

Φορέας	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ ΔΗΜΟΣ ΚΕΡΑΤΣΙΝΙΟΥ-ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
--------	---

Έργο	ΜΕΛΕΤΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΥΓΕΙΑΣ ΑΣΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ (ΚΕΡΑΤΣΙΝΙΟΥ)
------	--

Μελετητές	ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012
	ΤΜΗΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ	ΚΛΙΜΑΚΑ:

	ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	1206MD-O
--	--------------------------------------	----------

Θέμα	ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ
------	--------------------------

Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ	Ο ΕΛΕΓΞΑΣ	ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ	
	Ο ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΟΣ Τ.Μ.	Ο Δ/ΝΤΗΣ 2 Τ.Υ.	Ο Δ/ΝΤΗΣ 1 Τ.Υ.
Ν. ΓΚΑΜΙΛΗΣ	Π. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ	Σ. ΛΑΓΓΟΥΣΗΣ	Λ. ΚΑΣΕΝΟΓΛΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ *Τεύχος Υπολογισμών Εγκατάστασης*

Εργοδότης	: ΔΗΜΟΣ ΚΕΡΑΤΣΙΝΙΟΥ - ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ
:	:
:	:
Έργο	: ΜΕΛΕΤΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΥΓΕΙΑΣ (ΑΣΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ)
:	:
Θέση	: ΚΕΡΑΤΣΙΝΙ
:	:
Ημερομηνία	: ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012
Μελετητές	: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ
:	: Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
:	:

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες της Δ.Ε.Η. χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) *Electrical Installations handbook, Vol 1, 2, & 3 SIEMENS*
- β) *Υποσταθμοί Εσωτερικών Χώρων, Μιλτ. Μ. Κάπου*
- γ) *Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής Τάσης, Π. Ντοκόπουλου*
- δ) *Ειδικά Κεφάλαια Ηλεκ/κών εγκαταστάσεων και Δικτύων, Δ. Τσανάκα*
- ε) *Υποσταθμοί Μέσης Τάσης Εσωτερικού Χώρου, Δημερίδα Πανελλήνιου Συλλόγου Διπλωματούχων Μηχανολόγων – Ηλεκτρολόγων Μηχανικών (Περιφερειακό Τμήμα Πάτρας)*
- στ) *Βραχυκυκλώματα Ηλεκτρικών Δικτύων, Γ. Ορφανουδάκη*
- ζ) *Ζυγοί – Μονωτήρες Ηλεκτρικών Πινάκων Μ. και Χ.Τ., Γ. Ορφανουδάκη*
- η) *Τεχνικό Εγχειρίδιο SCHNEIDER ELECTRIC*
- θ) *Τεχνικό Εγχειρίδιο FULGOR*
- ι) *Οδηγός Καλωδίων, Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού*
- ια) *Τεχνικό Εγχειρίδιο ABB*

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

(α) Μηχανικός αερισμός

Η απαγωγή της αποδιδόμενης θερμότητας θα γίνει με τη βοήθεια ανεμιστήρα. Η θερμότητα που αποδίδεται είναι:

Qαπωλειών = Qαπώλ. φορτίου + Qαπώλ. κενού σε W

Θ = Η διαφορά θερμοκρασίας που μπορεί να προκληθεί στον αέρα μέσα στο χώρο του μετασχηματιστή κατά τη λειτουργία του σε °C.

Ο ανεμιστήρας που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να έχει παροχή:

$$P = (Q_{\alpha\omega\lambda\epsilon\iota\omega\upsilon\varsigma} \times 1,2) / (0,31 \times \Theta)$$

Επιλέγεται κατάλληλος ανεμιστήρας.

(β) Υπολογισμός διακοπών

(β1) Αυτόματοι διακόπτες ισχύος

$$\text{Ένταση βραχυκυκλώσεως } I_k = S_k / (\sqrt{3} \times U_n)$$

$$\text{Ονομαστική ένταση } I_n = P / (\sqrt{3} \times U_n)$$

Όπου :

S_k = ισχύς βραχυκυκλώσεως σε MVA

P = ισχύς μετασχηματιστών σε KVA

U_n = Ονομαστική τάση σε KV

Ο διακόπτης επιλέγεται με το ρεύμα βραχυκυκλώσεως ή $\sqrt{3} \times I_k \times U_k > 250 \text{ MVA}$.
Συνήθως 630 A τύπος SF6 ή πτωχού ελαίου ή μαγνητικού φυσήματος.

(β2) Διακόπτες φορτίου

Υπολογίζονται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως οι διακόπτες ισχύος.

Ένταση βραχυκυκλώσεως $I_k = S_k / (\sqrt{3} \times U_n)$

Ονομαστική ένταση $I_n = P / (\sqrt{3} \times U_n)$

Όπου :

S_k = ισχύς βραχυκυκλώσεως σε MVA

P = ισχύς μετασχηματιστών σε KVA

U_n = Ονομαστική τάση σε KV

Συνήθως 400 A ή 630 A ή 1600 A

(γ) Υπολογισμός ασφαλειών M/T

Ονομαστική ένταση $I_n = P / (\sqrt{3} \times U_n)$

Όπου :

P = ισχύς μετασχηματιστών σε KVA

U_n = Ονομαστική τάση σε KV

Επιλέγεται ασφάλεια για την οποία ισχύει:

$$I_{\text{επιτρ}} > I_n$$

Συνήθως επιλέγεται ασφάλεια με μέγεθος το επόμενο ή το μεθεπόμενο από αυτό που αντιστοιχεί στο Ονομαστικό ρεύμα του Μ/Σ.

