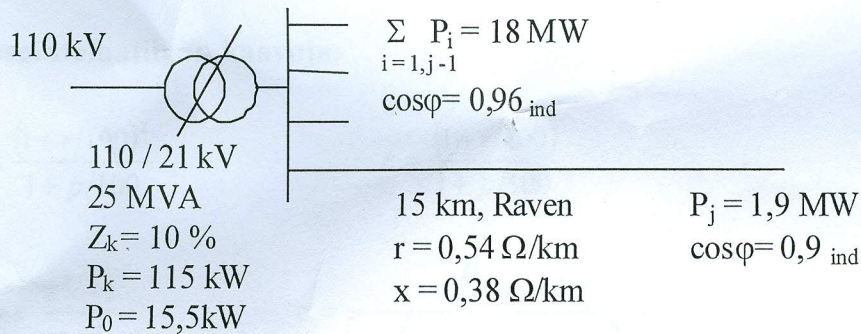


- Esittele lyhyesti sähköjakeluverkoissa esiintyvät mahdolliset vikatyypit (3p)
 - Esittele lyhyesti maasulkuvirran kompensoinnin periaatteet, toteutustavat ja kompensoinnista saatavat hyödyt (5p)
 - Millaisia vaikutuksia uudella sähköasemalla on sähköjakeluverkostoon. (5p)
- Kuvan 1 verkossa halutaan, että pääjännite johdon (15 km, Raven) loppupäässä on 20 kV.
 - Paljonko pitää olla jännite sähköaseman kiskostossa (2p)?
 - Laske johtojen ja muuntajan tehohäviöt. (3p)
 - Miten johdon loppupäähän liitetty sähköntuotantoyksikkö vaikuttaa sähköjakeluverkon jännitteeseen? (2p)



Kuva 1.

- 20 kV verkossa sattuu kolmivaiheinen oikosulku 3 km päässä sähköasemalta ($r = 0,54 \Omega/\text{km}$, $x = 0,38 \Omega/\text{km}$). 110 kV verkon ja päämuuntajan yhteenlasketut 20 kV puolelle redusoidut impedanssiarvot ovat: $X = 2,7 \Omega$ ja $R = 0,3 \Omega$. Vikaimpedanssiksi oletetaan 0Ω . Laskentajännite on 21,5 kV.
 - Laske vikavirran suuruus. (2p)
 - Kuinka suuria ovat vian aikaiset pääjännitteet sähköasemalla 20 kV kiskossa? Vertaa jännitteitä verkon normaaliin jännitetasoon. (2p)

4. Olet suunnittelemassa uuden pienteollisuusalueen sähköistystä. Alueelle rakennettavan keskijännitejohdon pituus on 8 km, mitoitusteho 3,2 MVA ja keskiteho 1,8 MW. Vaihtoehtoina ovat 85 mm² avojohdo (Pigeon, 20870 €/km, 0,337 Ω/km) ja 70 mm² päällystetty avojohdo (SAX 70, 24730 €/km, 0,493 Ω/km).
- a) Kumpi johto kannattaa valita taloudellisin perustein? Perustele vastauksesi laskuin. Laskentakorko on 8 %, $\cos\phi = 1$, häviöiden hinta on 80 €/kW, ja laskentajännite johdon loppupäässä on 20 kV. Tehon oletetaan kasvavan 1,5 %/a koko 20 vuoden tarkastelujakson ajan. (3p)
- b) Jos keskeytyskustannuksetkin huomioidaan koko tarkasteluajalta, niin kumpi johto kannattaa tällöin valita? Perustele vastauksesi laskuin. Avojohtod vikataajuus vuodessa on 4 vikaa/100 km ja PAS-johdon 2 vikaa/100 km, vian keskimääräinen korjausaika on 2 h sekä keskeytyskustannusten arvostus 2,6 €/kW ja 8,7 €/kWh, kun laskenta suoritetaan keskitehoilla. (3p)

Talousmatematiikan kaavoja:

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

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

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

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