

ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 8

Πίνακας 8.1: Ειδική θερμική αντίσταση εδάφους, ανάλογα με το βαθμό της υγρασίας του

α/α	Ειδική θερμική αντίσταση σε $^{\circ}\text{K.m/W}$	Κατάσταση εδάφους	Καιρικές συνθήκες
1	0,7	Πολύ υγρό	Συνεχής υγρασία
2	1,0	Υγρό	Κανονικές βροχοπτώσεις
3	2,0	Ξηρό	Σπάνιες βροχοπτώσεις
4	3,0	Πολύ ξηρό	Λίγες ή καθόλου βροχοπτώσεις

Πίνακας 8.2: Φόρτιση υπογείων καλωδίων, χαμηλής τάσης (Χ.Τ.) με μόνωση χαρτιού (NKBA και NAKBA), με μόνωση X-LPE για αγωγούς Al (CEANDER), με μόνωση Butyl, με πλαστική μόνωση PVC για αγωγούς Cu, για θερμοκρασία εδάφους 25°C και μέγιστη θερμοκρασία αγωγών κατά κατηγορία μόνωσης, σύμφωνα με VDE 0298/1979 και IEC 364-5-523/1983. Ικανότητα φόρτισης σε αμπέρ (A), $m=0,7$, $\sigma=1^{\circ}\text{K.m/W}$ για ένα τριπολικό ή τετραπολικό καλώδιο, διπολικό, μονοπολικό, με βάση την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ.

1. ΑΓΩΓΟΙ ΧΑΛΚΟΥ

α/α	Διατομή αγωγών σε mm^2	Μόνωση χαρτιού (NKBA) Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 80°C	Μόνωση Butyl (Βουτύλιο) Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 85°C			Μόνωση PVC Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 70°C	
		Τριπολικό ή τετραπολικό καλώδιο	Μονοπολικό καλώδιο	Διπολικό καλώδιο συγκεντρικό	Τετραπολικό καλώδιο συγκεντρικό	Μονοπολικό καλώδιο	Τριπολικό ή τετραπολικό καλώδιο
1	6	56	-	75	61	-	53
2	10	76	-	98	82	-	71
3	16	100	-	127	107	120	93
4	25	129	-	-	140	155	121
5	35	158	197	-	172	185	149
6	50	187	232	-	202	218	175
7	70	235	284	-	-	267	216
8	95	278	339	-	-	-	261
9	120	317	-	-	-	-	297
10	150	360	430	-	-	406	335
11	185	403	487	-	-	599	378
12	240	460	-	-	-	-	440
13	300	518	638	-	-	-	497
14	400	595	-	-	-	-	-

2. ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

α/α	Διατομή αγωγών σε mm^2	Μόνωση χαρτιού (NAKBA) Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 80°C	Μόνωση X-LPE (CEANDER) Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 90°C	Μόνωση Butyl (Βουτύλιο) Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 85°C		
		Τριπολικό ή τετραπολικό καλώδιο	Τριπολικό ή τετραπολικό καλώδιο	Μονοπολικό καλώδιο	Διπολικό καλώδιο συγκεντρικό	Τετραπολικό καλώδιο συγκεντρικό
1	6	43	-	-	-	-
2	10	57	-	-	-	-
3	16	75	-	-	-	85
4	25	96	109	-	-	108
5	35	120	129	152	-	129
6	50	144	154	180	-	155
7	70	182	191	220	-	193

8	95	216	228	263	-	-
9	120	245	261	-	-	-
10	150	278	293	334	-	-
11	185	317	333	378	-	-
12	240	360	393	-	-	-
13	300	403	446	497	-	-

Πίνακας 8.2.1: Συντελεστής διόρθωσης της μέγιστης επιτρεπόμενης φόρτισης για καλώδια εγκατεστημένα στο έδαφος, ανάλογα με την ειδική θερμική αντίσταση και τη θερμοκρασία του εδάφους καθώς και το συντελεστή φόρτισης του καλωδίου σύμφωνα με τον κανονισμό VDE 0298/1979 με βάση την οδηγία 26 της ΔΕΗ.

Τύπος μόνωσης καλωδίου	Μέγιστη θερμοκρασία καλωδίου (°C)	Θερμοκρασία εδάφους (°C)	Ειδική θερμική αντίσταση εδάφους σε °K.m/W						Συντελεστής φόρτισης 0,5 έως 1,00	
			1,0			1,5				2,5
			Συντελεστής φόρτισης			Συντελεστής φόρτισης				
			0,50	0,70	1,0	0,50	0,70	1,0		
X-LPE Butyl	90 85	5	1,13	1,09	1,02	1,01	0,99	0,96	0,91	
		10	1,11	1,07	1,00	0,99	0,97	0,93	0,88	
		15	1,09	1,04	0,96	0,97	0,94	0,91	0,86	
		20	1,07	1,02	0,95	0,94	0,92	0,88	0,83	
		25	1,04	1,00	0,92	0,92	0,89	0,80	0,80	
		30	-	0,96	0,89	0,89	0,86	0,83	0,77	
Χαρτί χαμηλής τάσης	80	5	1,15	1,10	1,03	1,02	1,00	0,96	0,91	
		10	1,13	1,08	1,00	1,00	0,97	0,94	0,87	
		15	1,10	1,06	0,98	0,97	0,95	0,91	0,84	
		20	1,08	1,03	0,95	0,94	0,92	0,88	0,80	
		25	1,06	1,00	0,92	0,91	0,89	0,84	0,77	
		30	-	0,98	0,89	0,87	0,86	0,80	0,74	
PVC	70	5	1,16	1,11	1,03	1,02	1,00	0,96	0,88	
		10	1,14	1,09	1,00	1,00	0,97	0,92	0,85	
		15	1,11	1,06	0,97	0,96	0,94	0,89	0,81	
		20	1,09	1,03	0,94	0,93	0,90	0,85	0,78	
		25	1,06	1,00	0,91	0,90	0,86	0,81	0,74	
		30	-	0,97	0,88	0,86	0,82	0,78	0,70	

Πίνακας 8.2.2: Συντελεστής διόρθωσης της μέγιστης επιτρεπόμενης φόρτισης λόγω γειτνίασης καλωδίων με μόνωση χαρτιού τοποθετημένων στο έδαφος με διάκενο μεταξύ τους 7cm περίπου.

