

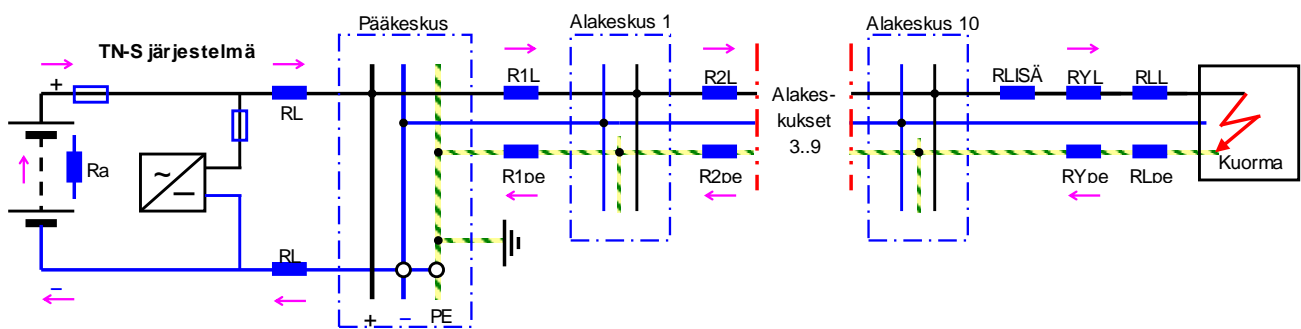
**AKKU (versio 1.1.09) ohjelman esittely**

AKKU-ohjelma on Microsoft Excel ohjelmalla tehty laskentasovellus. Ohjelmat toimitetaan ©Microsoft Office Excel 2007 XML-pohjaisessa, makroja sisältävässä tiedostoformaatisa (. XLSM). Jos sinulla on käytössä vanhempi versio Excel ohjelmasta, ilmoita siitä tilauksen yhteydessä.

Akku-ohjelmalla voidaan mitoittaa akuilla syötettyjä verkkoja. Ohjelma laskee tai ilmoittaa seuraavia mitoituksessa tarvittavia arvoja:

- keskuksien minimi ja maksimi oikosulkuvirrat
- johtojen kuormitettavuus ilma-asennuksessa
- ohjelmalla voi laskea myös johdon kuormitettavuuden jaksottaisella kuormituksella.
- johtojen suurin sallittu sulakkeen nimellisvirta kun sulake toimii oiko- ja ylikuormitussuojana
- ryhmä- ja liitäntäjohdon maksimi pituus laukaisuehtojen (suojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla) mukaan.
- ryhmä- ja liitäntäjohtojen lyhytaikainen virtakestoisuus sekä oikosulkusuojan ”läpi päästämät”  $I_{pt}$  arvot.
- johtojen resistanssi arvot ilmoitetaan maksimi oikosulkuvirtojen laskennan mukaisessa lämpötilassa.
- PE jatkuvuusmittauksessa tarvittavat resistanssi arvot ilmoitetaan maksimi oikosulkuvirtojen laskennan mukaisessa lämpötilassa.
- akkujen, johtojen ja keskuksien jännite alenema % verkon nimellijännitteestä. Resistanssin lämpötilan käytetään dU oletusarvoja.
- akkutilojen ilmvaihtotarpeen laskenta standardin SFS-EN 50272-2 mukaan

Verkkovaihtoehtoja on neljä TN-S, TN-C, IT1 ja IT2. Alla TN-S järjestelmän verkkokuva.



Alakeskuksia voi laskettavassa verkossa olla 1...10 kpl.

Tulossivulla on käytävissä kolme eri kielivaihtoehtoa: Suomi, Ruotsi, ja Englanti. Lisäksi voidaan lisätä yksi vapaaehtoinen kieli. Käännöstyö tulee tehdä.

Käyttöoppaassa käydään läpi ohjelman käyttöön ja laskennan perusteisiin liittyviä asioita.

Seuraavilla sivuilla on kuva käyttöliittymästä ja ote käyttöoppaasta.

