

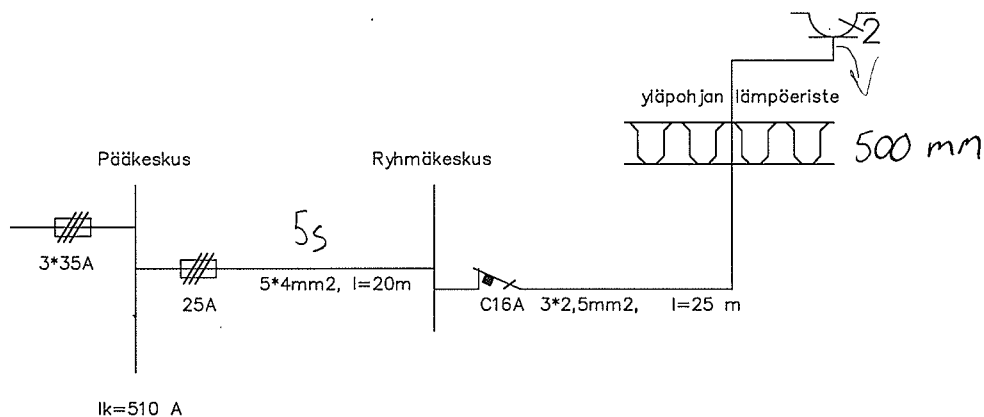
Tentti 14.12.2021

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

- Sähköalan korkeakoulu-/yliopisto-opiskelija haluaa tulevaisuudessa harjoittaa sähköurakointia. Hän työskentelee tulevassa yrityksessään aluksi yksin, eli tarvitsee itse pätevyyden kaikkiin tarvittaviin tehtäviin. Kerro yksityiskohtaisesti millä edellytyksillä/tavoin hän saa ryhtyä harjoittamaan sähköurakointia.
- Sähkölaite on kytketty pitkän ryhmäjohdon päässä olevaan pistorasiaan. Laitteen johtava kuori (ja pistorasia) on suojamaadoitettu ja laitteen vikasuojaus on toteutettu ns. nopean poiskytkennän menetelmällä, B16A johdonsuojakytkimellä. Ryhmässä ei ole vikavirtasuojakytkintä. Laitteeseen tulee oikosulkuvika, jossa vaihejohto kytkeytyy laitteen kuoreen.

Ryhmäjohto on tyyppiä MMJ 3*2,5S (2,5mm² Cu), sen pituus on 100 m ja se on kytketty rakennuksen pääkeskukseen, jonka oikosulkuvirta on 550A. Laitteen liitosjohdon vaikutus voidaan olettaa mitättömäksi ja vikaresistanssi nolllaksi.

- Kuinka suuri kosketusjännite muodostuu laitteen kuoreen?
 - Kuinka suuri virta kulkee ihmisen läpi (max. virta noin 95%:lla ihmisistä) kun ihminen koskee paljain jaloin/käsin vian aikana laitetta? Kerro perustellen kuinka vaarallinen tällainen tilanne on ihmiselle?
- 3.
- Mitä tarkoitetaan potentiaaliohjauksella ja miksi sen toteuttaminen parantaa sähköturvallisuutta?
 - Miten toteutetaan omakotitalon maadoituselektrodi? Kerro nimenomaan se "vahvasti suositeltu" toteutustapa. Millä nimellä tällaista elektrodia kutsutaan?
- Miten toteutetaan vikasuojaus 'sähköinen erotus' -menetelmällä (perusvaatimukset asennukselle)? Mihin perustuu sähköiskuilta suojaava vaikutus tässä menetelmässä?
 - Ao. kuvan mukaiset asennukset toteutetaan omakotitaloon käyttäen ns. nopean poiskytkennän menetelmää. Asennukset tehdään PVC eristeisellä MMJ kaapelilla (Cu johtimet) seinän pinnalle (ei seinän sisälle) asennettuun putkeen. Rakennuksen vintille asennetun pistorasian syöttökaapeli viedään yläpohjan villiöituksen (500 mm) läpi. Ympäristön lämpötilan voidaan olettaa olevan kaikkialla max. 25°C. Tarkastele:
 - Tarkastele toteutuuko ylikuormitussuojaus asennuksessa?
 - Tarkastele toteutuuko ihmisten ja eläinten turvallisuutta varten vaaditut suojaukset 2,5mm² johdolla?