Ακόμη, για την επιλογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο πίνακας

Ισχύς ΜΣ (kVA)	Ρεύμα ΜΤ (A)	Ρεύμα ΧΤ (A)	Ονομαστικό ρεύμα ασφάλειας	
			Ελάχιστο (A)	Μέγιστο (A)
50	1.5	72	6.3	10
75	2.2	108	10	16
100	2.9	144	10	16
125	3.9	180	16	25
160	4.7	230	16	25
200	5.8	290	16	40
250	7.3	360	16	25
315	9.2	455	16	40
400	11.6	576	25	40
500	14.5	720	25	63
630	18.2	910	25	63
800	23.1	1160	40	100
1000	29	1440	40	100
1250	39	1800	63	100
1600	46.5	2300	63	100

(δ) Υπολογισμός καλωδίων M/T

Η απαιτούμενη διατομή του καλωδίου ώστε να αντέξει σε βραχυκύκλωμα είναι:

$$A = \frac{1000 \times S_k}{\sqrt{3} \times U_n \times k \sqrt{t}}$$

Όπου :

S_k = ισχύς βραχυκύκλωσης σε (MVA)

U_n = Ονομαστική τάση σε KV

t = διάρκεια βραχυκυκλώματος σε (sec)

k = σταθερά (A/ mm²)x √s) ,

Τιμές του k για καλώδια χαλκού (Cu) σε A √s/mm ²	
109	για πολυαιθυλένιο, χαρτί 6,6 και 15kV, βουτύλιο
115	για PVC, χαρτί 20kV και 22 kV
143	για δικτυωμένο πολυαιθυλένιο
Τιμές του k για καλώδια αλουμινίου (Al) σε A √s/mm ²	
72	για πολυαιθυλένιο, χαρτί 6,6 και 15kV, βουτύλιο
76	για PVC, χαρτί 20kV και 22 kV
94	για δικτυωμένο πολυαιθυλένιο
Τιμές του k για εναέρια γραμμές σε A √s/mm ²	
110	για χαλκό, (Cu)
54	για αλουμίνιο, (Al)
66	για ACSR

Η τυποποίηση των καλωδίων 16, 25, 35, 50, 70, 95 και 125 mm² είναι όπως αυτή των αγωγών Χ.Τ.

(ε) Επιλογή μπαρών M/T και X/T.

Γίνεται έλεγχος των μπαρών βάσει των παρακάτω κριτηρίων:

(ε1) Κριτήριο πυκνότητας ρεύματος συνεχούς λειτουργίας

$$\frac{I_n}{K_1 \times K_2} \leq I_{\text{επ μπαράς}}$$

Οι συντελεστές K_1 και K_2 δίνονται στα παρακάτω διαγράμματα:

Correction factor k_1

for load variations relating to conductivity, see Fig. 13-3

For example, in the case of the aluminium alloy E-AlMgSi 0.5 ($\kappa = 30 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$), the factor $k_1 = 0.925$

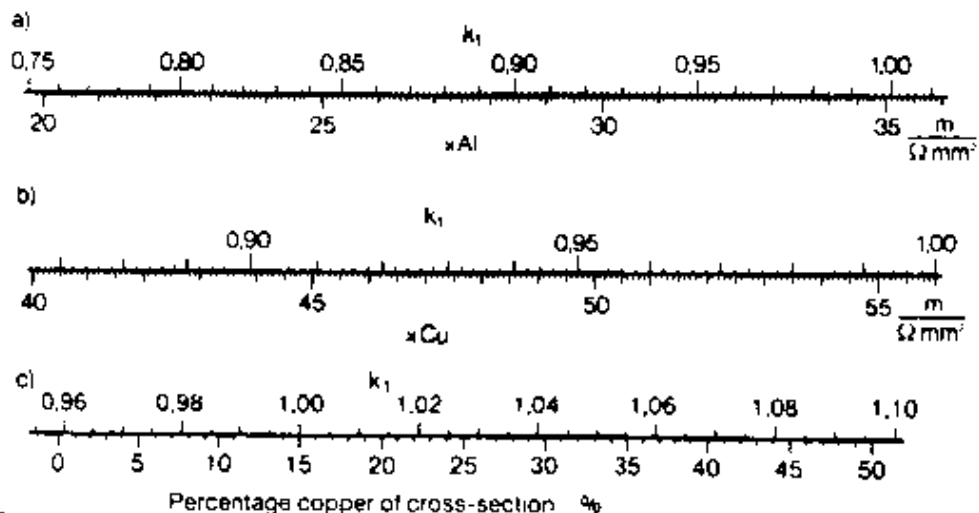


Fig 13-3

Percentage copper of cross-section %

BBC 73 6986 E

Correction factor k_1 for variation of load when conductivity differs a) from 35.1 $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$ for aluminium materials and b) from 56 $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$ for copper materials and c) factor k_1 for load variation with copper-clad aluminium conductors having other than 15% copper

