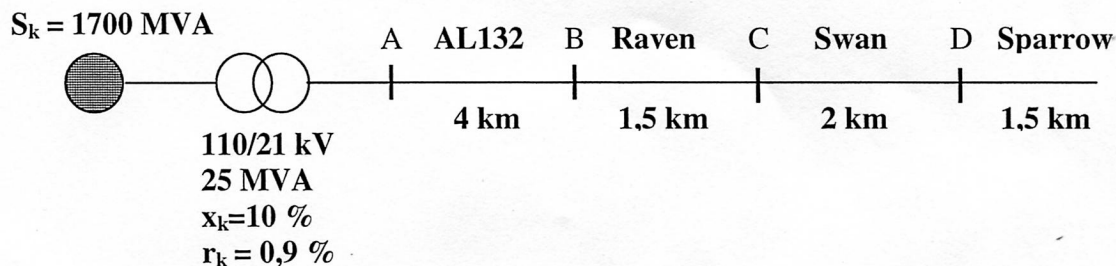


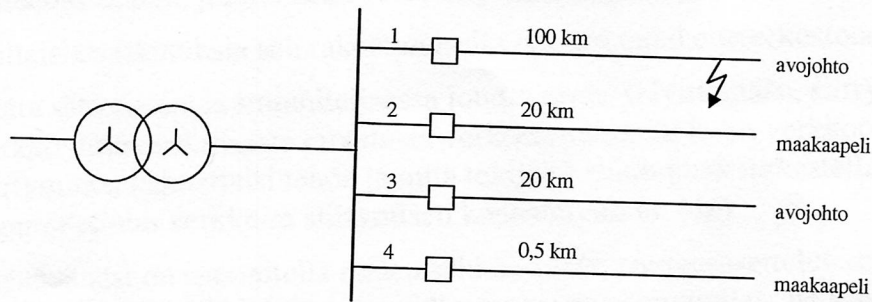
$$S = U I = \frac{U^2}{R}$$

1. Olet vastuussa maakunnallisen verkkoyhtiön keskijänniteverkon yleissuunnittelusta ja tehtävänäsi on laatia pitkän tähtäimen suunnitelma keskijänniteverkon kehittämiseksi. Suorittamiesi laskentojen perusteella keskijänniteverkossa esiintyy lähitulevaisuudessa merkittäviä jännitteenalennuksia, joiden takia alueelle pitäisi ehkä rakentaa uusi 110/20 kV:n sähköasema.
- a) Millaisia vaikutuksia sen rakentamisella on sähkönjakeluverkkoon. (4p)
- b) Uutta sähköasemaa suunniteltaessa joudut myös selvittämään, siirryttäisiinkö verkkoyhtiössäsi maasta erotetusta verkosta sammutettuun verkkoon. Miksi mahdollinen siirtyminen kannattaisi tehdä ja mitä tekijöitä sinun pitää tarkastella arvioidessasi sammutettuun verkkoon siirtymisen kannattavuutta. (4p)
- c) Tehtävänäsi on suunnitella uuden sähköaseman suojausasettelut verkkotietojärjestelmän avulla. Keskijännitelähdön oikosulkusuojausta suunnitellessasi joudut tarkastelemaan erikseen 3-vaiheisia ja 2-vaiheisia oikosulkuvirtoja sekä maksimitilanteen aikaista kuormitustilannetta. Miksi? (3p)
- d) Millaisissa kohteissa sähköaseman syöttämän jakeluverkon alueella kannattaisi harkita 1000 V pienjännitejakelujärjestelmää ja miksi? (4p)
2. a) Yksivaiheisen kuormituksen pätöteho on 7500 kW ja tehokerroin 0,8ind. Piirrä tehokolmio summittaisesti ja määritä tarvittavan kondensaattorin loisteho, kun tehokerroin halutaan parantaa arvoon 0,9ind. (2p)
- b) Käytettävissä on kaksi johdinpoikkipintaa. Taloudellisin perustein tehdyn suunnitteluohjeen mukaan kannattaisi valita näistä paksumpi silloin, kun teho on suurempi kuin 2,5 MVA. Oletetaan, että häviöiden hintaa pienennetään 20 %. Selvitä laskelmilla perustellen investoinneista ja häviötehosta lähtien, miten muuttuu tällöin em. rajateho. (4p)
3. Laske kuvan 1 verkolle 3-vaiheinen oikosulkuvirta pisteissä A ja D. Syöttävän verkon oikosulkuresistanssi voidaan olettaa nolaksi. Johtotiedot ovat seuraavat: (3p)

	AL132	Raven	Sparrow	Swan
r Ω/km	0,237	0,638	0,990	1,52
x Ω/km	0,346	0,379	0,398	0,417



4. Suunnittele maasulkusuojaus (määritä releiden asetteluarvot) kuvan 1 mukaiselle keskijänniteverkolle, kun suojaukseen käytetään maasulun suuntareleitä. Suojauksen on toimittava selektiivisesti 500Ω vikaresistanssin kautta syntyvissä maasuluissa aina, kun vähintään kaksi johtolähtöä on kytkettynä. Avojohtojen maakapasitanssi on 6 nF/km , vaihe ja maakaapelin maakapasitanssi on 320 nF/km , vaihe. Verkko on maasta erotettu. Laskentajännite on 20 kV . (6p)



Kuva 1.

Talousmatematiikan kaavoja:

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

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

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

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