
Luentotehtävä 4

Kysymys 1

Rakennuksen pääkeskuksesta lähtee putkeen asennettu ryhmäjohto 3xML1,5 valaistusryhmälle. Ryhmään on ketjutettu joukko valaisimia. Ryhmäjohto on suojattu 10 A gG-tyyppin sulakkeella. Johdon pituus on 60 metriä. Rakennuksen pääkeskuksessa on toteutettu potentiaalintasaus, johon on liitetty kaikki rakennuksen muut johtavat osat. Urakoitsija haluaa tarkistaa syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan mittaamalla oikosulkuvirran johtoa syöttävästä pääkeskuksesta. Mitä arvoa asennustesterin pitää vähintään näyttää, jotta syötön automaattinen poiskytkentä toimii riittävän nopeasti?

Tehtävässä pääkeskukselta lähtee 60m kuparikaapeli, johon on kytketty 6 valaisinta. Nämä voivat olla esim. ulkovalaisimia. Suojauksen on toimittava silloinkin, kun oikosulku tapahtuu johdon päässä eli epäedullisimmassa kohdassa.

Tehtävässä edetään seuraavasti:

- määritellään oikosulkuvirta, jolla suojaus toimii
- lasketaan tätä vastaava impedanssi kaapelin päässä
- vähennetään kaapelin impedanssi, jolloin saadaan impedanssi oikosulkukohdassa
- lasketaan tätä vastaava oikosulkuvirta

Tässä tehtävässä lasketaan katsotaan ensin taulukosta **41.5** se oikosulkuvirta, jolla suojaus toimii asianmukaisesti. 10 A gG sulakkeelle tämä virta on $I_{k,min} = 82A$. Tätä hyödyntäen lasketaan, paljonko oikosulkukohdasta verkkoon päin näkyvä impedanssi Z_{max} voi suurimmillaan olla:

$$Z_{max} = \frac{C \cdot U}{\sqrt{3}I_{k,min}} = \frac{0,95 \cdot 400V}{\sqrt{3} \cdot 82A} = 2,676\Omega \quad (1)$$

Tämä on siis kokonaisimpedanssi. Nyt kuitenkin mittaus tehdään pääkeskukselta, jolloin kokonaisimpedanssista on vähennettävä ryhmäjohtoon impedanssi:

$$Z_{johto} = 2 \cdot L \cdot Z_{ominais} = 2 \cdot 60m \cdot 14,62\Omega/1000m = 1,74\Omega \quad (2)$$

Johtimen ominaisimpedanssi saadaan taulukosta 41.5 **ja on huomattava ottaa huomioon johtimen pituus kaksinkertaisena.**

Vähennetään johtimen impedanssi kokonaisimpedanssista, jolloin saadaan verkon impedanssi mittauspisteestä:

$$Z_{verkko} = Z_{max} - Z_{johto} = 0,992\Omega \quad (3)$$

Tästä saadaan laskettua tarvittava oikosulkuvirta keskuksella:

$$I_{k,pk} = \frac{C \cdot U}{\sqrt{3}Z_{verkko}} = \frac{0,95 \cdot 400V}{\sqrt{3} \cdot 0,992\Omega} = 238A \quad (4)$$

Koska tehtävässä kysyttiin vaadittavaa mitattua arvoa, joka on 25 % laskettua suurempi, saadaan tulokseksi:

$$I_{mitattu} = 1,25 \cdot 238A = \underline{\underline{297A}} \quad (5)$$

Kysymys 2

Pientaloryhmän yhteinen pääkeskus sijaitsee huoltorakennuksessa. Rakennukseen on myös sijoitettu liittymän monimittarikeskus. Mittareilta lähtevät MCMK-tyyppiset kolmivaiheiset nousujohdot erillistaloissa oleviin ryhmäkeskuksiin. Mitoita nousujohdot ja niiden ylikuormitussuojina toimivat gG-tyypin pääsulakkeet. Kunkin rakennuksen huipputeho on 21 kW ja arvioitu tehokerroin 0,9. Erillistaloja on kaikkiaan kuusi. Niille menevät nousujohdot on huoltorakennuksessa asennettu kaapelitikkaille vierekkäin niin, että kaapeleiden väliin jää kaapelin levyinen asennustila. Lämpötila rakennuksessa voi huippukuorman aikaan olla +30 Celsius-astetta. Rakennuksen ulkopuolella kaapelit on asennettu maassa oleviin putkiin, kukin kaapeli omaan putkeensa. Osan matkaa putket on asennettu niin, että ne ovat kiinni toisissaan.

Tehtävässä edetään seuraavasti:

- lasketaan, kuinka paljon virtaa johtimessa tulisi kulkea
- valitaan tälle sopiva suojaus
- mitoitetaan johdin valitun suojauksen mukaisesti

Aluksi lasketaan kuorman tarvitsema virta I_b

$$P = \sqrt{3}UI_b \cos\phi \rightarrow I_b = \frac{P}{\sqrt{3}U \cos\phi} = \frac{21000W}{\sqrt{3} \cdot 400V \cdot 0,9} = 33,7A \quad (6)$$

Valitaan sulakkeeksi **35 A sulake**, sillä $35 A > 33.7 A$ (taulukko 52-.1)

Taulukosta 52.1 nähdään myös, että 35A sulake edellyttää johtimelta 39A kuormitettavuutta.

Lasketaan, millainen johdin kestää $I_z = 39A$ kuorman kummassakin asennustavassa:

Kaapelitikkaat:

Taulukko 52-3, kohta 34 → referenssiasennustapa E

Korjauskertoim tikkaille $k_1 = 1,004$ (koska kaapeleiden välissä on tilaa), taulukko 52-20

Lämpötilan korjauskertoim $t = 30^\circ C$

Kyseessä on PVC eristeinen kaapeli, koska nimessä ei ole X:ää → $k_2 = 0,94$ (taulukko 52-14)

Kuormitus korjattuna:

$$I'_z = \frac{I_z}{k_1 k_2} = \frac{39A}{0,94} = 41,5A \quad (7)$$

Taulukosta 52-4 saadaan vastaavaksi kaapelin paksuudeksi $A = 6mm^2$

Maahan asennettu kaapeli:

Taulukko 52-3, kohta 70 → referenssiasennustapa D

Korjauskerroin putkiasennuselle (taulukko 52-19) $k_3 = 0,55$ (putket koskettavat toisiaan)

Kuormitus korjattuna:

$$I'_z = \frac{39A}{0,55} = 70,9A \quad (8)$$

Taulukosta 52-2, kolme kuormitettua johdinta, asennustapa D → $A = 10\text{mm}^2$ (joka kestäisi 77 A virran)

Näistä valitaan paksumpi kaapeli eli **$A = 10\text{ mm}^2$**