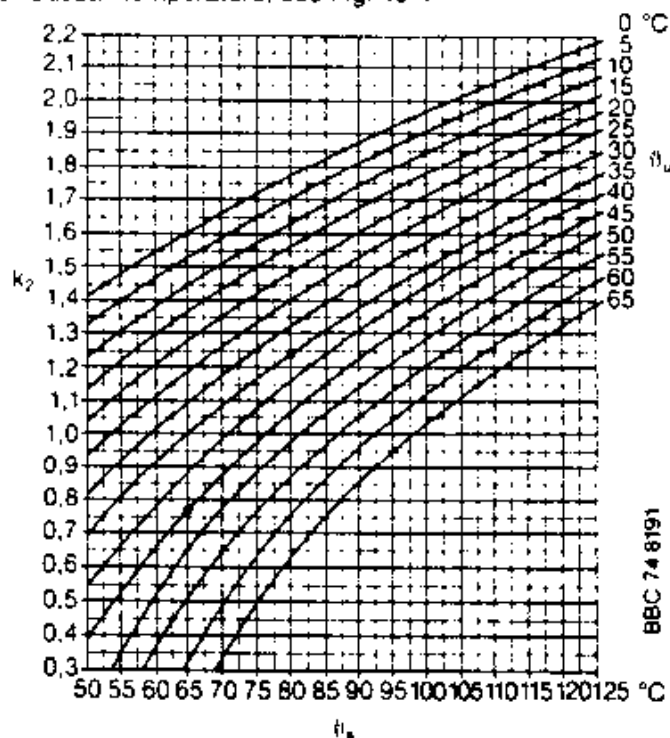
Συντελεστές K_1 , για τον υπολογισμό του $I_{\text{επ}}$ μπαρών, όταν η αγωγιμότητα του υλικού, είναι διαφορετική από την κανονική.

Correction factor k_2

for deviations in ambient and/or busbar temperature, see Fig. 13-4

Fig 13-4

Correction factor k_2 for load variation at ambient temperatures other than 30°C and/or busbar temperatures other than 30°C. Busbar temperature θ_b . Mean ambient temperature over 24 hours short-time maximum value 5 K above mean value.



Συντελεστές K_2 , για τον υπολογισμό του $I_{επ}$ μπαρών, για διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασιών, περιβάλλοντος και μπαρών.

(ε2) Κριτήριο θερμικής αντοχής ζυγών σε ρεύματα βραχυκυκλώσεως

Πρέπει $q = 7 \times I_{th} \times \sqrt{T_k} \leq \Delta$ Διατομή μπαρών

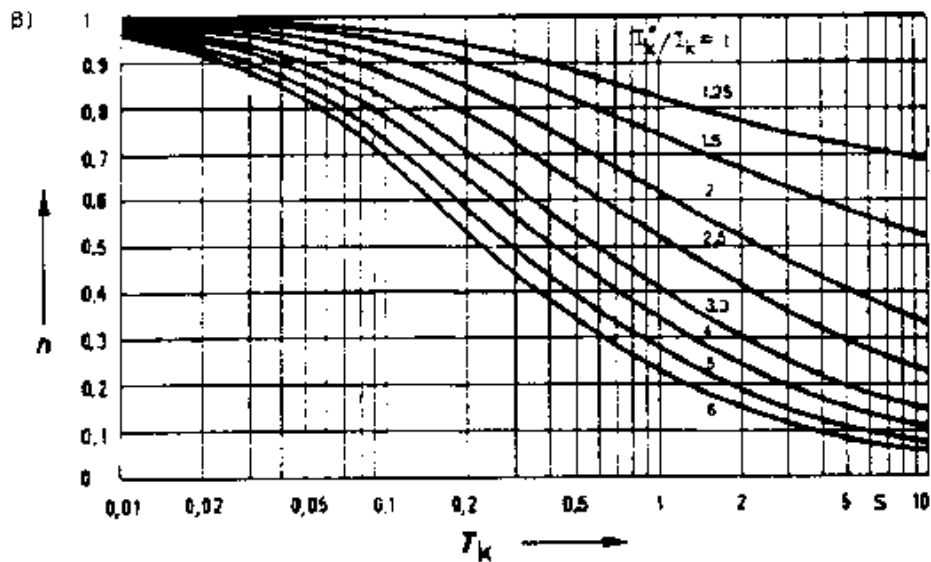
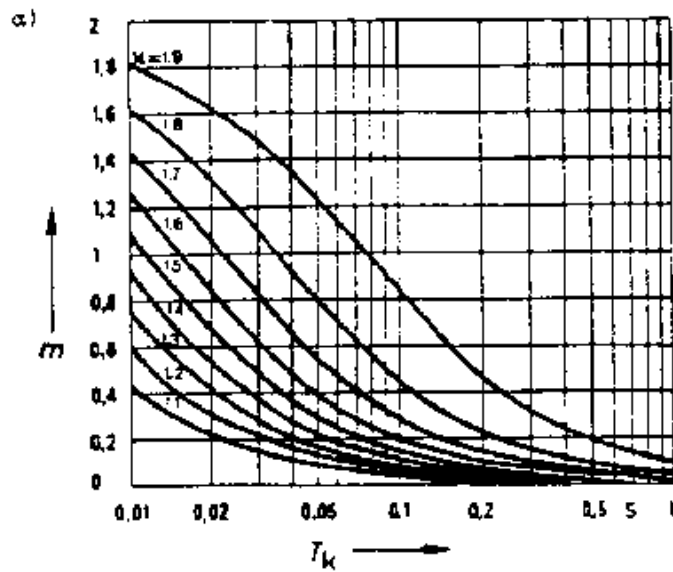
όπου:

T_k = Διάρκεια βραχυκυκλώσεως ($T_k > 0.150$ sec για M/T και $T_k \geq 0.002$ sec για X/T)

$$I_{th} = I_k \times \sqrt{m + 1} \quad (I_k = \text{Ρεύμα βραχυκυκλώσεως})$$

	T_k	k	m + 1	$\sqrt{m + 1}$
M/T	≥ 0.150	= 1.8	< 1.35	< 1.2
X/T	≥ 0.002	$1 < k < 1.6$	$0 < m + 1 < 2.26$	$0 < \sqrt{m + 1} < 1.5$

Ο συντελεστής m (επίδραση της συνεχούς συνιστώσας του ρεύματος) δίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Καμπύλες για τον υπολογισμό του θερμικού ρεύματος
βραχείας διάρκειας I_{rh} .