Πλήθος καλωδίων μέσα στο χαντάκι	2	3	4	5	6	8	10
Συντελεστής	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53

Πίνακας 8.2.3: Συντελεστής διόρθωσης των τιμών λόγω γειτνίασης καλωδίων με συνθετική μόνωση (X-LPE, Butyl, PVC), τοποθετημένων στο έδαφος με διάκενο μεταξύ τους 7cm περίπου.

Πλήθος καλωδίων μέσα στο χαντάκι	2	3	4	5	6	8	10
Συντελεστής	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,62	0,60

Πίνακας 8.2.4: Συντελεστής διόρθωσης των τιμών λόγω γειτνίασης ομάδων 4 μονοπολικών καλωδίων με συνθετική μόνωση (Butyl, PVC), τοποθετημένων στο έδαφος με διάκενο μεταξύ τους 7cm περίπου.

Πλήθος ομάδων 4 μονοπολικών καλωδίων μέσα στο χαντάκι	2	3	4
---	---	---	---

Συντελεστής	0,80	0,75	0,70
-------------	------	------	------

Πίνακας 8.2.5: Συντελεστής διόρθωσης των μέγιστων επιτρεπόμενων φορτίσεων για πολυπολικά καλώδια τοποθετημένα μέσα σε σωλήνες. (Ένα καλώδιο ανά σωλήνα μήκους πάνω από 6 m).

Αριθμός σωλήνων	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Συντελεστής	0,82	0,74	0,70	0,67	0,65	0,63	0,62	0,60	0,59	0,58

Πίνακας 8.3: Φόρτιση καλωδίων τοποθετημένων ελεύθερα στον αέρα, χαμηλής τάσης (Χ.Τ.) με μόνωση χαρτιού (NKBA και NAKBA), με μόνωση X-LPE για αγωγούς Al (CEANDER), με μόνωση Butyl, με πλαστική μόνωση PVC για αγωγούς Cu, με μόνωση XLPE για αγωγούς Al, για θερμοκρασία αέρα 40 °C και μέγιστη θερμοκρασία αγωγών κατά κατηγορία μόνωσης, σύμφωνα με VDE 0298/1979, IEC 364-5-523/1983 και B-21-42 της EDF, με βάση την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ.

1. ΑΓΩΓΟΙ ΧΑΛΚΟΥ

α/α	Διατομή αγωγών σε mm ²	Μόνωση χαρτιού (NKBA) Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 80°C	Μόνωση Butyl (Βουτύλιο) Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 85°C			Μόνωση PVC Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 70°C	
		Τριπολικό ή τετραπολικό καλώδιο	Μονοπολικό καλώδιο	Διπολικό καλώδιο συγκεντρικό	Τετραπολικό καλώδιο συγκεντρικό	Μονοπολικό καλώδιο	Τριπολικό ή τετραπολικό καλώδιο
1	6	44	-	55	47	-	37
2	10	60	-	75	65	-	52
3	16	80	-	100	87	89	69
4	25	106	-	-	110	119	92
5	35	133	151	-	136	146	113
6	50	160	186	-	166	178	138
7	70	205	242	-	-	226	175
8	95	250	295	-	-	-	211
9	120	290	-	-	-	-	244
10	150	330	400	-	-	371	280
11	185	374	460	-	-	519	321
12	240	435	-	-	-	-	378
13	300	498	633	-	-	-	416
14	400	587	-	-	-	-	-

2. ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

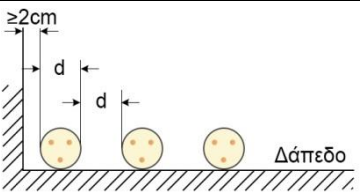
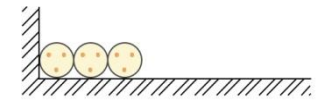
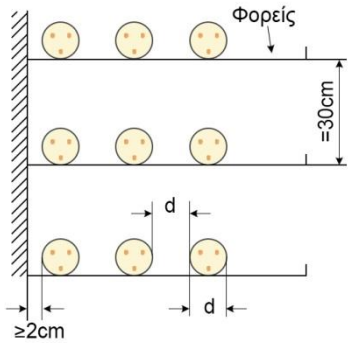
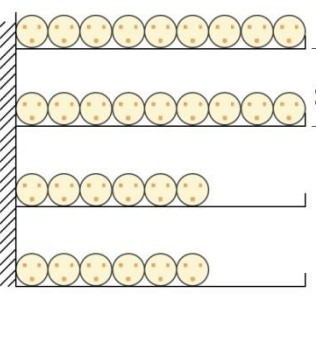
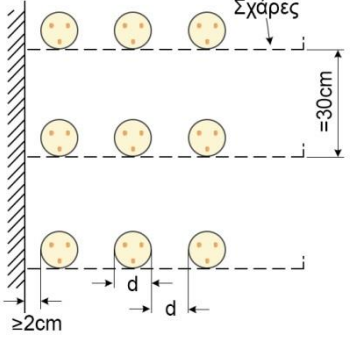
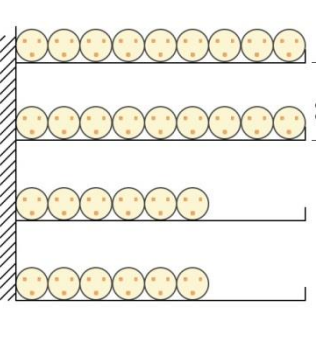
α/α	Διατομή ή αγωγών σε mm ²	Μόνωση χαρτιού (NAKBA) Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 80°C	Μόνωση X-PLE (CEANDER) Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 90°C	Μόνωση Butyl (Βουτύλιο) Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 85°C			Μόνωση X-PLE Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών 90°C
		Τριπολικό ή τετραπολικό καλώδιο	Τριπολικό ή τετραπολικό καλώδιο	Μονοπολικό καλώδιο	Διπολικό καλώδιο συγκεντρικό	Τετραπολικό καλώδιο συγκεντρικό	Τρία μονοπολικά συνεστραμμένα καλώδια
1	6	35	-	-	-	-	-
2	10	47	-	-	-	-	-
3	16	62	-	-	79	67	-
4	25	81	91	-	-	84	101
5	35	98	111	117	-	104	126
6	50	125	134	143	-	127	153
7	70	156	172	186	-	162	194
8	95	192	211	229	-	-	-

