

**Johdon terminen oikosulkukestoisuus 1-0-9 ohjelman esittely**

**Johdon terminen oikosulkukestoisuus** ohjelma on Microsoft® Excel ohjelmalla tehty laskentasovellus. Ohjelmat toimitetaan ®Microsoft Office Excel 2007 XML-pohjaisessa, makroja sisältävässä tiedostoformaatissa (. XLSM). Jos sinulla on käytössä vanhempi versio Excel ohjelmasta, ilmoita siitä tilauksen yhteydessä.

**Johdon terminen oikosulkukestoisuus** ohjelmalla lasketaan johtimien, konsentristen johtimien, vaippojen ja armeerauksien lyhytaikaista virtakestoisuutta (termistä oikosulkukestoisuutta).

Ohjelma on jaettu neljään osaan:

- **Johdot.** Tässä osassa lasketaan johtimen lyhytaikainen virtakestoisuus.
- **Kaapelin konsentrisen johdin MCMK ja AMCMK.** Otsikon mukaan lasketaan MCMK ja AMCMK kaapelien konsentrisen johtimen lyhytaikainen virtakestoisuus. MCMK ja AMCMK kaapelit on otettu omaksi osaksi koska kaapelien käyttö suomessa on yleistä.
- **Konsentrisen johdin.** Tällä osuudella voi laskea vapaa valinnaisen konsentrisen johtimen lyhytaikaisen virtakestoisuuden.
- **Kaapelivaipat ja – armeeraukset.** Vaippojen ja armeerauksien lyhytaikaisen virtakestoisuuden laskenta.

Jokaisessa osassa lasketaan johtimelle (konsentriselle johtimelle, vaipalle, armeeraukselle) seuraavat arvot:

- **I<sub>AD</sub>** eli adiabattinen lämpiäminen. Sallittu lyhytaikainen oikosulkuvirta (ilmoitetuilla lähtöarvoilla) kun oletetaan että virtapulssin lämmittävä vaikutus jää kokonaan johtimeen.
- **I<sup>2</sup><sub>tAD</sub>.** Oikosulun johtimeen syöttävä energia  $I_{AD} \times I_{AD} \times$  oikosulun kesto aika.
- **I<sub>sc</sub>.** Sallittu lyhytaikainen oikosulkuvirta kun huomioidaan että osa lämmöstä siirtyy johdinta ympäröivään eristykseen.
- **I<sup>2</sup><sub>tsc</sub>.** Energia  $I_{sc} \times I_{sc} \times$  oikosulkuvirran kesto aika.
- **I<sub>TH</sub>.** Sallittu lyhytaikainen oikosulkuvirta kun huomioidaan vaimeneva tasavirtakomponentin lämmittävä vaikutus (kaukana generaattorista).
- **I<sup>2</sup><sub>tTH</sub>.** Energia  $I_{TH} \times I_{TH} \times$  oikosulkuvirran kesto aika.

Lisäksi voidaan laskea johtimen loppulämpötila toisella oikosulkuvirralla.

Ohjelma laskee johtimien termisen oikosulkukestoisuuden (lyhytaikaisen virtakestoisuuden) IEC60949 mukaisilla menetelmillä.

Makro luo oman tiedoston Tulos-sivusta. Tiedosto ei sisällä mitään laskentaan liittyviä kaavoja tai linkkejä ja on vapaasti muotoiltavissa sekä tarvittaessa lähetettävissä eteenpäin sähköisessä muodossa. Valittavissa on neljä kielivaihtoehtoa, Suomi, Englanti, Ruotsi ja Saksa.

Käyttöoppaassa käydään läpi ohjelman käyttöön ja laskennan perusteisiin liittyviä asioita.

Seuraavilla sivuilla on kuva käyttöliittymästä ja ote käyttöoppaasta.

## Ohjelma käyttöliittymä

### JOHTOJEN TERMINEN OIKOSULKUKESTOISUUS

#### LÄHTÖTIEDOT

##### Johdin

Johdinmateriaali ja -poikkipinta **Alumiini** 240

Johdineristys **XLPE (PEX)**

Alku- ja loppulämpötila **90** **250** C°  
 Terminen kontaktikerroin **0,7**  
 Oikosulun kestoaika **0,8 s**

Oikosulkuvirralla **25 kA** on johtimen loppulämpötila **239 C°**

#### LASKENNAN TULOS

Kieli

Suomi



#### Lyhytaikainen virtakestoisuus

$I_{AD} = 25,35 \text{ kA}$   $I_{SC} = 25,77 \text{ kA}$   
 $I_{TH} = 24,67 \text{ kA}$   $I_{tSC} = 531,4 \text{ kA}^2\text{s}$   
 $I_{tAD} = 514,2 \text{ kA}^2\text{s}$   $I_{tTH} = 486,9 \text{ kA}^2\text{s}$

### Kaapelin konsentrinen johdin MCMK ja AMCMK

Laji ja poikkipinta **MC(CMK)** 16

Alku- ja loppulämpötila **50** **250** C°  
 Lankojen lukumäärä **32 kpl**  
 Yhden langan poikkipinta **0,5 mm²**  
 Oikosulun kestoaika **1 s**