α) Συντελεστής m (επίδραση της συνεχούς συνιστώσας του ρεύματος).

β) Συντελεστής n (επίδραση της μεταβολής της εναλλασσόμενης συνιστώσας του ρεύματος).

Για την Χαμηλή Τάση υπολογίζουμε το k από την τάση βραχυκυκλώσεως και τις απώλειες φορτίου:

$$u_r = \frac{P_{cu}}{S_N} \cdot 100$$

$$u_x = \sqrt{u_k^2 - u_r^2}$$

$$R / X = u_r / u_x$$

$$k=1.02 + 0.98^{-r/x}$$

(ε3) Μηχανική αντοχή ζυγών κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος

Η ηλεκτρομαγνητική δύναμη (F_H) είναι:

$$F_H = \sqrt{3} \times 10^{-1} \times I_s^2 \times (l/a) \text{ σε N}$$

όπου:

$$I_s = \text{Κρουστικό ρεύμα σε KA} \quad (I_s = k \times \sqrt{2} \times I_k)$$

l = Η απόσταση μεταξύ των στηριγμάτων σε cm.

a = Η απόσταση μεταξύ των ζυγών σε cm.

Πρέπει:

$$\sigma_H = 0.73 \times V_1 \times F_H \times l / 8W \leq 1.5 \times R_{p02}$$

όπου:

$$W = h \times b^2/6 \text{ (mm}^2\text{) ροπή αντίστασης}$$

$V_1 = 1.8$ για προστασία Ε/Δ 20-15 kv με επαναφορά εναερίου δικτύου Δ.Ε.Η.

$V_1 = 1.0$ για προστασία Ε/Δ 20-15 kv χωρίς επαναφορά εναερίου δικτύου Δ.Ε.Η.

R_{p02} = χαρακτηριστικό του ζυγού (N/mm²)

(ε4) Μηχανικός συντονισμός

Η ιδιοσυχνότητα του μηχανικού συντονισμού που μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος είναι

$$f = 112 \times \sqrt{(E \times J) / (g \times l^4)} \text{ σε Hz}$$

E = Το μέτρο ελαστικότητας του ζυγού (Kg/cm²)

J = Η ροπή αδράνειας του ζυγού (cm⁴)

g = Το βάρος του ζυγού ανά cm (kg/cm)

l = η απόσταση μεταξύ των πακτωμένων άκρων (cm)

Πρέπει:

$$f \leq 50 - 10\% \text{ Hz}$$

$$f \geq 50 + 10\%$$

Table 13-1

Typical values for the properties of conductor materials

Symbol	Tensile strength R_m	Young's modulus E	Yield strength $R_{p0.2}$ $R'_{p0.2}$		Brinell hardness HB 10	Conductivity κ at 20°C
	N/mm ²	N/mm ²	min N/mm ²	max. N/mm ²	N/mm ²	m/Ωmm ² minimum
Copper						
E-Cu F 20	200	$11 \cdot 10^4$		120	450 ... 700	57
E-Cu F 25	250	$11 \cdot 10^4$	200	290	700 ... 950	56
E-Cu F 30	300	$11 \cdot 10^4$	250	360	800 ... 1050	56
E-Cu F 37	370	$11 \cdot 10^4$	330	400	950 ... 1150	55
Aluminium						
E-Al F 6,5/7	65/70	$6.5 \cdot 10^4$	25	80	200 ... 300	35.4
E-Al F 8	80	$6.5 \cdot 10^4$	50	100	220 ... 320	35.2
E-Al F 10	100	$6.5 \cdot 10^4$	70	120	280 ... 380	34.8
E-Al F 13	130	$6.5 \cdot 10^4$	90	160	320 ... 420	34.5
A F 10	100	$\approx 6.5 \cdot 10^4$	70		280 ... 300	34
Malleable aluminium alloy						
E-Al Mg Si 0.5 F 17	170	$7 \cdot 10^4$	120	180	450 ... 650	32
E-Al Mg Si 0.5 F 22	220	$7 \cdot 10^4$	160	240	650 ... 900	30
Copper-clad aluminium						
Cu comprises 15%	130	$8 \cdot 10^4$	100	130	—	42.3

(στ) Πυκνωτές διόρθωσης $\cos\phi$

Με δεδομένα:

N = την εγκατεστημένη ισχύ σε kW

 $\cos\phi_1$ = το αρχικό $\cos\phi$ καιζητούμενο $\cos\phi$ το $\cos\phi_2$, έχουμε: $Q_c = N \times (\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$ σε kVAR

απαιτούμενη ισχύ των πυκνωτών.

Επιλέγουμε από την βιβλιοθήκη, συστοιχία πυκνωτών που καλύπτει τις ανάγκες μας.

ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Από την μελέτη των Ηλεκτρικών Πινάκων, υπολογίσθηκε ότι στο σύνολό του όλο το κτίριο θα έχει μέγιστη ζήτηση 180,90 KW και λαμβάνοντας υπόψη περιθώριο ασφαλείας 20% έχουμε μέγιστη ζήτηση 217 KW.

Επιλέγουμε την εγκατάσταση μετασχηματιστή Ξηρού Τύπου που είναι καινούργιας τεχνολογίας και χωρίς προβλήματα ανάφλεξης και ψύξης του λαδιού.

2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ

Επιλέγουμε 1 τεμάχιο Μ/Σ με συνολική ισχύ των 400 KVA.

