

DEE-23020

SÄHKÖTURVALLISUUS JA ASENNUKSET

Tentti 13.3.2014

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

1. Missä tapauksissa tarvitaan sähkötöissä (sähkö)työturvallisuustoimien valvoja? Millaiset pätevyysvaatimukset em. henkilön on täytettävä ja mitkä ovat hänen tärkeimmät tehtävänsä?
2. Kuva seuraavien vikasuojausmenetelmien toimintaperiaate. Miksi ja miten ne suojaavat? Liittyykö niiden käyttöön jotakin erityistä?
 - a. Sähköinen erotus
 - b. Maasta erotettu paikallinen potentiaalintasaus
3.
 - a. Mainitse ainakin neljä eri mittausta, jotka pitää tehdä omakotitalon sähköasennusten käyttöönottotarkastuksessa.
 - b. Missä tapauksissa sähkölaitteistolle on tehtävä varmennustarkastus?
4. Olet työparisi kanssa aloittamassa työtä kohteessa (20 kV jakeluverkko), joka on vielä jännitteinen mutta työ on tarkoitus tehdä jännitteettömänä. Millä toimenpiteillä ja missä järjestyksessä teette työkohteen turvalliseksi työskentelyänne varten?
5. Eräässä laitteessa tarvitaan max. 122 kW symmetrinen kolmivaiheteho ($\cos\varphi=1$). 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 3600A.
 - a. Määritä em. kaapelin vähimmäispoikkipinta ja sen ylikuormitussuojaksi sopivat sulakkeet.
 - b. Kuinka suuri on oikosulkuvirta kaapelin loppupäässä?

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 eteenipropeenikumi (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.X	
Lämpöeristeen paksuus (mm)	Korjauskertoimen/ ref. C
50	0,89
100	0,81
200	0,68
400	0,55
500	0,50

Taulukko 52-D1 Ilmaan asennettavien kaapeliyhteiden yhteydessä 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 monijohdinkaapeliyhteiden lukumäärä												Käytetään kuormitettavuustaulukon kanssa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Nipussa ilmassa, pinnaalla, upotettuna tai kotelon 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 reitittämättömällä kaapelihihlyllä	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 kiinnitettyä suoraan puukaton alapuolelle	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Yhdessä kerroksessa reitetyllä kaapelihihlyllä 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 kuormitettuihin kaapeliryhmiin.

HUOM. 2 – Jos lähellä olevien kaapeliyhteiden etäisyys toisistaan vaakatason yläpuolella ylittää kaksi kertaa niiden kokonaishalkaisijan, korjauskertoimia ei tarvitse soveltaa.

HUOM. 3 – Samoja kertoimia sovelletaan:
– kahden tai kolmen yksijohdinkaapeliyhteiden ryhmään
– monijohdinkaapeliryhmiin.

HUOM. 4 – Jos järjestelmään kuuluu sekä kaksi- että kolmijohdittaisia kaapeleita, kaapeliyhteiden kokonaismäärä vastaa piirien lukumäärää ja vastaavasti sovelletaan kahden kuormitetun johtimen arvoja kaksijohdinkaapelille ja kolmen kuormitetun johtimen arvoja kolmijohdinkaapelille.

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 kaapelityyppien ja 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-D1 Ilmaan asennettavien kaapelien yhteydessä 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 monijohdinkaapelien lukumäärä												Käytetään kuormitettavuustaulukon kanssa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Nipussa ilmassa, pinnalla, upotettuna tai kotelon 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 kiinnitettyä 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'itettyä 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 kuormitetuille kaapeliryhmille.

HUOM. 2 – Jos lähellä olevien kaapelien etäisyys toisistaan vaakatasosta ylittää kaksi kertaa niiden kokonaishalkaisijan, korjauskertoimia ei tarvitse soveltaa.

HUOM. 3 – Samoja kertoimia sovelletaan:
– kahden tai kolmen yksijohdinkaapelin ryhmiin
– monijohdinkaapeleihin.

HUOM. 4 – Jos järjestelmään kuuluu sekä kaksi- että kolmijohdimisia kaapeleita, kaapelien 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 kaapelityyppien ja 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 Luetello referensiasennustavoista

Referensiasennustapa		Taulukko ja sarake				
		Yksittäisen piirin kuormitettavuus		Lämpötilan korjauskertoimet		
		PVC-eristeinen	PEX / EPR eristeinen	Ryhmästä johtuva korjauskertoimet		
1	2	3	4	5	6	
 huone	Eristetyt johtimet lämpöeristettyyn seinään upotettuna putkessa	A/ A1	52-C1 sarake 2/3	52-C2 sarake 2	52-D1	52-E1
 huone	Monijohdinkaapeli lämpöeristettyyn seinään upotettuna putkessa	A/ A2	52-C1 sarake 2/3	52-C2 sarake 2	52-D1	52-E1
	Eristetyt johtimet pinnoitettuihin asennettuna putkessa	B/B1	52-C1 sarake 4/5	52-C2 sarake 3	52-D1	52-E1
	Kaapeli pinnoitettuihin asennettuna putkessa	B/B2	52-C1 sarake 4/5	52-C2 sarake 3	52-D1	52-E1
	Yksi- tai monijohdinkaapeli puuseinällä	C	52-C1 sarake 6/7	52-C2 sarake 4	52-D1	52-E1
	Monijohdinkaapeli maassa	D	52-C1 sarake 8	52-C2 sarake 5	52-D2	52-E3
	Monijohdinkaapeli vapaasti ilmassa	E	Kupari 52-C3 Alumiini 52-C4	Kupari 52-C5 Alumiini 52-C6	52-D1	52-E1
	Etäisyys seinään vähintään 0,3 kertaa kaapelin halkaisija					
	Yksijohdinkaapeli koskettavasti toistaan vapaasti ilmassa	F	Kupari 52-C3 Alumiini 52-C4	Kupari 52-C5 Alumiini 52-C6	52-D1	52-E1
	Etäisyys seinään vähintään yhden kaapelin halkaisijan verran					
	Yksijohdinkaapeli vapaasti ilmassa eristetty toistaan	G	Kupari 52-C3 Alumiini 52-C4	Kupari 52-C5 Alumiini 52-C6	52-D1	—
	Etäisyys vähintään kaapelin halkaisija r					

