

Tentti 13.12.2017

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

1.
 - a. TTY:n opiskelija haluaa tulevaisuudessa harjoittaa sähköurakointia. Hän työskentelee aluksi yksin yrityksessään, eli tarvitsee itse pätevyyden kaikkiin tarvittaviin tehtäviin. Kerro yksityiskohtaisesti millä edellytyksillä/tavoin hän saa ryhtyä harjoittamaan sähköurakointia.
 - b. Millä edellytyksillä voi ryhtyä korjaamaan sähköauton sähköjärjestelmiä?
2. Asuinrakennuksen ryhmäjohto syöttää normaalien oleskelutilojen valaistusta. Mitkä suojaukset pitää toteutua ko. ryhmäjohtolla? Kerro lyhyesti millaiselta vaaralta kukin suojaus suojaa ja millaiset toimintaehdot kuhunkin suojaukseen liittyy.
3. Millaiset toimenpiteet (ns. sähköturvallisuustoimenpiteet) on tehtävä ennen kuin voidaan ryhtyä tekemään sähkötöitä jännitteettömän työkohteen työmenetelmillä esim. sähköverkkoyhtiön verkossa?
4. Kerro lyhyesti:
 - a. Millaisissa tapauksissa työkohteeseen pitää nimetä 'työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja'? Mitä tehtäviä hänelle kuuluu ja millainen pätevyys häneltä vaaditaan?
 - b. Mitä tarkoittaa ns. 'potentiaalinojahaus'? Minkä vuoksi sellainen monesti joudutaan toteuttamaan?
5. Sähkölaite on kytketty pitkän ryhmäjohtoon 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) ja se on kytketty keskukseen, jonka oikosulkuvirta on 650A. Laitteen liitosjohtoon vaikutus voidaan olettaa mitättömäksi ja vikaresistanssi nolllaksi.

 - a. Kuinka pitkä ryhmäjohto voi maksimissaan olla?
 - b. Kuinka suuri kosketusjännite muodostuu laitteen kuoreen, kun ryhmäjohtoon pituus on edellä lasketun suuruinen?
 - c. Kuinka suuri virta kulkee ihmisen läpi (virta joka ei ylitä noin 95%:lla ihmisistä) kun ihminen koskee paljain jaloin/käsin vian aikana laitetta? Kerro perustellen kuinka vaarallinen tällainen tilanne on ihmiselle?

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

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)

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

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
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	—	—
Tinailla 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

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

Johtimen nimelliskoippipinta	Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat						
	Monijohdinkaapelit			Yksijohdinkaapelit			
	Kaksi kuormitettua johtinta	Kolme kuormitettua johtinta	Kaksi kuormitettua johtinta koskettavat toisiaan	Kolme kuormitettua johtinta koskettavat toisiaan	Kolme kuormitettua johtinta koskettavat toisiaan	Kolme kuormitettua johtinta koskettavat toisiaan	Kolme kuormitettua johtinta koskettavat toisiaan
	mm ²	Tapa E	Tapa E	Tapa F	Tapa F	Tapa F	Tapa G
1	2	3	4	5	6	7	8
2,5	23	19,5	-	-	-	-	-
4	31	26	-	-	-	-	-
6	39	33	-	-	-	-	-
10	54	46	-	-	-	-	-
16	73	61	-	-	-	-	-
25	89	78	98	84	87	112	99
35	111	96	122	105	109	139	124
50	135	117	149	128	133	169	152
70	173	150	192	166	173	217	196
95	210	183	235	203	212	265	241
120	244	212	273	237	247	308	282
150	282	245	316	274	287	356	327
185	322	280	363	315	330	407	376
240	380	330	430	375	392	482	447
300	439	381	497	434	455	557	519
400	-	-	600	526	552	671	629
500	-	-	694	610	640	775	730
630	-	-	808	711	746	900	852

HUOM. 1 Johtimen oletetaan olevan pyöreitä poikkileikkauksella 16 mm² saakka. Suuremmilla poikkileikkauksilla arvot viittaavat muun muotoisiin johtimiin ja niitä voi turvallisesti käyttää pyöreisiin johtimiin.

HUOM. 2 D₀ on kaapelin ulkohalkaisija.

Taulukko B.52.16 Korjauskertoimet suoraan tai maassa olevaan suojauputukseen asennetuille kaapeleille muulle maan lämpöeristävyyden arvoille kuin 2,5 Km/W käytettäväksi asennustavan D kuormitettavuuslille

Lämpöeristävyyden, Km/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Korjauskertoimen putkiin asennetuille kaapeleille	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Korjauskertoimen suoraan maahan asennetuille kaapeleille	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

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

HUOM. 2 Korjauskertoimet soveltuvat maahan upotettuihin putkiin asennetuille kaapeleille. Korjauskertoimet ovat suurempia suoraan maahan, jonka lämpöeristävyyden arvo on vähemmän kuin 2,5 Km/W, asennetuille kaapeleille. Jos tarvitaan tarkempia arvoja, ne voidaan laskea IEC 60287-sarjassa esitetyillä menetelmillä.

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

HUOM. 4 Oletetaan maan ominaisuuksien olevan tasaisia. Kosteuden pienemistä kaapelin lähellä, joka voi johtaa kaapelin lähellä korkean lämpöeristävyyden alueeseen, ei ole otettu huomioon. Jos maaperän osittainen kuivuminen halutaan ennakoita, sallittu kuormitettavuus pitäisi määrittää IEC 60287-sarjassa esitetyillä menetelmillä.