Ο μετασχηματιστής που επιλέγεται έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Ονομαστική Ισχύς (KVA)	:	400
Ονομαστική Τάση Πρωτεύοντος (KV)	:	20
Ονομαστική Τάση Δευτερεύοντος (V)	:	400
Είδος	:	Ξηρού τύπου
Τάση Βραχυκυκλώσεως (%)	:	6
Απώλειες κενής λειτουργίας (W)	:	1.200
Απώλειες Φορτίου (W)	:	5.500

3. ΛΟΙΠΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ Μ/Τ

α) Καλώδια Τροφοδοσίας Υποσταθμού

Για τον προσδιορισμό της αναγκαίας διατομής Α των καλωδίων τροφοδοσίας υποσταθμού έτσι ώστε να αντέξουν σε βραχυκυκλώματα, εφαρμόζουμε το τύπο:

$$A = \frac{1000 \times S_k}{\sqrt{3 \times U_n \times k}} \sqrt{t} \quad , \quad [mm^2]$$

Οπου :

S_k = ισχύς βραχυκύκλωσης (MVA) = 250 MVA

U_n = Ονομαστική τάση σε KV = 20 KV

t = διάρκεια βραχυκυκλώματος (sec) = 0,5 sec

k = σταθερά $((A/mm^2) \times \sqrt{s})$, = 143 για Δικτυωμένο πολυαιθυλένιο,

Κατά συνέπεια $A = 35,69 \text{ mm}^2$

Επιλέγεται καλώδιο διατομής 95 mm^2

β) Καλώδια Τροφοδοσίας Μετασχηματιστή

Για τον προσδιορισμό της αναγκαίας διατομής A των καλωδίων τροφοδοσίας μετασχηματιστή έτσι ώστε να αντέξουν σε βραχυκυκλώματα, εφαρμόζουμε το τύπο:

$$A = \frac{1000 \times S_k}{\sqrt{3} \times U_n \times k} \sqrt{t} \quad , \quad [\text{mm}^2]$$

Όπου :

S_k = ισχύς βραχυκύκλωσης (MVA) = 250 MVA

U_n = Ονομαστική τάση σε KV = 20 KV

t = διάρκεια βραχυκυκλώματος (sec) = 0,5 sec

k = σταθερά $((A/\text{mm}^2) \times \sqrt{s})$, = 143 για Δικτυωμένο πολυαιθυλένιο,

Κατά συνέπεια $A = 35,69 \text{ mm}^2$

Επιλέγεται καλώδιο διατομής 95 mm^2

3.2 ΚΥΨΕΛΗ ΑΦΙΞΗΣ ΑΠΟ ΔΕΗ

Επιλογή Διακοπών

Ένταση βραχυκυκλώσεως $I_k = S_k / (\sqrt{3} \times U_n)$ (KA)

Ονομαστική ένταση $I_n = P / (\sqrt{3} \times U_n)$ (A)

Όπου :

S_k = ισχύς βραχυκυκλώσεως σε MVA = 250 MVA

P = ισχύς μετασχηματιστών σε KVA = 400 KVA

U_n = Ονομαστική τάση σε KV = 20 KV

Επομένως

$$I_k = 250 / (\sqrt{3} \times 20) = 7,217 \text{ KA}$$

$$I_n = 400 / (\sqrt{3} \times 20) = 11,55 \text{ A}$$

Επιλέγεται Διακόπτης φορτίου 630 A, με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

Ονομαστική τάση (KV)	:	24
Ονομαστική συχνότητα (Hz)	:	50
Ονομαστική ένταση (A)	:	630

Προστασία από Κεραυνούς Παροχής

Θα υπάρχουν Αλεξικέραυνα Γραμμής 21 KV - 10 kA στην Κυψέλη Εισόδου ΔΕΗ.

3.3 ΚΥΨΕΛΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗΣ Μ/Σ**Επιλογή Αποζευκτών**

Ένταση βραχυκυκλώσεως $I_k = S_k / (\sqrt{3} \times U_n)$ (KA)

Ονομαστική ένταση $I_n = P / (\sqrt{3} \times U_n)$ (A)

Όπου :

S_k = ισχύς βραχυκυκλώσεως σε MVA = 250 MVA

P = Ονομαστική ισχύς Μ/Σ σε KVA = 400 KVA

U_n = Ονομαστική τάση σε KV = 20 KV

Επομένως

$I_k = 250 / (\sqrt{3} \times 20) = 7,217$ KA

$I_n = 400 / (\sqrt{3} \times 20) = 11,55$ A

Επιλέγεται αποζεύκτης 630 A Με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

Ονομαστική τάση (KV)	24
Ονομαστική συχνότητα (Hz)	50
Ονομαστική ένταση (A)	630
Ένταση βραχείας διάρκειας 1 sec (KA)	12,5
Ικανότητα ζεύξης (KA)	12,5

Επιλογή Διακοπών

Ένταση βραχυκυκλώσεως $I_k = S_k / (\sqrt{3} \times U_n)$ (KA)

Ονομαστική ένταση $I_n = P / (\sqrt{3} \times U_n)$ (A)

Όπου :

S_k = ισχύς βραχυκυκλώσεως σε MVA = 250 MVA

P = Ονομαστική ισχύς Μ/Σ σε KVA = 400 KVA

U_n = Ονομαστική τάση σε KV = 20 KV

Επομένως

$I_k = 250 / (\sqrt{3} \times 20) = 7,217$ KA

$I_n = 400 / (\sqrt{3} \times 20) = 11,55$ A

Επιλέγεται Διακόπτης φορτίου ή αυτόματος 630 A, με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