KÄÄNNÄ →

$$U = RI$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

TAULUKOITA

Johtimien poikkipinta A/mm ²	Kupari			Alumiini		
	resistanssi	reaktanssi	impedanssi	resistanssi	reaktanssi	impedanssi
	r	x	z	r	x	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 nimellisarvo 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 koskettavissa)	70 (vaipassa)
Mineraali (paljas, ei koskettavissa, eikä kosketuksissa palaviin materiaaleihin)	105 (vaipassa)

Lämpöeristeen paksuus mm	Korjauskerroin
50	0,89
100	0,81
200	0,68
400	0,55
500	0,50









$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I}$	Johtimen eristys					
	PVC ≤ 300 mm ²	PVC > 300 mm ²	EPR/PEX	Kumi 60 °C	Mineraali	
					PVC:llä päällystetty	paljas
Akkulämpötila °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	83	-	-
Tinalla juotetut kuparijohtimien liitokset	115	-	-	-	-	-

gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellisarvo A	Johdon sallittu kuormitus vähintään 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 B.52.15 Korjauskertoimet ympäröivän maan muulle lämpötilalle kuin 20 °C sovelletaan maassa suoraan ja suojaputkessa oleviin kaapeleihin








Maan lämpötila °C	Eristys	
	PVC	PEX ja EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Taulukko B.52.2 Kuormitettavuus ampeereina taulukossa B.52.1 esitetyille asennustavoille -PVC-eristeiset kupari- tai alumiinijohtimet/kaksi kuormitettua johdinta -johtimien lämpötila: 70 °C, ympäristön lämpötila: 30 °C ilmassa, 20 °C maassa

Referensiasennustapa		Taulukko ja sarake							Lämpötilan korjauskertoin	Ryhmästä johtava korjauskertoin	
		Yksittäisen piirin kuormitettavuus					2 ja 3	8			9
		Termoplastinen eristys (PVC)		Silloitettu eristys (PEX,EPR)		Mineraalieristys					
		2	3	2	3						
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	Eristetyt johtimet lämpöeristettyyn seinään upotettuna putkessa	A1	B.52.2 Sarake. 2	B.52.4 Sarake. 2	B.52.3 Sarake. 2	B.52.5 Sarake. 2	-	B.52.14	B.52.17		
	Monijohdinkaapeli eristetty seinään upotettuna putkessa	A2	B.52.2 Sarake. 3	B.52.4 Sarake. 3	B.52.3 Sarake. 3	B.52.5 Sarake. 3	-	B.52.14	B.52.17 palkki D (Taulukko B.52.10 on voimassa)		
	Eristetyt johtimet (yksijohdinkaapeli) puuseinän pinnalla	B1	B.52.2 Sarake. 4	B.52.4 Sarake. 4	B.52.3 Sarake. 4	B.52.5 Sarake. 4	-	B.52.14	B.52.17		
	Monijohdinkaapeli puuseinän pinnalla	B2	B.52.2 Sarake. 5	B.52.4 Sarake. 5	B.52.3 Sarake. 5	B.52.5 Sarake. 5	-	B.52.14	B.52.17		
	Yksi- tai monijohdinkaapeli puuseinän pinnalla	C	B.52.2 Sarake. 6	B.52.4 Sarake. 6	B.52.3 Sarake. 6	B.52.5 Sarake. 6	70 °C vaipassa B.52.6 105 °C vaipassa B.52.7	B.52.14	B.52.17		
	Monijohdinkaapeli putkessa maassa	D	B.52.2 Sarake. 7	B.52.4 Sarake. 7	B.52.3 Sarake. 7	B.52.5 Sarake. 7	-	B.52.15	B.52.19		
	Vaipalliset yksijohdinta- tai monijohdinkaapeli suoraan maassa	D2	Sarake 8	Sarake 8	Sarake 8	Sarake 8	Sarake 8	Sarake 8	Sarake 8		
	Monijohdinkaapeli vapaasti ilmassa	E	Kupari B.52.10 Alumiini B.52.11	Kupari B.52.12 Alumiini B.52.13	Kupari B.52.12 Alumiini B.52.13	70 °C Vaippa B.52.8 105 °C Vaippa B.52.9	B.52.14	B.52.20			

HUOM. Sarakkeissa 3, 5, 6, 7 ja 8 oletetaan johtimien olevan pyöreitä poikkileikkaan 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkileikkauksilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niitä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.