Oikosulkuvirralla **kA** on johtimen loppulämpötila **50 C°**

Konsentrisen johtimen poikkipinta **16 mm² Cu**

Johdinta ympäröivä eristys **PVC / PVC**

Terminen kontaktikerroin **0,5**

#### Lyhytaikainen virtakestoisuus

$I_{AD} = 2,638 \text{ kA}$   $I_{SC} = 3,071 \text{ kA}$   
 $I_{TH} = 2,581 \text{ kA}$   $I_{tSC} = 9,43 \text{ kA}^2\text{s}$   
 $I_{tAD} = 6,961 \text{ kA}^2\text{s}$   $I_{tTH} = 6,663 \text{ kA}^2\text{s}$

### Konsentrinen johdin

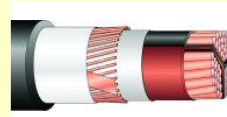
Johdinmateriaali **Kupari**

Pinta- ja pohjamateriaali **PVC ≤ 35 kV** **PVC ≤ 35 kV**

Alku- ja loppulämpötila **60** **200** C°  
 Lankojen lukumäärä **32 kpl** Johdinpoikkipinta  
 Yhden langan poikkipinta **0,5 mm²** **16 mm²**  
 Terminen kontaktikerroin **0,5**  
 Oikosulun kestoaika **1 s**  
 Oikosulkuvirralla **kA** on johtimen loppulämpötila **60 C°**

#### Lyhytaikainen virtakestoisuus

$I_{AD} = 2,255 \text{ kA}$   $I_{SC} = 2,625 \text{ kA}$   
 $I_{TH} = 2,206 \text{ kA}$   $I_{tSC} = 6,888 \text{ kA}^2\text{s}$   
 $I_{tAD} = 5,085 \text{ kA}^2\text{s}$   $I_{tTH} = 4,867 \text{ kA}^2\text{s}$



### Kaapelivaipat ja -armeeraukset

Materiaali ja tyyppi **Lyjy tai lyjyseos** **Putkimainen metallivaippa**

Pinta- ja pohjamateriaali **PVC ≤ 35 kV** **PVC ≤ 35 kV**

Alku- ja loppulämpötila **60** **200** C°  
 Terminen kontaktikerroin **0,7**

Keskihalkaisija ja paksuus **41 mm** **0,8 mm**

Johdinpoikkipinta **103 mm²**

Oikosulun kestoaika **1 s**

Oikosulkuvirralla **kA** on johtimen loppulämpötila **60 C°**

#### Lyhytaikainen virtakestoisuus

$I_{AD} = 2,652 \text{ kA}$   $I_{SC} = 3,199 \text{ kA}$   
 $I_{TH} = 2,594 \text{ kA}$   $I_{tSC} = 10,23 \text{ kA}^2\text{s}$   
 $I_{tAD} = 7,031 \text{ kA}^2\text{s}$   $I_{tTH} = 6,729 \text{ kA}^2\text{s}$



### Sallittu oikosulkuvirta ajalla tk

Oikosulkuvirta ja aika **1 kA** **5 s**

Ajalla tk **1 s** on sallittu oikosulkuvirta noin **2,236 kA**

Johtojen terminen oikosulkukestoisuus	
Ols-Consult Oy	

## Otteita käyttöoppaasta

Oikosulkuvirta lämmittää johdinta. Lisäksi johdon lämpötila on tavanomaisen kuormitusvirran ansiosta lämmennyt yli ympäristön lämpötilan. Johdot mitoitetaan niin että vikatilanteessa johto ei lämpene yli eristykselle sallitun arvon (esimerkiksi PVC n.150 C° ja PEX 250 C°).

Ohjelma laskee johtimien termisen oikosulkukestoisuuden (lyhytaikaisen virtakestoisuuden) IEC60949 mukaisilla menetelmillä.

Ns. adiabaattinen lämpeneminen lasketaan kaavalla:  
(adiabaattinen = koko oikosulkuvirran aiheuttama lämpö jää johtimeen nostaan sen lämpötilaa)

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

jossa:

$I_{AD}$  on sallittu oikosulkuvirta adiabaattinen lämpiäminen  
 $t$  on oikosulun kesto aika  
 $K$  on materiaalivakio  
 $S$  on johtimen nimellinen poikkipinta  
 $\Theta_f$  on johtimen loppulämpötila  
 $\Theta_i$  on johtimen alkulämpötila  
 $\beta$  on resistanssin lämpötilavakio 0 C°

Tosiasiassa osa oikosulkuvirran aiheuttamasta lämmöstä siirtyy johdinta ympäröivään eristykseen. Tämä huomioidaan kaavalla:

$$I_{SC} = \varepsilon \cdot I_{AD}$$

jossa:

$I_{SC}$  on sallittu oikosulkuvirta, kun lämmön siirtyminen eristykseen on huomioitu

$\varepsilon$  on kerroin, joka lasketaan kaavalla:

$$\varepsilon = \sqrt{1 + F \cdot A \cdot \sqrt{\frac{t}{S}} + F^2 \cdot B \cdot \left(\frac{t}{S}\right)} \quad \text{jossa} \quad A = \frac{C_1}{\sigma_c} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_i}{\rho_i}} \quad \text{ja} \quad B = \frac{C_2}{\sigma_c} \times \left(\frac{\sigma_i}{\rho_i}\right)$$

jossa:

$F$  on terminen kontaktikerroin eristyksen ja johtimen välillä. Ohjelma käyttää oletusarvoina 0,7 johtimissa ja konsentrisissa johtimissa 0,5.  
 $t$  ja  $S$  kuten yllä  
muut tekijät ovat materiaalivakioita