Ονομαστική τάση (KV)	: 24
Ονομαστική συχνότητα (Hz)	: 50

Ονομαστική ένταση (A)

: 630

3.4 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΣΥΝΦΔεδομένα:

Εγκατεστημένη Ισχύς: 400 KVA

$$\cos\varphi_1 = 0,780$$

$$\cos\varphi_2 = 0,950 \text{ (ζητούμενο)}$$

Επίλυση:

Έχουμε:

$$\cos\varphi_1 = 0,780 \Rightarrow \sin\varphi_1 = 0,626 \Rightarrow \tan\varphi_1 = 0,802$$

$$\cos\varphi_2 = 0,950 \Rightarrow \sin\varphi_2 = 0,312 \Rightarrow \tan\varphi_2 = 0,329$$

Η άεργη ισχύς των πυκνωτών θα είναι:

$$N_\alpha = P \times \cos\varphi_1 \times (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) = 400 \times 0,780 \times (0,802 - 0,329) = 147,6 \text{ KVAR.}$$

Απαιτούμενη Άεργη Ισχύς ανά Φάση:

$$N_{\alpha\phi} = N_\alpha / 3 = 49,2$$

Εγκαθίσταται ανά φάση με ισχύ 50 KVAR > 49,2 KVAR ανά φάση.

Τοποθετούνται 1 πεδίο πυκνωτών με 6 των 25KVAR, συνολικά 150 KVAR.

Για την φραγή των αρμονικών θα τοποθετηθούν στραγγαλιστικά πηνία με κατάλληλο συντελεστή αποσυντονισμού ο οποίος θα προκύψει μετά από μετρήσεις που θα γίνουν στην εγκατάσταση. Ενδεικτική τιμή $\rho=7\%$ για την αναμενόμενη χαμηλότερη αρμονική την πέμπτη.

3.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΠΑΡΩΝ ΜΤ

Επιλέγω μπάρες

Πλάτος (mm) x Πάχος (mm)	:	40x10
Είδος	:	Με επικάλυψη
Βάρος (kg/m)	:	3,770
Αριθμός Αγωγών	:	1
Επ. ρεύμα συνεχούς λειτουργίας (A)	:	850

Ισχύουν τα παρακάτω:

$$\text{Ένταση βραχυκυκλώσεως } I_k = S_k / (\sqrt{3} \times U_n) \text{ (KA)}$$

$$\text{Ονομαστική ένταση } I_n = P / (\sqrt{3} \times U_n) \text{ (A)}$$

Όπου :

$$\begin{aligned}
 S_k &= \text{ισχύς βραχυκυκλώσεως σε MVA} = 250 \text{ MVA} \\
 P &= \text{ισχύς μετασχηματιστών σε KVA} = 400 \text{ KVA} \\
 U_n &= \text{Ονομαστική τάση σε KV} = 20 \text{ KV}
 \end{aligned}$$

Επομένως

$$I_k = 250 / (\sqrt{3} \times 20) = 7,217 \text{ KA}$$

$$I_n = 400 / (\sqrt{3} \times 20) = 11,55 \text{ A}$$

Οι μπάρες που επιλέγονται ικανοποιούν τα παρακάτω κριτήρια:

α) Κριτήριο πυκνότητας ρεύματος συνεχούς λειτουργίας

Η υπολογιζόμενη πυκνότητα ρεύματος συνεχούς λειτουργίας :

$$I_n / (K_1 \times K_2) = 11,55 / (1 \times 0,7897) = 14,62 \text{ A} < 850 \text{ A που επιτρέπεται για τους } 40 \times 10, \text{ 1αγ. επικ}$$

όπου:

K_1 : Συντελεστές για τον υπολογισμό του Ιεπ μπαρών, όταν η αγωγιμότητα του υλικού, είναι διαφορετική από την κανονική.

K_2 : Συντελεστές για τον υπολογισμό του Ιεπ μπαρών, για διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασιών, περιβάλλοντος και μπαρών.

I_n : Ονομαστικό ρεύμα πρωτεύοντος (A)

β) Κριτήριο θερμικής αντοχής ζυγών σε ρεύματα βραχυκυκλώσεως

Για αρχική θερμοκρασία ζυγών $\theta_1 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ και μέγιστη κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος $\theta_{\max} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$ η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή του ζυγού είναι:

$$g = 7 \times I_k \times \sqrt{(m + n)} \times \sqrt{T_k} = 7 \times 7,217 \times \sqrt{(-0,1478 + 1)} \times \sqrt{0,500} = 33,0 \text{ mm}^2 < 399 \text{ mm}^2$$

από την διατομή των ζυγών 40×10 , 1αγ. επικ που επιλέχθηκαν.

όπου:

I_k : Ρεύμα βραχυκυκλώσεως

m : Συντελεστής επίδρασης της συνεχούς συνιστώσας του ρεύματος.

n : Συντελεστής επίδρασης της μεταβολής της εναλλασσόμενης συνιστώσας του ρεύματος.

T_k = Διάρκεια βραχυκυκλώσεως

γ) Κριτήριο μηχανικής αντοχής ζυγών κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος

Για απόσταση μεταξύ των στηριγμάτων των ζυγών $l = 60 \text{ (cm)}$ και απόσταση μεταξύ των ζυγών $a = 15 \text{ (cm)}$ ο συντελεστής καταπόνησης

$$\sigma_H = (0,73 \times v_1 \times \sqrt{3} \times 0,1 \times \kappa^2 \times 2 \times I_k^2 \times l^2 \times 6) / (8 \times a \times h \times b^2) =$$

$$= (0,73 \times 1 \times \sqrt{3} \times 0,1 \times 1,8000^2 \times 2 \times 7,217^2 \times 60^2 \times 6) / (8 \times 15 \times 40 \times 10^2) = 1,9203 < 1,5 \times R_{p02} = 1,5 \times 250 \text{ μικρότερος από το επιτρεπόμενο όριο.}$$

Όπου:

v_1 = συντελεστής σχετικός με την αύξηση της καταπόνησης λόγω των ελαιοδιακοπών αυτομάτου επαναφορών ρεύματος, σε παραμένοντα σφάλματα

κ = συντελεστής που συνδέει την ένταση βραχυκυκλώσεως με το κρουστικό ρεύμα.

