

$$\tau = \left(4 \frac{A}{I}\right)^2$$

$$Z_k = \frac{cV}{13 I_y}$$

$$1 = \frac{cV}{13 I_y} - Z_y$$

DEE-23020

SÄHKÖTURVALLISUUS JA ASENNUKSET

22

Tentti 11.12.2013

EI KIRJALLISUUTTA. Vapaavalintaisen laskimen käyttö sallittu. Merkitse jokaiseen vastauspaperiin nimesi ja opiskelijanumerosi. Merkitse vastauspaperiin myös, jos olet tehnyt harjoitustyön jonakin aiempana lukuvuonna.

1. Henkilö tulee opiskelemaan TTY:lle ja haluaa,
 - a. Tehdä itsenäisesti sähköitä sähköalan yrityksessä
 - b. Toimia teollisuusyrityksen sähkön käytön johtajana
 - c. Perustaa sähköasennuksia tekevän yrityksen (yksin)

Kerro yksityiskohtaisesti, millä edellytyksillä hän voi tehdä em. asioita.

2.
 - a. Mitä täsmällisesti ottaen tarkoitetaan sähköasennusten vikasuojauksella?
 - b. Kerro kaksi erilaista SFS 6000 mukaista tapaa toteuttaa vikasuojaus. Miten/minkä vuoksi vikasuojaus näillä toteutustavoilla käytännössä toteutuu?

Sähkön ja maan

vapaa poistettava

3. Kerro lyhyesti:
 - a. Mitä tarkoitetaan sähköturvallisuuksitoimien valvojalla? Millä edellytyksillä joku voi toimia tässä tehtävässä?
 - b. Mitä tarkoitetaan maadoitusjännitteellä ja kosketusjännitteellä? Miten nämä muodostuvat ja miten ne eroavat sähköasemalla tapahtuvan vian yhteydessä?
 - c. Jos maadoitusjännite pysyy vakiona, millaisilla toimenpiteillä voit pienentää sähköasemalla esiintyviä kosketusjännitteitä?
 - d. Miten toteutetaan rakennuksen perustusmaadoituselektrodi?

4. Eräessä laitteessa tarvitaan max. 122 kW symmetrinen kolmivaiheteho ($\cos\phi=1$). Laitetta syöttävä 40 m pitkä monijohdinkaapeli asennetaan 10m matkalla kaapelitikkaille vierekkäin 3 muun kaapelin kanssa, kiinni toisiinsa. Muulla osuudella em. kaapelit ovat kaapelitikkailla 15cm etäisyydellä toisistaan. Ympäristölämpötilan voidaan olettaa olevan max. 35°C. Oikosulkuvirta kaapelin alkupään keskuksessa on 14600A.

- a. Määritä em. kaapelin vähimmäispoikkipinta ja sen ylikuormitussuojaksi sopivat sulakkeet.
- b. Tarkastele toimivatko edellä määrittämäsi sulakkeet myös kaapelin oikosulkusuojana?

KÄÄNNÄ →

TAULUKOITA

Johtimien poikkipinta A/mm ²	Kupari			Alumiini		
	resistanssi r	reaktanssi x	impedanssi z	resistanssi r	reaktanssi x	impedanssi z
4 x 1,5	14,620	0,115	14,620			
4 x 2,5	8,770	0,110	8,770			
4 x 4	5,480	0,107	5,480			
4 x 6	3,660	0,100	3,660			
4 x 10	2,244	0,094	2,246			
4 x 16	1,415	0,090	1,418	2,324	0,090	2,326
4 x 25	0,898	0,086	0,902	1,489	0,086	1,492
4 x 35	0,652	0,083	0,657	1,086	0,083	1,089
4 x 50	0,482	0,083	0,489	0,796	0,083	0,800
4 x 70	0,336	0,082	0,346	0,551	0,082	0,557
4 x 95	0,244	0,082	0,257	0,398	0,082	0,406
4 x 120	0,195	0,080	0,211	0,316	0,080	0,326
4 x 150	0,155	0,080	0,174	0,258	0,080	0,270
4 x 185	0,125	0,080	0,148	0,207	0,080	0,222
4 x 240	0,095	0,079	0,124	0,162	0,079	0,180
4 x 300	0,078	0,079	0,111	0,133	0,079	0,155

