörata on 25 kV:n nimellisjännitteellä toimiva järjestelmä, jota käytetään sähköjunien tehonlähteenä. Sähkö johdetaan sähköveturin moottorille radan yläpuolella kulkevasta ratajohdosta. Ratajohtoon sähkö syötetään liikenneviraston muuntoasemilta eli syöttöasemilta, missä kantaverkon 110 kV muunnetaan 25 kV:iin. Normaalityönteessä syöttöasema syöttää sähköä vierekkäisten syöttöasemien puoliväliin, missä asemien sähkönsyöttö on erotettu

toisistaan erotusjaksoilla. Vikatilanteessa tai huoltotoimenpiteiden aikana erotusjakso ja syöttöasema voidaan ohittaa erottimilla, jolloin jatkuva sähkönsyöttö ratajohtoon on turvattu.

Ratajohto sisältää kannattimen ja ajojohtimen, jotka on liitetty toisiinsa ripustimilla. Ratajohto on kiinnitetty kääntöorsiin, jotka on kiinnitetty radan vieressä sijaitseviin sähköratapylväisiin. Ratajohdon päissä on ”punnit”, jotka tasaavat lämpötilan vaihtelusta johtuvan lämpölaajenemisen. Näin ajojohtimen kireys ei lämpötilanvaihtelusta huolimatta muutu ja junan virroitin painautuu kiinni ajojohtimeen tasaisella voimalla. Punttien välistä ratajohto-osuutta nimitetään kentäksi. Kentän keskellä on sivusuunnassa liikkumisen estävä keskiankkurointi. Ratajohdon rakennetta on havainnollistettu kuvassa 1.



KUVA 1. Ratajohdon rakenne (3, linkit AMMATTILAISELLE -> [Palveluntuottajat](#) -> [Ohjeluttelo](#) -> [Rautatieohjeet](#) (pdf) -> [Sähkörataohjeet](#), liite 10)

Ratajohdon jännitettä voidaan käyttää asetinlaitteen virransyöttöön muuntajan avulla. Muuntajalla ratajohdon suurjännite muunnetaan pienjännitteeksi. Vastavaa tapaa käytetään myös vaihteiden sulanapitojärjestelmien sähkönsyöttöön.

2.2 Muuntamo

Sähköratavirransyöttöä havainnollistava periaatepiirustus (5) on liitteenä 1. Muuntamoissa sähköratajärjestelmän 25 kV:n suurjännite muutetaan 400 V:n yksivaiheiseksi pienjännitteeksi.

Tarkasteltava asetinlaite Karhukankaan liikennepaikalla sijaitsee kaksiraiteisella rataosuudella. Huoltotoimenpiteiden ja mahdollisten vikatilanteiden takia sähköratajärjestelmän sähkönsyötössä esiintyy katkoksia. Näistä katkoista johtuvien virransyötön katkosten minimoimiseksi molempien raiteiden ratajohtoon on liitetty oma muuntamo. Vaikka toisella raiteella tehtäisiinkin huoltotöitä, viereisellä raiteella jännite yleensä säilyy.

Muuntamon huoltotoimenpiteitä varten syöttöön on liitetty sähköratapylvääseen sijoitettu erotin. Oikosulkusuojana toimii sähköratapylvääseen sijoitettu suurjännitesulake. (Kuva 2.)



KUVA 2. Liitäntä sähkörataan, erotin ja suurjännitesulake

Muuntamo on jaettu muuntaja- eli suurjännitetilaan ja pienjännitetilaan. Muuntajatilalla puolella on 50 kVA:n muuntaja, jonka ensiöpuoli on yhdistetty suurjännitekaapelilla suurjännitesulakkeeseen ja poikkipinta-alaltaan 50 mm²:n kuparijohtimella sähköratapylväeseen. Muuntajan toisiopuoli on yhdistetty muuntamon pienjännitepuolelle sijoitetun pienjännitekeskuksen virtakiskoon ja maadoituskiskoon. Pienjännitekeskus on järjestelmän pääkeskus. (Kuva 3.)



KUVA 3. Muuntamon suurjännite- ja pienjännitetilat

Muuntamossa on tarvittavat maadoitukset sähköratajärjestelmään, muuntamon terässokkeliin, muuntajan runkoon ja muihin muuntamon rakenteisiin. Pienjännitepuolen maadoituskiskoon on liitetty myös potentiaalintasausrenkas ja syvämaadoitus.

2.3 Muuntamon pääkeskus

Pääkeskukseen on sijoitettu sähköenergiamittari ja kaksi jonovarokeytkintä (kuva 3). Toinen jonovarokeytkin on ECM-järjestelmän syöttöä varten ja toinen sähköenergian mittausta varten. Tälle jonovarokeytkimelle on määritetty kun-

nossapidon rajapinta: Jonovarokeytkimelle tuleva kaapelointi kuuluu sähköratajärjestelmän kunnossapitosopimukseen. Jonovarokey sekä laitetaan lähtevä kaapeli kuuluvat rata- ja turvalaitekunnossapitosopimukseen.

2.4 Laitetilan ryhmäkeskus

Laitetilan ryhmäkeskus on jaettu tulevien tehonsyöttöjen mukaan kolmeen osaan, sähkölaitososiioon, varavoimaosiioon ja UPS-osiioon. Jaon selkeyttämiseksi keskuksen eri osioissa on käytetty erivärisiä kansia, sähkölaitososiolle harmaita, varavoimaosiolle sinisiä ja UPS-osiolle oransseja (kuva 4).



KUVA 4. Laitetilan ryhmäkeskus

Normaalitilanteessa sekä sähkölaitososio että varavoimaosio saavat syötön yleisen verkon sähköliittymästä. UPS-osion syöttö tulee normaalitilanteessa ECM-järjestelmän invertteriltä. (Liite 2/4.)

2.4.1 Sähkölaitososio

Ryhmäkeskuksen sähkölaitososioon syöttö tulee katujakokaapilta yleisen sähköverkon puolelta. Sähkölaitososio sisältää ylijännitesuojat, jännitteenvälvoitteen, johdonsuojakatkaisijoita ja kaksi kytkinvaroketta.

Kytkinvarokkeista toinen (ryhmä 7) toimii etukojeena varmistetun verkon osuudelle. Näin sähkölaitososio voidaan erottaa muista keskusosioista, jos joudutaan käyttämään varavoimakonetta. Toinen kytkinvaroke (ryhmä 7.1) syöttää mahdollisen varavoimakoneen kojepistorasiaa, jota käytetään tarvittaessa varavoimakoneen tahdistamiseen. Kojepistorasia on laitetilan ulkopuolella. Johdonsuojakatkaisijoista käytössä on ainoastaan KKJK:ta syöttävä ryhmä nro. 5. (Liite 2/2.)

2.4.2 Varavoimaosio

Keskuksen varavoimaosio saa normaalitilanteessa syöttönsä sähkölaitososiosta, mutta tarvittaessa voidaan tehonlähteeksi ottaa myös varavoimakone. Syötön valinta tapahtuu kolmeasentoisella vaihtokytkimellä. Varavoimakone liitetään laitetilan ulkopuolella olevaan kojevastikkeeseen.

Myös varavoimaosio ja UPS-osio on mahdollista yhdistää kytkinvarokkeella (ryhmä 28). Toiselta kytkinvarokkeella (ryhmä 27) on viety syöttö ECM-järjestelmän invertterin yleisen sähköverkon IN PUBLICNET -tuloon. (Liite 2/4.)

Varavoimaosioon on sijoitettu useita johdonsuojakatkaisijaryhmiä, jotka syöttävät laitetilan lämmityksiä, valaistuksia, pistorasioita ja ilmalämpöpumppua (ILP1). Myös sähköratalaitteiden kaukokäyttökeskus (SRKK) on syötetty varavoimaosioista. (Liite 2/3.)

2.4.3 UPS-osio

Normaalitilanteessa tehonsyöttö UPS-osiolle tulee ECM-järjestelmän invertteeriltä. Osiolla on omat ylijännitesuojat. ECM-järjestelmän vikaantuessa tai järjestelmän huollon aikana invertteri on mahdollista erottaa kytkinvarokkeella (ryhmä 29) ja ohittaa varavoimaosion kytkinvarokkeella (ryhmä 28), jolloin syöttö tulee keskuksen varavoimaosiosta.

UPS-osio syöttää laittilan ja radan tärkeimpiä kohteita eli asetinlaitetta, turvalaitteita, vara- ja poistumistievaloja, tärkeimpiä pistorasioita, hälytyskeskusta, poistoilmahuuhtoa ja ilmalämpöpumppua (ILP2). (Liite 2/4.)

2.5 Sähköratavirransyötön käyttövarmuus

Yksi syy sähköratavirransyöttöjärjestelmien lisäämiseen on sähköradan käyttövarmuus. Sähkörataa syöttäville kytkinasemille sähkö tuodaan 110kV:n suurjännitelinjana, joissa harvoin on sääolosuhteista johtuvia katkoja toisin kuin pienemmissä linjoissa. Syöttävät linjat ovat joko kantaverkkoyhtiö Fingridin tai paikallisen sähköverkkoyhtiön omistamia. Paikallisenkin sähköverkkoyhtiön suurjännitelinjat ovat melko suorassa yhteydessä kantaverkkoon, joten oletettavaa on, että suunnittelemtomia katkoja ei Fingridin julkaisemia lukuja enempää juurikaan esiinny.

Fingrid uutisoi 14.2.2018 verkkosivuillaan sähkön siirtovarmuuden pysyneen korkealla tasolla vuonna 2017. Kantaverkossa kulutukseen siirrettyä energiaa suhteessa siirrettävissä olevaan energiaan kuvaava siirtovarmuusprosentti oli vuonna 2017 99,99969 %. Häiriöiden lukumäärä oli 173 kpl ja niistä aiheutunut sähkökatko keskimäärin 2,2 minuuttia. (6, linkit Ajankohtaista -> Tiedotteet -> 2 -> Sähkön siirtovarmuus kantaverkossa pysyi korkealla tasolla vuonna 2017.)

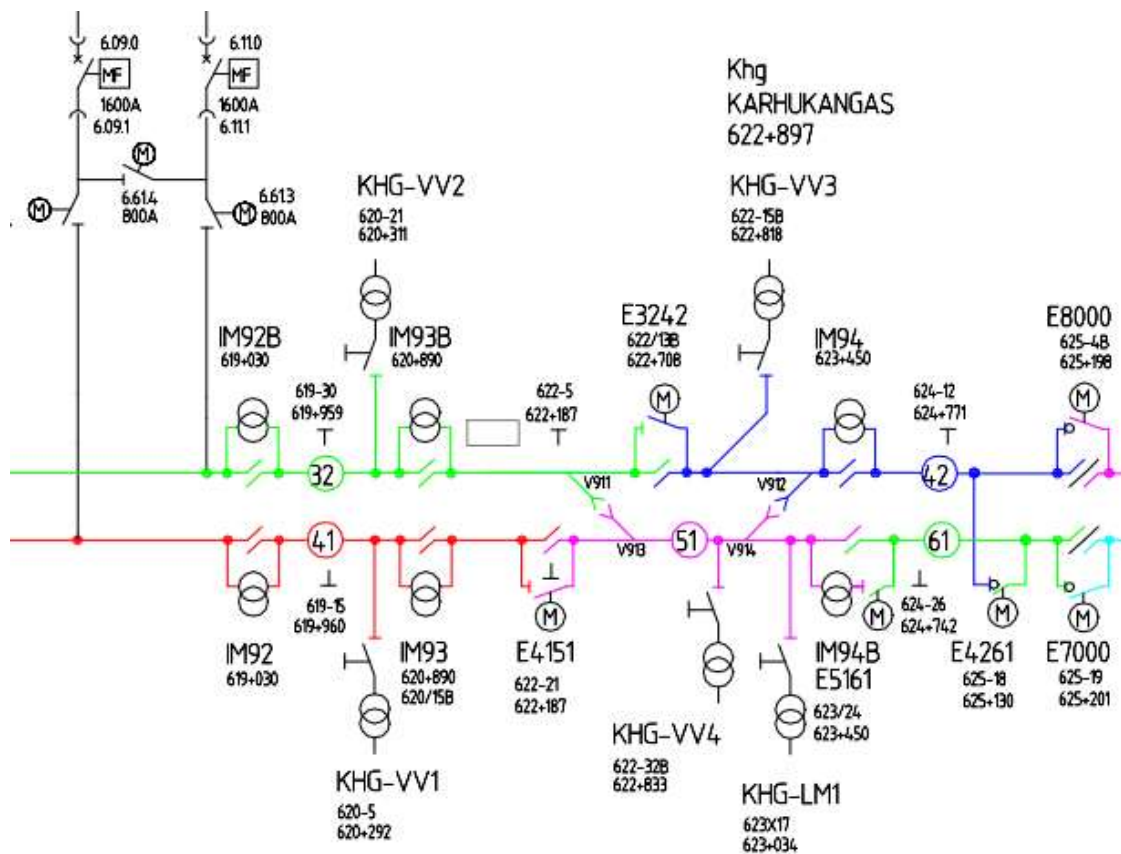
Sähköradan käyttövarmuutta sääolosuhteita silmällä pitäen lisää esimerkiksi riskipuiden säännöllinen poistaminen (3, linkit Kaikki uutiset ja tiedotteet -> 8 -> Riskipuiden poistamista jatketaan valtion rataverkolla). Sähköratajärjestelmä on rakennettu niin, että sähköä ratajohtoon on useimmiten saatavissa kahdesta suunnasta kytkentöjä muuttamalla. Lisäksi sähköradan käyttöpäivystäjä on yhteydessä liikenteenohjaukseen ja sähköradan kunnossapitäjiin, jolloin esimerkiksi ulkoisen varavoiman tarve asetinlaitteelle on helpompi arvioida.

