

Tekniikka ja ympäristö -osasto

Säädösperusta: Sähköturvallisuuslaki 410/1996 5 §

Korvaa/muuttaa: SFS6000-1 kohta 11.3 sekä  
samannimisen ohjeen 3327/090/2014 (24.11.2014)

Voimassa 1.1.2017 alkaen

Asiasanat:

Turvallitteet, sähköturvallisuus, SFS6000, ohjeet

## Turvallitteiden virransyöttöasennusten sähköturvallisuutta koskevat Liikenneviraston erikoismääräykset

SFS 6000-1 kohdassa 11.3 on todettu, että ”Tämä standardisarja ei koske ...sähköraita-laitteistoja mukaan luettuna liikkuva kalusto ja merkinantolaitteet”. Tässä sana ”merkinantolaitteet” tarkoittaa turvalaitteita, ja kyseessä on EU-kielenkäytössä vakiintunut termi. Standardin englanninkielisessä versiossa käytetään sanaa ”signalling systems”, jonka oikea käänös on ”rautateiden turvalaitteet”.

Tällä perusteella SFS 6000 -standardisarjaa ei tarvitse kaikilta osin ehdottomana noudattaa turvalaiteasennuksissa. Koska poiketaan standardin vaatimuksista, KTMP 1193/1999 pykälän 5 vaatimusta on noudatettava. Poikkeamaselvityksen allekirjoittavat poikkeaman laatija ja haltijan edustajana käytön johtaja.

Tämä Liikenneviraston ohje on laadittu turvalaitteiden virransyötön asennuksista. Asennustavoista on laadittu KTMP 1193/1999 pykälän 5 mukainen poikkeamaselvitys, jossa on arvioitu riskejä asennusstandardin turvallisuustasoon nähden, ja johon on kirjattu poikkeamien hallinnan toimenpiteet niin, että SFS 6000-vaatimuksista voidaan poiketa.

Tässä ohjeessa esitetään asennusstandardista poikkeamiseen hyväksyttävät asennustavat ja -menetelmät. Mikäli asennuksia ei tehdä tämän ohjeen mukaan, poikkeama ei ole voimassa. Muutoksille tulee tällöin hakea käytönjohtajan hyväksyntä.

Koska turvalaitejärjestelmässä asennukset ovat toistuvia, tämä poikkeamaohje voidaan vahvistaa käytönjohtajan pysyväismääräyksellä.

Yljohtaja

Mirja Noukka

Tekninen johtaja

Markku Nummelin

*Ohje hyväksytään sähköisellä allekirjoituksella. Merkintä sähköisestä allekirjoituksesta on viimeisellä sivulla.*

### LISÄTIETOJA

Janne Nieminen  
Liikennevirasto  
puh. 029 534 3824

### Liikennevirasto

PL 33  
00521 HELSINKI

puh. 0295 34 3000  
faksi 0295 34 3700

kirjaamo@liikennevirasto.fi  
etunimi.sukunimi@liikennevirasto.fi

[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)

# Sisällysluettelo

1	OHJEEN TAUSTA .....	3
2	TURVALAITTEIDEN VIRRANSYÖTTÖÄ KOSKEVAT ERIKOISOHJEET .....	3
2.1	Yleiset ohjeet .....	3
2.2	Ulkolaitekaapeleiden poikkipinnat ja johtosuojaus .....	4
	2.2.1 Vaihteenkääntölaitteen kaapelointi .....	4
	2.2.2 Opastimien kaapelointi .....	4
	2.2.3 Raidevirtapiirien kaapelointi.....	5
	2.2.4 JKV:n virransyötön kaapelointi .....	5
2.3	Erotusmuuntajan vaatimukset .....	6
2.4	UPSien käyttöä koskevat mitoitusvaatimukset.....	6
2.5	Ratajohdosta tapahtuva turvalaitoksen virransyöttö.....	8
2.6	Sähkötilojen henkilö- ja laitesuojauksen vaatimukset .....	8
3	VIRRANSYÖTÖN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS .....	9
4	RAJAUKSET.....	9

## LIITTEET

Liite 1	JKV laskelma
Liite 2	Ratajohtosyöttö, malli 1
Liite 3	Ratajohtosyöttö, malli 2

# 1 Ohjeen tausta

Tämä Liikennevirastolle laadittu ohje tärkeimmistä sähköturvallisuutta koskevista turvalaitteiden virransyötön määräyksistä pohjautuu Saksan ja Sveitsin rautatieorganisaatioiden DB Netzin ja SBB:n virransyöttölaitteita koskevaan ohje- ja määräysaineistoon.