Pienimmät oikosulkuvirrat, joilla erilaiset suojalaitteet toimivat 0,4 tai 5,0 sekunnissa				
Suojalaitteen nimellisvirta A	Pienin sallittu yksivaiheinen oikosulkuvirta A			
	gG-sulake 0,4 s	gG-sulake 5,0 s	Johdonsuojakatkaisijat	
			B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s
6	46,5	28	30	60
10	82	46,5	50	100
16	110	65	80	160
20	145	85	100	200
25	180	110	125	250
32	270	150	160	320
50	470	250	250	500
63	550	320	315	630
80	840	425	400	800
125	1450	715	625	1250

Eristyksen laji	Suurin sallittu lämpötila °C
Polyvinyylikloridi (PVC)	70 (johtimessa)
Silloitettu polyeteeni (PEX) ja eteenipropreenikumi (EPR)	90 (johtimessa)
Mineraali (PVC:llä päällystetty tai paljas ja kosketeltavissa)	70 (vaipassa)
Mineraali (paljas, ei kosketeltavissa, eikä kosketuksissa palaviin materiaaleihin)	105 (vaipassa)

$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I}$	Johtimen eristys					
	PVC ≤ 300 mm ²	PVC > 300 mm ²	EPR/PEX	Kumi 60 °C	Mineraali	
					PVC:llä päällystetty	paljas
Alkulämpötila °C	70	70	90	60	70	105
Loppulämpötila °C	160	140	250	200	160	250
Johtimen materiaali						
Kupari	115	103	143	141	115	135/115 ^a
Alumiini	76	68	94	93	—	—
Tinalla juotetut kuparijohtimien liitokset	115	—	—	—	—	—

Taulukko 52-D1 Ilmaan asennettavien kaapeliyhteydessä käytettävät korjauskertoimet muita ympäristön lämpötiloja kuin 25 °C varten

Ympäristön lämpötila °C	Korjauskerroin johtimen eristeen mukaan	
	PVC	PEX ja EPR
10	1,15	1,11
15	1,10	1,07
20	1,05	1,04
25	1,00	1,00
30	0,94	0,96
35	0,88	0,92
40	0,82	0,88
45	0,75	0,84
50	0,67	0,79
55	0,58	0,73
60	0,47	0,68
65	—	0,62
70	—	0,56
75	—	0,48
80	—	0,39

Taulukko 52-D2 Korjauskertoimet ympäröivän maan muulle lämpötilalle kuin 15 °C

Maan lämpötila °C	Korjauskerroin johtimen eristeen mukaan	
	PVC	PEX ja EPR
0	1,13	1,10
5	1,09	1,06
10	1,05	1,03
15	1,00	1,00
20	0,95	0,96
25	0,90	0,93
30	0,85	0,89

Taulukko 52-D3 Korjauskertoimet ympäröivän maan muulle lämpöresistiivisyydelle kuin 1,0 K·m/W

Lämpöresistiivisyys, K·m/W	0,7	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
Korjauskerroin	1,1	1,0	0,92	0,85	0,75	0,69	0,63

Taulukko 52-E1 Korjauskertoimet ryhmille, joissa on useita piirejä tai useita kaapeleita. Korjauskertoimia käytetään taulukoiden 52-C1...52-C7 mukaisten kuormitettavuuksien kanssa.

Kohta	Sijoitus (kaapelit koskettavat toisiaan)	Piirien tai monijohdinkaapeliyhteyksien lukumäärä												Käytetään kuormitettavuustaulukon kanssa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Nipussa ilmassa, pinnalla, upotettu tai kotelo sisällä	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52-C1...52-C9 asennustavat A...F
2	Yhdessä kerroksessa seinällä, lattialla tai rei'ittämättömällä kaapelihyllyllä	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Ei korjauskertoimia useammalle kuin yhdeksälle piirille tai monijohdinkaapelille			52-C1...52-C2 asennustapa C
3	Yhdessä kerroksessa kiinnitetty suoraan puukaton alapuolelle	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Yhdessä kerroksessa rei'itettyllä kaapelihyllyllä vaaka- tai pystysuunnassa	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				52-C3...52-C6 asennustavat E ja F
5	Yhdessä kerroksessa tikkailla, tuilla tai kiinnikkeillä jne.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

HUOM. 1 – Nämä kertoimet soveltuvat samanlaisille ja samalla tavalla kuormitettuille kaapeliryhmille.