Sähköradassa esiintyy usein sekunneista muutamiin minuutteihin kestäviä junien ylikuormasta johtuvia katkoja. ECM-järjestelmän vaihtoautomaatiikan ja UPS:n ansiosta nämä katkot eivät kuitenkaan aiheuta häiriötä virransyöttöön. Pidemmän sähkökatkon aiheuttaneita sähköratavikoja löytyi VR Track Oy:n Arttu-kunnossapitojärjestelmän kirjauksista 21 kpl aikana 26.1.2000 – 25.2.2015 alueella Kokkola-Oulu (liite 3). Samalle aikavälille ja saman alueen asetinalaitteille on kirjattu yleisen sähköverkon katkoista johtuvia vikoja 22 kpl (liite 4). Näistä vioista useimmat liittyvät vanhojen asetinlaitteiden akkuvaravoiman vikatilanteisiin.

Yhtenä esimerkkinä yleisen sähköverkon virransyötön haavoittuvuudesta voidaan käyttää Kainuussa ja Pohjois-Karjalassa vuodenvaihteessa sattuneet sähkökatkot, joista esimerkiksi yle uutisoi 31.12.2017. Tällöin sähköt olivat poikki tuhansilta kotitalouksilta ja junia jouduttiin korvaamaan busseilla Sukevan ja Oulun välillä (7).

Turvalaiteisännöitsijä Janne Roivaisen mukaan junaliikenteen ongelmat johtuivat pääasiassa tietoliikenneyhteyksien katkoista asetinlaitteiden ja liikenteenohjauksen välillä. Myös asetinlaitteilla jouduttiin käyttämään aggregaatteja, koska akustojen kapasiteetti ei riittänyt näin pitkiin verkkokatkoksiin. Korjauskustannuksia kunnossapidolle aiheutui noin █████ euron edestä ja junaliikenne keskeytyi noin vuorokaudeksi. Sakkoa perutuista ja myöhästyneistä junista tuli maksettavaksi noin █████ euroa. (8.)

Sähköratavauriosta tai oikosulusta johtuvan virransyöttökatkon ehkäisyä Karhukankaalla voidaan havainnollistaa ryhmityskaaviokuvan avulla (kuva 5).



KUVA 5. Otos ryhmityskaaviosta (9)

Karhukankaan ECM-laitteista syöttävät muuntajat on ryhmityskaavioon merkitty tunnuksilla KHG-VV3 ja KHG-VV4. Kuvitellaan itäisen raiteen sähkörataan (kuvassa alempi) vaurion aiheuttama oikosulku, jolloin Rieskannevan syöttöaseman katkaisija 6.09.0 katkaisee sähkön ratajohdosta ja muuntajalta KHG-VV4. Muuntajalla KHG-VV3 jännite kuitenkin säilyy.

2.6 Kustannukset verrattuna UPS-varmistettuun virransyöttöön

Konsultti Pekka Riikonen VR Track Oy:ltä ja turvalaiteisännöitsijä Janne Roivainen Ramboll CM Oy:ltä ovat tehneet liikennevirastolle sähköratavirransyöttölaitteiston ja yleisen sähköverkon UPS-varmistetun laitteiston kustannuksia vertailevan laskelman. Laskelma on liitteenä 5 (poistettu julkaistavasta versiosta). Laskelmassa on huomioitu hankintahinnat, molempien laitteistojen huoltokulut, sähköliittymän ja sähkönkäytön kulut, joista on saatu tulokseksi käytönaikaiset kus-

tannukset 15 vuoden ajalle. Lisäksi on arvioitu molempien virransyöttötapojen rakentamiskustannukset ja näin saatu lopulliset rakentamis- ja käyttökulut 15 vuoden ajalle.

Rakentamis- ja käyttökustannukset 15 vuoden aikana yleisen sähköverkon liittymälle ovat [REDACTED]. Sähköratavirransyötölle vastaavat kustannukset ovat [REDACTED]. Jos halutaan laskea sähköratavirransyöttölaitteistolle takaisinmaksuaika, saadaan se suhdelaskuna

$$[REDACTED] / [REDACTED] * 15 \text{ v} = 11,98 \text{ v}$$

Vaikka sähköratavirransyötön rakentamiskulut ovat suuremmat, tulee laitteisto pitkällä aikavälillä edullisemmaksi. Säästö saadaan sähköratavirransyöttölaitteiston pienemmistä huoltokuluista, pienemmistä sähköliittymän kuluista ja siitä, että sähkönsiirtomaksu voidaan jättää käytännössä huomioimatta.

3 ECM-LAITTEISTO

3.1 Laitteiston kuvaus

Karhukankaan asetinlaitteella on käytössä ECM:n valmistama MN22620-UPS-laitteisto. Laitteisto sisältää 1-vaihetasasuuntaajan, akuston ja invertterin. Syötetty sähköteho tasasuunnataan ja vaihtosuunnataan. Lähtöjännite on kokonaisuudessaan vaihtosuuntaajan muodostama eli kyseessä on kaksimuunnostekniikan on-line UPS-laitteisto (10, s.3).

Tasasuuntaajan nimellisjännite on 400 V, nimellistaajuus 50 Hz ja maksiminimellisvirta 200 A. Tasasuuntaus on toteutettu neljän väliulosoton yksivaihemuuntajalla (11, s. 48) ja tyristoritasasuuntaajalla (11, s. 52). Tasasuunnattu jännite on sovitettu akuston lataamiseen sopivaksi eli noin 267 V:iin.

Akusto koostuu kaasutiiviistä, kuusikennoisista 12 V 150 Ah lyijyakuista. Akusto sisältää kolme rinnankytkettyä yksikköä, joista kussakin on 20 kpl akkuja. Näin ollen akuston nimellinen lähtöjännite on 240 V. Akuston kapasiteetti on 30 kVA. (11, s. 19.)

Invertterin toiminta perustuu elektronisesti ohjattuihin IGBT (suuritehoinen bipolaaritransistori) -komponentteihin. Transistorien avulla tasajännitteestä muodostetaan kolmivaiheinen vaihtojännite ohjaamalla niitä tietyillä hetkillä johtavaksi. (11, s. 55.)

Invertteri sisältää myös tyristoreilla toteutetun suodatusosion, joka tarvittaessa synkronoi invertterin tuottaman sähkö ja verkkosähkö tai mahdollisen varavoi- makoneen tuottaman sähkö vaiheisuuden (11, s. 57). Suodatuksella on toteutettu SFS 6000 -standardissa mainittu kiertävien harmonisten yliaaltojen ehkäisy. Yliaallot voivat aiheuttaa johtimien ylikuormittumista (11, s. 9). Synkronointi on tarpeen esimerkiksi ylikuormitustilanteessa, jossa luvussa 6.1 mainittu staattinen ohituskytkin reagoi.

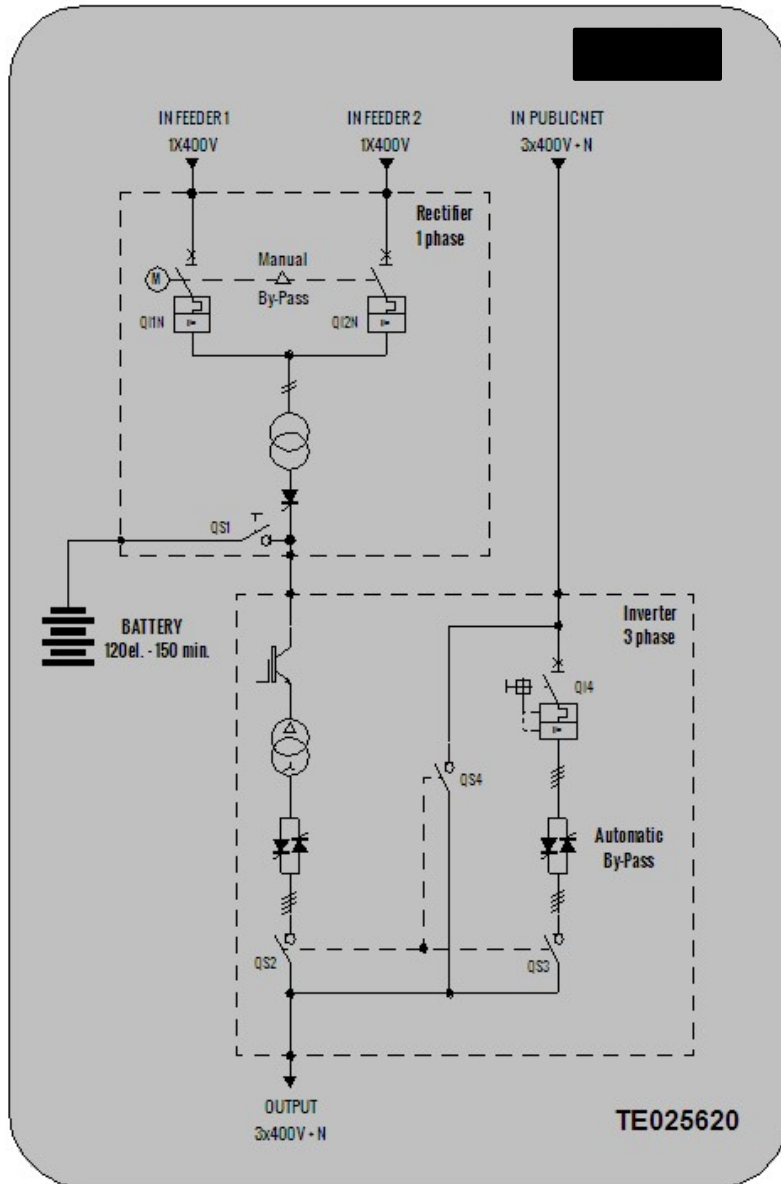
Järjestelmän automaatiikka ohjaa kaikkia osioita elektronisesti.

3.2 Laitteiston toimintaperiaate

Järjestelmä on liitetty molemmilta sähköradan muuntajilta tuleviin 400 V:n yksivaiheisiin syöttöihin ja yleisen sähköverkon 400 V:n kolmivaihesyöttöön. Sähköradan syötöistä toinen valitaan ensisijaiseksi. Mikäli sähkönsyöttö ensisijaisesta lähteestä katkeaa, siirtyy järjestelmä automaattisesti ja katkotta käyttämään toissijaiseksi määriteltyä syöttöä. Vaihtoautomaatiikan toiminta perustuu kunkin syötön jatkuvaan jännitteenvälvontaan.

Muuntajalta tuleva yksivaiheinen vaihtosähkö tasasuunnataan. Saatua tasasähköä käytetään akuston lataamiseen. Samalla tasasuunnattu sähkö johdetaan invertterille. Invertteri muuntaa tasasähkön 400 V:n kolmivaiheiseksi vaihtosähköksi, jota käytetään asetinlaitteen vaatimissa toiminnoissa.

Sähkön katketessa sekä ensisijaisesta syötöstä että toissijaisesta syötöstä, syötetään invertteriä akuston sähköllä. Mikäli akuston jännite laskee liian matalaksi, ottaa järjestelmä automaattisesti käyttöön yleisen sähköverkon kolmivaihesyötön. Järjestelmä palaa automaattisesti käyttämään ensisijaisinta syöttöä, kun sähkö saadaan palautettua jompaankumpaan ratajohtoon. Järjestelmän virransyöttökaavio on esitetty kuvassa 6.



KUVA 6. Järjestelmän virransyöttökaavio (11, s. 18)

3.3 Tehon määrittäminen

UPS-laitteen tehonmäärittämisessä olennaisia suureita ovat näennäisteho, pätöteho, loisteho ja tehokerroin $\cos\varphi$. Näennäisteho on kuorman tehollisen jännitteen ja virran tulo. Pätöteholla tarkoitetaan piirin resistiivistä kuormaa, loisteholla puolestaan kapasitiivista ja induktiivista kuormaa. Em. suureiden suhteet käyvät ilmi seuraavista kaavoista (12, s. 126).

$$S = U I \quad \text{KAAVA 1}$$

S = näennäisteho (VA)

U = jännite (V)

I = virta (A)

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad \text{KAAVA 2}$$

S = näennäisteho (VA)

P = pätöteho (W)

Q = loisteho (var)

$$\cos\varphi = P / S \quad \text{KAAVA 3}$$

$\cos\varphi$ = tehokerroin

P = pätöteho (W)

S = näennäisteho (VA)

3.3.1 Normaalit UPS-laitteiston mitoitusvaatimukset

UPS-laitetta valittaessa on huomioitava kuorman näennäisteho ja kokonaistehokerroin. Kuorman tehot voidaan määrittää arvioimalla, laskemalla tai mittaamalla. Mitoitusvaiheessa tulee ottaa huomioon myös isompien yksittäisten laitteiden mahdolliset käynnistysvirtapiikit sekä UPS-laitteen kyky syöttää hyvin epälineaarista kuormitusvirtaa (ns. crest factor arvo). Myös mahdolliset laitteiston laajenustarpeet on syytä huomioida. (10, s. 4.)

Suuritehoisella kaksimuunnostekniikan UPS-järjestelmällä on syytä selvittää harmonisten yliaaltojen vaikutus sähköverkkoon ja miettiä onko tarpeen lisätä kompensointia tai suodatusta. Järjestelmää syöttävä varavoimakone on syytä mitoittaa vähintään 2–2,2 -kertaa kuormaa suuremmaksi. (10, s. 4.)