I_k = το ρεύμα βραχυκύκλωσης (KA)

h = το πάχος του ζυγού (mm)

b = το πλάτος του ζυγού (mm)

R_{p02} = το κάτω όριο της μηχανικής τάσης που προκαλεί μόνιμα παραμόρφωση 2% στο ζυγό, εξαρτάται από το υλικό του ζυγού (N/mm²)

δ) Κριτήριο μηχανικού συντονισμού

Η ιδιοσυχνότητα του μηχανικού συντονισμού που μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος είναι

$$f = 112 \times \sqrt{(E \times J) / (g \times I^4)} = 112 \times \sqrt{(11.000.000 \times 0,333) / (0,038 \times 60^4)} = 306,8 \text{ Hz}$$

E = Το μέτρο ελαστικότητας του ζυγού (Kg/cm²)

J = Η ροπή αδράνειας του ζυγού (cm⁴)

g = Το βάρος του ζυγού ανά cm (kg/cm)

I = η απόσταση μεταξύ των πακτωμένων άκρων (cm)

Ισχύει $306,8 > 55 \text{ Hz}$

3.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΠΑΡΩΝ ΧΤ

Επιλέγω μπάρες

Πλάτος (mm) x Πάχος (mm)	:	50x10
Είδος	:	Με επικάλυψη
Βάρος (kg/m)	:	4,440
Αριθμός Αγωγών	:	1
Επ. ρεύμα συνεχούς λειτουργίας (KA)	:	1.020

Ισχύουν τα παρακάτω:

Ένταση βραχυκυκλώσεως δευτερεύοντος $I_{k\delta} = n \times (P \times 100) / (\kappa \times \sqrt{3} \times U_{\delta})$ (KA)

Ονομαστική ένταση δευτερεύοντος $I_{n\delta} = n \times (P \times 1000) / (\sqrt{3} \times U_{\delta})$ (A)

Όπου :

P = Ονομαστική ισχύς Μ/Σ σε KVA = 400 KVA

U_{δ} = Ονομαστική τάση δευτερεύοντος V = 400 V

u_k = Τάση Βραχυκυκλώσεως % = 6%

n = Αριθμός μετασχηματιστών

Επομένως:

$$I_{k\delta} = (1 + 0) \times ((400 \times 100) / (6 \times \sqrt{3} \times 400)) = 9,623 \text{ KA}$$

$$I_{\delta} = (1 + 0) \times ((400 \times 1000) / (\sqrt{3} \times 400)) = 577,35 \text{ A}$$

Οι μπάρες που επιλέγονται ικανοποιούν τα παρακάτω κριτήρια:

α) Κριτήριο πυκνότητας ρεύματος συνεχούς λειτουργίας

Η υπολογιζόμενη πυκνότητα ρεύματος συνεχούς λειτουργίας :

$$I_{\delta} / (K_1 \times K_2) = 577,35 / (1 \times 0,7897) = 731,15 \text{ A} < 1.020 \text{ A που επιτρέπεται για τους } 50 \times 10, 1\text{αγ. επικ}$$

K_1 : Συντελεστές για τον υπολογισμό του $I_{\text{επ}}$ μπαρών, όταν η αγωγιμότητα του υλικού, είναι διαφορετική από την κανονική.

K_2 : Συντελεστές για τον υπολογισμό του $I_{\text{επ}}$ μπαρών, για διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασιών, περιβάλλοντος και μπαρών.

I_n : Ονομαστικό ρεύμα πρωτεύοντος (A)

β) Κριτήριο θερμικής αντοχής ζυγών σε ρεύματα βραχυκυκλώσεως

Για αρχική θερμοκρασία ζυγών $\theta_1 = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ και μέγιστη κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος $\theta_{\max} = 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή του ζυγού είναι:

$$g = 7 \times I_{k\delta} \times \sqrt{(m + n) \times \sqrt{T_k}} = 7 \times 9,623 \times \sqrt{(-0,1226 + 1) \times \sqrt{0,500}} = 44,6 \text{ mm}^2 < 499 \text{ mm}^2$$

από την διατομή των ζυγών $50 \times 10, 1\text{αγ. επικ}$ που επιλέχθηκαν.

όπου:

I_k : Ρεύμα βραχυκυκλώσεως

m : Συντελεστής επίδρασης της συνεχούς συνιστώσας του ρεύματος.

n : Συντελεστής επίδρασης της μεταβολής της εναλλασσόμενης συνιστώσας του ρεύματος.

T_k = Διάρκεια βραχυκυκλώσεως

γ) Κριτήριο μηχανικής αντοχής ζυγών κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος

Για απόσταση μεταξύ των στηριγμάτων των ζυγών $l = 60 \text{ (mm)}$ και απόσταση μεταξύ των ζυγών $a = 20 \text{ (mm)}$ ο συντελεστής καταπόνησης

$$\sigma_H = (0,73 \times v_1 \times \sqrt{3} \times 0,1 \times \kappa^2 \times 2 \times I_{k\delta}^2 \times l^2 \times 6) / (8 \times a \times h \times b^2) =$$

$$= (0,73 \times 1 \times \sqrt{3} \times 0,1 \times 1,6000^2 \times 2 \times 9,623^2 \times 60^2 \times 6) / (8 \times 20 \times 50 \times 10^2) = 1,6184 < 1,5 \times$$

$R_{p02} = 1,5 \times 250$ μικρότερος από το επιτρεπόμενο όριο.

