

DEE-23020

SÄHKÖTURVALLISUUS JA ASENNUKSET

Tentti 11.12.2015

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

1. TTY:n teekkari haluaa tulevaisuudessa pätevyyden toimia TTY:n sähkökäytön johtajana. Kerro yksityiskohtaisesti millä edellytyksillä hän saa tehtävään edellytettävän pätevyyden.
2. Kerro lyhyesti:
 - a. Millaisissa tapauksissa sulakkeen vaihtotyöhön vaaditaan ns. 'sähköalan ammattihenkilö'?
 - b. Millaisissa tapauksissa sähkötyö pitää tehdä noudattaen ns. 'jännitetyön' menettelyjä?
 - c. Mitä erityisvaatimuksia on asetettu ns. 'jännitetöiden' tekemiselle?
 - d. Henkilöturvallisuuden lisäksi, mitä muita 'ulottuvuuksia' sähköturvallisuuteen nykyään katsotaan kuuluvan?
3. Mainitse ainakin neljä eri mittausta/testausta, jotka pitää tehdä tavallisen omakotitalon sähköasennusten käyttöönottotarkastuksessa.
 - vikavirta
 - lattian/perustuksen resistanssi
 - eristysmittaus
 - oikosulkusuo
4. Eräässä 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 3600A.
 - a. Määritä em. kaapelin (Cu johtimet, PVC eriste) vähimmäispoikkipinta ja sen ylikuormitussuojaksi sopivat gG sulakkeet.
 - b. Kuinka suuri on oikosulkuvirta kaapelin loppupäässä?
 - c. Toteutuuko oikosulkusuojaus?

$$I_z = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\phi} \rightarrow \approx 58 \text{ A}$$

$$\rightarrow k \cdot k = K \approx 0,8 \dots 0,7$$

$$\frac{I_z}{K} = I$$

KÄÄNNÄ →

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	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 eteenipropenikumi (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)	Korjauskerroin/ ref. C
50	0,89
100	0,81
200	0,68
400	0,55
500	0,50

Taulukko 52-B1 Laitela referenssiasennustavalla

Referenssiasennustapa	Tavutettu ja saavutettu	Yhteinen perin kuormitus		Lämpötila johtimen johtimissa	Ryhtymä johtimien johtimissa
		PVC-eristetty	PEX tai EPR eristetty		
1	2	3	4	5	6
 Kuusi	Eristetty johdotus lämpötilaeristetty sähköeristetty puhdistus	A/A1 S2-C1 sarake 20	S2-C2 sarake 2	S2-D1	S2-E1
 Kuusi	Monijohdinkäpeli lämpötilaeristetty sähköeristetty puhdistus	A/A2 S2-C1 sarake 20	S2-C2 sarake 2	S2-D1	S2-E1
 Kuusi	Eristetty johdotus lämpötilaeristetty sähköeristetty puhdistus	B/B1 S2-C1 sarake 45	S2-C2 sarake 3	S2-D1	S2-E1
 Kuusi	Käpeli jännitteiden eristetty puhdistus	B/B2 S2-C1 sarake 45	S2-C2 sarake 3	S2-D1	S2-E1
 Kuusi	Yksi- tai monijohdinkäpeli lämpötilaeristetty sähköeristetty puhdistus	C S2-C1 sarake 5/7	S2-C2 sarake 4	S2-D1	S2-E1
 Kuusi	Monijohdinkäpeli lämpötilaeristetty sähköeristetty puhdistus	D S2-C1 sarake 8	S2-C2 sarake 5	S2-D2	S2-E3
 Kuusi	Monijohdinkäpeli lämpötilaeristetty sähköeristetty puhdistus	E Kupari S2-C3 Alumiini S2-C4	Kupari S2-C3 Alumiini S2-C5	S2-D1	S2-E1
 Kuusi	Yksijohdinkäpeli lämpötilaeristetty sähköeristetty puhdistus	F Kupari S2-C3 Alumiini S2-C4	Kupari S2-C3 Alumiini S2-C5	S2-D1	S2-E1
 Kuusi	Yksijohdinkäpeli lämpötilaeristetty sähköeristetty puhdistus	G Kupari S2-C3 Alumiini S2-C4	Kupari S2-C3 Alumiini S2-C5	S2-D1	-

Taulukko 52-C1 Kuormitettavuudet ampeereina asennustavalla A, B, C ja D. PVC eristiset kupari- tai alumiinijohdot, yleensä kolme kuormitettua johtinta, pienillä poikkipinoilla myös kaksi kuormitettua johtinta. Johtimen lämpötila: 75 °C. Ympäristön lämpötila: 25 °C ilmassa, 15 °C maassa.

Johtimen nimellinen poikkipinta mm²	Asennustapa				C	D
	A	B	C	D		
1	2	3	4	5	6	7
Kupari						
1,5	14	15	16	17,5	18,5	20
2,5	19	20	21	24	25	29
4	24	27	29	32	34	38
6	31	34	36	40	43	46
10	41	46	49	55	60	67
16	55	60	66	73	80	90
25	72	79	85	95	102	119
35	88	97	105	116	126	146
50	105	116	125	138	153	190
70	133	145	158	176	195	240
95	159	173	188	210	236	285
120	182	198	216	242	274	325
150	208	226	246	276	317	370
185	236	256	278	311	361	420
240	278	300	324	361	427	480
300	316	340	366	411	492	550
Alumiini						
16	43	46	51	56	62	78
25	56	60	66	72	79	100
35	69	74	82	90	99	125
50	83	89	97	107	117	150
70	104	111	123	135	148	185
95	125	133	147	161	180	220
120	145	154	170	186	209	255
150	164	174	191	209	240	280
185	187	198	216	236	274	330
240	219	231	250	271	323	375
300	257	270	290	312	372	430

Taulukko 52-C2 Kuormitettavuudet ampeereina asennustavalla A, B, C ja D. PEX tai EPR eristiset kupari- tai alumiinijohdot, yleensä kolme kuormitettua johtinta. Johtimen lämpötila: ilmassa 90 °C, maassa 65 °C. Ympäristön lämpötila: 25 °C ilmassa, 15 °C maassa.