3.3.2 Liikenneviraston UPS-laitteiston mitoitusvaatimukset

Liikennevirasto ohjeistaa, että laitteiston lopullisen kuorman mahdollinen tilaajan tulevaisuuden laajennus huomioituna tulisi olla maksimissaan 45% UPS-laitteen nimellinäennäistehosta. (3, linkit [Palveluntuottajat](#) -> [Ohjeluettelo](#) -> [Rautatieohjeet \(pdf\)](#) -> [Turvalaitteiden sähkösyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus](#), s. 4). Liikenneviraston toinen turvalaitteiden virransyöttöä koskeva ohje antaa kuitenkin mahdollisuuden kuormittaa UPS-laitetta 70% sen nimellistehosta mahdollisten laajennusten jälkeen (3, linkit [Palveluntuottajat](#) -> [Ohjeluettelo](#) -> [Rautatieohjeet \(pdf\)](#) -> [Turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset](#), s. 6).

Käyttövarmuuden ja käytettävyyden takia järjestelmä tulisi rakentaa redundanttiseksi ja modulaariseksi. Järjestelmän tulisi sisältää vähintään kaksi moduulia, jolloin toisen vikaantuessa ehjä moduuli pystyisi vielä syöttämään kuormaa. Moduuleita lisäämällä pystytään myös kasvattamaan oikosulkuvirtaa. (3, linkit [Palveluntuottajat](#) -> [Ohjeluettelo](#) -> [Rautatieohjeet \(pdf\)](#) -> [Turvalaitteiden sähkösyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus](#), s. 4.)

UPS-laitteen on kyettävä syöttämään turvalaitteistoa niin, että mitään osaa kuormasta ei kytketä irti edes ylikuormitustilanteessa. Lisäksi on valittava laite, jonka näennäis- ja pätötehon syöttökyky ylittää kuormituksen arvot. (3, linkit [Ammattilaiselle](#) -> [Palveluntuottajat](#) -> [Ohjeluettelo](#) -> [Rautatieohjeet \(pdf\)](#) -> [Turvalaitteiden sähkösyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus](#), s. 5.)

Vaikka ECM-järjestelmä on pohjimmiltaan UPS-laitteisto, antaa Liikenneviraston ohjeistus sille lievemmat vaatimukset redundanttisuuden suhteen. Sähköratavirransyötössä varasyöttönä hyväksytään paikallinen sähköverkko. Sähköratavirransyöttö varmistetaan kahdennetuilla muuntajilla ja kytketään eri sähköistysryhmiin, mikäli mahdollista. (3, linkit [Palveluntuottajat](#) -> [Ohjeluettelo](#) -> [Rautatieohjeet \(pdf\)](#) -> [Turvalaitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset](#), s. 8.)

3.3.3 Mitoitusvaatimuksien toteutuminen

ECM-laitteiston kuorma Karhukankaalla koostuu asetinlaitteen vaatimasta tehosta (5,5 kW) ja kolmen turvalaitekaapin (K932, K942 ja K944) vaatimasta tehosta (2,5 kW, 1,5 kW ja 1,5 kW). Muu sähkönsyöttö tapahtuu normaalitilanteessa yleisen sähköverkon kautta. Kun kuormitukset lasketaan yhteen, saadaan ECM-laitteiston pätötehokuormaksi 11 kW. (Liite 6.)

Liikenneviraston ohjeessa on laskentaesimerkissä turvalaitekuorman tehokertoimeksi ($\cos\varphi$) määritely 0,9 (3, linkit Ammattilaiselle -> [Palveluntuottajat](#) -> [Ohje-luettelo](#) -> [Rautatieohjeet \(pdf\)](#) -> [Turvalaitteiden sähkösyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus, s. 14](#)). Kun tiedetään pätöteho ja tehokerroin, voidaan näennäisteho laskea kaavan 3 mukaan $S = P / \cos\varphi$

$$11 \text{ kW} / 0,9 = 12,2 \text{ kVA}$$

Kuormituksen osuus ECM-järjestelmän nimellinäennäistehosta voidaan laskea prosenttilaskuna

$$12,2 \text{ kVA} / 30 \text{ kVA} * 100 = 40,7 \%$$

eli laitteisto on vaatimuksiin nähden riittävä.

3.4 Oikosulku- ja vikavirtasuojaus

Oikosulkusuojauksen ensisijainen tarkoitus on saattaa järjestelmä toimimaan niin, että ECM-järjestelmän omat sisäiset suojaukset eivät reagoisi ja katkaisisi syöttöä kaikista järjestelmään liitetyistä laitteista. Suojalaitteet sijaitsevat ryhmäkeskuksessa. Oikosulkusuojina on käytetty johdonsuojakatkaisijoita ja kompaktikatkaisijoita.

3.4.1 Liikenneviraston vaatimukset

Suojalaitteiden toiminta on pyrittävä saamaan mahdollisimman nopeaksi, jotta muiden UPS-laitteiston syöttämien kuormien toiminta ei vaarannu vikatilanteessa. Suositeltu toiminta-aika on 20 ms. Muutoin katkeamatonta virransyöttöä vikatilanteessa ei UPS-standardin mukaan pystytä takaamaan.

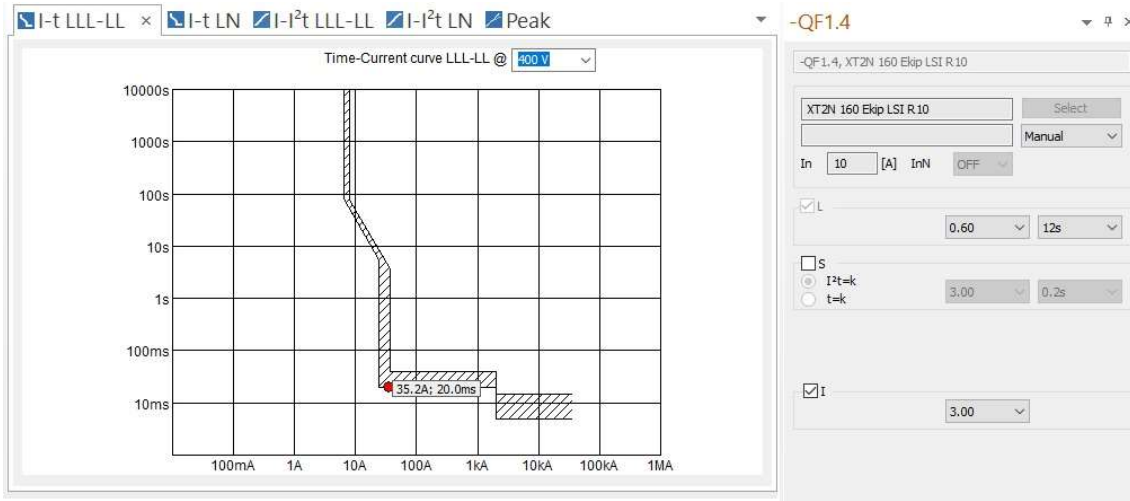
Toiminnan nopeus riippuu virran suuruudesta ja siihen vaikuttaa UPS-laitteen komponenttien mitoitus. Siksi UPS-laitteen ja suojalaitteiden valinta, erityisesti selektiivisyys on erittäin tärkeää. Laskelmia tehtäessä käytetään UPS-laitteen valmistajan ilmoittamaa 20 ms:n arvoa (3, linkit [Palveluntuottajat -> Ohjeluettelo](#) -> [Rautatieohjeet \(pdf\)](#) -> [Turvalaitteiden sähkösyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus](#), s. 5).

Edellä mainitusta mitoitusäännöistä voidaan poiketa, mikäli UPS-laitteiston oikosulkuvirta riittää tekemään verkosta selektiivisen kaikissa vikatilanteissa. Tämän oikosulkuvirran mitoituksessa on huomioitava kuormien laatu sekä kaapelointien impedanssit ja jännitehäviöt. Kaapeloinnin impedanssin on oltava riittävän pieni, jotta UPS-laitteen oikosulkuvirta riittää laukaisemaan suojat. (3, linkit [Palveluntuottajat -> Ohjeluettelo](#) -> [Rautatieohjeet \(pdf\)](#) -> [Turvalaitteiden sähkösyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus](#), s. 6.)

3.4.2 Vaatimusten toteutuminen

Liitteessä 7 on FEBDOK-ohjelmalla laskettuna oikosulkuvirrat laitteiston eri osissa tilanteessa, jossa syöttö tapahtuu ratajohtovirransyötön kautta ja tilanteessa, jossa syöttö tapahtuu yleisen sähköverkon kautta. Molemmissa tilanteissa ECM-laitteiston kuorman oikosulkuvirrat joudutaan kuitenkin mitoittamaan niiden kannalta huonoimmassa tilanteessa eli ECM-laitteiston ollessa akkusyötöllä.

Oikosulkuvirraltaan heikoimmaksi kohteeksi jää turvalaitekaappi K944, jolle on pisin kaapelointi. FEBDOK-ohjelma antaa kyseessä olevalle turvalaitekaapille oikosulkuvirtaavon 35 A. Turvalaitekaappien suojaus on toteutettu ABB XT2N 160 Ekip LSI In=10A 3p F -kompaktikatkaisijoilla. Kompaktikatkaisijoiden ominaisuudet ovat säädettävissä dippikytkimillä. ABB:n verkkosivuilta on ladattavissa e-Design-ohjelmisto, josta nähdään tarvittaessa kompaktikatkaisijan toiminta-aikakäyrät eri säätöarvoilla. Säätöarvot ovat Karhukankaalla samat jokaisen turvalaitekaapin (K932, K942 ja K944) kompaktikatkaisijalla. Toiminta-aikakäyrä on esitetty kuvassa 7 ja se kuvaa kompaktikatkaisijan laukaisunopeutta eri kuormitusvirran arvoilla.



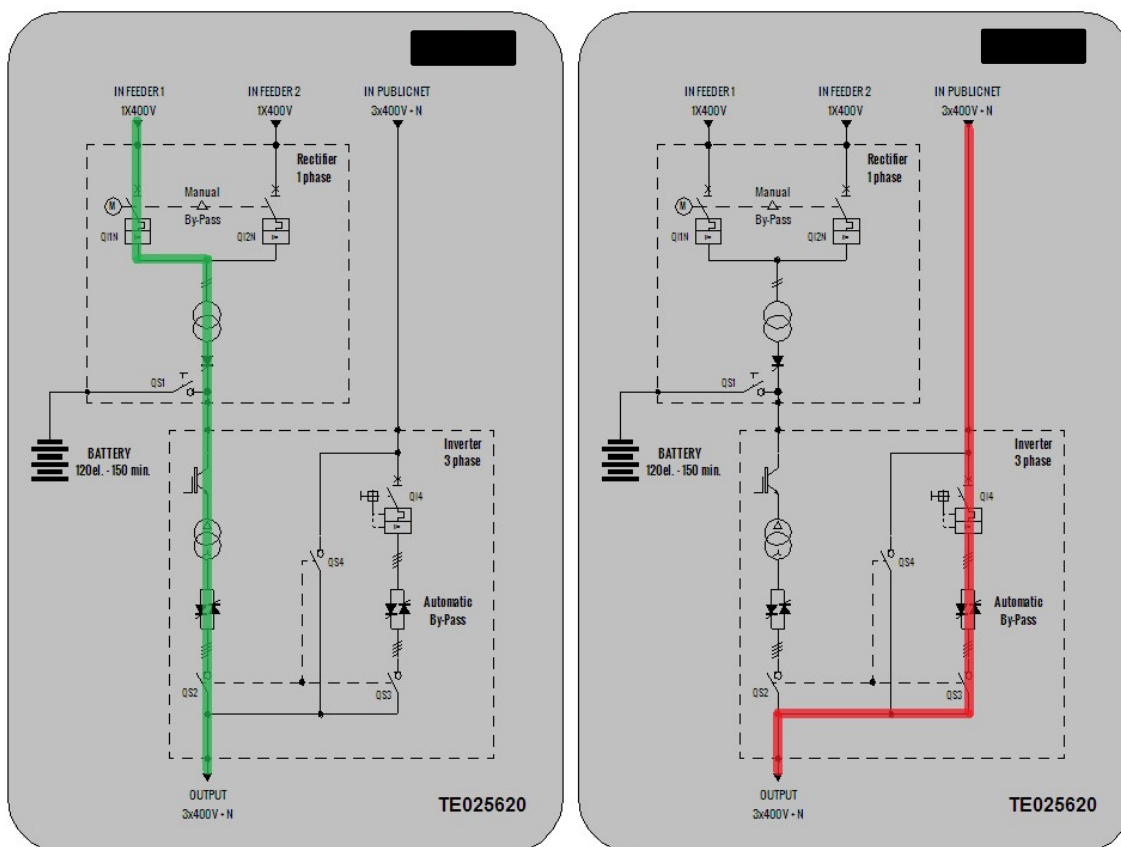
KUVA 7. Kompaktikatkaisijan ABB XT2N 160 Ekip LSI In=10A 3p F toiminta-aikakäyrä Karhukankaan säätöarvoilla

Kuvassa näkyvä punainen ympyrä kuvaa tilannetta 35 A:n oikosulkuvirran toteutuessa. Toiminta-aikakäyrästä voidaan todeta, että 35 A ja sitä suurempi oikosulkuvirta riittää poiskytkemään syötön vaaditun 20 ms:n aikana.