## Käyttöliittymä:

**Akkutyypit**

|                            |          |           |
|----------------------------|----------|-----------|
| Akun Un / kapasiteetti     | 12 V     | 26 Ah     |
| Akkuja / kennoja sarjassa  | 4 kpl // | 24 kpl // |
|                            | Minimi   | Maksimi   |
| Kennon jännite             | 1,7 V    | 2,2 V     |
| Kennon sisäin. resistanssi | 2 mohm   | 3 mohm    |
| Minimi ja maksimi jännite  | 40,8 V   | 52,8 V    |
| dUa =                      | 1,00 %   | 1,50 %    |

**Liitäntäjohdot**

|                               |            |               |
|-------------------------------|------------|---------------|
| Johdin / poikkipinta          | Kupari PVC | 16            |
| Pituus                        | 10 m       | 1 kpl //      |
| Korjauskerroin k =            | 0,8        | lz = 68 A SFS |
| Maks. sulake ylikuorm.suojana | 50         | A gG          |

**Pääkeskus**

Maadoitusjärjestelmä IT 1

Verkon nimellisjännite 48 V

Keskuksen oikosulkuvirrat 322 A min 744 A max

Kuormitusvirta 10 A ΣIb 10 A

**Syöttävä johto 1**

|                         |              |     |   |
|-------------------------|--------------|-----|---|
| Johdin / poikkipinta    | Kupari PVC   | 2,5 | 1 |
| PE johdin / poikkipinta | Konsentr. Cu | 2,5 | 1 |
| Pituus                  | 0 m          |     |   |

**Pääkeskus**

Keskuksen oikosulkuvirrat 322 A min 744 A max

**Syöttävä johto 2**

|                         |             |    |   |
|-------------------------|-------------|----|---|
| Johdin / poikkipinta    | Kupari PVC  | 10 | 1 |
| PE johdin / poikkipinta | Kerrattu Cu | 10 | 1 |
| Pituus                  | m           |    |   |

**Pääkeskus**

Keskuksen oikosulkuvirrat 322 A min 744 A max

Kuormitusvirta A

Oikosulkusuoja Sulake gG IEC60269 40 A

Poiskytkentäaika 5 s

Laukaisuvirta / -aika A s

Leikkauspisteen aika Ib / <l s

Lisäresistanssi mohm, +20C°

**Ryhmäjohto**

|                               |             |               |   |
|-------------------------------|-------------|---------------|---|
| Johdin / poikkipinta          | Kupari PVC  | 4             | 1 |
| PE johdin / poikkipinta       | Kerrattu Cu | 4             | 1 |
| Korjauskerroin k =            | 0,73        | lz = 26 A SFS |   |
| Maks. sulake ylikuorm.suojana | 20          | A gG          |   |
| Kuormitusvirta                | A           | ΣIb 0 A       |   |

**Liitäntäjohto**

|                         |              |    |   |
|-------------------------|--------------|----|---|
| Johdin / poikkipinta    | Kupari PVC   | 16 | 1 |
| PE johdin / poikkipinta | Konsentr. Cu | 16 | 1 |
| Pituus                  | 0 m          |    |   |

**Laskennan oletusarvot**

Johdin

Loppulämpötila 160 C° PVC

Alkulämpötila 70 C° PVC

Loppulämpötila 250 C° PEX

Alkulämpötila 90 C° PEX

Konsentrisen PE

Loppulämpötila 250 C°

Alkulämpötila 60 C°

**Jännitekerroin 0,8**

Oikosulkuvirtojen laskenta

Minimi 90 C°

Maksimi 20 C°

dU lämpötilat

PVC 50 C°

PEX 70 C°

Oletusarvojen palautus

INITIAL VALUE

Kielen valinta

Suomi

Kuormitettavuus lz

SFS 6000

Menetelmä E (ilmassa)