HUOM. 2 – Jos lähellä olevien kaapeliyhteyksien välillä on vähintään kaksi kertaa niiden kokonaisalkaisijan, korjauskertoimia ei tarvitse soveltaa.

HUOM. 3 – Samoja kertoimia sovelletaan:

- kahden tai kolmen yksijohdinkaapelin ryhmään
- monijohdinkaapeleihin.

HUOM. 4 – Jos järjestelmään kuuluu sekä kaksi- että kolmijohdittaisia kaapeleita, kaapeliyhteyksien kokonaislukumäärä vastaa piirien lukumäärää ja vastaavasti sovelletaan kahden kuormitetun johtimen arvoja kaksijohdinkaapeleille ja kolmen kuormitetun johtimen arvoja kolmijohdinkaapeleille.

HUOM. 5 – Jos ryhmä koostuu n yksijohdinkaapelista sitä voidaan käsitellä n/2 kahden kuormitetun johtimen piirinä tai n/3 kolmen kuormitetun johtimen piirinä.

HUOM. 6 – Tässä annetut arvot ovat keskiarvoja erilaisten taulukkojen 52-C1 ... 52-C7 mukaisten kaapeliyhteyksien asennustapojen arvoista. Arvojen yleinen tarkkuus on ±5 %.

HUOM. 7 – Joillekin asennuksille ja muille menetelmille, joihin yllä oleva taulukko ei ole tarkoitettu, voi olla tarpeen käyttää erityistapauksia varten laskettuja taulukkoja, ks. esim. taulukot 52-E4 ... 52-E5.

Taulukko 52-B1 Luettelo referenssi-asennustavoista

Referenssi-asennustapa		Taulukko ja sarake			
		Yksittäisen piirin kuormitettavuus		Lämpötilan korjauskerto	Ryhmästä johtuva korjauskerto
		PVC-eristeinen	PEX / EPR eristeinen		
1	2	3	4	5	6
 huone	Eristetyt johtimet lämpöeristettyyn seinään upotetussa putkessa	A/A1 52-C1 sarake 2/3	52-C2 sarake 2	52-D1	52-E1
 huone	Monijohdinkaapeli lämpöeristettyyn seinään upotetussa putkessa	A/A2 52-C1 sarake 2/3	52-C2 sarake 2	52-D1	52-E1
 huone	Eristetyt johtimet pinnalle asennetussa putkessa	B/B1 52-C1 sarake 4/5	52-C2 sarake 3	52-D1	52-E1
 huone	Kaapeli pinnalle asennetussa putkessa	B/B2 52-C1 sarake 4/5	52-C2 sarake 3	52-D1	52-E1
 huone	Yksl- tai monijohdinkaapelit puuseinällä	C 52-C1 sarake 6/7	52-C2 sarake 4	52-D1	52-E1
 huone	Monijohdinkaapelit maassa	D 52-C1 sarake 8	52-C2 sarake 5	52-D2	52-E3
 huone	Monijohdinkaapeli vapaasti ilmassa	E Kupari 52-C3 Alumiini 52-C4	Kupari 52-C5 Alumiini 52-C6	52-D1	52-E1
 huone	Yksijohdinkaapelit koskettaavat toisiaan vapaasti ilmassa	F Kupari 52-C3 Alumiini 52-C4	Kupari 52-C5 Alumiini 52-C6	52-D1	52-E1
 huone	Yksijohdinkaapelit koskettaavat toisiaan erillään toisistaan	G Kupari 52-C3 Alumiini 52-C4	Kupari 52-C5 Alumiini 52-C6	52-D1	—
 huone	Etäisyys seinään vähintään 0,3 kertaa kaapelin halkaisija				
 huone	Etäisyys seinään vähintään yhden kaapelin halkaisijan verran				
 huone	Etäisyys vähintään kaapelin halkaisija r				

Taulukko 52-C2 Kuormitettavuudet ampeereina asennustavoilla A, B, C ja D. PEX tai EPR eristeiset kupari- tai alumiinijohtimet, kolme kuormitettua johdinta, Johtimen lämpötila: ilmassa 90 °C, maassa 65 °C. Ympäristön lämpötila: 25 °C ilmassa, 15 °C maassa