3.5 ECM-järjestelmän ohitus

3.5.1 Staattinen kytkin

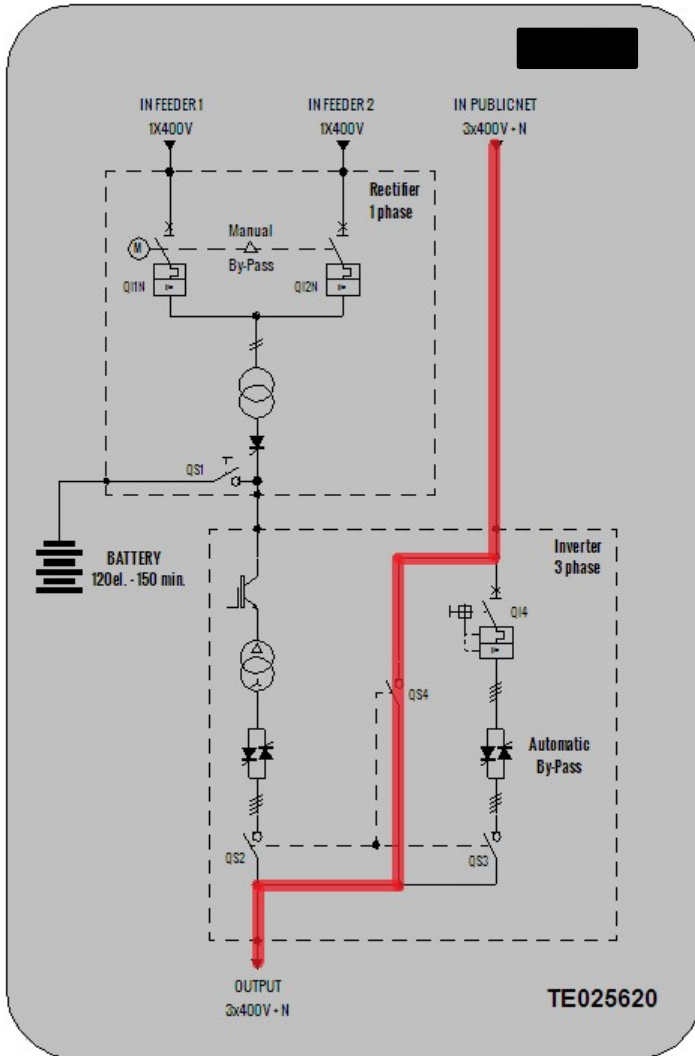
ECM-järjestelmästä löytyy staattinen, elektronisesti toteutettu ohituskytkin, joka siirtää kuorman automaattisesti julkisen verkon syötölle vikatilanteessa tai ylikuormituksessa. Staattinen kytkin huolehtii myös julkisen verkon sähkön suodattuksesta ja tahdistuksesta invertterin tuottamaan jännitteeseen, jotta katkoton siirtyminen varatehonsyöttöön olisi mahdollista. (10, s. 1.) ECM-järjestelmän staattinen kytkin on toteutettu tyrstoreilla. Kuvassa 8 on esitetty virran kulkureitti normaalisti vihreällä ja staattisen kytkimen toimiessa punaisella.



KUVA 8. Virran kulkureitit lisättyinä järjestelmän virransyöttökaavioon (11, s. 18)

3.5.2 Sisäinen huoltokytkin

Järjestelmän huoltoa varten on olemassa sisäinen huoltokytkin (QS4). Huoltokytkimen käyttö ohittaa invertterin ja staattisen kytkimen, jolloin tulokatkaisijat (QIN1 ja QIN2) avaamalla voidaan tehdä huoltotoimenpiteitä tasasuuntaajalle ja akus-
tolle sekä invertterille. Kuvassa 9 on esitetty virran kulkureitti käytettäessä huoltokytintä.



KUVA 9. Virran kulkureitti ohituskytkimen ollessa käytössä lisättynä järjestelmän virransyöttökaavioon (11, s. 18)

3.5.3 Huolto-ohituskytkin

Mikäli järjestelmä jostain syystä halutaan ohittaa kokonaan, voidaan tarvittavat kytkennät tehdä ryhmäkeskuksen etukoje-kytkimillä. Näin saadaan yhdistettyä kaikki keskusosiot julkiseen sähköverkkoon. (Liite 2.)

3.6 ECM-laitteiston akusto

3.6.1 Akuston sijoitusvaatimukset

SFS 6000 -standardin mukaan kiinteät akustot on asennettava lukittuun tilaan tai pienet akustot lukittuun koteloon. Näin varmistetaan, että akustoihin pääsevät käsiksi vain ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt. Tilassa tai kotelossa on oltava riittävä ilmanvaihto. Akuston liitokset on suojattava eristyksellä tai akut on järjesteltävä siten, ettei samanaikaisesti voida epähuomiossa koskettaa osia, joiden potentiaaliero on yli 120 V. (13, s. 11.)

3.6.2 Akuston mitoitusvaatimukset

Akuston mitoituksessa on huomioitava kuormitus, UPS-järjestelmän hyötysuhde, vaadittu varakäyntiaika ja akkujen vanheneminen.

Varavoimaksi mitoitettun akuston käyttöaika on oltava vähintään 6 tuntia. Mikäli varavoimakoneistoon sisältyy dieselaggregaatti, riittää akuston käyttöajaksi 2 tuntia.

Akuston vanheneminen huomioidaan kertomalla nimelliskuormitus 1,25:llä tai jakamalla akustokapasiteetti 0,8:lla. Näin huomioidaan käyttöajan toteutuminen myös käyttökänsä päähän tulleella akustolla. (1, linkit [Palveluntuottajat](#) -> [Ohjelut](#) -> [Rautatieohjeet \(pdf\)](#) -> [Turvalaitteiden sähkösyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus](#), s. 13.)

Koska rata- ja turvalaitekunnossapitäjällä on käytössään siirrettäviä dieselaggregaatteja, voidaan akusto mitoittaa 2 tunnin käyttöajalle.

3.6.3 Vaatimuksien toteutuminen

Karhukankaan liikennepaikan järjestelmässä akusto on sijoitettu tilaan, johon on pääsy ainoastaan sähköalan ammattihenkilöillä. Kaikki akuston liitokset on kosketussuojattu. (Kuva 10.) Sijoituksen osalta voidaan katsoa vaatimusten toteutuneen.



KUVA 10. Akusto

Karhukankaan akustokokonaisuus koostuu kolmesta nimelliskapasiteetiltaan 150 Ah:n ja nimellisjännitteeltään 240 V:n rinnankytketystä akustosta (kuva 11). Akuston nimelliskuorma on 30 kVA (11, s.19). Käyttöaika voidaan laskea kaavoilla 4 ja 5 (2, s. 116).

$$W = U Q$$

KAAVA 4

W = sähköenergia (VAh)

U = jännite (V)

Q = kapasiteetti (Ah)

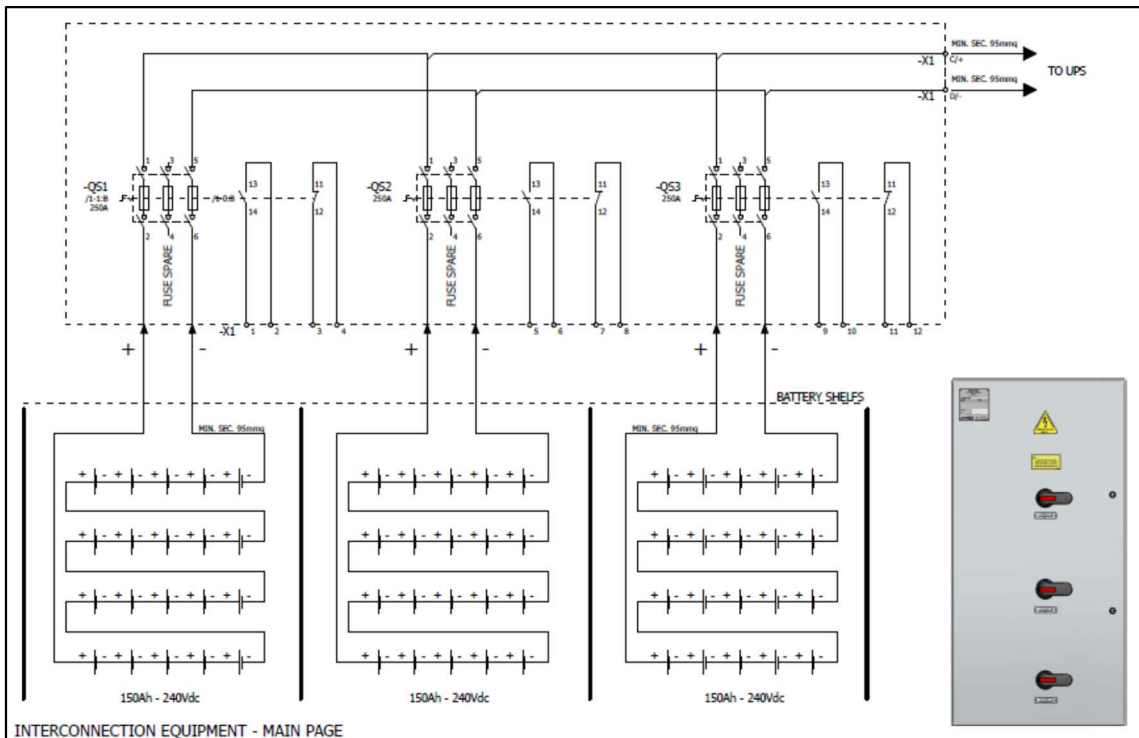
$$Q = I t$$

KAAVA 5

Q = kapasiteetti (Ah)

I = virta (V)

t = aika (h)



KUVA 11. Karhukankaan akuston kytkentäkaavio (5)

Alla on laskettu sähköenergia kaavan 4 mukaan kolmella rinnankytketyllä akustolla

$$3 * 150 \text{ Ah} * 240 \text{ V} = 108\,000 \text{ VAh}$$

Kaavat 4 ja 5 yhdistämällä saadaan sähköenergian kaavaksi $W = U I t$. Kaavasta 1 tiedetään, että $U I = S$ (kuorman näennäisteho). Käyttöaika voidaan siis laskea $t = W / S$. Nimelliskuormitus S tulee kertoa akuston vanhenemisen varmuuskerroimella 1,25.

$$108\,000 \text{ VAh} / (30\,000 \text{ VA} * 1,25) = 2,88 \text{ h}$$

Karhukankaan akusto on riittävä kestääkseen vaaditun käyttöajan.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten hyvin tutkinnan kohteena ollut järjestelmä soveltuu käyttötarkoitukseensa sähköisten ominaisuuksiensa, käyttövarmuuden ja kustannuksien osalta.

Laitteisto vastaa toiminnaltaan normaalia UPS-virransyöttöä, mutta erona on, että normaalitilanteessa turvalaitteiden virransyöttö ja akkujen varaus otetaan sähköradasta. Yleisen sähköverkon liittymä toimii varasyöttönä sekä laiteilarakennuksen lämmityksen, valaistuksen ja ilmastoinnin syöttönä. Tällöin päästään järjestelmän tavoitteeseen, eli yleisen verkon liittymän pienempään sulakekookoon ja sitä kautta tapahtuvaan säästöön.

Karhukankaan ECM-laitteisto on laskelmien perusteella todettu vaatimusten mukaiseksi tehon, oikosulkusuojauksen ja akuston osalta. Järjestelmän teho alkaa kuitenkin olla vaatimusten rajalla, vaikka kyseessä on pieni liikennepaikka ja sen vuoksi vähäinen tehontarve.

Asetinlaitteen käyttövarmuuden kannalta yhtä kriittinen tekijä kuin itse asetinlaite, on tiedonsiirtoyhteys liikenteenohjauksen ja asetinlaitteen välillä. Tilaajan toiveesta käyttövarmuutta käsittelevän luvun esimerkkinä käytettiin Kainuuta vuodenvaihteessa piinanneita julkisen sähköverkon katkoja, joiden takia junia myöhästyi ja jouduttiin perumaan.

Lähes kaikille ongelmille oli kunnossapitäjä kirjannut syyksi tietoliikenneyhteyden vian. Nämä yhteysvialt johtuivat virransyötön ongelmista linkkiasemilla, joita pelkkä sähköratavirransyöttöjärjestelmien lisääminen asetinlaitteiden yhteyteen ei toisi sähköratavirransyötön piiriin. Käyttövarmuuden kannalta tulisi siis asetinlaitteiden lisäksi miettiä tietoliikenneyhteyksissä käytettävän laitteiston varustamista sähköratavirransyötöllä.

Rakentamis- ja huoltokustannusten osalta järjestelmän takaisimaksuaika on noin 12 vuotta ottamatta huomioon käyttövarmuuden mahdollisesta parantumisesta koituvia säästöjä. Järjestelmää valittaessa onkin tarkasteltava myös sen elinkaarta, eli rakennetaanko järjestelmä esimerkiksi 10 vai 20 vuoden käyttöön.

Suurin ero järjestelmien välillä tulee juuri rakennuskustannuksista, eli mitä lyhyemmän aikavälin investointi on kyseessä, sitä edullisempää on valita yleisen sähköverkon UPS-laitteisto virransyöttöjärjestelmäksi sähköratavirransyötön sijaan.

