

Tentti 13.12. 2022

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

1. Sähköalan yliopisto-opiskelija haluaa tulevaisuudessa harjoittaa sähköurakointia. Hän työskentelee tulevassa yrityksessään aluksi yksin, eli tarvitsee itse valmiudet kaikkiin tarvittaviin tehtäviin. Kerro yksityiskohtaisesti millä edellytyksillä/tavoin hän saa ryhtyä harjoittamaan sähköurakointia.
2. Sähkölaite on kytketty pitkän ryhmäjohton päässä olevaan pistorasiaan. Laitteen johtava kuori (ja pistorasia) on suojamaadoitettu ja laitteen vikasuojaus on toteutettu ns. nopean poiskytkennän menetelmällä, B10A johdonsuojakytkimellä. Ryhmässä ei ole vikavirtasuojakytkintä. Laitteeseen tulee oikosulkuvika, jossa vaihejohto kytkeytyy laitteen kuoreen.
Ryhmäjohto on tyyppiä MMJ 3*1,5S (1,5mm² Cu) ja se on kytketty rakennuksen pääkeskukseen, jonka oikosulkuvirta on 250A. Laitteen liitosjohton vaikutus voidaan olettaa mitättömäksi ja vikaresistanssi nolllaksi.
 - a. Kuinka suuri kosketusjännite muodostuu laitteen kuoreen, kun ryhmäjohton pituus on 100 m ?
 - b. 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?
 - c. Miten asennusten henkilöturvallisuutta voidaan parantaa edellä kuvatussa asennuksessa, jos syöttöjärjestelmä kaapeleineen ja suojalaitteineen säilyy muuttumattomana? Kerro miten kuvaamasi järjestelyt käytännössä toteutetaan tässä asennuksessa ja minkä vuoksi turvallisuus paranee.
3. Mainitse toimintatestien ja ns. kiertosuunnan mittaamisen lisäksi ainakin neljä eri mittausta (/testausta), jotka pitää tehdä tavallisen omakotitalon sähköasennusten käyttöönottotarkastuksessa. Kuvaa myös lyhyesti miten kukin mittaustesti tehdään.
4. Sähkötyöturvallisuus
 - a. Millaisissa tapauksissa sähkötyökohteeseen pitää nimetä 'työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja'? Mitä tehtäviä hänelle kuuluu ja millainen pätevyys häneltä vaaditaan?
 - b. Milloin sulakkeen vaihtamiseen tarvitaan sähköalan ammattilainen tai ko. tehtävään opastettu henkilö?
5. Eräässä laitteessa tarvitaan max. 49 kW symmetrinen kolmivaiheteho ($\cos\phi=1$). Laitetta syöttävä 40 m pitkä monijohdinkaapeli asennetaan 10 m matkalla kaapelitikkaille vierekkäin 3 muun kaapelin kanssa, kiinni toisiinsa. Muulla osuudella em. kaapelit ovat kaapelitikkailla 15 cm etäisyydellä toisistaan. Ympäristölämpötilan voidaan olettaa olevan max. 25°C. Oikosulkuvirta kaapelia syöttävässä keskuksessa on 5600 A.
 - a. Määritä em. kaapelin (Cu johtimet, PVC eriste) vähimmäispoikkipinta ja sen ylikuormitussuojaksi sopivat gG sulakkeet.
 - b. Tarkastele toteutuuko oikosulkusuojaus asennuksessa?

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 nimellisvirta A	Pienin sallittu yksivaiheinen oikosulkuvirta A			
	gG-sulake 0,4 s	gG-sulake 5,0 s	Johdosuojakatsisijat	
			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)

Lämpöeristeen paksuus mm	Korjauskertoin
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
Aikulämpötila °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	—	—	—	—	—