Johtimen nimellinen poikkipinta mm ²	Asennustapa			
	A	B	C	D
1	2	3	4	5
Kupari				
1,5	17	20	23	26
2,5	23	27	31	35
4	31	36	42	46
6	39	45	52	57
10	53	62	71	77
16	70	83	100	100
25	92	109	124	130
35	113	133	153	160
50	135	160	186	190
70	170	202	238	240
95	205	242	289	285
120	236	278	335	325
150	269	—	—	370
185	306	—	—	420
240	360	—	—	480
300	411	—	—	550
Alumiini				
16	57	66	79	78
25	73	87	94	100
35	90	107	116	125
50	108	129	141	150
70	136	162	181	185
95	163	195	219	220
120	187	224	255	255
150	214	—	—	280
185	242	—	—	330
240	283	—	—	375
300	325	—	—	430

Taulukko 52-C1 Kuormitettavuudet ampeereina asennustavoilla A, B, C ja D. PVC eristeiset kupari- tai alumiinijohtimet, yleensä kolme kuormitettua johdinta, pienillä poikkipinnolla myös kaksi kuormitettua johdinta. Johtimen lämpötila: 70 °C. Ympäristön lämpötila: 25 °C ilmassa, 15 °C maassa

Johtimen nimellinen poikkipinta mm ²	Asennustapa						
	A		B		C		D
	kolme kuormitettua johdinta	kaksi kuormitettua johdinta	kolme kuormitettua johdinta	kaksi kuormitettua johdinta	kolme kuormitettua johdinta	kaksi kuormitettua johdinta	kolme kuormitettua johdinta
1	2	3	4	5	6	7	8
Kupari							
1,5	14	15	16	17,5	18,5	20	26
2,5	19	20	21	24	25	29	35
4	24	27	29	32	34	38	46
6	31	34	36	40	43	49	57
10	41	46	49	55	60	67	77
16	55	60	66	73	80	90	100
25	72	79	85	95	102	119	130
35	88	97	105	118	126	146	160
50	105	—	125	—	153	—	190
70	133	—	158	—	195	—	240
95	159	—	190	—	236	—	285
120	182	—	218	—	274	—	325
150	208	—	—	—	317	—	370
185	236	—	—	—	361	—	420
240	278	—	—	—	427	—	480
300	316	—	—	—	492	—	550
Alumiini							
16	43	—	51	—	62	—	78
25	56	—	66	—	77	—	100
35	69	—	82	—	95	—	125
50	83	—	97	—	117	—	150
70	104	—	123	—	148	—	185
95	125	—	147	—	180	—	220
120	143	—	170	—	209	—	255
150	164	—	—	—	240	—	280
185	187	—	—	—	274	—	330
240	219	—	—	—	323	—	375
300	257	—	—	—	372	—	430

gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellsvirta

A
6
10
16
20
25
32
35
40
50
63
80
100
125
160
200

Johdon sallittu kuormitus vähintään

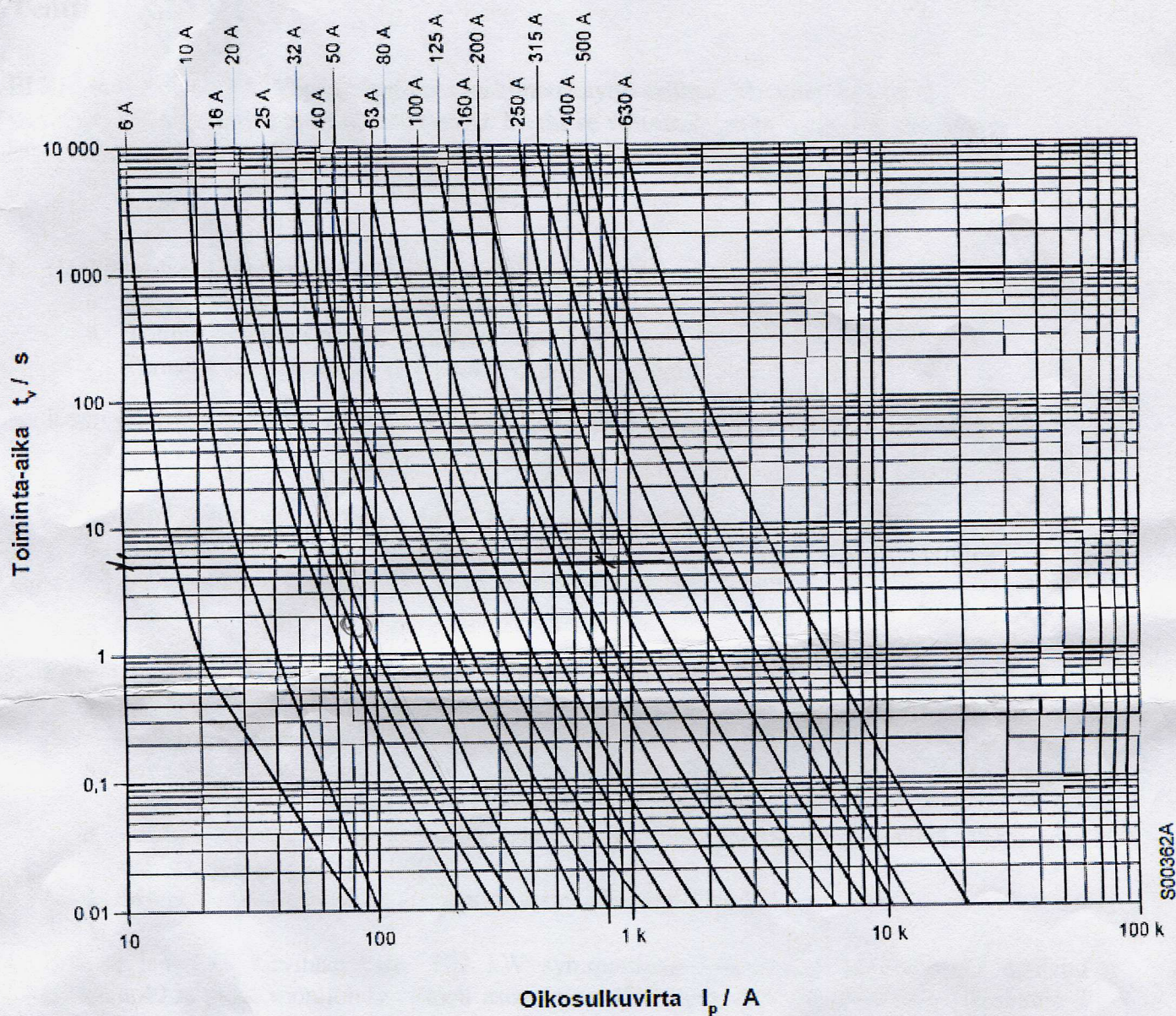
A
8
13,5
18
22
28
35
39
44
55
70
88
110
138
177
221

Taulukko 52-C3 Taulukon 52-B1 mukaisten asennustapojen E, F ja G kuormitettavuudet ampeereissa PVC eristeiset kuparijohtimet. Johtimen lämpötila: 70 °C. Ympäristön lämpötila: 25 °C

Johtimen nimellinen poikkipinta mm ²	Asennustapa				
	Monijohdinkaapeli		Yksijohdinkaapeli		
	Kolme kuormitettua johdinta	Kolme kuormitettua johdinta kolmiossa	Kolme kuormitettua johdinta tasossa		
1			Koskettaen	Etäisyydellä	Pystytasossa
2	3	4	5	6	7
 Menetelmä E	 Menetelmä F	 Menetelmä F	 Menetelmä G	 Menetelmä G	
1,5	19	—	—	—	—
2,5	26	—	—	—	—
4	36	—	—	—	—
6	45	—	—	—	—
10	63	—	—	—	—
16	85	—	—	—	—
25	107	117	121	155	138
35	134	145	152	192	172
50	162	177	184	232	209
70	208	229	238	298	269
95	252	280	291	361	330
120	292	326	340	420	384
150	338	377	395	483	444
185	386	434	453	552	509
240	456	514	537	652	603
300	527	595	622	751	698
400	—	695	730	903	843
500	—	794	836	1041	975
630	—	906	959	1206	1134

OFAA -sulakkeiden toiminta-ajat

Arvot pätevät myös teollisuussulakkeille OFAA_-H20.



S00362A