LÄHTEET

1. Wikipedia. 2018. Kytkin (sähkötekniikka). Saatavissa: [https://fi.wikipedia.org/wiki/Kytkin_\(s%C3%A4hk%C3%B6tekniikka\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Kytkin_(s%C3%A4hk%C3%B6tekniikka)). Hakupäivä 25.5.2018.
2. Ahoranta, Jukka 1998. Sähkötekniikka. Helsinki: WSOY.
3. Liikennevirasto. 2018. Saatavissa: <https://www.liikennevirasto.fi/>. Hakupäivä 25.5.2018.
4. Energiateollisuus. 2017. Saatavissa: <https://energia.fi/>. Hakupäivä 24.11.2017.
5. Riikonen, Pekka 2018. Konsultti, VR Track Oy. Opinnäytetyömateriaalia.
6. Fingrid. 2018. Saatavissa: <https://www.fingrid.fi/>. Hakupäivä 24.2.2018.
7. yle. 2017. Sähkökatkot kiusaavat edelleen Kainuussa – noin 3 000 taloutta ilman sähköä. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10000814>. Hakupäivä 27.3.2018.
8. Roivainen, Janne 2018. RE: Opinnäytetyöhön materiaalia. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Mikko Leskelä. 13.3.2017.
9. Kokkola-Oulu ryhmityskaavio. 2018. Liikenneviraston extranet (tarvitaan käyttäjätunnus).
10. ABB:n TTT-käsikirja 2000-07. 2018. Saatavissa: http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/03_5_S%84hk%94tekniikka-UPS%20ja%20maadoitus.pdf. Hakupäivä 3.4.2018
11. 30 KVA UPS Katkeamaton virransyöttö rautatien turvalaitejärjestelmille. 2016. UPS – Käyttäjän opas MN022620. ECM.
12. Tekniikan kaavasto. 2014. Porvoo: AMK-Kustannus Oy Tammertekniikka

13. SFS 6000-5-55. 2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-55: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Muut sähkölaitteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

LIITTEET

Liite 1 Sähköratavirransyötön periaatekuva

Liite 2 Ryhmäkeskuksen pääkaavio

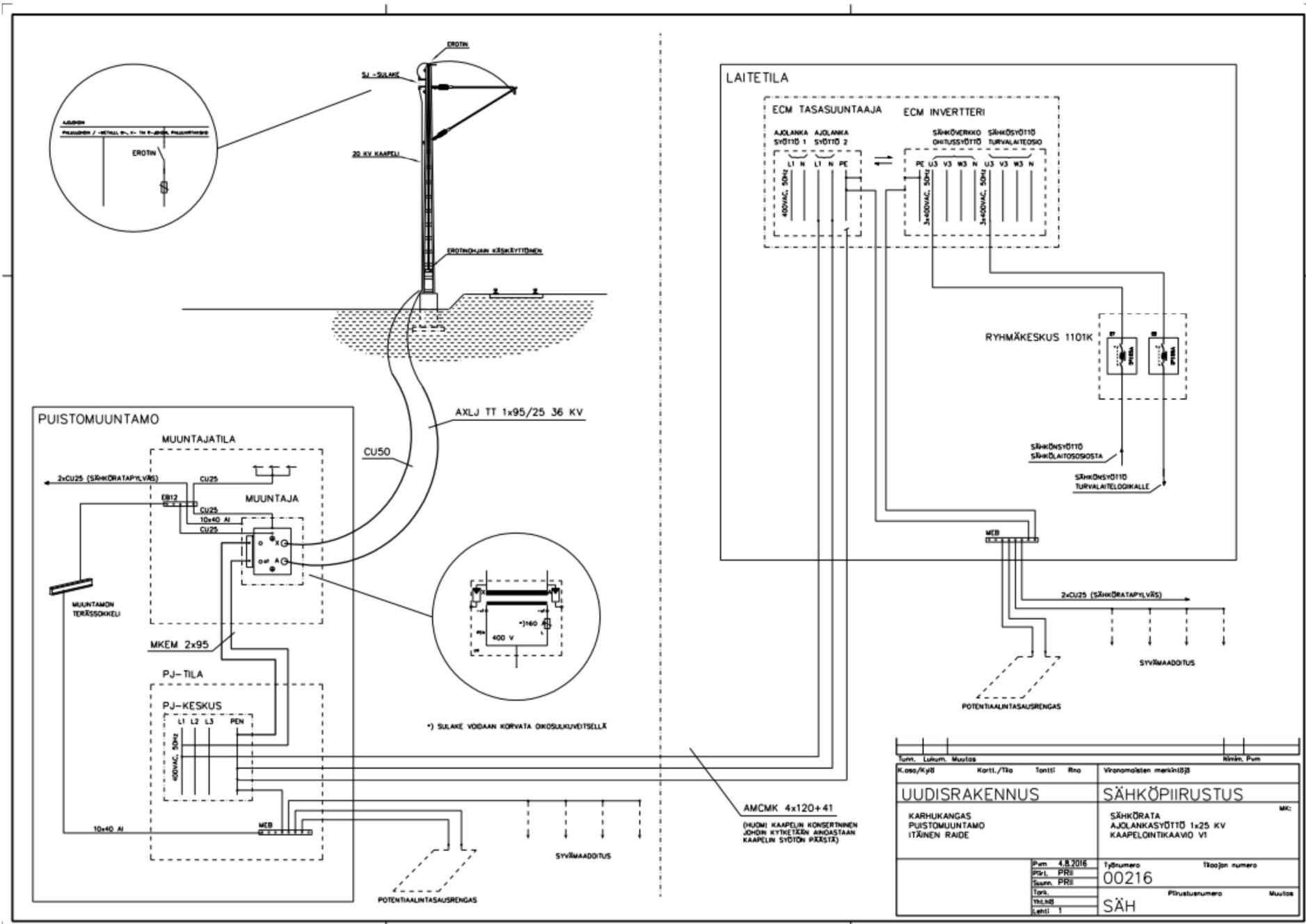
Liite 3 Asetinlaitteiden vikakirjauksia Arttu-järjestelmästä

Liite 4 Sähköradan Asetinlaitteiden vikakirjauksia Arttu-järjestelmästä

Liite 5 Kustannuslaskelmat (poistettu julkaistavasta versiosta)

Liite 6 Kuormituslaskelmat

Liite 7 FEBDOK-kaaviot ja -laskelmat



Turn.	Lukum.	Muutos	Kortti./Tila	Tonit	Rno	Viranomaisen merkintä	Nimi, Pvm
UUDISRAKENNUS						SÄHKÖPIIRUSTUS	
KARHUKANGAS PUISTOMUUNTAMO ITÄINEN RAIDE						SÄHKÖRATA AJOLANKASYÖTÖ 1x25 KV KAAPELOINTIKAAVIO V1	
Pvm: 4.8.2016 Jp1: PRI Suun: PRI Tark: Yht: Lehti: 1						Työnumero: 00216 Piirustenumero: SÄH Tilaajan numero: Muutos:	

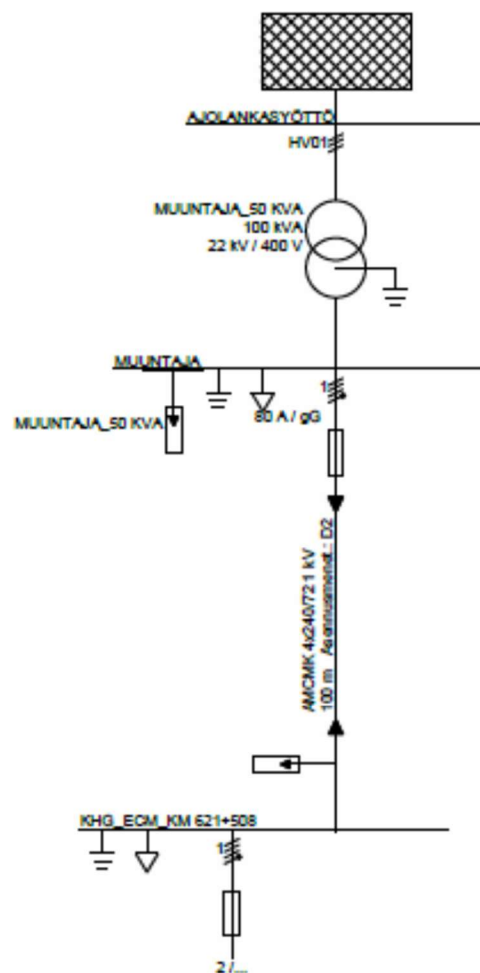
NIMI	KOHTEEEN_NIMI	OIRE	RAPORTTI	VAIKUTUS_LIIKENTEeseen	VIAN_SYY
OULU-TUIRA: ASTL5 VARAVOIMALLA OHJAUSNÄYTTÖ PIMEÄNÄ	ASTL 5, OULU	Oulu-Tuira: Astl.5 varavoimalla ohjausnäyttö pimeänä	Verkkokatko aiheutti häiriön.Laite palautui normaaliin tilaan sähkösyötön palattua.	LIKENNETTÄ HÄIR	YLEINEN SÄHKÖVERKKO
JS ILMOITTI TAULUN NÄYTTÄVÄN MAAVIKAA , USÄKSI VAIHDE EI KÄÄNNY	ASTL 5, OULU	Js ilmoitti taulun näyttävän maavikaa , lisäksi vaihde ei käänny	Asetinlaitteella kävi jännitekatko joka aiheutti erkköjen päästämisen koska Erien 601 ja K:n syöttöpään kiskokotelolla oli säikeet muutettu ristiin. Verkolla erkat jaksivat pysyä vetäneenä mutta muuttajakoneen jälkeen jännite laski niin että erkat päästi.Lisäksi kyseisten osuuskien muuntajien nolla oli otettu virransyötössä väärästä paikasta, joka aiheutti jännitteen alenemisen muuntajalla.	LIKENNETTÄ HÄIR	MUU TYÖSTÄ JOHTUVA
ESKOLA, VARAVOIMALLA (MAIN POWER), VERKKO ON PARI KERTAA PÄTKINYT	ASTL, ESKOLA	Eskola, varavoimalla (main power), verkko on pari kertaa pätkinyt	Ela, vika uuden astl:n puolella. Mipro tutkii ja ei pyytänyt kunnossapitoa avuksi.SJ.	EI VAIKUTUSTA LIIK	MUU TUNTEMATON SYY
HIRVINEVA TAULU MUSTANA.	ASTL, HIRVINEVA	Hirvineva taulu mustana.	Hvn: ukkonen alueella, asti varavoimalla sekä yhteys poikki kaukolle. Corenetin reititin pimeänä koska erotusmuuntaja rikki, reititin kytketty toimintaan ilman erotusmuuntajaa Corenetin luvalla, OK. Verkkopuolen pääsulake palanut. Varavoima ei sammunut vaikka verkko palautui, koska aikarele ZN rikki, poltti sulaketta, rele vaihdettu. Maavika ilmaisu päällä, koska vahdin syöttösulake palanut. Sulakkeita tarkastettu ja vaihdettu. Asti saatu toimintaan OK. SJ.	LIKENNETTÄ HÄIR	ILMASTOLLINEN YLIJÄN
HVN: LAITETILA 230V PUUTTUU	ASTL, HIRVINEVA	Hvn: Laitetila 230V Puuttuu	Laitos varavoimalla. Ouluenergian Huoltokatko Verkko palautui Klo14.20	EI VAIKUTUSTA LIIK	YLEINEN SÄHKÖVERKKO
JPA,VERKKOVIAN ILMETTYÄ VARAVOIMA PÄÄLLE N 5 MIN KULUTTUA , KAIKKI RAITEET VARATTUNA JA OSA LINJAA	ASTL, JEPUA	Jpa,verkkovian ilmettyä varavoima päälle n 5 min kuluttua , kaikki raiteet varattuna ja osa linjaa	Toimi kokeiltaessa normaalisti . A1/3 ja A2/3 kontaktorin johdot kiristelyt. yas Kerola & sas Hietanen	LIKENNETTÄ HÄIR	MUU TUNTEMATON SYY
KANGAS ASETINLAITE MAAVIKA VERKKOKATKON JÄLKEEN	ASTL, KANGAS	Kangas asetinlaite maavika verkkokatkon jälkeen	Kangas asetinlaite maavika. Maavika poistui kuittaamalla maavikavahdin. OK.	EI VAIKUTUSTA LIIK	YLEINEN SÄHKÖVERKKO
KEMPELE JA OULAINEN VARAVOIMALLA.	ASTL, KEMPELE	Kempele ja Oulainen varavoimalla.	Kml: Valtakunnanverkko käynyt poikki ukkosesta johtuen. Asti varavoimalla, JLM1 rikkoutunut ja siksi akkumuuttajakone M1 edelleen käynnissä. Vaihdettu JLM2:nen toimintaan ja varavoima poistui, toiminta OK. Rikkoutunut JLM1 vaihdetaan myöhemmin. Oulaisen hoitaa Rautatieto. SJ,EM klo.01.00-03.30 yht.5h. Vaihdettu Kempeleeseen uusi kone JLM1. EH,GTO.	EI VAIKUTUSTA LIIK	ILMASTOLLINEN YLIJÄN
VERKKOKATKOLLA SUOJASTUKSEN ALKUOPASTIMET MENEVÄT PIMEIKSI.	ASTL, KILPUA	Verkkokatkollla suojustuksen alkuopastimet menevät pimeiksi.	1.2 sulake oli palanut virransyöttökaapista.	LIKENNETTÄ HÄIR	ILMASTOLLINEN YLIJÄN
KOI MENEÄ VARAVOIMALLE JA PALAUTUU EDES TAKAISIN LYHYITÄ AIKOJA YHTENÄÄN.	ASTL, KOVJOKI	Koi menee varavoimalle ja palautuu edes takaisin lyhyitä aikoja yhtenäen.	Sähkösyötössä vika ,myrsky heilutti puita linjalla ,sähkölaitos hoitanut asian. sas Kunnari & sas Saunamäki	EI VAIKUTUSTA LIIK	MUU ILMASTOLLINEN
KÄLVIÄ,VARAVOIMALLA	ASTL, KÄLVIÄ	Kälviä,varavoimalla	Muuttakone 1 pyörimään,kakkoskone huoltoon. K.V-T. M.K.	LIKENNETTÄ HÄIR	VANHENEMINEN
LIMINKA: ASTL. VARAVOIMALLA	ASTL, LIMINKA	Liminka: Astl. varavoimalla	Lka Asti, taajuusmuuttaja 1. ei ollut käynnistynyt verkon palaututtua, käynnistettiin uudelleen OK.Juutinen,Tapia,Siira yht.9h	EI VAIKUTUSTA LIIK	VIRTAPIIRIKATKOS
LIMINKA,VARAVOIMALLA.	ASTL, LIMINKA	Liminka,varavoimalla.	Asetinlaitteen virransyöttö varavoimalla ,vaikka kaikki sähköverkon vaiheet olivat Ok. Syöttö vaihdettu verkolle. Pikalataus käynnistetty. Toimintaa tarkkaillaan !!!	EI VAIKUTUSTA LIIK	VIKA POIST UUD KÄYN
OULAINEN, JÄI VARAVOIMALLE JÄNNITEKATKON JÄLKEEN	ASTL, OULAINEN	Oulainen, jäi varavoimalle jännitekatkon jälkeen	2. verkkomuuttajan laakerit kuluneet ja ankuri otti kenttään mikä aiheutti sulakkeen palamisen ryhmäkeskuksesta ja Ms:n laukeamisen virransyöttökaapista. Vaihdettiin 1. muuttajaa pyörimään ja 2. remonttiin.	EI VAIKUTUSTA LIIK	KULUMINEN
PÄNNÄINEN VARAVOIMAKONE HÄLYTTÄÄ.	ASTL, PÄNNÄINEN	Varavoimakone hälyttää. Opastinvika hälytys. (Syöttävän sähkölaitoksen kytkinkentällä vikakorjaus)	Verkkokatkon aikana H-opastimen punaisen lamppu pimeänä,vaihdettiin uusi lamppu.Opastin pimeni uudestaan mutta vika häipyi etsittäessä .Vika ei uusiutunut vaikka tehtiin uusia verkkokatkokokeiluja . yas Kunnari & Kerola	LIKENNETTÄ HÄIR	MUU TUNTEMATON SYY
ASTL. RUUKKI ,VIRAN SYÖTÖSSÄ HÄIRIÖ VERKON PALAUTUESSA.	ASTL, RUUKKI	ASTL. RUUKKI ,VIRAN SYÖTÖSSÄ HÄIRIÖ VERKON PALAUTUESSA.	ZN- RELE VIALINEN. VAIHDETTU UUSI.	EI VAIKUTUSTA LIIK	VANHENEMINEN
RKI ASTL. MUUTAJA KONE EI KÄYNNISTY VERKKO KATKON JÄLKEEN.	ASTL, RUUKKI	RKI ASTL. MUUTAJA KONE EI KÄYNNISTY VERKKO KATKON JÄLKEEN.	MITSUBISHIN TOIMINTA TARKASTETTU.	EI VAIKUTUSTA LIIK	MUU TUNTEMATON SYY
TUOMIOJA OLI VARAVIRRALLA,KUN PALAUTUI VERKKOIRRALLE NIIN PUDOTTI LÄHTÖOPASTIMEN E PUNAISEKSI.JUNAN	ASTL, TUOMIOJA	Tuomioja oli varavirralla,kun palautui verkkovirralla niin pudotti lähtöopastimen E punaiseksi.Junan kulkutie oli läpi Tja:n ja tulo-opastin pysyi vihreänä.	Tark Ok. (ukkonen?)	LIKENNETTÄ HÄIR	MUU ILMASTOLLINEN
TUOMIOJA:220V PUUTTUU.ASTL.VARAVOIMALLA.TRL MATALAPRÄ K2 HÄLYTYS.	ASTL, TUOMIOJA	Tuomioja:220V puuttuu.Astl.varavoimalla.Trl Matalaprä K2 hälytys.	Sähkölaitos katkaissut sähköt.(Asema rakenuksen vuokralainen jättänyt maksamatta sähkölaskut.) Sähkölaitos kytkenyt sähköt takaisin vikamisten käsillä.	EI VAIKUTUSTA LIIK	YLEINEN SÄHKÖVERKKO
TUOMIOJA LP POIS KO:N VALVONNASTA, VERKKOVIKAILMAISU	ASTL, TUOMIOJA	Tuomioja lp pois ko:n valvonnasta, verkkovikailmaisu	Verkkokatkon jälkeen ilmaisintaulun MS4.2 lauennot, viritetty uudelleen.	LIKENNETTÄ HÄIR	VIKA POIST UUD KÄYN
YLIVIESKA,VARAVOIMALLA.LIPUNMYNTI AUTOMAATTI PIMEÄ,VALVONTAKAMERAT PIMEINÄ.ILMOITETTU CALL CENTERII	ASTL, YLIVIESKA	Ylivieska,varavoimalla.Lipunmyynti automaatti pimeä, valvontakamerat pimeinä.Ilmoitettu Call Centeriin.	Corenetin UPS oli "tiltannut" verkkokatkollla. Hälyttänyt jo aiemmin akkuhäiriötä. Käännetty ohituskytkin päälle.	EI VAIKUTUSTA LIIK	VIRTAPIIRIKATKOS
YV-NIVALA;VERKKOHÄIRIÖN TULLESSA YV:N JÄÄ YV-NIVALA VÄLI PUNAISEKSI,PURKUTUU ALHP:LLÄ	ASTL, YLIVIESKA	YV-NIVALA;Verkkohäiriön tullessa YV:n jää YV-NIVALA väli punaiseksi,purkuttuu ALHP:llä	Verkkokatkollla linja jää häiriötilaan.	EI VAIKUTUSTA LIIK	MUU TYÖSTÄ JOHTUVA