Taulukko 52-C1 Kuormitettavuudet ampeereina asennustavoilla A, B, C ja D. PVC eristeiset kupari- tai alumiinijohtimet, yleensä 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	kaksi 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	125	125	153	190	190	
70	133	158	158	158	195	240	240	
95	159	190	190	190	236	285	285	
120	182	218	218	218	274	325	325	
150	208	—	—	—	317	370	370	
185	236	—	—	—	361	420	420	
240	278	—	—	—	427	480	480	
300	316	—	—	—	492	550	550	
Alumiini								
16	43	51	51	51	62	78	78	
25	56	66	66	66	77	100	100	
35	69	82	82	82	95	125	125	
50	83	97	97	97	117	150	150	
70	104	123	123	123	148	185	185	
95	125	147	147	147	180	220	220	
120	143	170	170	170	209	255	255	
150	164	—	—	—	240	280	280	
185	187	—	—	—	274	330	330	
240	219	—	—	—	323	375	375	
300	257	—	—	—	372	430	430	

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

gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellisarvo

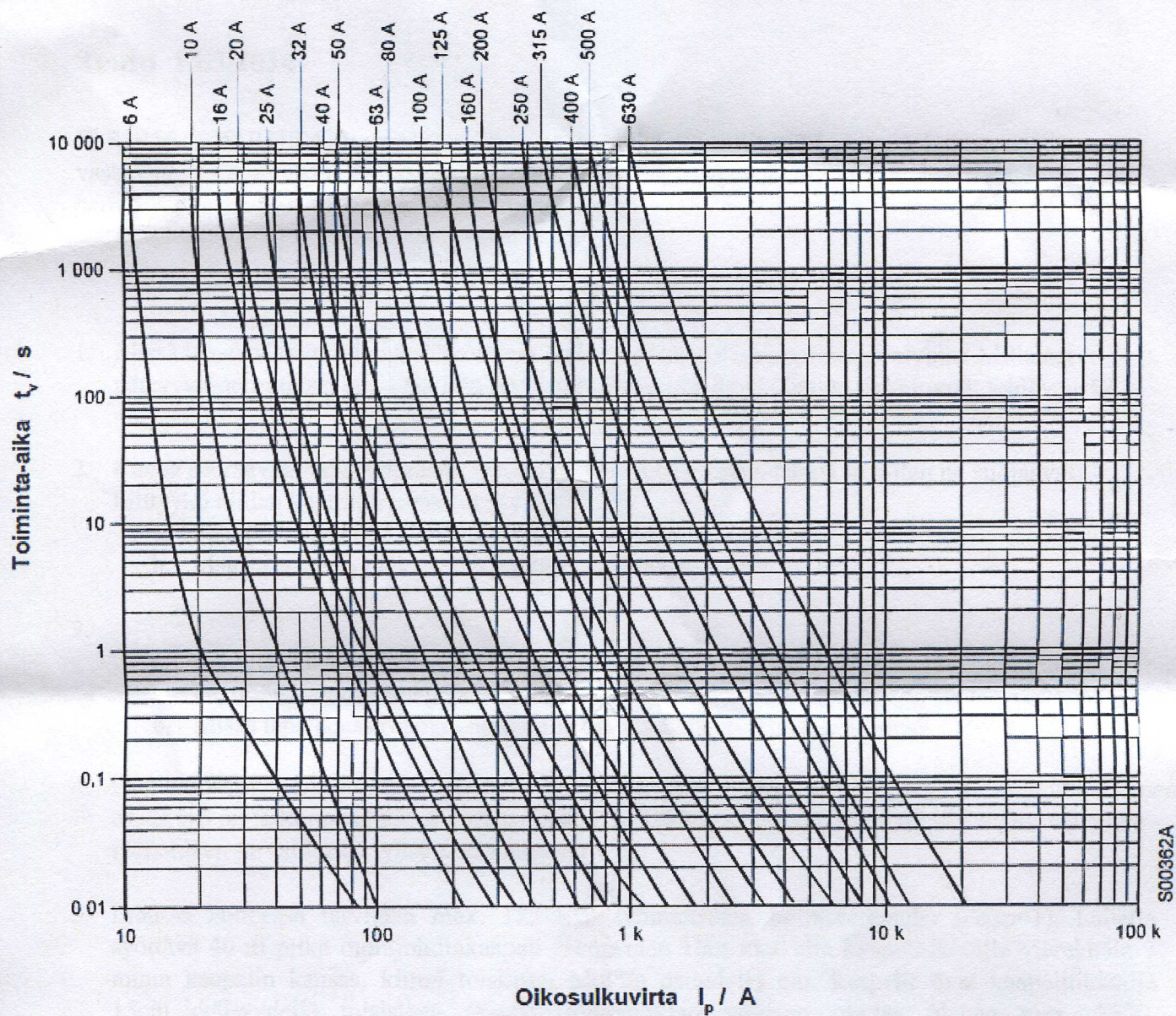
A	A
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221

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 tasossa		
			Koskettaen	Etäisyydellä	
				Vaakatasossa	Pystytasossa
					
	Menetelmä E	Menetelmä F	Menetelmä F	Menetelmä G	Menetelmä G
1	2	3	4	5	6
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