Ympäristö lämpötila 25 C°

Johdinlämpötila

PVC 70 C°; PEX 90 C°

SFS: 4 kuorm. johdinta

IEC: 2 kuorm. johdinta

Lisää keskuksia

ADD REMOVE

PE:n jatkuvuusmittaus

Lämpötila C° 25

Ryhmä- ja liitäntäjohto

PE 0,141 R25 ohmia

PE+L 0,282 R25 ohmia

Laukaisuvirta 190,0 A

Pienin vikavirta 39,9 A

Ryhmäjohtoon pituus 30 m

Pituuden iterointi

ITERATION

Ohjelmiston lsc = 894 A

ΣdUmax 2,04 %

ΣdUcab 0,54 %

**Kaapelin sallittu kuormitus Izs jaksottaisella kuormalla.**

|                                 |        |       |                               |
|---------------------------------|--------|-------|-------------------------------|
| Johdinmateriaali ja poikkipinta | Kupari | 4     | Kaapelin aikavakio            |
| Sallittu kuormitusvirta Izs     | 26 A   |       | $\tau_{min} = 153$ s          |
| Ympäristö- ja johdinlämpötila   | 30 °C  | 70 °C | $5 \times \tau_{min} = 764$ s |

Kuormituksen vaihtelutapa: Jaksottainen kuorma ilman peruskuormaa

|                               |       |  |
|-------------------------------|-------|--|
| Kuormituksen kesto-aika t1    | 200 s | Tauko kuormituspulssien välillä                |
| Tauko-aika t2 + kesto-aika t1 | 360 s | pienempi kuin $5 \times \tau$ (lämpöaikavakio) |

**Sallittu kuormitusvirta Izs 29 A**

Aikamuunnos: 1 h, 20 min, 4800 s

”Otteita käyttöoppaasta”

- $q_1 \dots q_4$  on johto-osuuksien resistanssikerroin. Vaihe- ja paluujohtimen (PE) lämpötila muuttuu kuormitusvirran ja oikosulkuvirtapulssin vaikutuksesta. Lämpiyminen kasvattaa johtimien resistanssia.

$$R = q \cdot R_{20}$$

q-kerroin lasketaan SS 424 14 05 standardin mukaan. Kerroin huomioi johtimen käyttölämpötilan (alkulämpötilan) ja resistanssin keskimääräisen kasvun oikosulkuvirtapulssin aikana.

$$q = \frac{B_0 + \Theta_i}{B_0 + 20} \cdot \frac{e^{p \cdot v} - 1}{p \cdot v} \quad v = \ln \frac{B_0 + \Theta_f}{B_0 + \Theta_i} \quad p = \frac{\text{Ylivirtasuojan}_\text{läpiääsevä}_\text{I}^2 t}{\text{Kaapelin}_\text{kestoisuus}_\text{I}^2 t}$$

$B_0$  on resistanssin lämpötilavakio  $0 \text{ C}^\circ$  (J/K.m<sup>3</sup>).

$\Theta_i$  on sallitun kuormitusvirran laskennan alkulämpötila (K)

$\Theta_f$  on johtimen sallittu loppulämpötila (K)

e on luonnollisen logaritmin kantaluku

Kaavat tarkistavat siis myös kaapelin lyhytaikaisen virtakestoisuuden. Mikäli kerroin p on yli 1, ei kaapeli kestä termisesti oikosulkuvirtaa.

| Johdin          |            |
|-----------------|------------|
| Loppulämpötila  | 160 C° PVC |
| Alkulämpötila   | 70 C° PVC  |
| Loppulämpötila  | 250 C° PEX |
| Alkulämpötila   | 90 C° PEX  |
| Konsentrinen PE |            |
| Loppulämpötila  | 250 C°     |
| Alkulämpötila   | 60 C°      |

Ylivirtasuojan ”läpi pääsevä” energia  $I^2t$  lasketaan:

- sulakkeilla: sulamisvirta toiseen kertaa sulamisaika (luettuna sulamisvirtakäyrän ylärajakäyrästä)
- momenttilaukaisulla varustetuista suojista: ylivirtasuojan ja ylikuormitussuojan leikkauspisteen aika kertaa laukaisuvirta (yläraja) toiseen. Johdonsuojakatkaisijat katso kuva alla.

