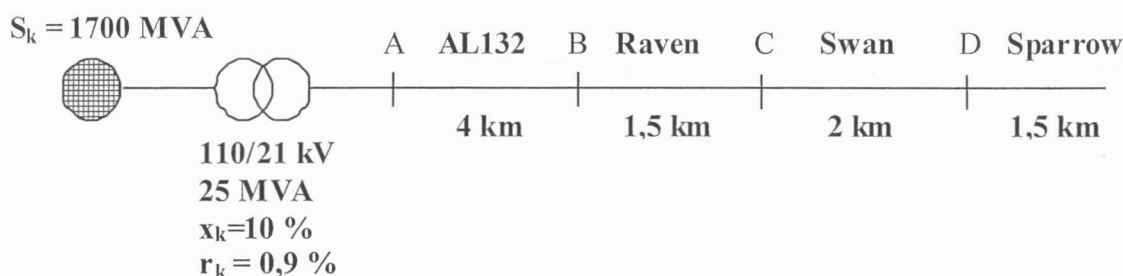


1. a) Esittele lyhyesti sähkönjakeluverkoissa esiintyvät mahdolliset vikatyypit. (2 p)
 - b) Esittele lyhyesti keskijännitelähdön oikosulkusuojauksen toimintavaatimukset (5 p)
 - c) Maasulkuvirran kompensoinnin toteutustavat ja -periaatteet sekä kompensoinnista saatavat hyödyt. (6p)
2. a) Johda jännitteenaleneman likiarvokaava havainnollistaen asiaa osoitinpiirroksen avulla sekä kerro yksinkertaistavat oletukset. (3p)
 - b) Laske kuvan 1 verkolle 2-vaiheinen oikosulkuvirta pisteissä A, B, C ja D. Syöttävän verkon oikosulkuresistanssi voidaan olettaa nolllaksi. (4 p)

Johtotiedot ovat seuraavat:

	AL132	Raven	Sparrow	Swan
$r \Omega/\text{km}$	0,237	0,638	0,990	1,52
$x \Omega/\text{km}$	0,346	0,379	0,398	0,417



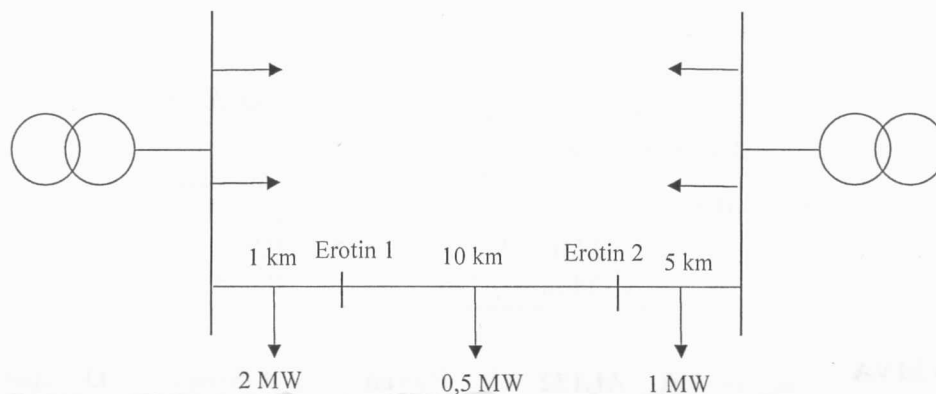
Kuva 1.

- 3) Rakennettavan keskijännitejohdon pituus on 8 km, mitoitus-teho 3,2 MVA ja keskiteho 1,8 MW. Vaihtoehtoina ovat 85 mm² avojohto (Pigeon, 20870 €/km, 0,337 Ω/km) ja 70 mm² päällystetty avojohto (SAX 70, 24730 €/km, 0,493 Ω/km).
Laskentakorko on 8 %, $\cos\phi = 1$, häviöiden hinta on 80 €/kW,a ja laskentajännite johdon loppupäässä on 20 kV. Tehon oletetaan kasvavan 1,5 %/a koko 20 vuoden tarkastelujakson ajan. Kumpi johto kannattaa valita taloudellisin perustein? Perustele vastauksesi laskuin. (4p)

- 4) Kuva 2 esittää kahden keskijännitelähdön keskimääräisiä kuormituksia ja niiden välisiä erottimia. Valitse keskeytyskustannusten perusteella se erotin, joka kannattaa normaalissa käyttötilanteessa pitää avoimena. Oletetaan, että verkossa on vain yksi vika kerrallaan. Perustele vastauksesi laskuin. (6p)

Laskennassa käytettävät lähtöarvot:

- johdon vikataajuus 10 vikaa/100 km vuodessa
- keskeytystehon haitta-arvo 3 €/kW
- keskeytysenergian haitta-arvo 15 €/kWh
- keskimääräinen vian korjausaika 2 h
- keskimääräinen vian erottamisaika 0,5 h
- keskimääräinen varasyötön kytkentäaika 0,75 h



Kuva 2.

Talousmatematiikan kaavoja:

$$\varepsilon = \frac{(1+r/100)^2}{1+p/100}$$

$$\varepsilon = \frac{(1+r/100)}{1+p/100}$$

$$\kappa = \varepsilon \frac{\varepsilon^T - 1}{\varepsilon - 1}$$

$$a = \frac{p/100}{\left[1 - \left(\frac{1}{\left(1 + \frac{p}{100} \right)^t} \right) \right]}$$