Tärkeimmät lähdeaineistona käytetyt ohjeet ovat:

- SBB:n ohje I-50091 Speisung Sicherungsanlagen, 6.7.2015
- SBB:n ohje I-50179 Personenschutz in Sicherungsanlagen, 1.1.2016
- DB:n ohjeet 819.0901-819.0907 LST-Anlagen planen, Stromversorgung (7 osaohjetta)
- DB:n ohjeet 954.0101-954.0108 Energie-Anlagen planen, Stromversorgung (8 osaohjetta)
- 4-lankaisen vaihteenkääntölaitteen spesifikaatio DB/SBB/ÖBB 15.10.2010
- DB:n vaihteenkääntölaitteen ohjausrajapinnan spesifikaatio FAS NFAS TAV

Lähdeaineiston sivumäärä on noin 350 sivua. Lähdeaineistossa on huomioitu tärkeimmät virransyöttölaitteisiin liittyvät rautatiestandardit.

## 2 Turvalaitteiden virransyöttöä koskevat erikoisohjeet

### 2.1 Yleiset ohjeet

Henkilösuojaus sähköisiltä vaaroilta tapahtuu ensisijaisesti joko poistamalla vaara tai varoittamalla vaarasta kuten SFS 600-sarjassa on kuvattu. Seuraavissa kohdissa voidaan ohjetta noudattamalla suorittaa suunnittelut ja asennukset siten, että käytönaikaiset vaarat voidaan hallita siten, että vaarat saadaan minimoitua ja hallittua.

Turvalaitteissa voidaan henkilö- ja laitesuojaus toteuttaa toisistaan erillisinä. (SBB I-50091, 5.1.3).

Turvalaitteissa yleiset sähköturvallisuusasennusstandardit (Suomessa SFS 600) ulottuvat vain verkkoliittymän 50 Hz tuloliittimiin. Tästä eteenpäin niistä voi poiketa turvalaitejärjestelmien virransyöttöä koskevilla erikoisohjeilla. (SBB I-50091, 5.2.2).

## 2.2 Ulkolaitekaapeleiden poikkipinnat ja johtosuojaus

### 2.2.1 Vaihteenkääntölaitteen kaapelointi

Teksti perustuu DB:n ja SBB:n ohjeisiin:

- Sallittu asetusetäisyys on 6,5 km
- Valvontajännite 48–60 V DC on kytkettynä staattisesti ohjauskaapeliin. Jännite katkeaa vain kääntövirran kytkemisen ajaksi tai vikatilanteessa.
- Sallittu säievastus  $\leq 54$  ohm/säie
- Kääntövirran sulake 4 A hidas
- Kääntöjännite 3x400 VAC
- Kääntövirran katkaisu tapahtuu normaalisti noin 4 s vaihteen mennessä pääte-asentoon, ja max noin 6 s (ns. pitkän käännön katkaisuaika).
- Käynnistysvirta max 15 A  $\leq 0,5$  s
- Jatkuva virta noin 1 A
- Jos sulakekokoa suurennetaan perustellusta syystä poikkeustapauksessa 4 A:sta 6 A:han, niin asetusetäisyys on vastaavasti lyhyempi kuin 6,5 km. Muutoksen perustelu pitää tässä tapauksessa laskelmin osoittaa.

Vaatimukset ovat peräisin ohjeesta DB/SBB/ÖBB Technische Lastenheft Weichenantriebe, 15.10.2010 versio 1.0, Kohta 2.5.2 ja Liite D, taulukko D1.1

Ratkaisun turvallisuus perustuu asetinlaitteen tekemään jännitteen katkaisuun, jos vaihde ei saavuta pääteasentoaan tämän ajan kuluessa. Terminen kuormitus ei ole oikosulkuilanteessa jatkuva, koska kääntövirta katkeaa viimeistään noin 6 s jälkeen, vaikka suojaus ei laukeaisikaan.

Laitetoimittajan on selvitettävä tekniset perusteet, miksi normeista poikkeavien kaapeli-poikkipintojen käyttö on turvallisesti mahdollista. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa on oltava selvitys näiden vaatimusten toteutumisesta.

Ohjeessa mainitut jännitearvot ovat nimellisjännitteitä, joihin sallitaan toleranssia asetinlaitteen muun toiminnan määrittämässä rajoissa.

Vaatimukset säievastukselle ja asetusetäisyydelle ovat voimassa samanaikaisesti.

### 2.2.2 Opastimien kaapelointi

Vaatimukset:

- Sallittu asetusetäisyys on 6,5 km.
- Erikoiskaapeleilla etäisyys voi olla tätä pidempi. Erikoiskaapelin käyttö on laskelmalla osoitettava turvalliseksi.
- Kaapelipoikkipinta minimissään 1,5 mm<sup>2</sup>
- Käyttöjännite 230 VAC (päiväjännite) tai noin 150 VAC (yöjännite) on kytkettynä staattisesti ohjauskaapeliin opastinlampun palaessa.
- Maksimikuorma 50 VA

- Sulakekoko max 0,6 A, koskee kahden hehkulampun sarjakytkentää. Jos ledi-opastimessa on tästä poikkeava arvo, on sulakekoon mitoitus osoitettava laskelmalla.
- Maadoitetussa verkossa on opastimen ohjauksen suojaus yksinapainen. Maast-erotetussa verkossa on suojaus kaksinapainen ja virtapiiri on varustettu eristystaso-valvonnalla.