NIMI	KOHTEEEN_NIMI	OIRE	RAPORTTI	VAIKUTUS_LIIKENTEeseen	VIAN_SYY
KATKAISIJAT 3010 JA 3020 LAUENNEET, EIKÄ OHJAUDU KIINNI. 110KV NÄYTTÄÄ NOLLAA.	KATKAISIJA 110 KV	Katkaisijat 3010 ja 3020 lauenneet, eikä ohjautu kiinni. 110kv näyttää nollaa.	Kytinkentältä Jk2:Ita oli lauennut F3 suojakytkin mahd.Finngridin miesten aiheuttama,viritetty uudeleen,toimi Kari Koski	LIIKENNETTÄ HÄIR	MUU ULKOINEN
ESKOLAN ETELÄPÄÄN SILLAN OLLA JUNAN NO 60 MENNESSÄ TULI VALOKAARI JA RKN SA KATKAISIJA 6050 LAUKESI	AJOJOHDIRAJ11, KANNUS-ESKOLA	Eskolan eteläpään sillan olla junan NO 60 mennessä tuli valokaari ja RKN SA katkaisija 6050 laukesi Häilytykset KE1 AJP 1057B :n veturinkuljettaja tarkasti paikan ja huomasi kannattimen säikeitä on poikki Junat rullaa alta virroitin alhaalla.	Kannatinta uusittu n.5m:n pala . R.Lamberg , P. Kanninen	LIIKENNETTÄ HÄIR	MUU TUNTEMATON SYY
KOK, 5012 TULI POHJOISESTA KOK: AAN. RAITEELLA 2, "JYVÄSKYLÄN" SILLAN ALLA KUULUI VOIMAKAS RYSÄHDYS	AJOJOHDIRAJ18, KOKKOLA	Kok, 5012 tuli pohjoisesta Kok:aan. Raiteella 2, "Jyväskylän" sillan alla kuului voimakas rysähdys virroittimesta ja katkaisija laukesi. Virroittimessa ei mitään poikkeavaa. Päivystävä sas paikalle. Sillan alla kannattimesta 5-6 säiettä poikki.	Kannattimeen vaihdettiin 1,5 metriä uutta kannatinta. R Lamberg T Järvinen Linnun raato löytyi sillanalta.	LIIKENNETTÄ HÄIR	VIERAS ESINE
HVN SA KATKAISIJA 6.05.5 LAUKESI. HÄLYTYN NO: 44 E1 OILOSULKUSUOJAN 2. PORRAS.	KATKAISIJA25 KV, K6050 HIRVINEVA	HVN SA Katkaisija 6.05.5 Laukesi. klo 13.05.54 Hälytyn no: 44 E1 oilosulkusuojan 2. porras.	Lauennut katkaisija 6.05.0 ohjattiin kiinni klo 13.12.16 Laukeamisen aiheutti ylös nostetuna ollut kuorma -auton HIAB puomi. Vaurio paikka on pylväiden R 95 ja R 95B välillä olevalla tasoristeyksellä. Raahe Rautaruukin tehdas alueella. Ajolanka korjattu, varotus puomit asentaa paikalliset helaaron miehet	LIIKENTEEN PYSÄYT.	TYÖKONE
KUI SA: KATK. 6.09.0 LAUKESI . VETURIN VIRROTTIN HAJOSI	KATKAISIJA25 KV, K6090 KUIVALA	KUI SA: Katk. 6.09.0 laukesi . Veturin virroittin hajosi	Virroitin haukkasi vaihdekujassa, korjattu väliaikaisesti. Korjattiin lopullisesti päivällä 23.12 klo 15.00	LIIKENTEEN PYSÄYT.	PUUTTEELLINEN HUOLTO
HVN.SA;K6.09.0 P1-OIKOSULKUSUOJAN 2PORRAS LAUKAISU	KATKAISIJA25 KV, K6090 HIRVINEVA	HVN.SA;K6.09.0 P1-oikosulkusuojan 2porras laukaisi, Tps erotusjakso lyö läpi	Tupoksen erotusjakso alkoi lyödä läpi vaikka rullattiin, puhdistettu erotusjakso. (Erotusjakson likaisuus johtuu todennäköisesti siitepölystä.)	LIIKENNETTÄ HÄIR	ERISTYS
KUI SA, K 6.09.0 LAUKESI.VAUNU PUDONNUT KISKOILTA JA LANGAT ALHAALLA.	KATKAISIJA25 KV, K6090 KUIVALA	Kui SA, K 6.09.0 laukesi. Vaunu pudonnut kiskoilta ja langat alhaalla.	Vaunu pudonnut kiskoilta ja kaatanut SR-Pylvään 754-14. Perustus lohjennut. Perustus korjattu valamalla, asennettu uusi pylväs, langat säädetty	LIIKENTEEN PYSÄYT.	AUKIAJO, SUISTUMINEN
HVNSA: KATK. 6.05. LAUKAISU. RAUTARUUKKI AJETTU NOSTURI AJOJOOHTOON	KATKAISIJA25 KV, K6050 HIRVINEVA	HvnSa: Katk. 6.05. laukaisi. Rautaruukki ajettu nosturi ajojohtoon	Kuorma-auto ajanut kippi pystyssä turvaporraaliin, porttaali kaatunut ajolankaan. ronttumi raivattu.	LIIKENTEEN PYSÄYT.	TIEAJONEUVO
VOLSA:K6090 LAUKESI.VIKA VÄLILLÄ KÖK E0300-JPAE001.ERISTYSVIKA KM492-494 SAMAAAN AIKAAN.KULJETTAJA NÄKI ISON VALOKAAREN.	KATKAISIJA25 KV, K6090 VOLTTI	VolSa:K6090 laukesi.Vika välillä Kök E0300-JpaE001. Eristysvika km492-494 samaan aikaan.Kuljettaja näki ison valokaaren.	Ylimmäinen paluujohdotus oli pudonnut sangalle pylväällä 492-12 ja katkennut kipinöinnin seurauksena, sekä pudonnut alas kaantöörren/kannattimen päälle niin, että oli aiheuttanut kaisijan laukeamisen	LIIKENTEEN PYSÄYT.	VANHENEMINEN
HÄRMÄ-VOLTTI; SÄHKÖRATA VAURIO N, PUOLIKILOMETRIA HÄRMÄSTÄ POHJOSEEN	AJOJOHDIRAJ1, HÄRMÄ-VOLTTI	Härmä-Voltti; Sähkörata vaurio n, puolikilometriä Härmästä pohjoiseen	Ylin paluujohdotus pudonnut sangalle ja palanut poikki pylväällä 474-4. Paluujohdotus on pudonnut alas ja joutunut kosketuksiin kiristyspylvään 474 5 haruksen kanssa ja polttanut tämän poikki. HM-JPA-välillä on vuosittain useita ylimmän paluujohdon sangalle putoamisia ja asiasta on esitetty tilaajalle korjaustoimenpiteitä, mutta konkreettista suunnitelmaa ei vieä ole.	LIIKENTEEN PYSÄYT.	KULUMINEN
RKN SA, K 6.09.0 LAUKESI.LÄMPÖSUOJA TOIMI,EIKÄ ANNA OHJATA KATKAISIJAA KIINNI.	KATKAISIJA25 KV, K6090 RIESKANEVA	Rkn SA, K 6.09.0 laukesi.Lämpösuoja toimi,eikä anna ohjata katkaisijaa kiinni.	Nevasaaren syöttöasemalla oli käyttökeskeytys , jonka takia pitkälle syöttölinjalle tuli ylikuormaa .Rele palautui kun se jähtyi .Suorittaja kehoitti vetureja tarkkailemaan tehonottoja . Päätettiin , että käydään seuraavassa työvuorossa tarkistaan lämpärele .	LIIKENTEEN PYSÄYT.	VIKA HÄVISI ISEST.
YLIVIESKA -KANGAS PUU NOJAA PALUJOOHTOON.	AJOJOHDIRAJ1, YLIVIESKA-KANGAS	Ylivieska -Kangas puu nojaa paluujohdotus.	Puu kaatunut radan yli, nojasi paluulankoihin ja latva 4 - 5 metriä ajolangan yli. Puu poistettu TKÄ:n avustuksella. Rataosa liikenne kelpoinen n.15.30 .	LIIKENTEEN PYSÄYT.	TUULI, MYRSKY
VOLSA: KATK. 6.09.0 LAUKASU	KATKAISIJA25 KV, K6090 VOLTTI	VolSa: Katk. 6.09.0 laukasu	Jepua.punttipylväältä 492-12 paluujohdin katkennut ja jäänyt makaamaan pyörästön eristimen ja tasauslevyn väliin aiheuttaen oikosulun ja sen että jännitettä ei saatu kytkettyä päälle. Maadoitusauvaa apunakäyttäen sain paluujohdotimen pudotettua maahan.paluujohdotimet sidottu ja maadoitettuvikapylvään molemmin oleville pylväille,tämän toimenpiteen jälkeen ajojohtimeen saatiin kytkettyä jännite.PK	LIIKENTEEN PYSÄYT.	KULUMINEN
VOLTTI SA K 3.22.0 LAUKESI.	KATKAISIJA 110 KV	Voltti sa K 3.22.0 laukesi.	Eino Myrsky, Vaurio korjattu	LIIKENTEEN PYSÄYT.	TUULI, MYRSKY
MESILÄ K 6050 LAUKESI	KATKAISIJA25 KV, K6050 MESILÄ	Mesilä K 6050 laukesi	Kruunupyy pylvään 537-15 vieressä iso kuusi kaatunut paluu ja ajojohtimien päälle,puu raivattu pois (kiskopyörillä ja henkilönostimella varustettu kuorma-auto apuna) ,vaurioituneet kannatinjohtimet (2 kpl) jatkettu ja paluujohdotimen sidoksia uusittu 6 kpl, irronnet ripustimet kiinnitetty Ajo ja paluujohdotimen korjauksiin järjestettiin oulustaTTE. Eino-myrsky aiheutti puun kaatumisen PK	LIIKENTEEN PYSÄYT.	MUU ILMASTOLLINEN
OHENNEVA SA K 6050 LAUKESI.	KATKAISIJA25 KV, K6050 OHENNEVA	Ohenneva sa K 6050 laukesi.	Kälviä Km 566+600 Eino-myrsky kaatoi ison kuusen paluu ja ajojohtimien päälle ajojohtimen kannatin katkesi.Oulusta järjestetty TTE vikapaikalle ja jatkettu katkennut kannatin, kiinnitetty ripustimet ja myös tehty 1kpl uusi ripustin	LIIKENTEEN PYSÄYT.	MUU ILMASTOLLINEN
OHNSA. KATKAISIJA K 6.05.0 LAUKASU 571 KM:LLÄ SILTARAKENTEET LENTÄMINEET RATARAKENTEISIIN PORTAALI VÄ	KATKAISIJA25 KV, K6050 OHENNEVA	OhnSa. katkaisija K 6.05.0 laukasu 571 km:llä uuden sillan tliapäinen suojatelttarakenne lentänyt (myrsky) ratarakenteisiin lanka alhaalla ja I-pylväiden orret (pylväät 571-2 ja 571-3)	Raivattu myrskyn ratarakenteisiin heittämät suojarakenteet pois radalta ja sähköratarakenteista, sr-pylväiden 571-2 ja 571-3 orret korjattu. vaihdettu 2 kpl vinotukia ja sekä myös muita orsarakenteita ajolanka jatkettu.PK	LIIKENTEEN PYSÄYT.	MUU ILMASTOLLINEN
MESSA: K6.09.0 LAUKASU KM:LLÄ SR-PYLV. 556-15 KOHDALLA KUUSI NOJA LANKAAN JA KM:LLÄ 557	KATKAISIJA25 KV, K6090 MESILÄ	MesSa: K6.09.0 laukasu Km:llä sr-pylv. 556-15 kohdalla kuusi noja lankaan ja Km:llä 557 puu noja lankaan	Pylväällä 556-15 raivattu Seija-myrskyn kaatama puu paluujohdotimen päältä ja jatkettu kaksi vaurioitunutta paluujohdotinta.RL	LIIKENTEEN PYSÄYT.	MUU ILMASTOLLINEN
HIRVINEVA, PUU OHITUSJOHDOS	KATKAISIJA 110 KV	Hirvineva, Puu ohitusjohdossa	Puu poistettu	LIIKENNETTÄ HÄIR	TUULI, MYRSKY
HIRVINEVA SA K 6.05.0 LAUKESI EI MENE KIINNI TJA EROTTIMET EI TOIMI.	KATKAISIJA25 KV, K6050 HIRVINEVA	Hirvineva sa K 6.05.0 laukesi ei mene kiinni Tja erottimet ei toimi.	Paluujohdotus pudonnut kaantöörren päälle. KM 697+300	LIIKENTEEN PYSÄYT.	TUULI, MYRSKY
RAAHE EI PYSY VIRTAA AJOLANGASSA.	AJOJOHDIRAJ1, RAAHE	Raahe ei pysy virtaa ajolangassa.	Ajolangat ajettu poikki, Tekijästä ei tietoa. Ilmoitettu poliisille	LIIKENTEEN PYSÄYT.	TIEAJONEUVO