Taulukko B.52.4 Kuormitettavuus ampeereina taulukon B.52.1 mukaisilla asennustavoilla -PVC-eristeiset kupari- tai alumiinijohtimet/kolme kuormitettua johdinta -johtimien lämpötila: 70 °C, ympäristön lämpötila: 30 °C ilmassa, 20 °C maassa

Johtimen nimellispoikkileikkaus	Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
mm ²	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
Kupari	1,5 2,5 4 6 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300	13,5 18 24 31 42 56 73 89 108 136 164 198 246 285 328	13 17,5 23 29 39 52 68 83 109 125 150 172 196 223 261	15,5 21 28 36 50 68 89 110 134 171 207 239 262 296 346	15 20 27 34 46 62 80 99 118 149 179 206 225 255 297	17,5 24 32 41 57 76 96 119 144 184 223 259 299 341 403	18 24 30 38 54 70 82 98 116 143 169 192 217 243 280
Alumiini	2,5 4 6 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300	14 18,5 24 31 43 57 70 84 107 129 149 170 194 227	13,5 17,5 23 29 39 52 68 83 109 125 150 172 196 223	15,5 21 28 36 50 68 89 110 134 171 207 239 262 296	15 20 27 34 46 62 80 99 118 149 179 206 225 255	17,5 24 32 41 57 76 96 119 144 184 223 259 299 341	18,5 24 30 38 54 70 82 98 116 143 169 192 217 243

HUOM. Sarakkeissa 3, 5, 6, 7 ja 8 oletetaan johtimien olevan pyöreitä poikkileikkaan 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkileikkauksilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niitä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.

Taulukko B.52.10 Kuormitettavuus ampeereina taulukon B.52.1 asennustavoilla E, F ja G -PVC-eristys, kuparijohtimet -johtimien lämpötila: 70 °C, ulkolämpötila: 30 °C

Johtimen nimellispoikkileikkaus	Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat						
	Nonijohdinkaapelit			Yksijohdinkaapelit			
	Kaksi kuormitettua johdinta	Kolme kuormitettua johdinta	Kaksi kuormitettua johdinta koskettavaksi toisiinsa	Kolme kuormitettua johdinta koskettavaksi toisiinsa	Kolme kuormitettua johdinta, tasossa		
					Koskettavat toisiinsa	Erillisään	Vaakatasossa pystytasossa
mm ²	Tapa E	Tapa E	Tapa F	Tapa F	Tapa F	Tapa G	Tapa G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	22	18,5	-	-	-	-	-
2,5	30	25	-	-	-	-	-
4	40	34	-	-	-	-	-
6	51	43	-	-	-	-	-
10	70	60	-	-	-	-	-
16	94	80	-	-	-	-	-
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	-	-	754	656	689	852	795
500	-	-	860	749	789	982	920
630	-	-	1005	855	905	1138	1070

HUOM. 1 Johtimien oletetaan olevan pyöreitä poikkileikkaan 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkileikkauksilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niitä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.
HUOM. 2 D_e on kaapelin ulkohalkaisija.

Taulukko B.52.11 Kuormitettavuus ampeereina taulukon B.52.1 asennustavoilla E, F ja G - PVC-eristys, alumiini/ohjtimet - johtimen lämpötila: 70 °C, ympäristön lämpötila: 30 °C

Table with columns: Johtimien nimenlis-poikkipinta (mm²), Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat (Monijohdinkaapeli, Yksijohdinkaapeli), and values for different cable types and configurations.

HUOM. 1 Johtimien oletetaan olevan pyöreitä poikkipintaansa 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkipinnoilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niiltä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.

HUOM. 2 Dp on kaapelin ulkohaikaisilla.

Taulukko B.52.16 Korjauskertoimet suoraan tai maassa olevaan suojausputkeen asennetuille kaapeleille muulle maanlämpöresistivisyyden arvolle kuin 2,5 Km/W käytettäväksi asennustavan D kuormitettavuuslille

Table showing thermal resistivity (Lämpöresistivisyys, Km/W) for different cable installation methods and ground conditions.

HUOM. 1 Tässä annetut korjauskertoimet ovat keskiarvoja taulukoissa B.52.2 - B.52.5 esitetyistä johtintyyppistä ja ko'ista. Korjauskertoimien yleinen tarkkuus on ± 5 %.

HUOM. 2 Korjauskertoimet soveltuvat maahan upotettuihin putkiin asennetuille kaapeleille. Korjauskertoimet ovat suurempia suoraan maahan, jonka lämpöresistivisyys on vähemmän kuin 2,5 Km/W, asennetuille kaapeleille.

HUOM. 3 Korjauskertoimet soveltuvat enintään 0,8 m syvyyteen asennetuille suojausputkiin.

HUOM. 4 Oletetaan maan ominaisuuksien olevan tasaisia. Kosteuden pienenemistä kaapelin lähellä, joka voi johtaa kaapelin lähellä korkeaa lämpöresistivisyyden alueeseen, ei ole otettu huomioon. Jos maaperän osittainen kuivuminen halutaan ennakoida, sallittu kuormitettavuus pitäisi määrittää IEC 60287-sarjassa esitettyillä menetelmillä.