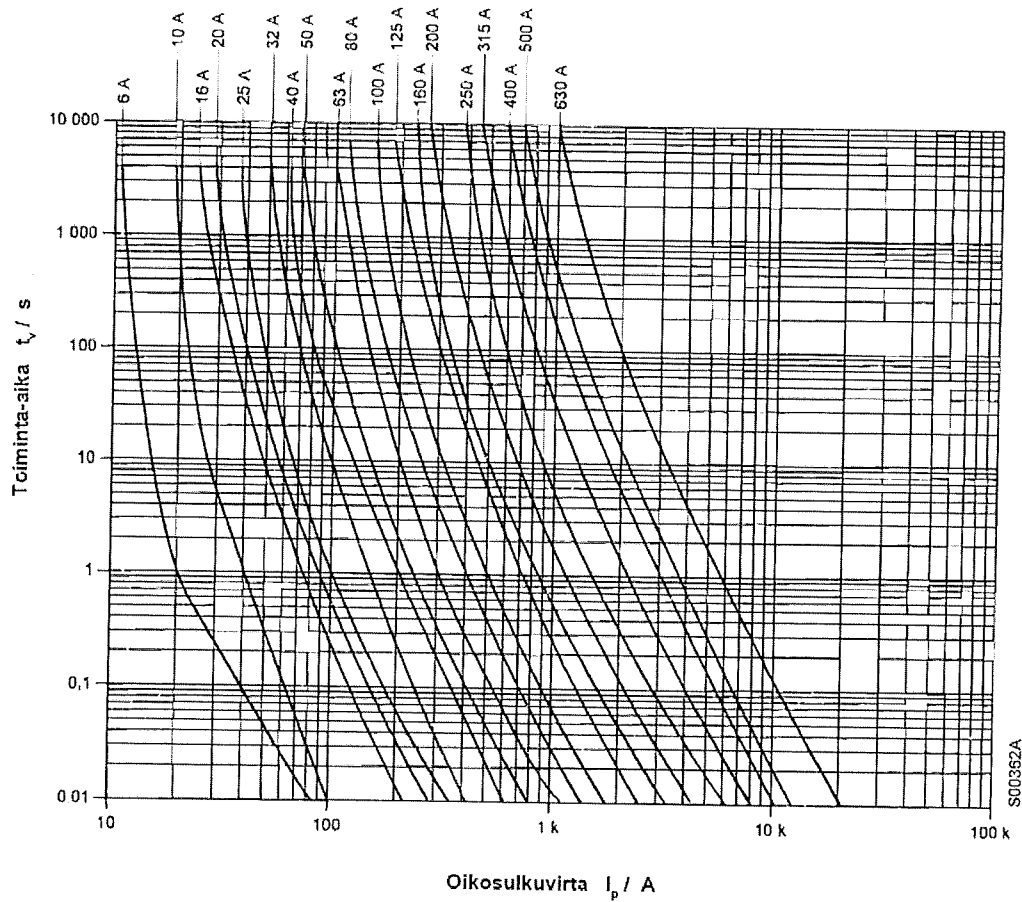
Taulukko B.52.15 Korjauskertoimet ympäröivän maan muulle lämpötilalle kuin 20 °C sovelletaan maassa suoraan ja suojaputkessa oleviin kaapeleihin

gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta 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

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

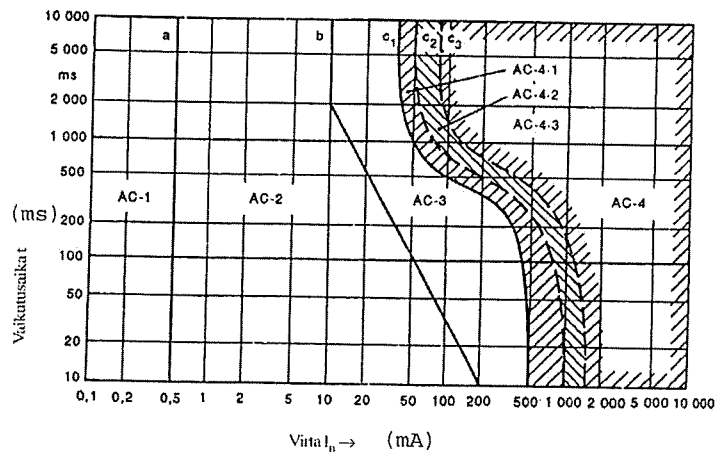
OFAA -sulakkeiden toiminta-ajat

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 prosenttiosuudella väestöstä		
	5 %	50 %	95 %
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