Vaatimukset ovat peräisin DB:n ohjeesta.

Laitetoimittajan on selvitettävä tekniset perusteet, miksi normeista poikkeavien kaapeli-poikkipintojen käyttö on turvallisesti mahdollista. (esim. jatkuva maa- ja säieikosulun valvonta tms.) Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa on oltava selvitys näiden vaatimusten toteutumisesta.

### 2.2.3 Raidevirtapiirien kaapelointi

Vaatimukset:

- Sallittu toimintaetäisyys on 10 km syöttöpäässä
- Kaapelipoikkipinta minimi 1,5 mm<sup>2</sup>
- Käyttöjännite 230 VAC on kytkettynä staattisesti ohjauskaapeliin
- Maksimikuorma 50 VA
- Sulake 1 A

Vaatimukset ovat peräisin DB:n ohjeesta.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa on oltava selvitys näiden vaatimusten toteutumisesta.

### 2.2.4 JKV:n virransyötön kaapelointi

Vaatimukset:

- Sallittu toimintaetäisyys on 6,5 km syöttöpäässä
- Virransyöttökaapelin suojauksessa käytetään virranvalvontakomponenttia ABB Current supervision relay CM-SRS.M2 24-240 V AC/DC 0,3 – 15 A tai teknisesti vastaavaa toisen valmistajan komponenttia. JKV-teholähteiden käynnistysvirtapiikin vaikutus on huomioitava suojauksessa.
- Ratkaisun turvallisuus perustuu suojauskomponentin tekemään jännitteen katkaisuun, jos virta kohoaa yli säädettävän arvon 0,1-0,4 s ajaksi. Aika vastaa normaalilta sulakesuojaukselta vaadittua vasteaikaa.
- Alle 5 km etäisyyksillä on mahdollista käyttää 4x6+6 mm<sup>2</sup> poikkipintaista kaapelia. Kaapeloinnin maksimi poikkipintana on 4x10+10 mm<sup>2</sup>. Tämä riittää 6,5 km etäisyyteen.
- JKV-teholähteet on suojattava ylijännitesuojalla

Laskelma JKV-virransyötön mitoituksesta on liitteenä 1.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa on selvitys näitten vaatimusten toteutumisesta.

## 2.3 Erotusmuuntajan vaatimukset

Käyttötarve, suojausohje, jännitekestoisuus, oikosulkuvirran syöttökyky:

Turvallitteissa on käytettävä joko TN-S- tai IT-jakelujärjestelmää. TN-S-järjestelmää käytettäessä on käytettävä galvaanista erotusta yleisen verkon syötöstä erotusmuuntajilla toteutettuna, mikäli Liikenneviraston Urakkaohjelmassa on näin vaadittu. Vaatimus ei ole kategorinen. Asiaa on ohjeistettu Liikenneviraston ohjeessa B9.

Huomautus: Ohjattava järjestelmä on varustettava maa- ja telineoikosulkuvalvonnalla. Turvalaitteen turvallisuuskriittisten piirien toiminta perustuu maasta erotettuun kytkentään. Vaatimus liittyy junaturvallisuuden varmistamiseen.

Poikkeuksena ovat todella suuret asetinlaitetilat asema-alueilla. Ne on yleensä suoraan liitetty keskijännitejakeluverkostoon, tai ne muuten sijaitsevat alueilla, joilla on paljon kiskoja ja niiden poikittaisyhdistyksiä, minkä vuoksi kiskopotentiaalit ovat pieniä.

Erotusmuuntajilla estetään radan junakaluston kiskopotentiaalain ja vikatapauksessa vian aiheuttaman kiskopotentiaalain siirtyminen yleisen sähkönjakeluverkoston puolelle.

Eristysvastuksen suositellun arvon on oltava yli 100 MOhm, ja kriittinen minimiarvo on 30 Mohm. (DB ohje 819.0901 ”LST-Anlagen planen; Stromversorgung”, kohta 1 (3).)

Erotusmuuntajan on oltava suojausluokkaa II, EN 61558-2-6 mukaan. (DB ohje 819.0907 ”LST-Anlagen planen; Stromversorgung”, kohta 1 (7).)

Em. ratkaisukonsepti täyttää standardin EN 50122 (Railways Application – Electrical Safety, earthing and bonding) vaatimukset. (SBB I-50091, Regelwerk Speisung von Sicherungsanlagen versio 1-0, voimassa 6.7.2015, kohta 1.7)

Erotusmuuntaja on asennettava muovikoteloon tai muuten huolehdittava vikatilanteiden eristyslujuudesta.