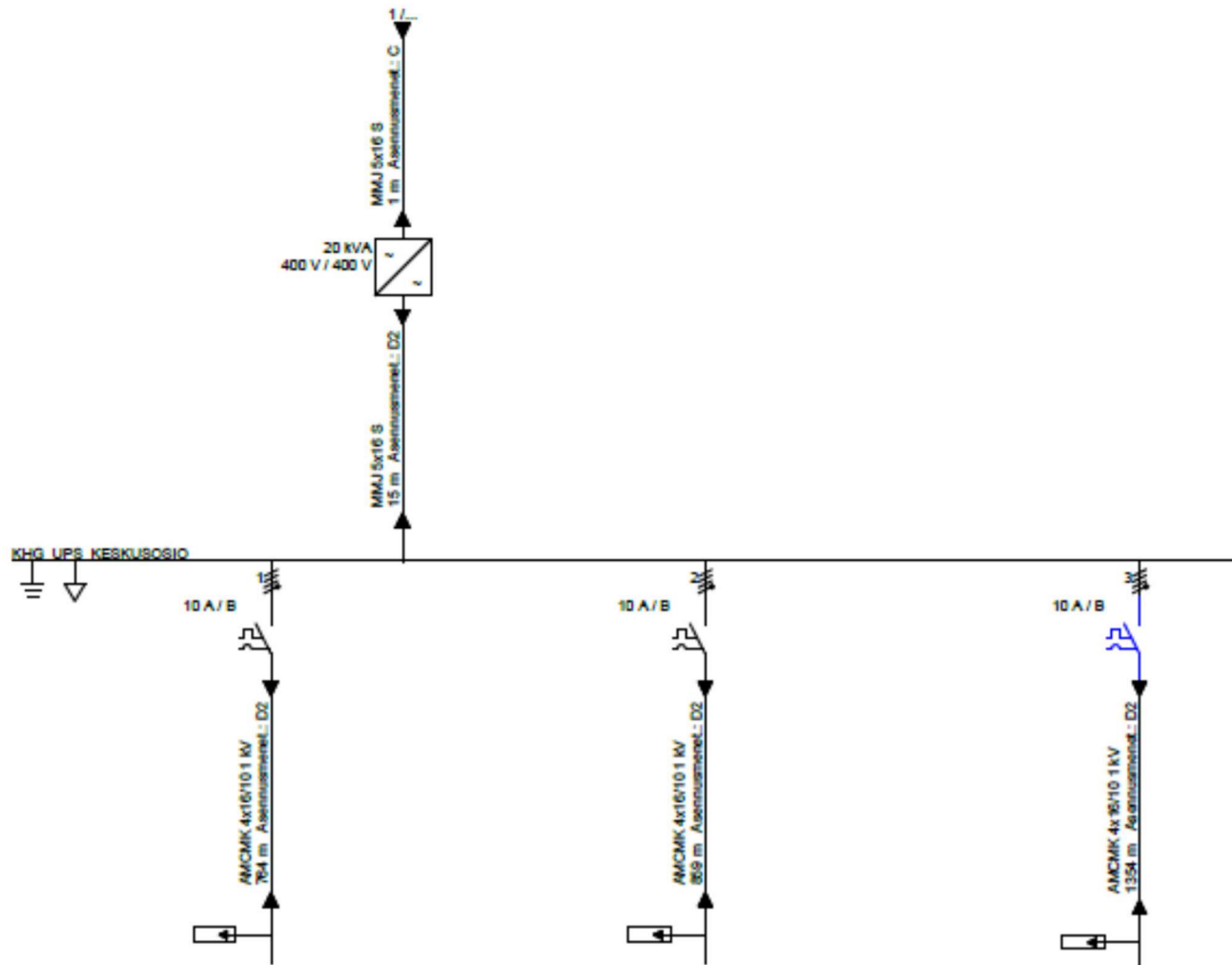
Karhukangas

Osateho 1	Karhukangas	Syöttöpiste	5,5 kW
Osateho 2	K932		2,5 kW
Osateho 3	K942		1,5 kW
Osateho 4	K944		1,5 kW
Osateho 5			kW
Osateho 6			kW
Osateho 7			kW
Osateho 8			kW
Osateho 9			kW
Osateho 10			kW
Osateho 11			kW
UPS maksimi varausteho			9,5 kW
Huipputeho UPS:n jälkeen			20,5 kW
Laskennallinen virta UPS:n takana			29,7 A
		3x	35 A
Laitetilan kulutus (lämmitys ja valaistus)			1 kW
			1 kW
Huipputeho UPS:n jälkeen			20,5 kW
			22,5 kW
Varmuuskerroin	0,9	3x	36,2 A
		3x	50 A
		3x	50 A
			63 A

Huipputeho UPS:n jälkeen
 Laskennallinen virta UPS:n takana
 Etukoje UPS tasasuuntajasyötölle
 Laitetilan kulutus (lämmitys ja valaistus)
 Ratapihvalaistus
 Lisätään UPS:n takana oleva huipputeho
 Huipputeho yhteensä (laitetila, UPS ja varaaja, turvalaitejärjestelmä ja ratapihvalaistus)
 Laskennallinen virta yhteensä
 Varmistetun verkon etukoje (Ryhmäkeskuksen pääsulake), laskennallinen
 Valittu varmistetun verkon etukoje (Ryhmäkeskuksen pääsulake).
 Sähköliittymän sulakekoko

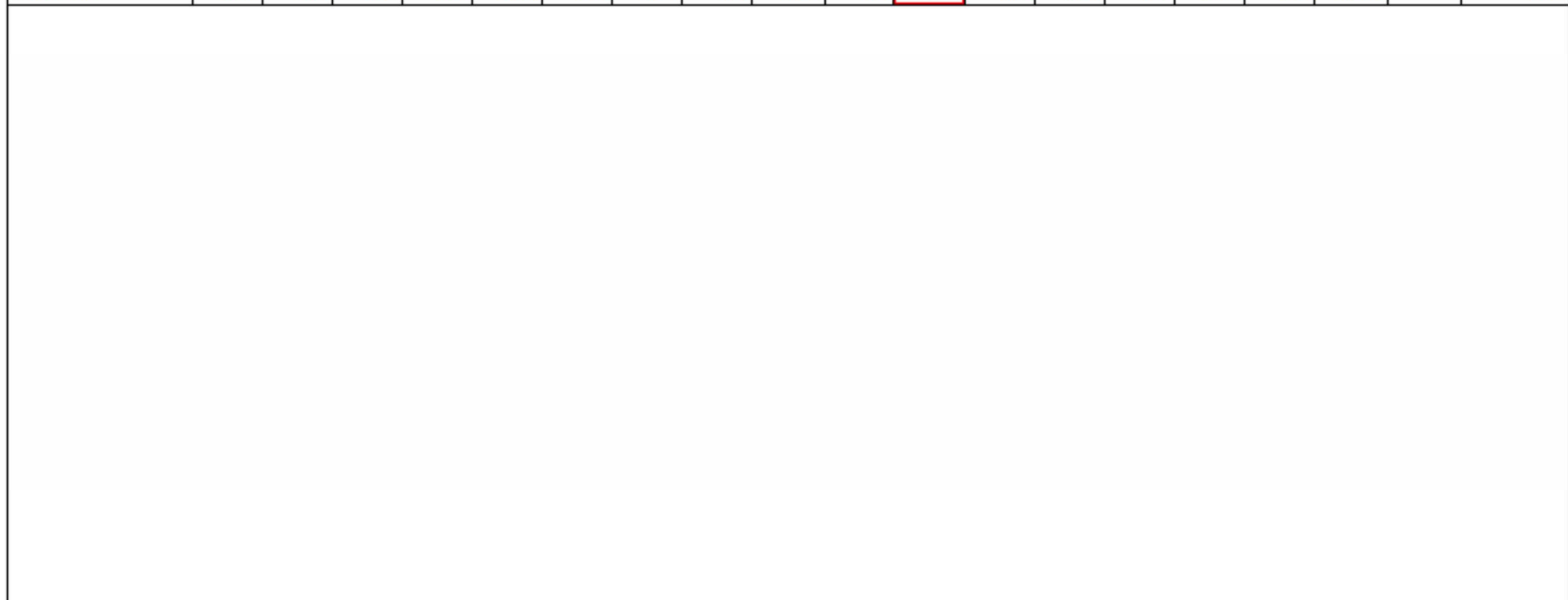



Vr Track Kerkkolankatu 32 05800 Hyvinkää Puh:	Asennuksen osoite:	Asennus: Karhukangas_ajolankasyöttö_150518		Pvm: 18.6.2018 16:18:16
	Asiakas, omistaja:			400 V TN-C-S
			Febdok Vs. 6.0.36 Pvm. 27.1.2017	Sivu 1 / 2