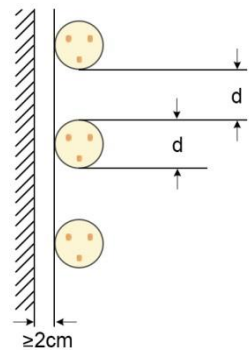
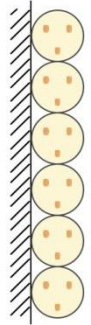
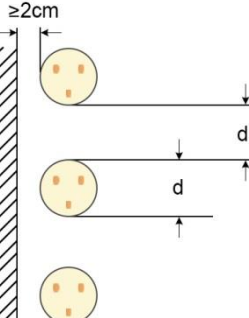
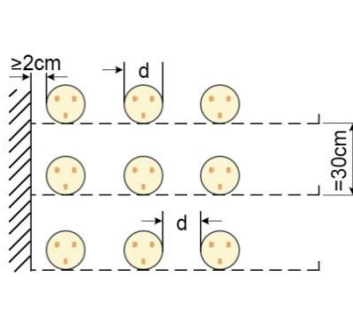
9	120	222	246	-	-	-	-
10	150	254	280	310	-	-	-
11	185	290	325	358	-	-	-
12	240	343	396	-	-	-	-
13	300	392	456	495	-	-	-
14	400	472	539	-	-	-	-

Πίνακας 8.3.1: Συντελεστές διόρθωσης της μέγιστης επιτρεπόμενης φόρτισης για καλώδια εγκατεστημένα στον αέρα, ανάλογα με τη μέγιστη θερμοκρασία αγωγού του καλωδίου και για διάφορες θερμοκρασίες αέρα σύμφωνα με IEC 364-5-523/1983 με βάση την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ.

α/α	Θερμοκρασία αέρα σε °C	Τύπος μόνωσης και μέγιστη θερμοκρασία αγωγών σε °C			
		XLPE $\theta_{\max}=90\text{ }^{\circ}\text{C}$	Butyl $\theta_{\max}=85\text{ }^{\circ}\text{C}$	Χαρτιού (Χ.Τ.) $\theta_{\max}=80\text{ }^{\circ}\text{C}$	PVC $\theta_{\max}=70\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	10	1,26	1,29	1,16	1,40
2	15	1,23	1,25	1,18	1,34
3	20	1,19	1,20	1,18	1,29
4	25	1,14	1,15	1,18	1,22
5	30	1,10	1,10	1,12	1,15
6	35	1,05	1,05	1,07	1,08
7	40	1,00	1,00	1,00	1,00
8	45	0,94	0,94	0,94	0,91
9	50	0,90	0,88	0,87	0,82
10	55	0,84	0,82	0,79	0,70

Πίνακας 8.3.2: Συντελεστής διόρθωσης της μέγιστης επιτρεπόμενης φόρτισης λόγω γειτνίασης πολυπολικών καλωδίων εγκατεστημένων στον αέρα

Διάταξη καλωδίων		Ενδιάμεση απόσταση=διάμετρος καλωδίου (d) Απόσταση από τοίχο ≥2cm					Καλώδια σε επαφή μεταξύ τους και με τον τοίχο						
Αριθμός καλωδίων		1	2	3	6	9	1	2	3	6	9		
Καλώδιο πάνω από δάπεδο		0,95	0,90	0,88	0,85	0,84		0,90	0,84	0,80	0,75	0,73	
Καλώδια πάνω σε φορείς (περιορισμένη κυκλοφορία αέρα)	Αριθ. φορέων												
	1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84		0,95	0,84	0,80	0,75	0,73	
	2	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80		0,95	0,80	0,76	0,71	0,69	
	3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78		0,95	0,78	0,74	0,70	0,68	
	6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76		0,95	0,76	0,72	0,68	0,66	
Καλώδια πάνω σε σχάρες (μη περιορισμένη κυκλοφορία αέρα)	Αριθ. σχαρών												
	1	1,00	0,98	0,96	0,93	0,92		0,95	0,84	0,80	0,75	0,73	
	2	1,00	0,95	0,93	0,90	0,89		0,95	0,80	0,76	0,71	0,69	
	3	1,00	0,94	0,92	0,89	0,88		0,95	0,78	0,74	0,70	0,68	
	6	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86		0,95	0,76	0,72	0,68	0,66	
Αριθ. καλωδίων σε κατακόρυφη διάταξη		1	2	3	6	9		1	2	3	6	9	

Στήριξη σε ικριώματα ή στον τοίχο	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86		0,95	0,78	0,73	0,68	0,66	
Διατάξεις που δεν χρειάζονται διόρθωση	Για οποιοδήποτε αριθμό καλωδίων						Για οποιοδήποτε αριθμό καλωδίων					

Σημείωση: Οι τιμές του πίνακα 8.3.2. προέκυψαν από το VDE 0298/1979

Πίνακας 8.4: Μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις σε αμπέρ (A) γυμνών αγωγών χαλκού (Cu) και αλουμινίου (Al) σύμφωνα με DIN 48201/1981

a/a	Αγωγοί χαλκού (Cu)		Αγωγοί αλουμινίου (Al)		
	Ονομαστική διατομή αγωγού σε mm ²	Μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις σε (A)	Πραγματική διατομή αγωγού σε mm ²	Ισοδύναμη διατομή χαλκού σε mm ²	Μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις σε (A)
1	16	115	26,9	16	145
2	25	148	-	-	-
3	35	185	57,0	35	232
4	50	232	82,4	50	295
5	70	267	115,5	70	365
6	95	352	-	-	-
7	-	-	106	-	356
8	-	-	158	-	449
9	-	-	176	-	480

Πίνακας 8.5: Μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις σε αμπέρ (A) γυμνών αγωγών ACSR (αγωγός αλουμινίου με χαλύβδινη ενίσχυση) και AAAC (αγωγός κράματος αλουμινίου) σύμφωνα με DIN 48204/1981 (ACSR) και DIN 48201/1981 (AAAC)

a/a	Αγωγοί ACSR			Αγωγοί AAAC		
	Ονομαστική ή διατομή αγωγού σε mm ²	Πραγματική διατομή αγωγού σε mm ² Al/ST	Μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις σε (A)	Ονομαστική διατομή αγωγού σε mm ²	Πραγματική διατομή αγωγού σε mm ²	Μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις σε (A)
1	16	25/4	136	35	34,36	160
2	35	56/9	224	70	65,7	240
3	50	80/13	296	95	93,2	302
4	95	150/25	448	185	181,5	462
5	15 (ACSR-R)	28/37	148	-	-	-