Taulukko B.52.17 Korjauskertoimet ryhmille, joissa on yksi tai useampi pitrejä tai yksi tai useampia monijohdinkaapeleita. Korjauskertoimia käytetään yhdessä taulukoiden B.52.2 - B.52.13 kanssa

Table showing correction factors for cable groups based on the number of cables and their arrangement.

HUOM. 1 Nämä kertoimet soveltuvat samantoiset tai samalla tavalla kuormitettuille kaapeliryhmille.

HUOM. 2 Jos lähellä toisiaan olevien kaapelin vaakaosuuksien etäisyys ylittää kaksi kertaa niiden kokonaisleikkauksen mitan, korjauskertoimia ei tarvitse soveltaa.

HUOM. 3 Samaa kertoimia sovelletaan: - kahdeksi tai kolme yksijohdinkaapeliin ryhmittäin - Monijohdinkaapeleihin.

HUOM. 4 Jos järjestelmään kuuluu sekä kaksi- että kolmejohtimisia kaapeleita, kaapelin kokonaislukumäärä vastaa piirien lukumäärää ja vastavastoin sovelletaan kahteen kuormitettuihin johtimien arvoja kaakijohdinkaapeleille ja kolmeen kuormitettuihin johtimien arvoja kolmejohtinkaapeleille.

HUOM. 5 Jos ryhmä koostuu n kaapeleesta yksijohdinkaapeleista, sitä voidaan käsitellä n/2 kahden kuormitettuihin johtimien piirinä tai n/3 kolmen kuormitettuihin johtimien piirinä.

HUOM. 6 Tässä annetut arvot ovat keskiarvoja erilaisten taulukoiden B.52.2 - B.52.5 mukaisten kaapelityyppien ja asennustapojen arvoista. Arvojen yleinen tarkkuus on ± 5 %.

HUOM. 7 Joillakin asennustavoilla ja muilla menetelmillä, joihin yllä oleva taulukko ei ole tarkoitettu, voi olla tarpeen käyttää erityistapauksia varten laskettuja taulukkoja, ks. esim. taulukot B.52.2B ja B.52.2C.

Taulukko B.52.14 Vapaasti ilmassa olevien kaapelin korjauskertoimet muille ympäristön lämpötiloille kuin 30 °C

Table showing correction factors for cables installed in free air at different ambient temperatures (Eristys: PVC, PEX ja EPR).

* Korkeammilla ympäristön lämpötiloilla sovelletaan vähintään antamia arvoja.

Taulukko B.52.20 Korjauskertoimet usean monijohdinkaapelin ryhmille verrattuna yhden monijohdinkaapelin asennukseen kuormitettavuuteen vapaasti ilmassa - Taulukoiden B.52.8 - B.52.13 asennustapa E

Table showing correction factors for cable groups with multiple multi-core cables compared to one multi-core cable installation (Taulukon A.52.3 mukainen asennustapa).

HUOM. 1 Arvot ovat keskiarvoja taulukoiden B.52.8 - B.52.13 kaapelityyppistä ja ko'ista. Arvojen hajonta on yleensä alle 5 %.

HUOM. 2 Kertoimet soveltuvat yksikerroksisille kaapelikerroksille kuten yllä on esitetty ja ne eivät ole voimassa silloin, kun kaapelit ovat useammassa kuin yhdessä kerroksessa ja koskettavat toisiaan. Sellaisesta asennusten kertoimien arvot voivat olla huomattavasti pienempiä ja ne pitäisi määrittää asianmukaisilla menetelmillä.

HUOM. 3 Arvot on annettu hyllyjen pystysuoralle etäisyydelle 300 mm ja vähintään 20 mm kaapelihyllyn ja seinän väliselle etäisyydelle. Pienemmällä etäisyyksillä arvoja pitäisi pienentää.

HUOM. 4 Arvot on annettu hyllyjen väliselle suoralle etäisyydelle 225 mm hyllyt asennettuna selät vastakkain. Pienemmällä etäisyyksillä kertoimia pitäisi pienentää.

Table showing correction factors for cable groups based on installation method and cable arrangement.

HUOM. 1 Arvot ovat keskiarvoja taulukoiden B.52.8 - B.52.13 kaapelityyppistä ja ko'ista. Arvojen hajonta on yleensä alle 5 %.

