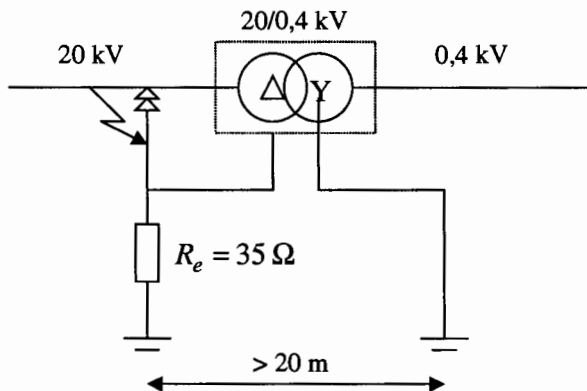


1. Selvitä lyhyesti (1,5p/kohta):
  - a) Oikosulkuvirran ekvivalenttinen vaikutusaika
  - b) Jakeluverkon jännitejäykkyys
  - c) Jännitekuoppa
  - d) AM/FM/GIS
2. Milloin keskijännitejohdon johtimet pitää/kannattaa vaihtaa? Minkä tekijöiden tarkasteluun uusien johtimien mitoitus tällöin perustuu? (5p)
3. Sähkönjakeluverkon kustannuksista osa on luonteeltaan kiinteitä ja kertaluonteisia, ja osa puolestaan jaksollisia sekä mahdollisesti myös ajan suhteen muuttuvia. Millaisia edellä kuvatun jaottelun mukaisia kustannuskomponentteja sähkönjakeluverkon suunnittelu- ja käyttötoimintaan liittyy (kustannuserät ja niiden luokittelu) ja miten kustannukset on saatavissa yhteismitallisiksi verkostosuunnittelun näkökulmasta? (6p)
4. a) Sähköaseman 21 kV kiskostosta ( $Z_k = 2 \Omega$ ) on vedetty KJ-maakaapeli APYAKMM  $3 \times 70 \text{ mm}^2$ , jonka suurin kuormitus tulee olemaan 140 A. Vakioaikaylivirtarele on aseteltu toimimaan 280A virralla 1,5 sekunnissa. Onko kaapeli riittävän suojattu oikosulkuvirran lämpövaikutuksilta, kun kaapelin suurin sallittu 1 s oikosulkuvirta on 6,5 kA? Jos ei, niin miten suojaus olisi toteutettava? (3p)
- b) Kuormituksen satunnaisvaihtelu noudattaa normaalijakaumaa, jonka odotusarvo on 12 kW ja hajonta 3 kW. Paljonko on teho, jonka ylittymistodennäköisyys on 5 %? Entä, jos rinnakkain on 20 kpl samanlaisia kuormituksia ja kuormitusten välistä mahdollista korrelaatiota ei oteta huomioon. (3p)



$z$	Todennäköisyys sille, että $x < x_a$ , kun $x_a = \mu + z \sigma$
0,00	0,50
1,00	0,84
1,65	0,95
2,32	0,99
3,00	0,999

5. a) Kuvan 1 jakelumuuntaja on liitetty 20 kV maastaerotettuun verkkoon, jonka johtopituus on kaikkiaan 400 km. Johdoista 300 km on avojohtoa ja loput 100 km maakaapelia. Muuntamalla syntyy kuvaan 1 merkitty yksivaiheinen maasulku  $500 \Omega$  vikaresistanssin kautta suojamaadoitettuun osaan. Kuinka suuren jänniterasituksen maasulku osaltaan aiheuttaa muuntajan vaipan ja pienjännitekäämien välille? Avojohtodon maakapasitanssi vaihetta kohti on  $6,0 \text{ nF/km}$  ja maakaapelin vastaavasti  $320 \text{ nF/km}$ . (4p)



Kuva 1.

- b) Vertaile keskitettyä ja hajautettua maasulkuvirran kompensointia (laitteiden sijoitus ja mitoitus). (2p)