Πίνακας 8.6: Χρονική σταθερά T καλωδίων βαρέως τύπου (NYY, NAYY, NKBA, NAKBA, NYCWY, NAYCWY, NYCY κλπ.) για τοποθέτηση στο έδαφος ή στον αέρα με βάση τη διατομή των αγωγών του καλωδίου

a/a	Διατομή αγωγών καλωδίου σε mm ²	Σταθερά χρόνου για καλώδια βαρέως τύπου χαλκού (NYY, NKBA, NYCWY, NYCY κλπ.) σε min	Σταθερά χρόνου για καλώδια βαρέως τύπου αλουμινίου (NAYY, NAKBA, NAYCWY, κλπ.) σε min
1	1,5	0,8	-
2	2,5	1,2	-
3	4	1,5	-
4	6	2	-
5	10	3	-
6	16	4	2,5
7	25	6	4
8	35	8	5
9	50	10	8
10	70	15	10
11	95	20	13
12	120	25	16
13	150	30	20
14	185	33	23
15	240	43	30
16	300	50	35

Σημείωση: Η χρονική σταθερά T δεν διαφέρει σημαντικά για τους διάφορους τύπους καλωδίων και εξαρτάται από τη διατομή και το υλικό κατασκευής του αγωγού.

Πίνακας 8.7: Χαρακτηριστικά μεγέθη αγωγών με βάση την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ

- Οι τιμές α_{20} , β_o και ρ_{20} πάρθηκαν από το IEC 287/1982
- Οι τιμές Q_c πάρθηκαν από το IEC 724/1984

a/a	Ονομασία μεγέθους (συμβολισμός)	Μονάδα	Υλικό κατασκευής αγωγού		
			Cu	Al (ACSR)	St
1	Θερμοκρασιακός συντελεστής αντίστασης (α_{20})	$1/^\circ C$	0,00393	0,00403	0,0045
2	$\beta_o = \frac{1}{\alpha_{20}} - 20$	$^\circ C$	234,5	228	202
3	Θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα όγκου (Q_c)	$\frac{J}{^\circ C \cdot m^3}$	$3,45 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$	$3,8 \times 10^6$
4	Ειδική αντίσταση στους 20 $^\circ C$ (ρ_{20})	Ohm (Ω)	$17,241 \times 10^{-9}$	$28,264 \times 10^{-9}$	138×10^{-9}
5	Σταθερά που εξαρτάται από το υλικό του αγωγού $K_1 = \left[\frac{Q_c (\beta_o + 20)}{\rho_{20}} \right]^{\frac{1}{2}}$	$\frac{mm^2}{kA \cdot sec^{\frac{1}{2}}}$	4,432	6,750	12,783

Πίνακας 8.8: Αποδεκτές τιμές θερμοκρασιών στην αρχή (θ_a) και στο τέλος (θ_T) του βραχυκυκλώματος, για καλώδια

a/a	Θερμοκρασία σε $^\circ C$	Υλικό κατασκευής αγωγού			
		X-LPE	Butyl	Χαρτί (X.T.)	P.V.C.
1	θ_a	90	85	80	70
2	θ_T	250	220	160	160
3	$\Delta\theta$	160	135	80	90

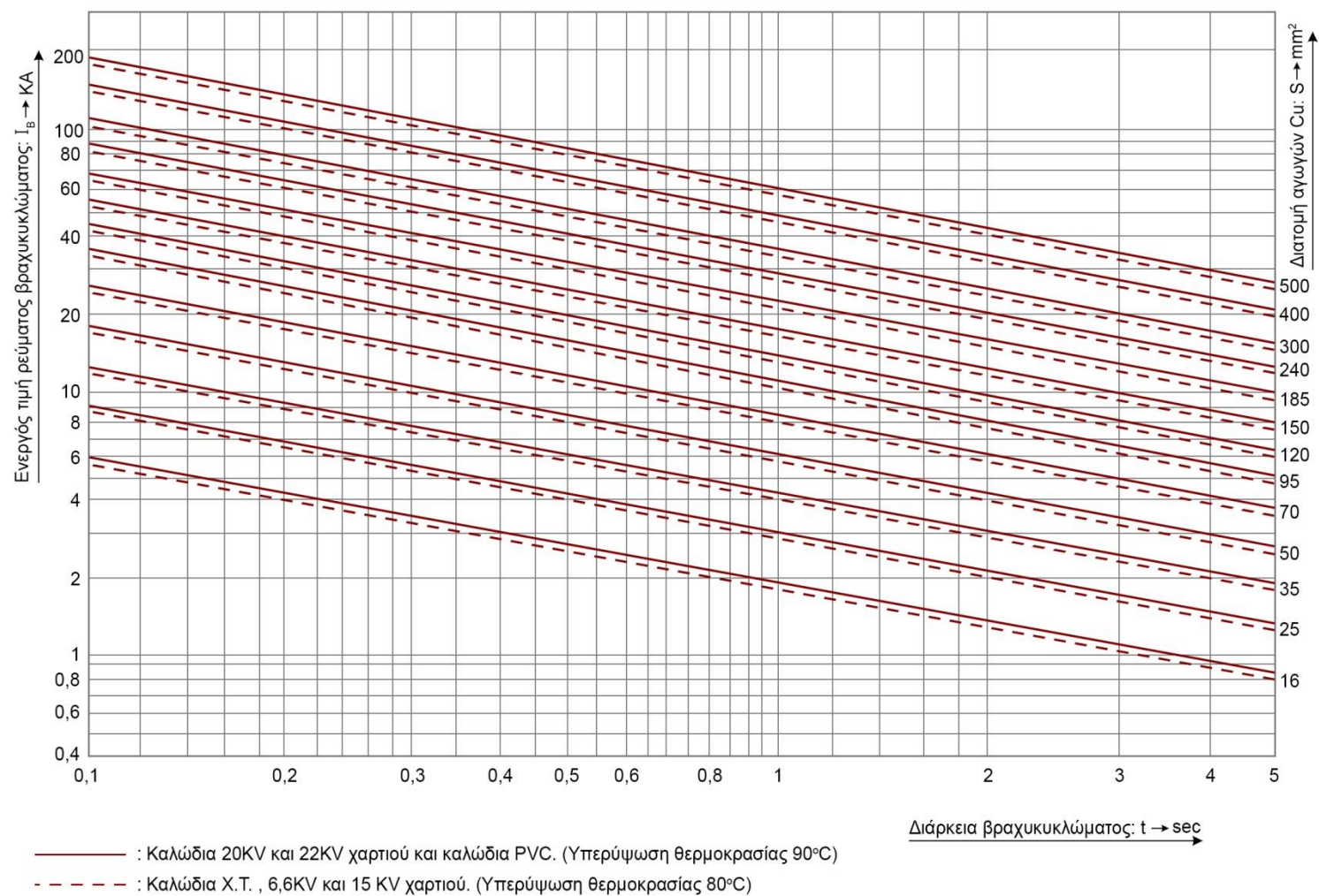
Σημείωση: Οι τελικές θερμοκρασίες βραχυκυκλώματος για αγωγούς με μόνωση X-LPE των 250 $^\circ C$ και αγωγούς με μόνωση Butyl (Βουτύλιο) 220 $^\circ C$ θα πρέπει να μειώνονται στους 160 $^\circ C$ στο βαθμό που χρησιμοποιείται η μέθοδος συγκόλλησης με κασσίτερο.