## 2.4 UPSien käyttöä koskevat mitoitusvaatimukset

Oikosulkuvirtamitoitus, poikkeamat suojauksessa:

UPS-laitteiston on kyettävä syöttämään koko turvalaitteistoa ilman, että UPSin ylikuormitus-tilanteessa osa kuormasta kytkeytyisi asetinlaitteen ohjaamana automaattisesti irti. (SBB I-50091, 4.4.1)

Huomautus: Verkkokatko-tilanteessa vaihteiden kääntö asetinlaitteen ohjaamana yksitellen kulkutien asetuksen aikana on sallittua, ja sitä ei katsota UPSin kannalta kuorman rajoittamiseksi.

Syötettäessä käytettävyyden kannalta tärkeitä järjestelmiä ei kuorma saisi ylittää 45 % UPS-järjestelmän nimellistehosta. UPSin kuorma ei saa mahdollisten laajennustenkaan jälkeen ylittää 70 % UPS-järjestelmän nimellistehosta.

UPS:n suojauksessa on käytettävä gG-sulakkeita, johdonsuoja-automaatteja tai kompakti-katkaisijoita. Suositeltava on käyttää B-käyrän johdonsuojia johdonsuoja-automaatteja käytettäessä. Kompaktikatkaisijoita ei saa käyttää sarjassa.

Suojauksesta on tehtävä laskelmat.

Suojauksessa suojalaitteet on valittava niin, että ne toimivat vähintään 20 ms toiminta-aikana tai nopeammin. Suojan nimellisvirta kerrottuna suojan toimintavirtakertoimella toiminta-ajalla 20 ms ei saa ylittää UPS:n 20 ms oikosulkuvirta-arvoa, ja sulakesuojauksessa sulakkeiden  $I^2t$ -arvo ei saa ylittää UPS:n oikosulkuvirran 20 ms  $I^2t$ -arvoa valitulla UPS-laitteistolla akkukäytöllä ilman staattista verkkokytkintä, laitekaapilla tai syöttökaapelissa tapahtuneessa viassa. Asiaa on ohjeistettu Liikenneviraston ”Turvalaitteiden sähkönsyötöt ja UPS-laitteiden mitoitus”-ohjeessa.

Turvalaittejärjestelmissä ei saa käyttää vikavirtasuojia niiden toiminnan hankalan testattavuuden vuoksi, jos vikavirtasuojien testaus aiheuttaa merkittävän katkon turvalaittejärjestelmän toimintaan ja siten liikenteenhoitoon. Huomautus: Vikavirtasuojien käyttö paikallisoijaustilan (maallikkotila) näyttöjen pistorasioiden suojauksessa on pakollista, koska testauksesta aiheutuva häiriö liikenteenhoidolle ei ole merkittävä. (SBB I-50091, 4.7.8)

Turvalaitteissa on käytettävä joko TN-S- tai IT-jakelujärjestelmää. Perusteluna on:

- käytössä on pienet kaapelipoikkipinnat
- pitkät asetusetäisyydet (6,5 km)
- yksittäisten komponenttien pieni tehontarve
- käytössä olevan UPS-kapasiteetin rajoitukset oikosulkuvirran syöttökyvyssä.

(SBB I-50091, 4.11.3)

Suojauksen on toimittava myös akkukäytössä ilman UPS:n verkkosyötön päällä oloa.

Suojauksen toimivuus on osoitettava laskelmalla.

UPS:n syöttösulakkeet on mitoitettava UPS:n kuorman mukaan.

Turvallisuuden kannalta yllä olevat ratkaisut täyttävät standardin EN 50122 (Railways Application – Electrical Safety, earthing and bonding) vaatimukset. (Dokumentti SBB I-50091, kohta 1.7)

Vanhon asetinlaitteiden laajennusten toteutuksessa ei näitä ohjeita voi suoraan soveltaa. Suojauksen toimivuus on tarkasteltava tapauskohtaisesti. Tarkastelun tulos ja mahdolliset suunnitelmat ja laskelmat on hyväksyttävä Liikenneviraston määräämällä asiantuntijalla, jos verkkotyypin poikkeaa vanhan ja uuden osan välillä.

Laskelmat UPS-mitoitusta varten on tehtävä virallisilla IEC-kaavoilla. Ainoastaan vaihteenkääntö-, opastin-, raidevirtapiiri- tai JKV-kaapeloinnin mitoitusta ei tarvitse matemaattisesti todentaa.

2.11.2016

LIVI/6682/06.04.01/2016

UPSin oikean mitoituksen varmistamiseksi UPSin perään saa kytkeä vain todellista UPS-syöttöä vaativia laitteita. Jos laittilan jäähdytyslaitteet vaativat katkoksetonta virransyöttöä, on niille hankittava oma UPS-laite 2 tunnin varakäyttöajalla.

Tilaa ilmoittaa omaan toimitusosuuteensa kuuluvan varavoimakoneen koon Urakkaohjelmassa, jos sellainen tulee käyttöön.