Johtimen nimellinen poikkipinta mm²	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	103
25	92	109	124	133
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	308	-	-	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

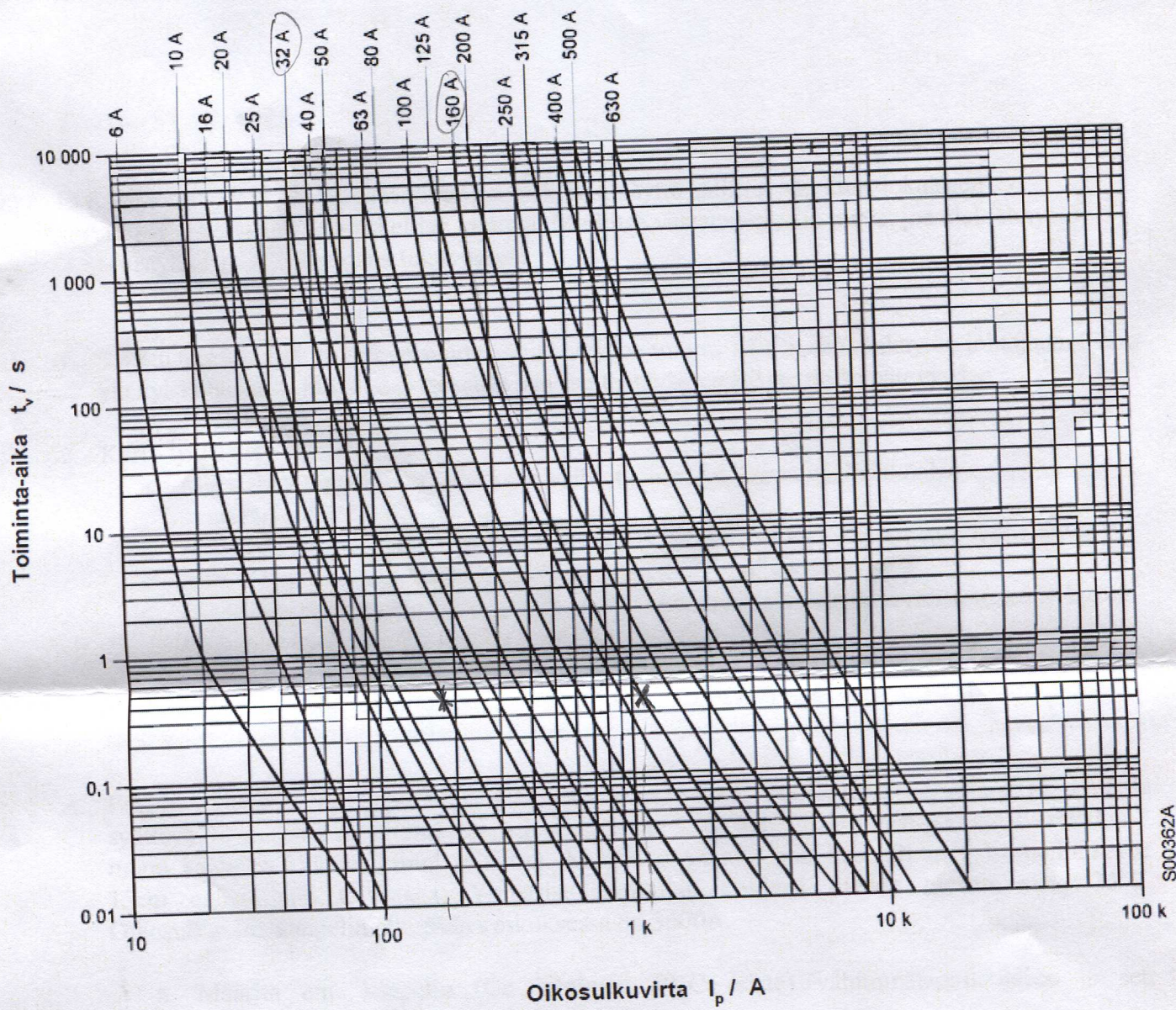
gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta	Johdon sallittu kuormitus vähintään
A	A
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221

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

Johtimen nimellinen poikkipinta mm²	Asennustapa				
	Monijohdinkäpeli		Yksijohdinkäpeli		
1	2	3	4	Kolme kuormitettua johtinta tasossa	
				Kosketuksen	Etäisyydellä
1	2	3	4	Kolme kuormitettua johtinta kolmiossa	
				Kosketuksen	Etäisyydellä
1	2	3	4	Menetelmä E	
				Menetelmä F	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	389	434	453	552	509
240	458	514	537	652	603
300	527	595	622	751	698
400	-	695	730	903	843
500	-	794	836	1041	975
630	-	908	959	1206	1134

OFAA -sulakkeiden toiminta-ajat

Arvot pätevät myös teollisuussulakkeille OFAA_-H20.



S00362A