Πίνακας 8.9: Τιμές του συντελεστή K για μονωμένους αγωγούς χαλκού και αλουμινίου

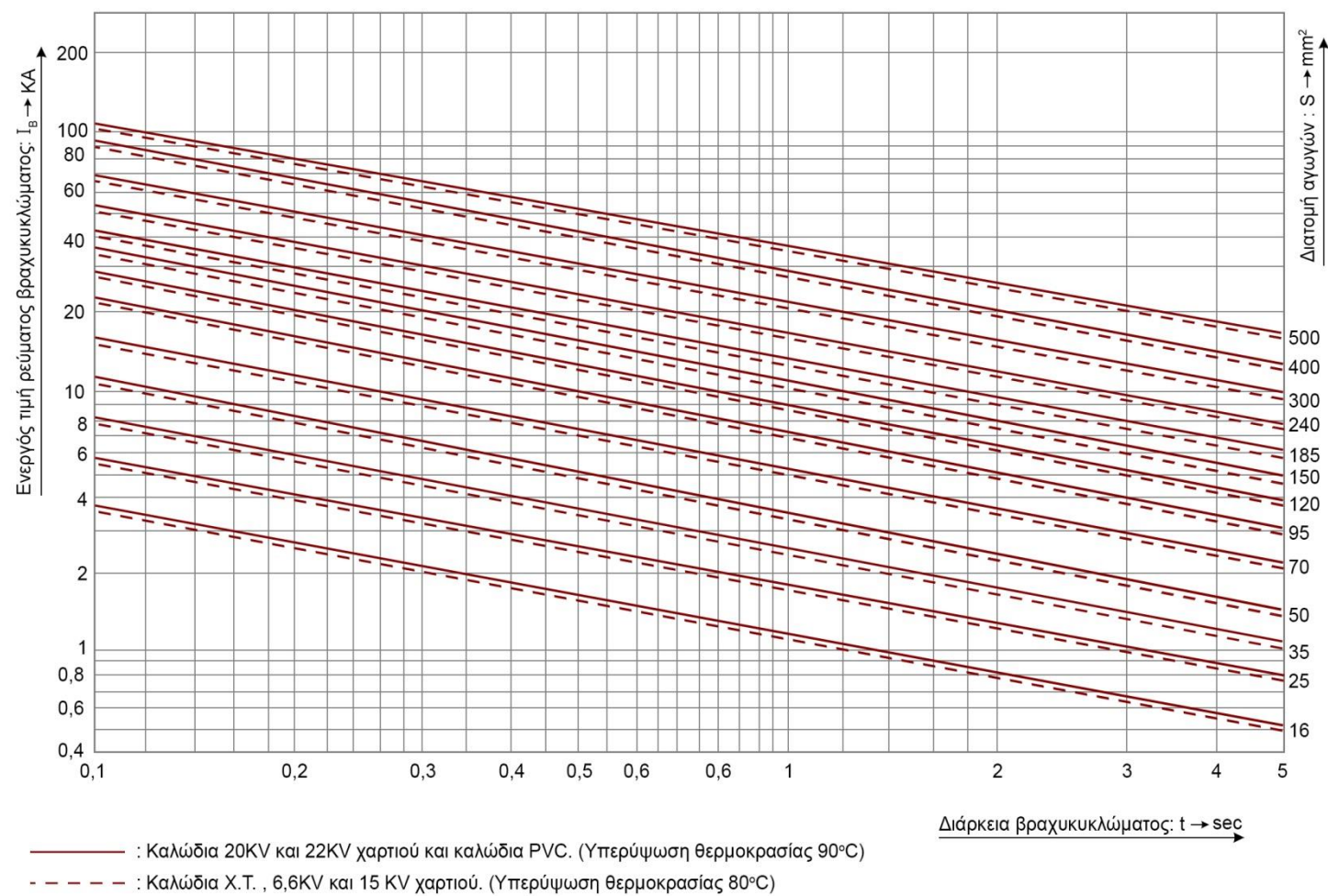
a/a	Είδος αγωγού	Συντελεστής K σε $\frac{mm^2}{kA \cdot sec^{\frac{1}{2}}}$ για υλικό μόνωσης από			
		X-LPE	Butyl	Χαρτί (X.T.)	P.V.C.
1	Cu	7,00	7,47	9,31	8,71
2	Al	10,57	11,27	14,05	13,14

Πίνακας 8.10: Αποδεκτές τιμές θερμοκρασιών στην αρχή (θ_a) και στο τέλος (θ_T) του βραχυκυκλώματος καθώς και τιμές του συντελεστή (K) για αγωγούς εναερίων δικτύων