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

Referenssiasennustapa		Taulukko ja sarake							Lämpötilan korjauskerroin	Ryhmittä johtuva korjauskerroin	
Yksittäisen piirin kuormitettavuus		Termoplastinen eristys (PVC)			Silloitettu eristys (PEX,EPR)		Mineraali-eristys				
		Johtimien lukumäärä									
		2	3	4	5	6		7 ja 3			
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	Eristetyt johtimet seinään upotettu 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		
	Monijohdin-kaapeli-eristetty seinään upotettu 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 paitsi D (Taulukko B.52.19 on voimassa)		
	Eristetyt johtimet (yksijohdin-kaapeli) 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		
	Monijohdit-kaapeli 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 monijohdin-kaapeli 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		
	Monijohdin-kaapeli 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 yksijohdin- tai monijohdin-kaapelit suoraan maassa	D2	Sarake 8		Sarake 8		Sarake 8	Sarake 8	Sarake 8		
	Monijohdin-kaapeli vapaasti ilmassa	E	Kupari B.52.10 Alumiini B.52.11		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		
	Etäisyys seinään vähintään 0,3 kertaa kaapelin halkaisija										

Johtimen nimelliskoikkopinta	Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat							
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kupari	1,5 2,5 4 6 10 16 25 35	14,5 19,5 26 34	14 18,5 25 31 43 57 76 92	17,5 24 32 41	16,5 23 30 38	19,5 27 36 46	22 29 37 46	22 28 38 48
Alumiini	2,5 4 6 10 16 25 35	15 20 26	14,5 19,5 25 32	18,5 25 32	17,5 24 30	21 28 36	22 29 36	
	10 16 25 35	36 48 63 77	33 44 58 71	44 60 79 97	41 54 71 86	49 66 83 103	47 61 77 93	63 82 98
	50 70 95 120 150	93 118 142 164	86 108 130 150	118 150 181 210	104 131 157 181	125 160 195 226	109 135 159 180	117 145 173 200
	185 240 300	215 252 289	195 229 263	266 312 358	230 269 308	298 352 406	228 262 296	255 298 336

HUOM. Sarakkeissa 3, 5, 6, 7 ja 8 oletetaan johtimien olevan pyöreitä poikkopintaan 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkopinnoilla 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

Johtimien nimelliskoikkopinta	Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat						
	Monijohdin-kaapelit		Yksijohdin-kaapelit				
	Kaksi kuormitettua johdinta	Kolme kuormitettua johdinta	Kaksi kuormitettua johdinta koskettavat toisiaan	Kolme kuormitettua johdinta koskettavat toisiaan	Kolme kuormitettua johdinta tasossa	Koskettavat toisiaan	Erillään
mm ²	Tapa E	Tapa E	Tapa F	Tapa F	Tapa F	Tapa G	Tapa G
f	2	3	4	5	6	7	8
1,5	22	16,5	-	-	-	-	-
2,5	30	25	-	-	-	-	-
4	40	34	-	-	-	-	-
6	51	43	-	-	-	-	-
10	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	198	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	359	372	456	419
185	434	364	463	400	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	620	561	587	709	650
400	-	-	754	656	689	852	795
500	-	-	888	749	789	982	920
630	-	-	1065	855	905	1138	1070

HUOM. 1 Johtimien oletetaan olevan pyöreitä poikkopintaan 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkopinnoilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niitä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.

HUOM. 2 D₁ on kaapelin ulkohalkaisija.

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

Johtimen nimelliskoikkopinta	Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat							
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kupari	1,5 2,5 4 6 10 16 25 35	13,5 18 24 31 42 56 73 89	13 17,5 23 30 40 54 71 88	15,5 21 28 36 46 62 80 99	15 20 27 34 44 60 77 96	17,5 24 32 41 54 71 90 110	18 24 33 43 57 76 98 120	19 24 33 44 59 80 104 130
Alumiini	2,5 4 6 10 16 25 35	14 18,5 24 31 41 54 71 88	13,5 17,5 23 30 40 54 71 88	16,5 22 28 36 46 62 80 99	15,5 21 27 34 44 60 77 96	18,5 25 32 41 54 71 90 110	18,5 24 32 42 57 76 99 122	
	185 240 300	215 252 289	195 229 263	266 312 358	230 269 308	298 352 406	228 262 296	255 298 336

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

