

SVT-3320 SÄHKÖTURVALLISUUS JA ASENNUKSET

Tentti 13.12.2011

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

1. Olet valmistunut diplomi-insinööriksi TTY:n Sähköosastolta, – millä edellytyksillä ja kenelle voit tehdä ns. omatarveurakointina omakotitalon sähkötyöt?
2. Missä tapauksissa tarvitaan sähkötöissä (sähkö)työturvallisuustoimien valvoja? Millaiset pätevyysvaatimukset em. henkilön on täytettävä ja mitkä ovat hänen tärkeimmät tehtävänsä?
3. Kerro lyhyesti:
 - a. Miten maadoitusjännite ja kosketusjännite muodostuvat ja miten ne riippuvat toisistaan (esim. pylväsmuuntamolla)?
 - b. Miten potentiaalinhjauksen avulla voidaan vaikuttaa em. suureisiin?
 - c. Miten toteutetaan rakennuksen perustusmaadoituselektrodi?
4. Eräessä teollisuuslaitoksen laitteessa tarvitaan max. 27 kW symmetrinen kolmivaiheteho ($\cos\phi=1$). Laitetta syöttävä 40 m pitkä monijohdinkaapeli asennetaan kaapelitikkaille ja se on 14 m matkalla vierekkäin 3 muun kaapelin kanssa (kiinni toisissaan). Ympäristölämpötilan voidaan olettaa olevan max. 35°C. Oikosulkuvirta kaapelia syöttävässä keskuksessa on 5900A.
 - a. Määritä em. kaapelin vähimmäispoikkipinta ja sen suojaksi sopivat gG –sulakkeet. (vikasuojaus toteutetaan ns. nopean poiskytkennän menetelmällä)
 - b. Kuinka suuri on oikosulkuvirta kaapelin loppupäässä?

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 asennettävien 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 lämpöresistivisyydelle kuin 1,0 K-m/W

Lämpöresistivisyys, 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 kotelonsisällä	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'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 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 kolmijohtimisia 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 sita 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 Luettelo referenssi-asennustavoista

Referenssi-asennustapa	Taulukko ja sarake				
	Yksittäisen piiriin kuormitettavuus	PVC-eristeinen	PEX / EPR eristeinen	Lämpötilan korjauskerron	Ryhmästä johtuva korjauskerron
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 asennettussa putkessa	B/B1	52-C1 sarake 4/5	52-C2 sarake 3	52-D1	52-E1
 huone Kaapeli pinnalle asennettussa putkessa	B/B2	52-C1 sarake 4/5	52-C2 sarake 3	52-D1	52-E1
 huone Yksi- tai monijohdinkaapeli puuseinällä	C	52-C1 sarake 6/7	52-C2 sarake 4	52-D1	52-E1
 huone Monijohdinkaapeli 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 Etäisyys seinään vähintään 0,3 kertaa kaapelin halkaisija	F	Kupari 52-C3 Alumiini 52-C4	Kupari 52-C5 Alumiini 52-C6	52-D1	52-E1
 huone Etäisyys seinään vähintään yhden kaapelin halkaisijan verran	G	Kupari 52-C3 Alumiini 52-C4	Kupari 52-C5 Alumiini 52-C6	52-D1	-

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 poikkipinnoilla 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 nimellisvirta

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

Johdon sallittu kuormitus vähintään

A
8
13,5
18
22
28
35
39
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 Kolme kuormitettua johdinta	Yksijohdinkaapeli Kolme kuormitettua johdinta kolmiossa	Kolme kuormitettua johdinta tasossa		
			Koskettaen	Etäisyydellä	Pystytasossa
1	2	3	4	5	6
1,5	19	-	-	-	-
2,5	26	-	-	-	-
4	35	-	-	-	-
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