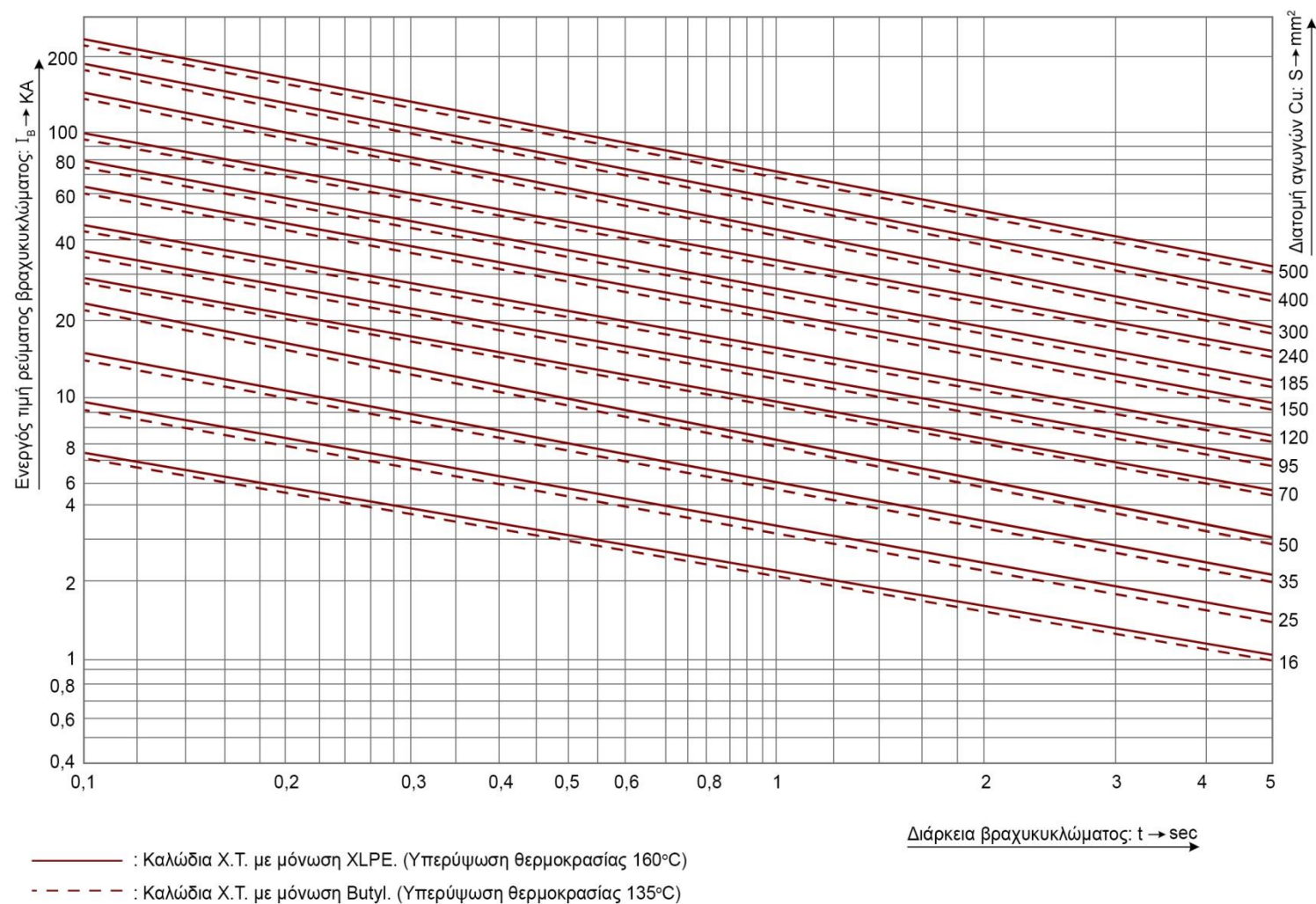
a/a	Θερμοκρασία σε $^\circ C$	Είδος αγωγού		
		Cu	Al	ACSR
1	θ_a	80	80	80
2	θ_T	170	130	160
3	K σε $\left(\frac{mm^2}{kA \cdot sec^{\frac{1}{2}}} \right)$	8,84	17,41	14,28



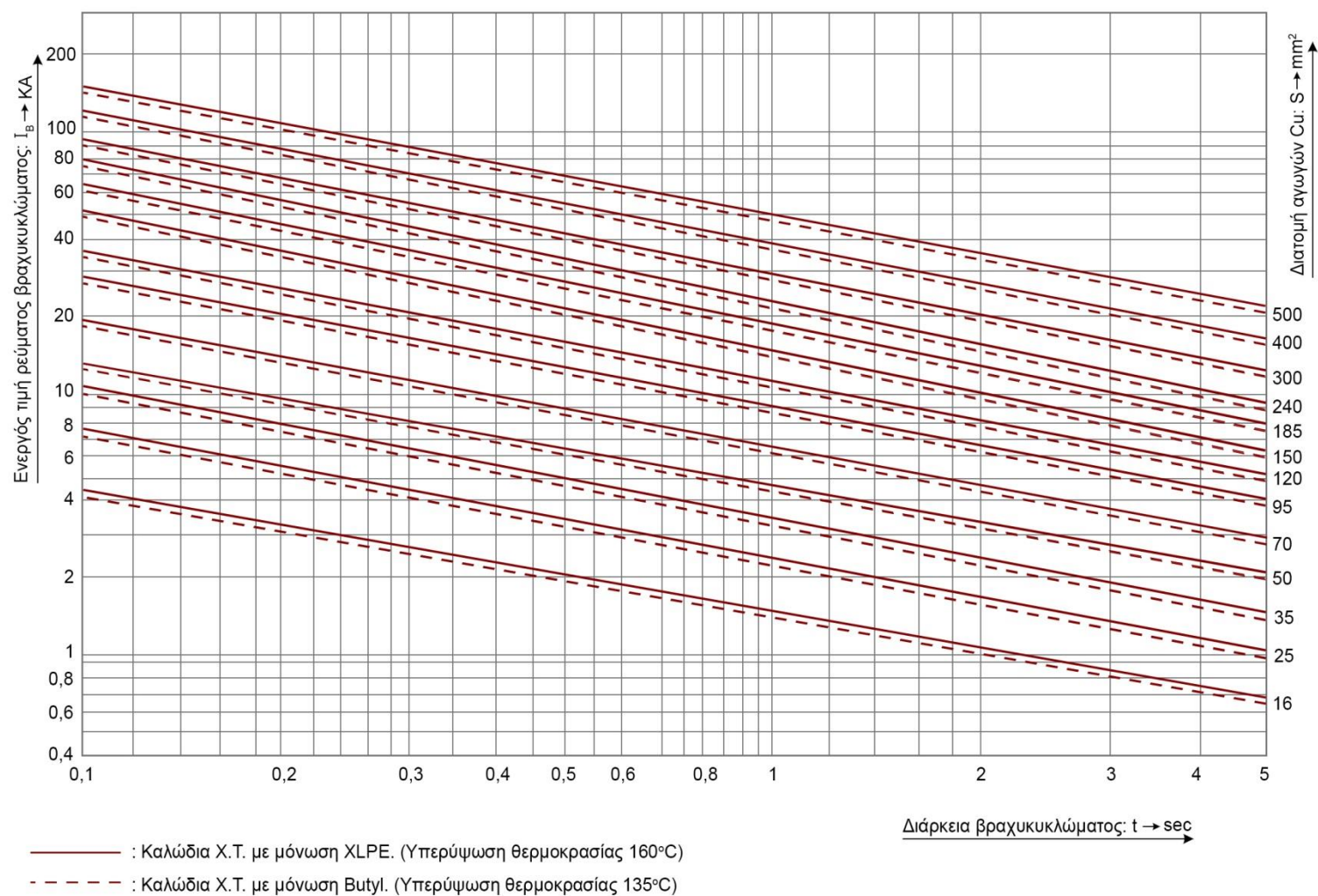
Σχήμα 8.6: Θερμική αντοχή καλωδίων χαλκού σε βραχυκυκλώματα σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ



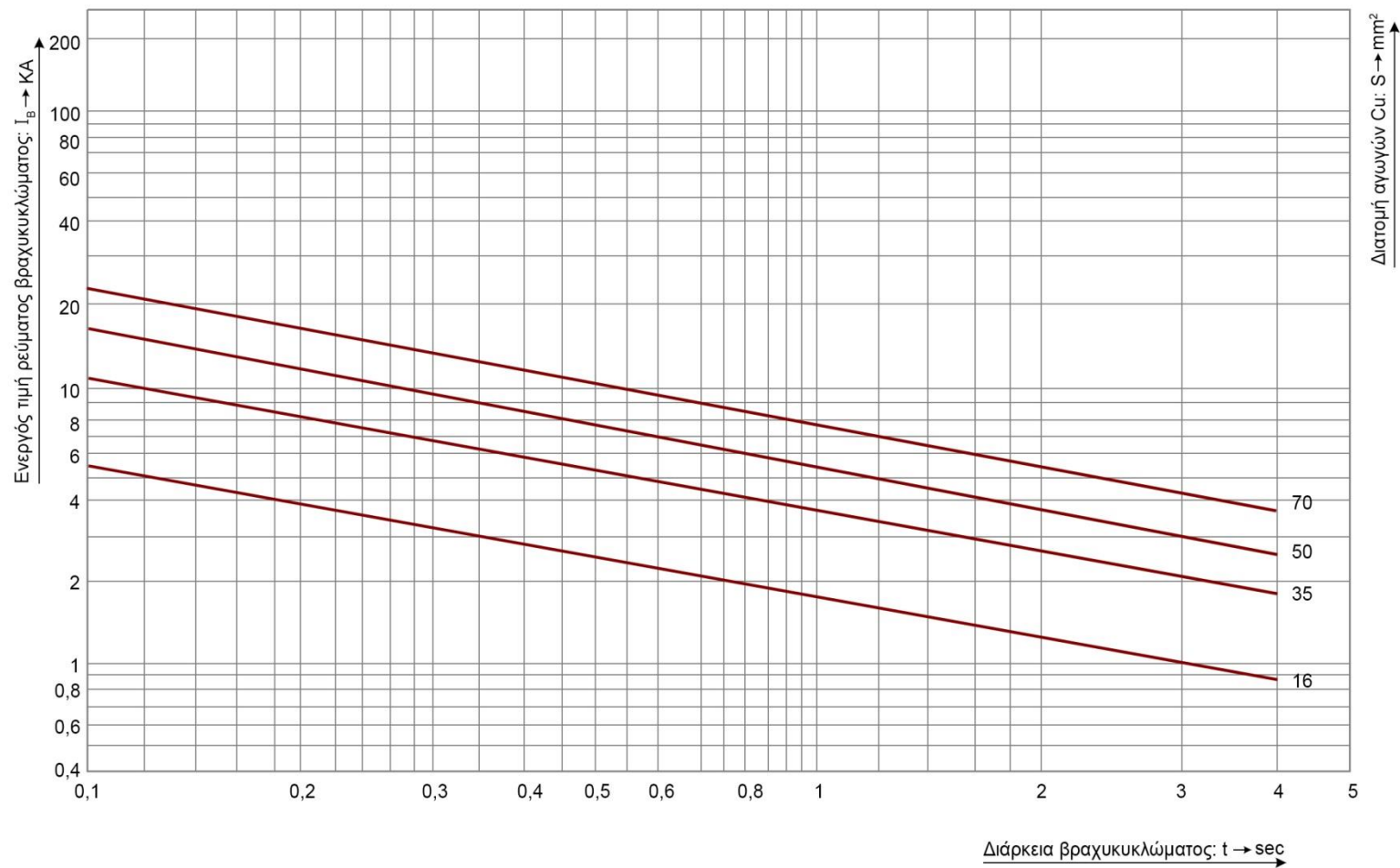
Σχήμα 8.7: Θερμική αντοχή καλωδίων αλουμινίου σε βραχυκυκλώματα σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ



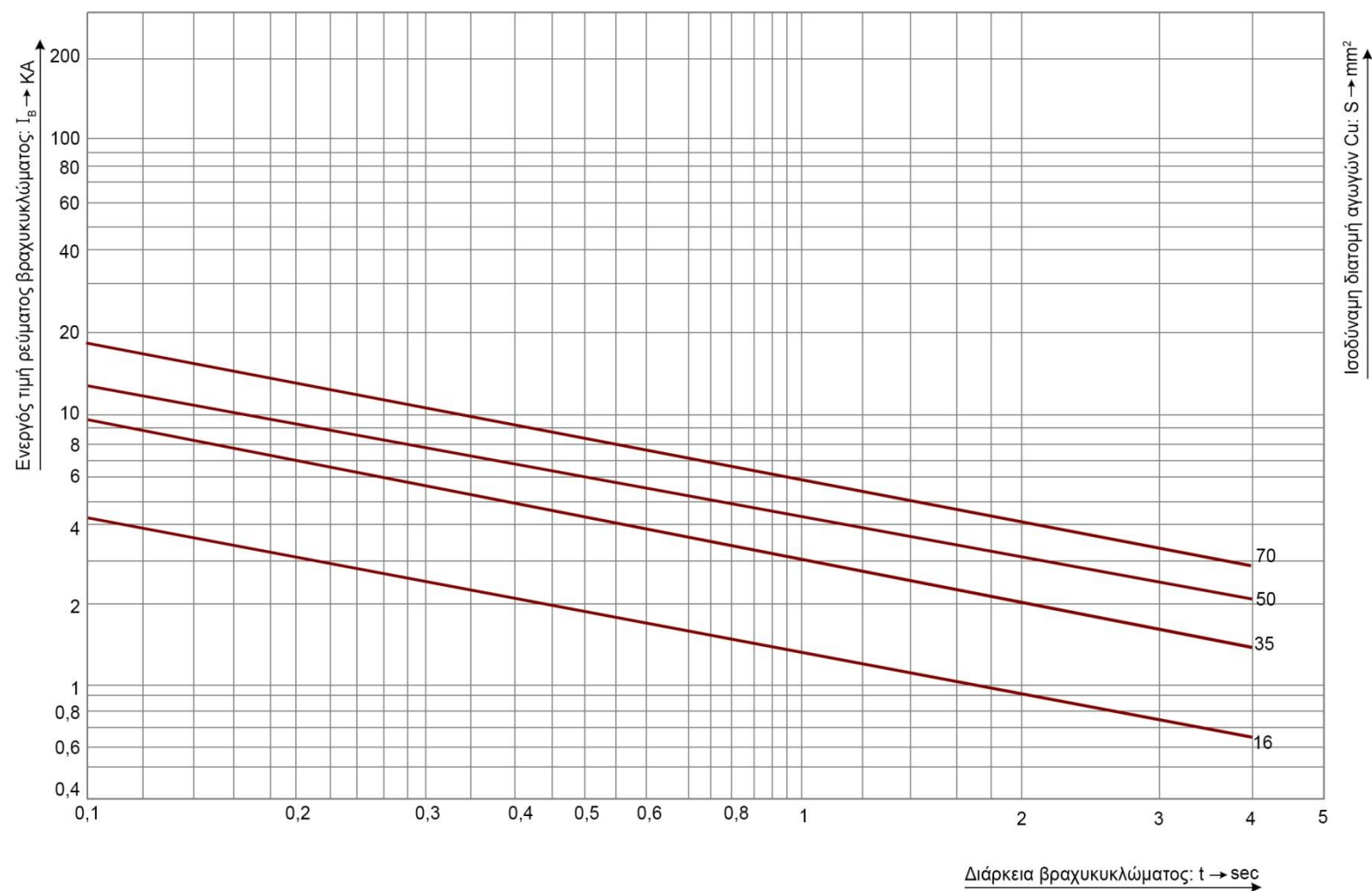
Σχήμα 8.8: Θερμική αντοχή καλωδίων χαλκού σε βραχυκυκλώματα σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ



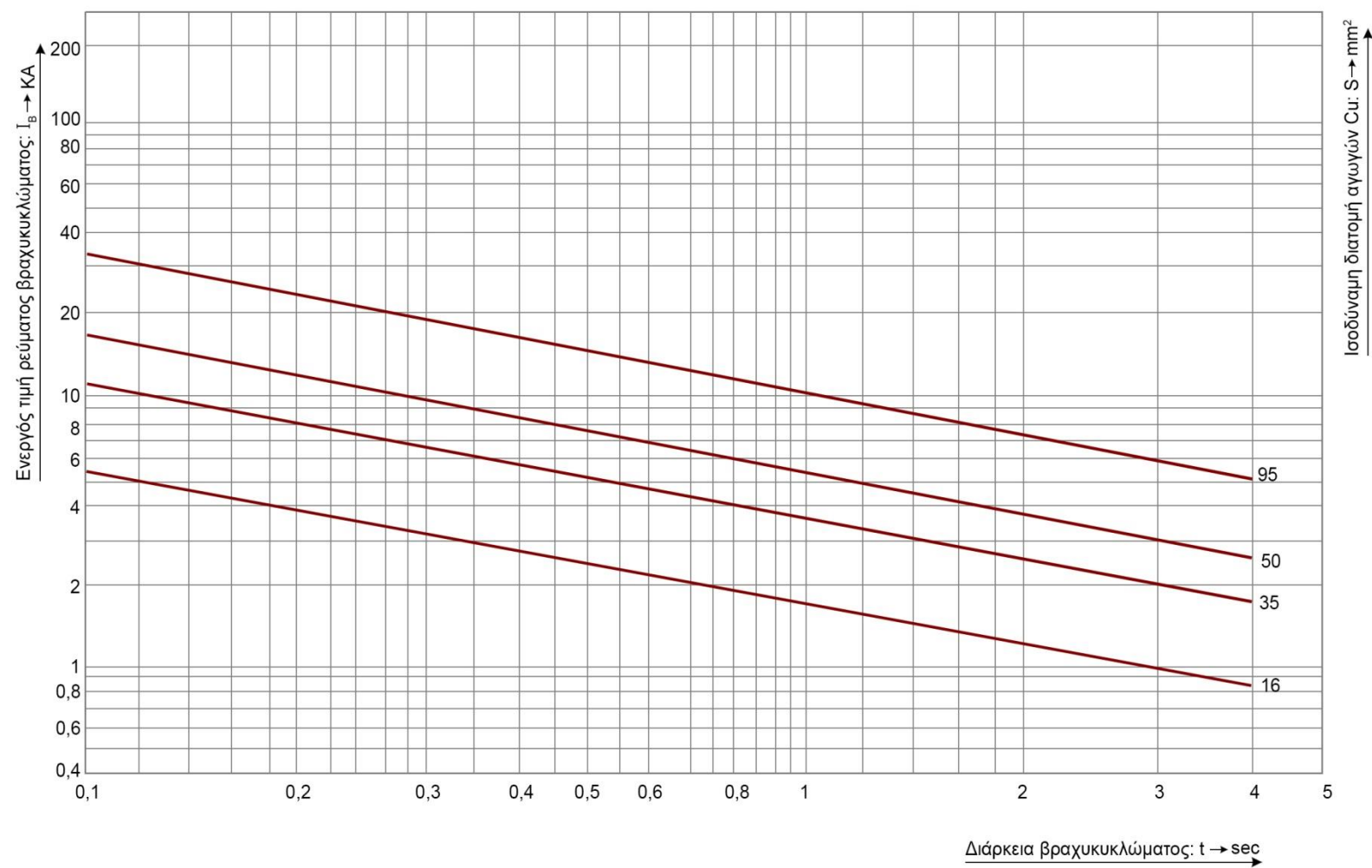
Σχήμα 8.9: Θερμική αντοχή καλωδίων αλουμινίου σε βραχυκυκλώματα σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ



Σχήμα 8.10: Θερμική αντοχή εναερίων αγωγών χαλκού σε βραχυκυκλώματα σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ



Σχήμα 8.11: Θερμική αντοχή εναερίων αγωγών αλουμινίου σε βραχυκυκλώματα σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ



Σχήμα 8.12: Θερμική αντοχή εναερίων αγωγών ACSR σε βραχυκυκλώματα σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 26 της ΔΕΗ