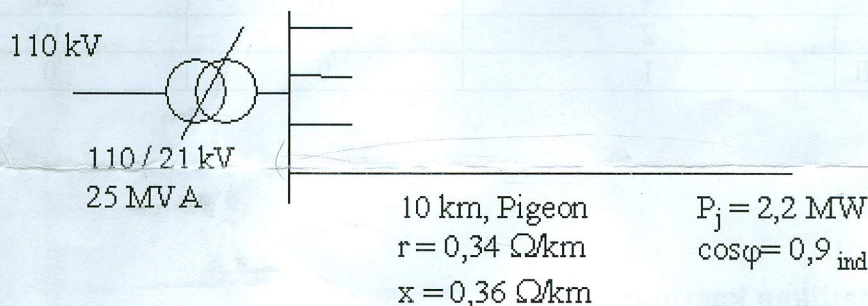


1. Kuvaa lyhyesti

- Uuden 110/20 kV sähköaseman hyödyt ja kustannukset (4p)
- Keskijännitejohdon taloudellisen mitoittamisen periaate (5p)
- Maasulkuvirran kompensoinnin toteutustavat ja -periaatteet sekä kompensoinnista saatavat hyödyt (5p)

2. Kuvan 1 verkossa 10 km pitkän lähdön loppupäähän ollaan lisäämässä rinnakkaiskondensaattoriparistoa. Lähdön loppupään jännitteeksi halutaan 20 kV. Sähköaseman kiskojännite halutaan pitää arvossa 20.5 kV.

- Mitoita lähdön loppupäähän tuleva kondensaattoriparisto (3p)
- Laske johdolla siirretyn tehon tehokerroin (2p)



Kuva 1

3. 20 kV johtolähdöllä tapahtuu 3-vaiheinen oikosulku, jonka aiheuttaman vikavirran arvoksi mitataan sähköasemalla 1,8 kA.

- Mikä on vikapaikan etäisyys sähköasemalta? (3p)
- Mikä on vian aikainen pääjännite sähköaseman kiskossa? (3p)

Vikaantuneella johtolähdöllä käytetyn johdinlajin arvot ovat $r = 0,5 \Omega/\text{km}$ ja $x = 0,3 \Omega/\text{km}$. Syöttävän verkon ja päämuuntajan arvot 20 kV tasossa esitettynä ovat $X = 2,2 \Omega$ ja $R = 0,1 \Omega$. 3-vaiheisen oikosulun vikaimpedanssi oletetaan hyvin pieneksi.

4. Olet töissä verkkoyhtiössä ja sinulla on tehtävänä suunnitella uusi pienteollisuusalue. Rakennettavan keskijännitejohdon pituus on 8 km, mitoitus-teho 3,2 MVA ja keskiteho 1,8 MW. Mikä johdin kannattaa valita taloudellisin perustein, kun laskennassa huomioidaan häviöt, keskeytyskustannukset ja jälleenytykennöistä aiheutuvat kustannukset? (5p)

Vaihtoehtoisia johtimia ovat (nimi, rakentamiskustannus €/km, resistanssi Ω/km):

- 85 mm² avojohto (Pigeon, 21750 €/km, r=0,337 Ω/km)
- 70 mm² päällystetty avojohto (SAX 70, 25780 €/km, r=0,493 Ω/km)
- 70 mm² maakaapeli (AHXAMK-W 3x70, 32230 €/km, r=0,442 Ω/km)

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. Vian keskimääräinen korjausaika on 2 h. Kuormituksen keskiteholla laskettava keskeytyskustannusten arvostus pysyvissä vioissa on 2,6 €/kW ja 8,7 €/kWh sekä AJK:ssa 2,5 €/kW ja PJK:ssa 1,5 €/kW. Verkon keskimääräiset vikataajuudet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1

	Pysyvät viat [kpl/100 km]	AJK [kpl/100 km]	PJK[kpl/100 km]
Avojohto	4	10	20
PAS	2	5	10
Maakaapeli	1	0	0

Talousmatematiikan kaavoja:

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

annuiteetti

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

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

nykyarvo

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