Valitsemalla oikosulkusuojan valikosta ”Vapaa valinta” voidaan laukaisuvirta ja – aika sekä leikkauspiste ilmoittavat ohjelmalle. Kun leikkauspisteen aikaa ei ilmoiteta (0 tai solu on tyhjä), oletetaan että suojassa ei ole erillistä momenttilaukaisua.

Esimerkki jossa suojassa on momenttilaukaisu (ylivirtalaukaisu) ja ylikuormitus-suojan (inverssikäyrä) ja momenttisuojan käyrä (ylärajakäyrät) leikkaavat 10 s kohdalla

|                                 |      |       |
|---------------------------------|------|-------|
| Laukaisuvirta / -aika           | 50 A | 0,2 s |
| Leikkauspisteen aika $I_b / <I$ | 10 s |       |

Esimerkki kun suojalla ei ole momenttilaukaisua (esimerkiksi sulake). Leikkauspisteen soluun ei kirjoiteta arvoa.

|                                 |      |       |
|---------------------------------|------|-------|
| Laukaisuvirta / -aika           | 50 A | 0,2 s |
| Leikkauspisteen aika $I_b / <I$ | s    |       |

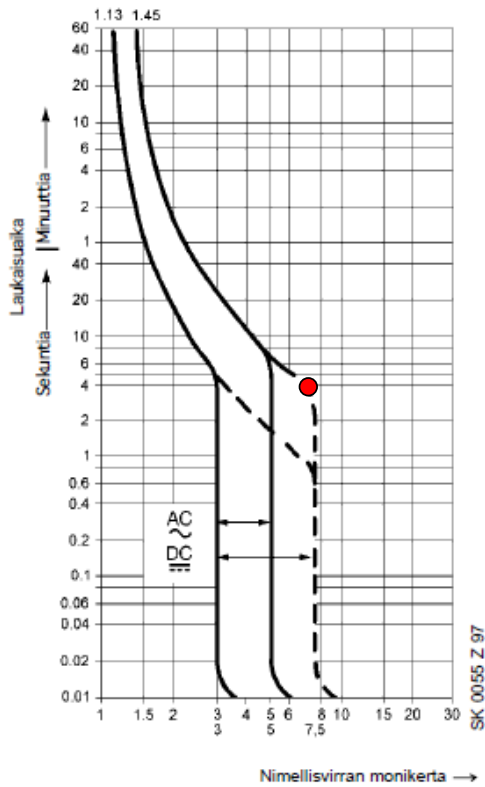
Kun tarkistetaan johdon lyhytaikaista virtakestoisuutta, käytetään johdonsuojakytkimen virtana ylivirtasuojan (magneettisen laukaisun) ylärajan laukaisukäyrää ja aikana ylikuormitussuojan ja ylivirtakäyrien leikkauspisteen aikaa. Katso kuva alla. (esimerkki ABB 280 UC B johdonsuojakytkin).

Kaapeli osuuksien lyhytaikainen virtakestoisuus lasketaan IEC 60949 mukaan.

Peruskaavat:

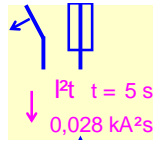
Adiabaattinen lämpiäminen  $I_{AD}$ :

$$I_{AD}^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln \left( \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta} \right)$$



Laukaisukäyrä B  
 $I_n = 6 \dots 63 \text{ A}$

Johdonsuojakytkimien leikkauspisteen aika vaihtelee valmistajan ja tyyppin mukaan. Ohjelma ilmoittaa mitä aikaa käytetään oletusarvona. Mikäli suojakytkimen aika poikkeaa, tulee se ilmoittaa ohjelmalle.



Poikkeava aika 8 s.

Leikkauspisteen aika  $I_b / <I$  8 s