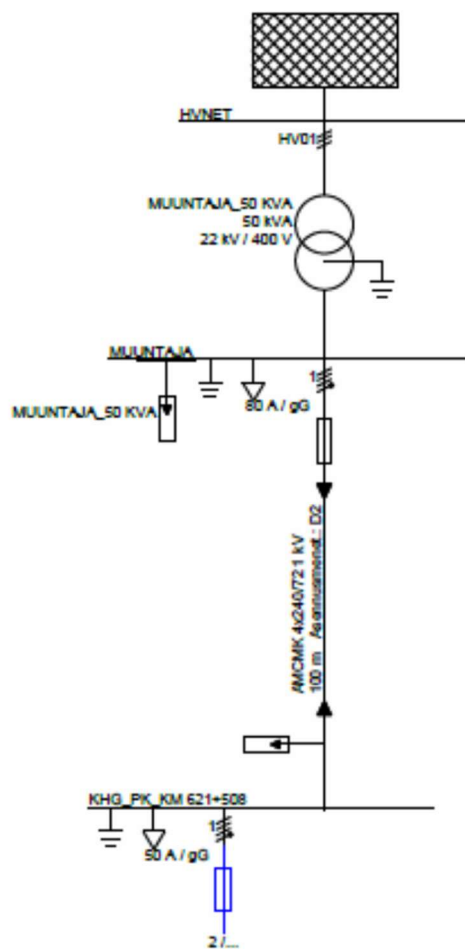


Vr Track Kerkkolankatu 32 05800 Hyvinkää Puh:	Asennuksen osoite:	Asennus: Karhukangas_ajolankasyöttö_150518	Pvm: 18.6.2018 16:18:16
	Asiakas, omistaja:		400 V TN-C-S
		febdok Vs. 6.0.36 Pvm. 27.1.2017	Sivuja 2 / 2

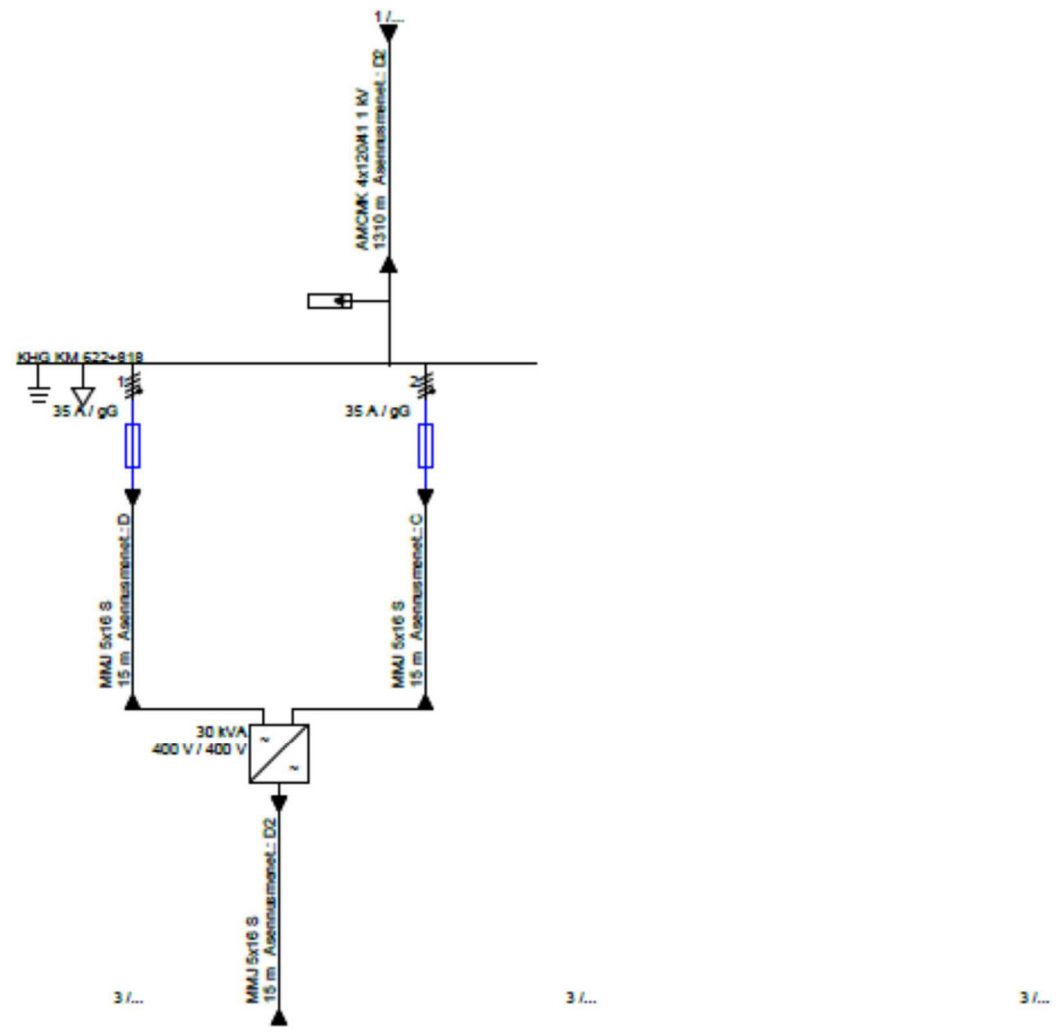
Jakokeskustunnus	I _{k3pmax}		I _{k3pmin}		I _{k2pmax}		I _{k2pmin}		I _{k1pmax}		I _{k1pmin}		I _{jt1pmax}		I _{jt1pmin}		Zs	Max
	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	[ohm]	I [kA]
K932 KM 622+054	0,065	1,00	0,063	1,00	0,064	1,00	0,061	1,00	0,058	1,00	0,053	1,00	0,059	1,00	0,053	1,00	0,1044	0,094
K942 KM 623+677	0,064	1,00	0,061	1,00	0,063	1,00	0,060	1,00	0,057	1,00	0,050	1,00	0,057	1,00	0,051	1,00	0,1044	0,092
K944 KM 624+172	0,060	1,00	0,055	1,00	0,058	1,00	0,052	1,00	0,048	1,00	0,035	1,00	0,048	1,00	0,036	1,00	0,1044	0,087
KHG_ECM_KM 621+508	3,285	0,37	2,784	0,40	2,845	0,37	2,411	0,40	2,879	0,47	2,411	0,51	2,598	0,56	2,139	0,61	0,1026	6,122
KHG_UPS_KESKUSOSI	0,072	1,00	0,072	1,00	0,072	1,00	0,072	1,00	0,072	1,00	0,072	1,00	0,072	1,00	0,072	1,00	0,1026	0,104
MUUNTAJA	3,937	0,25	3,372	0,25	3,409	0,25	2,921	0,25	4,010	0,25	3,444	0,25	4,010	0,25	3,444	0,25	0,0637	8,321



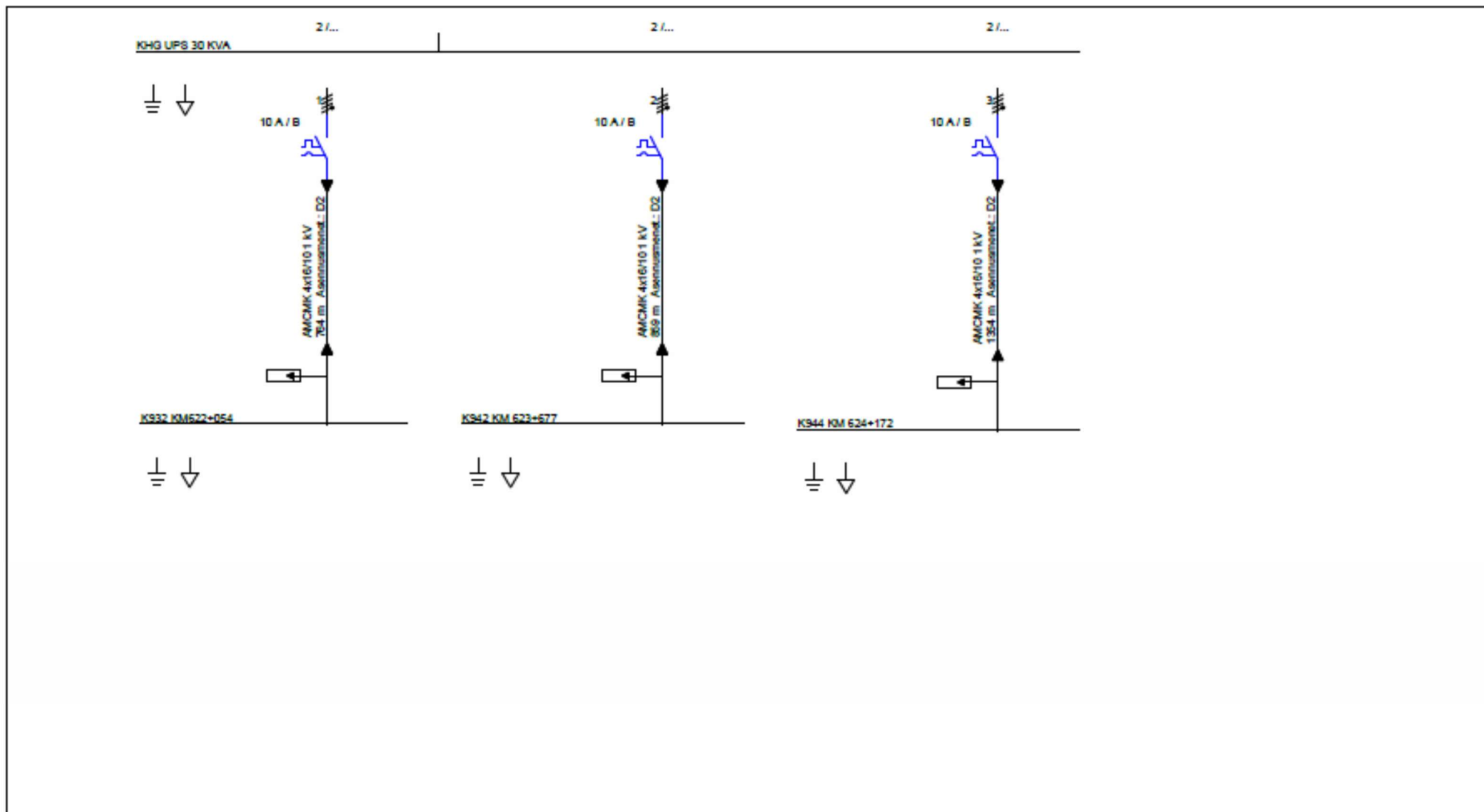
Vr Track Kerkkolankatu 32 05800 Hyvinkää Puh:	Asennuksen osoite: Karhukangas_ajolankasyöttö_150518	Asennus: Pvm: 18.6.2018 16:13:42
	Asiakas, omistaja:	Jakokeskukset, oikosulkuvirrat SFS 6000:2012 400 V TN-C-S
	 Vs. 6.0.36 Pvm. 27.1.2017	Sivut 1 / 1



Vr Track Kerkkolankatu 32 05800 Hyvinkää Puh:	Asennuksen osoite:	Asennus: Karhukangas_sähköyhtiön syöttö_150518	Pvm: 18.5.2018 16:38:48
	Asiakas, omistaja:		400 V TN-C-S
		febdok	Vs. 6.0.36 Pvm. 27.1.2017




Vr Track Kerkkolankatu 32 05800 Hyvinkää Puh:	Asennuksen osoite:	Asennus: Karhukangas_sähköyhtiön syöttö_150518 Pvm: 18.6.2018 16:38:48
	Asiakas, omistaja:	400 V TN-C-S
	Vs. 6.0.36 Pvm. 27.1.2017	Sivut 2 / 3



Vr Track Kerkkolankatu 32 05800 Hyvinkää Puh:	Asennuksen osoite:	Asennus: Karhukangas_sähköyhtiön syöttö_150518 Pvm: 18.6.2018 16:38:48
	Asiakas, omistaja:	400 V TN-C-S
	febdok Vs. 6.0.36 Pvm. 27.1.2017	Sivut 3 / 3

Jakokeskustunnus	I _{k3pmax}		I _{k3pmin}		I _{k2pmax}		I _{k2pmin}		I _{k1pmax}		I _{k1pmin}		I _{jt1pmax}		I _{jt1pmin}		Zs	Max
	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	[ohm]	İ [kA]
K932 KM622+054	0,134	0,98	0,086	1,00	0,116	0,98	0,083	1,00	0,077	1,00	0,062	1,00	0,077	1,00	0,063	1,00	4,7567	0,193
K942 KM 623+677	0,122	0,99	0,084	1,00	0,106	0,99	0,077	0,99	0,073	1,00	0,055	1,00	0,074	1,00	0,056	1,00	5,1822	0,176
K944 KM 624+172	0,084	0,99	0,061	0,99	0,076	1,00	0,061	1,00	0,053	1,00	0,035	1,00	0,054	1,00	0,036	1,00	7,4012	0,121
KHG KM 622+818	0,556	0,82	0,426	0,86	0,482	0,82	0,369	0,86	0,315	0,89	0,235	0,92	0,232	0,93	0,172	0,95	1,2782	0,812
KHG UPS 30 KVA	0,521	0,84	0,108	1,00	0,452	0,84	0,108	1,00	0,291	0,91	0,108	1,00	0,219	0,94	0,108	1,00	1,3588	0,758
KHG_PK_KM 621+508	1,801	0,32	1,541	0,33	1,560	0,32	1,334	0,33	1,690	0,38	1,438	0,41	1,602	0,45	1,350	0,48	0,1625	3,517
MUUNTAJA	1,977	0,25	1,700	0,25	1,712	0,25	1,472	0,25	2,011	0,25	1,732	0,25	2,011	0,25	1,732	0,25	0,1267	4,169

Vr Track Kerkkolankatu 32 05800 Hyvinkää Puh:	Asennuksen osoite:	Asennus: Karhukangas_sähköyhtiön syöttö_150518	Pvm: 18.6.2018 16:37:27
	Asiakas, omistaja:	Jakokeskukset, oikosulkuvirrat	SFS 6000:2012 400 V TN-C-S
	 Vs. 6.0.36 Pvm. 27.1.2017		Sivut 1 / 1