UPSin jälkeinen kaapelointi on tehtävä säteittäisesti.

UPSin redundanttisuusvaatimus kirjataan Liikenneviraston Urakkaohjelmaan, jos tällainen tarvitaan.

## 2.5 Ratajohdosta tapahtuva turvalaitoksen virransyöttö

Ratajohdosta syötetyn turvalaittevirransyötön perusvaatimukset:

- Ratajohtosyöttö on primäärisyöttö, varasyöttönä on paikallinen sähköverkko.
- Lähtökohta on, että teho otetaan sähköradasta, mutta kiinteä verkko on koko ajan rinnalla varavoimana. Menettelyllä tavoitellaan pienempää verkkoliittymän kokoa. Tavoite ei ole päästä kokonaan irti kiinteän verkon liittymästä.
- Syöttö varmistetaan kahdennetuilla muuntajilla, jotka kytketään eri sähköistysryhmiin, milloin se on mahdollista. Tällöin sähköradan huolto on mahdollista ilman, että asetinlaite kytkeytyy verkkosyötölle.
- Turvalaittejärjestelmän UPSin syöttö on tehtävä PEN-syöttönä suurjännitemuuntajalta.
- Laskennat varmistetaan laskentaohjelmalla

Liitteenä 2 ja 3 on periaatekytkennät ratajohdosta tapahtuvalle asetinlaittevirransyötölle.

## 2.6 Sähkötilojen henkilö- ja laitesuojauksen vaatimukset

Vaatimukset koskevat sekä asetinlaitetilaa että virransyöttötilaa.

Perussuojaus saadaan turvalaitteissa toteuttaa seuraavilla tavoilla:

- Eristämällä jännitteiset komponentit
- Suojajännitteen käytöllä (SELV, PELV)
- Laitteiden peittämisellä kannella tai koteloinnilla
- Varmistamalla riittävä etäisyys jännitteisiin osiin

(SBB I-50091, 5.3.3)

Pienjännitteellä riittävä etäisyys on vähintään 2,5 m lattiasta, koska turvalaitetila on sähkötila.

IT-järjestelmällä toteutetussa turvalaitoksessa on oltava maa- ja telinevikavalvonta.

Hälytyksien on tallennuttava muistiin. (SBB I-50091, 5.3.3.1)

Maavikavalvontalaitteen on tehtävä toimintansa itsetestaus vähintään kerran vuorokaudessa tai se voi olla jatkuvaa. (SBB I-50091, 5.3.3.6)



IT-järjestelmissä toinen maavika voi aiheuttaa vaaratilanteen. Siksi maavika on etsittävä ja korjattava välittömästi. (SBB I-50091, 5.3.3.7)

Turvalaitteiden laite- ja virransyöttötilat on merkittävä sähkötiloiksi. Näihin tiloihin saa mennä vain sähköalan ammattilainen tai opastettu henkilö. Turvalaitteiden jännitteiset osat >50 V AC tai >120 V DC on kosketussuojattava kansilla tai koteloilla. Ne on merkittävä varoitusmerkinnöillä. Jos saman suojauksen alla on usean eri jännitteen komponentteja, on tämä merkittävä.

Huomautus: Kannella peittämisessä suojausluokka on IP2X.

Opastetulla henkilöllä tarkoitetaan henkilöä, jolle on opastettu ennen tilaan astumista turvalaitetilan luonne sekä tarvittavat varotoimet ja joka voi tehdä ohjeistettuja yksinkertaisia töitä.

Huomautus: Suomessa on ensisijaisesti noudatettava Liikenneviraston julkaisun TURO ohjetta, jonka kanssa tämä ohje on yhdenmukainen. Samoin on noudatettava Liikenneviraston ohjeita sähkötiloissa työskentelyyn opastettuna.

Uudisasennuksissa laitetilan lattian pintamateriaalin on oltava puolijohtava EN 61340-4-1 mukaisesti. Vastusarvo on  $10^5 \text{ ohm} < R < 10^8 \text{ ohm}$  (DB ohje 819.0906”LST-Anlagen planen; Stromversorgung”, kuva 9).

Laitetila on varustettava hätä-seis -painikkeella. Painiketta saa käyttää hengenvaaran uhatessa tai pelastusviranomaisten vaatimuksesta. Huomautus: Hätä-seis-painike ei katkaise välttämättä kaikkia virtapiirejä, sillä tasajännitevirtapiireihin saattaa jäädä jännite.

### 3 Virransyötön käyttöönottotarkastus

Virransyötön mitoituksen oikeaksi osoittamiseen on tehtävä laskelmat. Liikenneviraston UPS-mitoitusohjeessa on mallilaskelma periaatteesta ja tarkkuudesta, jolla laskelma on tehtävä.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa on oltava selvitys tämän ohjeen vaatimusten toteutumisesta.