Οπου:

v_1 = συντελεστής σχετικός με την αύξηση της καταπόνησης λόγω των ελαιοδιακοπών αυτομάτου επαναφορών ρεύματος, σε παραμένοντα σφάλματα

κ = συντελεστής που συνδέει την ένταση βραχυκυκλώσεως με το κρουστικό ρεύμα.

$I_{\kappa\delta}$ = το ρεύμα βραχυκύκλωσης δευτερεύοντος (KA)

h = το πάχος του ζυγού (mm)

b = το πλάτος του ζυγού (mm)

R_{p02} = το κάτω όριο της μηχανικής τάσης που προκαλεί μόνιμα παραμόρφωση 2% στο ζυγό, εξαρτάται από το υλικό του ζυγού (N/mm²)

δ) Κριτήριο μηχανικού συντονισμού

Η ιδιοσυχνότητα του μηχανικού συντονισμού που μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος είναι

$$f = 112 \times \sqrt{(E \times J) / (g \times l^4)} = 112 \times \sqrt{(11.000.000 \times 0,4167) / (0,044 \times 60^4)} = 316,1 \text{ Hz}$$

E = Το μέτρο ελαστικότητας του ζυγού (Kg/cm²)

J = Η ροπή αδράνειας του ζυγού (cm⁴)

g = Το βάρος του ζυγού ανά cm (kg/cm)

l = η απόσταση μεταξύ των πακτωμένων άκρων (cm)

Ισχύει $316,1 > 55 \text{ Hz}$

3.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΗ Χ.Τ. (400 V)

$$I_n = \frac{400.000VA}{1.73 \times 400} = 578A$$

Εκλέγεται αυτόματος με $I_N = 800 A$ (υπερφόρτιση 25%) και καλώδιο 2//4xE1VV-S 1G185

$U_k\%$ = Τάση βραχυκυκλώσεως του Μ/Σ (κατά ΔΕΗ πρέπει $U_k\% \leq 6\%$).

Λαμβάνεται $U_k\% \leq 6\%$.

$N = 400 \text{ KVA}$ (ισχύς του Μ/Σ).

$$N_{sw} = \frac{400}{6} \times 100 = 6666.66 \text{ KVA} \quad (\text{ισχύς βραχυκυκλώσεως Μ/Σ})$$

$$I_{sw} = \frac{N_{sw}}{1.73 \times 380} = \frac{6666.66}{1.73 \times 400} = 9,63 \text{ KA} \quad (\text{ρεύμα βραχυκυκλώσεως Μ/Σ})$$

$$I_a = \mu \times I_{sw} = I_{sw} = 9,63 \text{ KA} \quad (\text{ρεύμα απόξευξης})$$

Σημειώνεται ότι για χρόνο απόξευξης 0.1-0.25 sec, η τιμή του μ κυμαίνεται από 0.6 έως 1. Στην παραπάνω ισότητα για λόγους ασφαλείας ελήφθη $\mu=1$.

Επιλέγεται αυτόματος διακόπτης 800A/50KA.

4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΔΙΑΛΛΕΙΠΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ (UPS - 1)

Από το τεύχος Υπολογισμού Ηλεκτρικών Πινάκων προκύπτει ότι η ζητούμενη ισχύς των φορτίων που τροφοδοτεί το Πεδίο Αδιαλείπτων Φορτίων ΓΠΑΦ (και άρα το UPS-1) είναι : **14,34KW**.

Με αναμενόμενο μέσο βαθμό απόδοσης **0,93** προκύπτει απαίτηση για **15,4KW** και με εφεδρεία 10% : **17KW**

ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΔΙΑΛΛΕΙΠΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ (UPS) ΜΕ ΙΣΧΥ 20 KVA

Οι συσσωρευτές θα παρέχουν πλήρη αυτονομία στην παραπάνω ισχύ φορτίου για χρόνο 10 λεπτών.

5. ΕΠΙΛΟΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΖΕΥΓΟΥΣ (Η/Ζ)

Από το τεύχος Υπολογισμού Ηλεκτρικών Πινάκων, προκύπτει ότι η ζητούμενη ισχύς των φορτίων Εφεδρείας είναι: **52 KW** (με υπολογιζόμενη προσαύξηση 10% σε όλους τους υποπίνακες), για όλα τα φορτία εκτός UPS-1 και UPS-2 που είναι συνολικά **17 KW**. Το τελικό φορτίο που επιβαρύνεται το Η/Ζ από τα UPS, λόγω συντελεστή απόδοσης, φόρτισης μπαταριών και αρμονικών, υπολογίζεται ως εξής: **$(17/0,93) \times 1,20 = 21,90 \text{ KW}$** .

Με προσαύξηση 10% το φορτίο του Η/Ζ γίνεται **$(52+21,9) \times 1,10 = 81,3 \text{ KW}$** .

ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ Η/Ζ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΙΣΧΥΟΣ 100KVA ΚΑΙ ΕΦΕΔΡΙΚΗΣ 110KVA

Σημ. : Η ισχύς εφεδρικής λειτουργίας αναφέρεται σε διάρκεια μίας (1) ώρας ανά 12ωρο λειτουργίας.