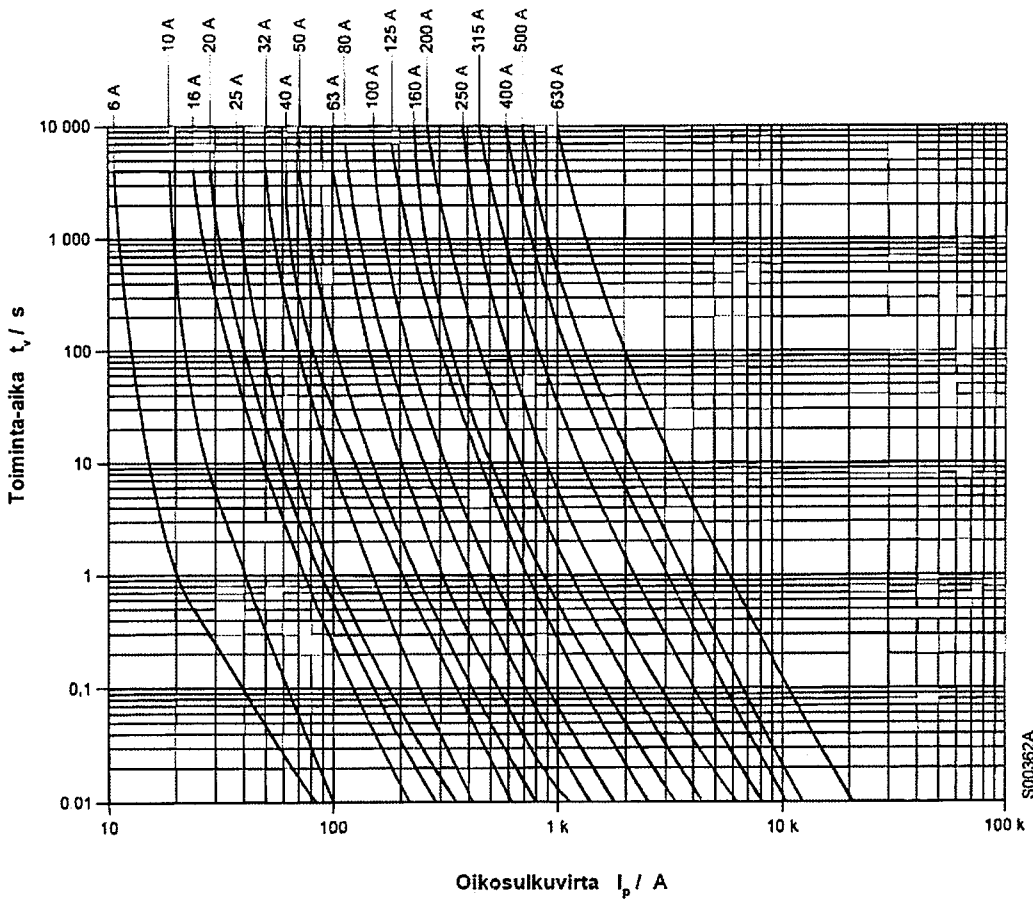
HUOM. 2 Kertoimet soveltuvat yksikerroksisille kaapelikerroksille kuten yllä on esitetty ja ne eivät ole voimassa silloin, kun kaapelit ovat useammassa kuin yhdessä kerroksessa ja koskettavat toisiaan. Sellaisesta asennusten kertoimien arvot voivat olla huomattavasti pienempiä ja ne pitäisi määrittää asianmukaisilla menetelmillä.

HUOM. 3 Arvot on annettu hyllyjen pystysuoralle etäisyydelle 300 mm ja vähintään 20 mm kaapelihyllyn ja seinän väliselle etäisyydelle. Pienemmällä etäisyyksillä arvoja pitäisi pienentää.

HUOM. 4 Arvot on annettu hyllyjen väliselle suoralle etäisyydelle 225 mm hyllyt asennettuna selät vastakkain. Pienemmällä etäisyyksillä kertoimia pitäisi pienentää.

OFAA -sulakkeiden toiminta-ajat

Arvot pätevät myös teollisuussulakkeille OFAA_H20.



TAULUKKO 2.1. Kehon kokonaisimpedanssi Z_i 50/60 Hz vaihtovirralla ja suurilla kosketuspinoilla (Ω).

Kosketusjännite (V)	Kehon kokonaisimpedanssin arvot, jotka eivät ylitä		
	5 %	50 %	95 %
	prosentiosuudella väestöstä		
25	1 750	3 250	6 100
50	1 450	2 625	4 375
75	1 250	2 200	3 500
100	1 200	1 875	3 200
125	1 125	1 625	2 875
220	1 000	1 350	2 125
700	750	1 100	1 550
1 000	700	1 050	1 500
Asymptiottinen arvo	650	750	850