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

Kokoa	Sijoitus (kaapelin koskettavat toistaan)	Pitien tai monijohdinkaapelin lukumäärä										Käytetään kuormitettavuus-taulukon kanssa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
1	Nykyssä ilmassa, pinnalla, upotettuna tai kotelon sisällä	1,0	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,38
2	Yhdessä kerroksessa seinällä, lattialla tai reitittämättömällä kaapelihyllyllä	1,0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70		
3	Yhdessä kerroksessa kinnitettuna suoraan puoleen alakaaton pinnalle	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61		
4	Yhdessä kerroksessa reititetyllä kaapelihyllyllä vaak- tai pystysuunnassa	1,0	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72		
5	Yhdessä kerroksessa tiikalla, tulla tai kinnitettuna jonne	1,0	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78		

HUOM. 1 Nämä kertoimet soveltuvat samanlaisille tai samalla tavalla kuormitettaville kaapeliryhmille.

HUOM. 2 Jos läheillä toisiinsa olevien kaapelin vaakaosuuden etäisyys ylittää kaksi kertaa niiden kokonaisleikkauksen mitan, korjauskertoimia ei tarvitse soveltaa.

HUOM. 3 Samojen kertoimien sovelletaan:
- Kahden tai kolmen yksijohdinkaapelin ryhmään
- Monijohdinkaapeleihin.

HUOM. 4 Jos lämpötila on kuluu sekä kaksi- että kolmijohdinta kaapeleita, kaapelin kokonaislukumäärä vastaa puolen lukumäärää ja vastavasti sovelletaan kahden kuormitetun johtimen arvosta kolmijohdinkaapeleille ja kolmen kuormitetun johtimen arvosta kolmijohdinkaapeleille.

HUOM. 5 Jos ryhmä koostuu n kaapeleista yksijohdinkaapeleista, sitä voidaan käsitellä n/2 kahden kuormitetun johtimen piiriksi tai n/3 kolmen kuormitetun johtimen piiriksi.

HUOM. 6 Tässä annetut arvot ovat keskiarvoja erilaisten taulukoiden B.52.2 - B.52.7 mukaisen kaapelityypin ja asennustavan arvoista. Arvojen yleinen tarkkuus on ± 5 %.

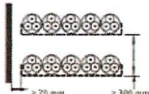
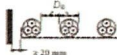
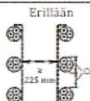
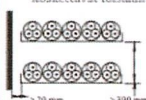
HUOM. 7 Joillekin asennustavoille ja muille menetelmille, joihin yllä oleva taulukko ei ole tarkoitettu, voi olla tarpeen käyttää erityistapauksia varten laadittuja taulukoita, ks. esim. taulukot B.52.10 ja B.52.11.

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

Ympäristön lämpötila ^a °C	Eritys			
	PVC	PEX ja EPR	PVC:llä päällystetty tai paljas ja koskettavissa 70 °C	Paljas, ei koskettavissa 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

^a Korkeammilla ympäristön lämpötiloilla sovelletaan valmistajan antamia arvoja.

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

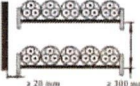
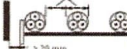
Taulukon A.52.3 mukainen asennustapa		Hyllyjen tai tikkaiden lukumäärä	Hyllyllä tai tikkaalla olevien kaapelin lukumäärä							
			1	2	3	4	6	9		
Reititetyt kaapelihyllyt (HUOM. 3)		1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73		
		2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68		
		3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66		
		6	1,00	0,84	0,77	0,73	0,68	0,64		
		1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	-		
		2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-		
3		1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	-			
Pystysuorat reititetyt kaapelihyllyt (HUOM. 4)		1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72		
		2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70		
		1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	-		
		2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-		
		Reitittämättömät kaapelihyllyt		1	0,97	0,84	0,78	0,75	0,71	0,68
				2	0,97	0,83	0,76	0,72	0,68	0,63
3	0,97			0,82	0,75	0,71	0,66	0,61		
6	0,97			0,81	0,73	0,69	0,63	0,58		

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

HUOM. 2 Kertoimet soveltuvat yksikertaisille kaapelikerroksille kuten yllä on esitetty ja ne eivät ole voimassa silloin, kun kaapelit ovat useammassa kuin yhdessä kerroksessa ja koskettavat toisiaan. Sellaisten asennusten kertoimien arvot voivat olla huomattavasti pienempiä ja ne pitää 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.

Taulukon A.52.3 mukainen asennustapa				Hyllytyn tai tikkaiden lukumäärä	Hyllyllä tai tikkaalla olevien kaapelin lukumäärä					
					1	2	3	4	6	9
Tikas, tuet, kiin- nikkeet yms. (HUOM. 3)	32		1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78	
	33		2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73	
	34		3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70	
			6	1,00	0,84	0,77	0,73	0,68	0,64	
			1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
	2		1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-		
	3		1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-		

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

HUOM. 2 Kertoimet soveltuvat yksikertaisille kaapelikerroksille kuten yllä on esitetty ja ne eivät ole voimassa silloin, kun kaapelit ovat useammassa kuin yhdessä kerroksessa ja koskettavat toisiaan. Sellaisten asennusten kertoimien arvot voivat olla huomattavasti pienempiä ja ne pitää 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.