Asennuksissa, jotka on tehty tämän ohjeen mukaan ja eivät täytä 5 sekunnin laukaisuaika-vaatimusta, on tehtävä varmennettu maadoitus.

### 4 Rajaukset

Ulkolaitekaapeleiden maadoitus on rajattu pois tästä ohjeesta. Ne tullaan päivittämään Liikenneviraston maadoitusohjeeseen.

JKV laskelma

06102016 JMä

Lähtötiedot (oletuksena)

UPS 10kVA 3v

 $I_n = 14,5A$  $I_k = 39,15A$ laskettu  $Z_{UPS} = 400 / \sqrt{3} / 39,15 = 5,90\Omega$ 

Erotusmuuntaja

 $S = 1000VA$  $U_n \text{ ensiö} / U_n \text{ toisio} = 230 / 230V$  $u_k\% = 7\%$  $I_{n \text{ toisio}} = 1000 / 230 = 4,35A$  $I_{k \text{ toisio}} = I_n / u_k\% = 4,35 / (7 / 100) = 62,1A$ laskettu  $Z_M = 230 / 62,1 = 3,70\Omega$  $Z_{TOT} = Z_{UPS} + Z_M = 9,6\Omega$ 

Lasketaan kuinka pitkän matkan saisi syöttää MCMK4x6+6 kaapelilla kun suojana on C2 A johdonsuoja-automaatti, jotta suoja laukeaisi magneettisella laukaisulla (eli riittävän nopeasti) oikosulkuvirran pitää 10 kertaa suojan nimellisvirran suuruinen. Oletus kuorma on jaettu tasaisesti kolmelle vaiheelle.

Kaapelin resistanssi  $3,8063 \Omega/km + 80^\circ C$ 

$I_{maks} = (0,95 * 400 / (\sqrt{3} * 2 * 10) - 9,6) / (2 * 3,8063\Omega/km) = 0,180km = 180m$ , silloin kun ko. pituus ylitetään suojan laukeaminen kestää kauemmin. Eli vioissa jotka ovat lähempänä kuin 180m suoja laukeaa alle 100ms.

JKV järjestelmässä syöttöpituus on maksimissaan 6,5km, lasketaan kuinka kauan suojan laukeaminen tällöin kestää suorassa vaihe-suojamaa oikosulussa, vikaresistanssi oletettu nolaksi.

Johdon impedanssi, muodostuu vielä ko. poikkipinnoilla resistanssista joten reaktanssi voidaan jättää huomioimatta.

 $Z_j = 6,5 * 3,8063 * 2 = 49,5\Omega$  $I_k = 0,95 * U_v / (Z_{TOT} + Z_j) = 230 * 0,95 / (9,6 + 49,5) = 3,70A$  $I_k / I_n = 3,7 / 2 = 1,85$ 

Valmistajan taulukosta katsotaan mitä laukaisuaikaa  $I_k / I_n$  suhde vastaa ja saadaan noin 5 minuuttia. Ko. virta ei ylikuormita kaapelia ja UPSikaan ei näe sitä vikana.

Mutta lähdön jännite laskee arvoon

 $dU_{\text{normkuorma}} = \text{arvattu } 5\% \text{ nimellisestä jännitteestä} = 5 / 100 * 230V = 11,5V$  $dU_{\text{vika}} = 6,5km * 3,8063\Omega/km * 2 * 3,7A = 183V$

$$U_{\text{kuorma}} = 230\text{V} - dU_{\text{normkuorma}} - dU_{\text{vika}} = 230 - 11,5 - 183\text{V} = 35,5\text{V}$$

Eli kuorman puoleisessa päässä jännite alenee 35,5V:iin mutta UPS ei tunnista tätä mitenkään sillä 3,7A ei ylitä UPSin nimelliskuormitettavuutta. UPSin kannalta tilanne näyttää vain kuorman lisäykseltä.

Em. tulos näyttää että kaapelointia pitäisi vahvistaa.

Laskelmassa ei ole huomioitu laittilan sisäisiä kaapelointeja jotka nekin hieman kasvattavat impedansseja ja siten pienentävät kuorman oikosulkuvirtaa.

Suoja-automaattien valinta JKV laitteiden syötön suojiksi

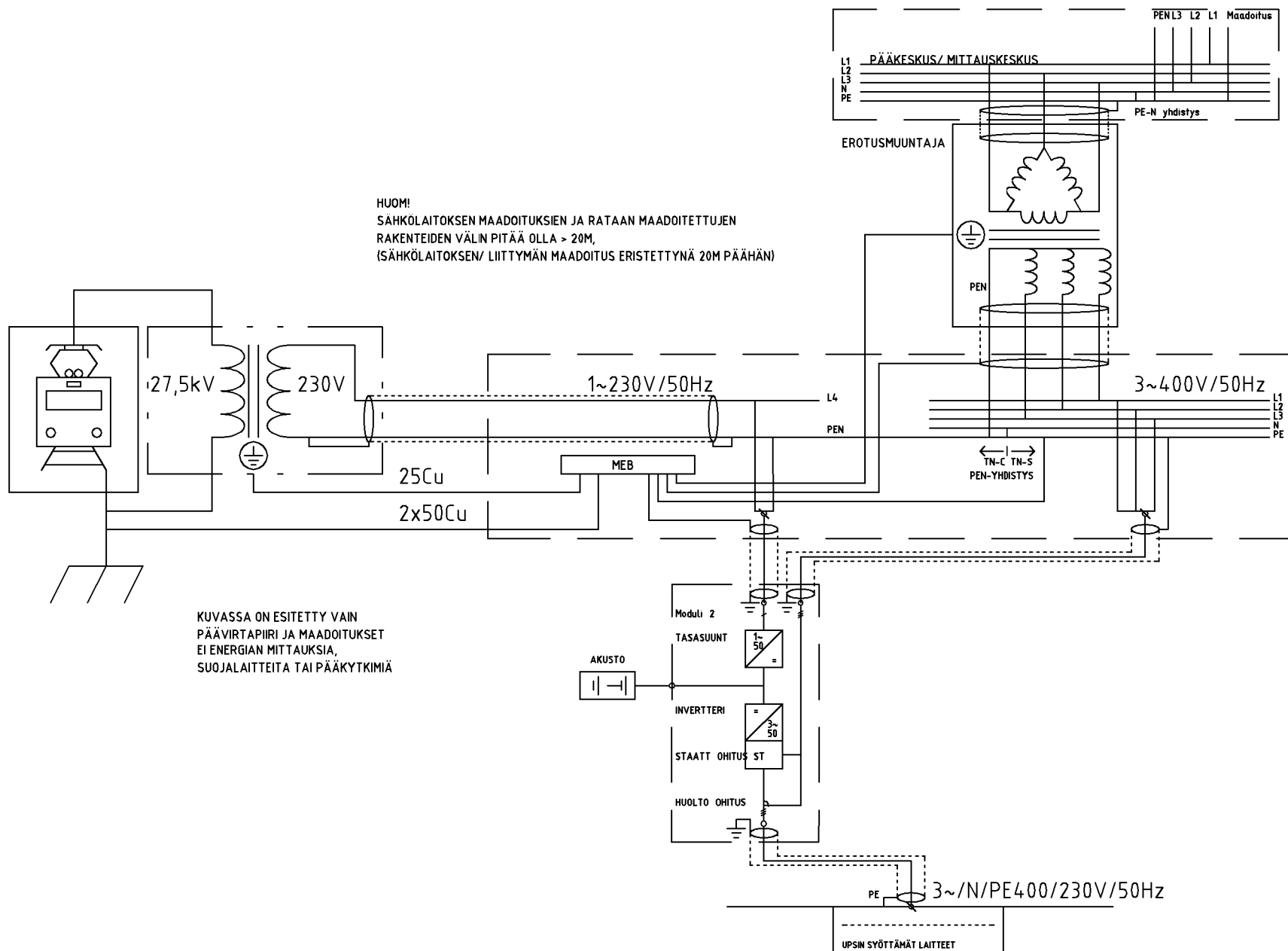
Tässä tapauksessa esimerkiksi C2A automaatin perään kytkettävät kuormat eivät samanaikaisesti saa aiheuttaa yli 42A 0,6ms kestävästä sysäysvirrasta, muuten suoja laukeaa kuormaa kytkettäessä.

Johdonsuoja-automaatin sysäysvirran kesto riippuu johdonsuoja-automaatin tyypistä, laukaisukäyrästä ja sysäysvirran keston suuruudesta, jotka on tarkistettava tapauskohtaisesti liitettävien kuormien mukaan.

Johdonsuojiksi on valittava sellainen jonka sysäysvirrankesto ylittää kuorman aiheuttaman sysäysvirran tai sopivalla käynnistysvirran rajoittimella tai kuorman päälle kytkennän suojaus on hoidettava esimerkiksi sopivalla suojareleistyksellä.

(esimerkiksi hakkuriteholähteitä varten on olemassa käynnistysvirranrajoittimia ja niille tarkoitettuja johdonsuoja-automaatteja)

Z:\UPS-laitteiden Mitoitushje LIV\IPÄIVITYS\malli1.dwg

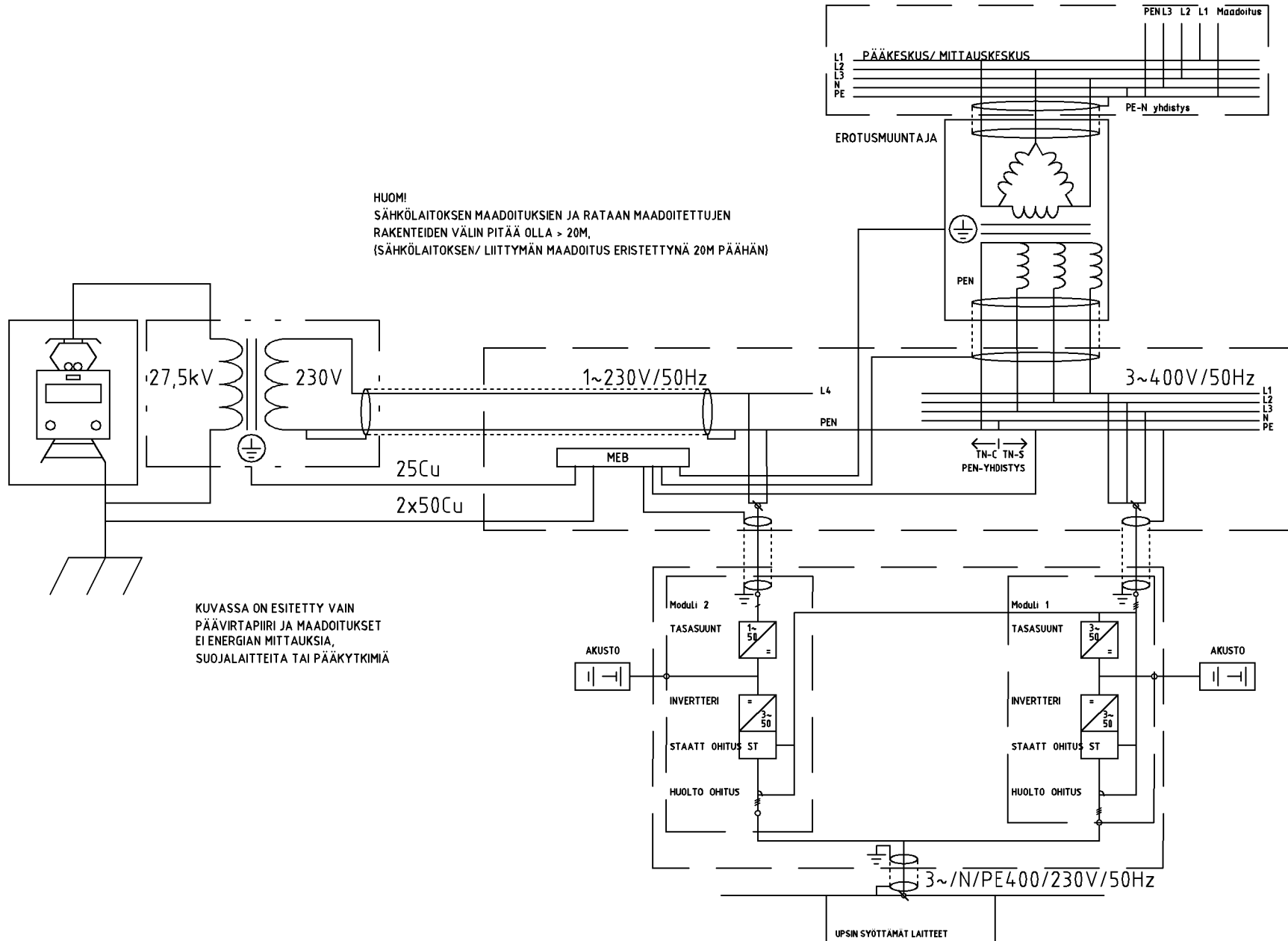


HUOM!  
SÄHKÖLAITOKSEN MAADOITUKSIEN JA RATAAN MAADOITETTUIJEN  
RAKENTEIDEN VÄLIN PITÄÄ OLLA > 20M,  
(SÄHKÖLAITOKSEN/ LIITTYMÄN MAADOITUS ERISTETTYNÄ 20M PÄÄHÄN)

KUVASSA ON ESITETTY VAIN  
PÄÄVIRTAPIIRI JA MAADOITUKSET  
EI ENERGIAN MITTAUKSIA,  
SUOJALAITTEITA TAI PÄÄKYTKIMIÄ

Z:\UPS-laitteiden Mitoitusohje LIV\IPÄIVITYS\malli1.dwg

HUOM!  
SÄHKÖLAITOKSEN MAADOITUKSIEN JA RATAAN MAADOITETTUIJEN  
RAKENTEIDEN VÄLIN PITÄÄ OLLA > 20M,  
(SÄHKÖLAITOKSEN/ LIITTYMÄN MAADOITUS ERISTETTYNÄ 20M PÄÄHÄN)



KUVASSA ON ESITETTY VAIN  
PÄÄVIRTAPIIRI JA MAADOITUKSET  
EI ENERGIAN MITTAUKSIA,  
SUOJALAITTEITA TAI PÄÄKYTKIMIÄ

UPSIN SYÖTTÄMÄT LAITTEET

# Tämä asiakirja on allekirjoitettu

Lista allekirjoittajista

Allekirjoittaja

Todennus