



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Δ.Π.Μ.Σ. «ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ»

Προσδιορισμός της Θερμικής Καταπόνησης στους Ακροδέκτες των Μετασχηματιστών Διανομής κατά την Εμφάνιση Βραχυκυκλώματος

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Αθανάσιος Δ. Σιμιτζής

Επιβλέπων : Περικλής Δ. Μπούρκας
Καθηγητής ΕΜΠ

Συνεπιβλέπων : Νικόλαος Ι. Θεοδώρου
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Δ.Π.Μ.Σ. «ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ»

Προσδιορισμός της Θερμικής Καταπόνησης στους Ακροδέκτες των Μετασχηματιστών Διανομής κατά την Εμφάνιση Βραχυκυκλώματος

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Αθανάσιος Δ. Σιμιτζής

Επιβλέπων : Περικλής Δ. Μπούρκας
Καθηγητής ΕΜΠ

Συνεπιβλέπων : Νικόλαος Ι. Θεοδώρου
Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 2010

.....
Περικλής Μπούρκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Νικόλαος Θεοδώρου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Παναγιώτης Τσαραμπάρης
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2010

.....
Αθανάσιος Δ. Σιμιτζής

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Αθανάσιος Δ. Σιμιτζής , 2010

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία μελετά τη θερμοκρασία που αναπτύσσεται στους ακροδέκτες των μετασχηματιστών διανομής, στην πλευρά της χαμηλής τάσης, κατά την εκδήλωση βραχυκυκλώματος. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της θερμικής καταπόνησης είναι η Προσεγγιστική Μέθοδος.

Τα αποτελέσματα της εργασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν από μηχανικούς και εμπειρογνώμονες, για τη συναγωγή συμπερασμάτων στα πεδία που τους απασχολούν.

Λέξεις κλειδιά : βραχυκύκλωμα, χαμηλή τάση, θερμική καταπόνηση, ακροδέκτης, μετασχηματιστής, γυμνός αγωγός, συνεστραμμένο καλώδιο

ABSTRACT

This paper examines the temperature developed at the terminals of distribution transformers, in the low voltage side, in the event of short circuit. The method used for determining the thermic distress is the Approximate Method.

The results of this work can be used by engineers and experts to draw conclusions on areas that concern them.

Keywords : short-circuit, low-voltage, thermic distress, terminal, transformer, bare conductor, twisted cable

*Αφιερώνεται σε αυτούς που μου έδωσαν δύναμη να
συνεχίσω*

Περιεχόμενα

	Σελίδα
<u>Κεφάλαιο 1</u> : Εισαγωγή	8
<u>1.1</u> : Εισαγωγή στα Βραχυκυκλώματα	9
<u>1.2</u> : Ουδετέρωση	11
1.2.1 : Συνθήκες Ουδετέρωσης	11
<u>Κεφάλαιο 2</u> : Προσδιορισμός της Θερμικής Καταπόνησης	17
<u>2.1</u> : Προσδιορισμός της Θερμικής Καταπόνησης στους Ακροδέκτες Χαμηλής Τάσης των Μετασχηματιστών, κατά το Βραχυκύκλωμά τους	18
<u>2.2</u> : Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα επί των αποτελεσμάτων της Ενότητας 2.1	49
<u>Βιβλιογραφία</u>	50

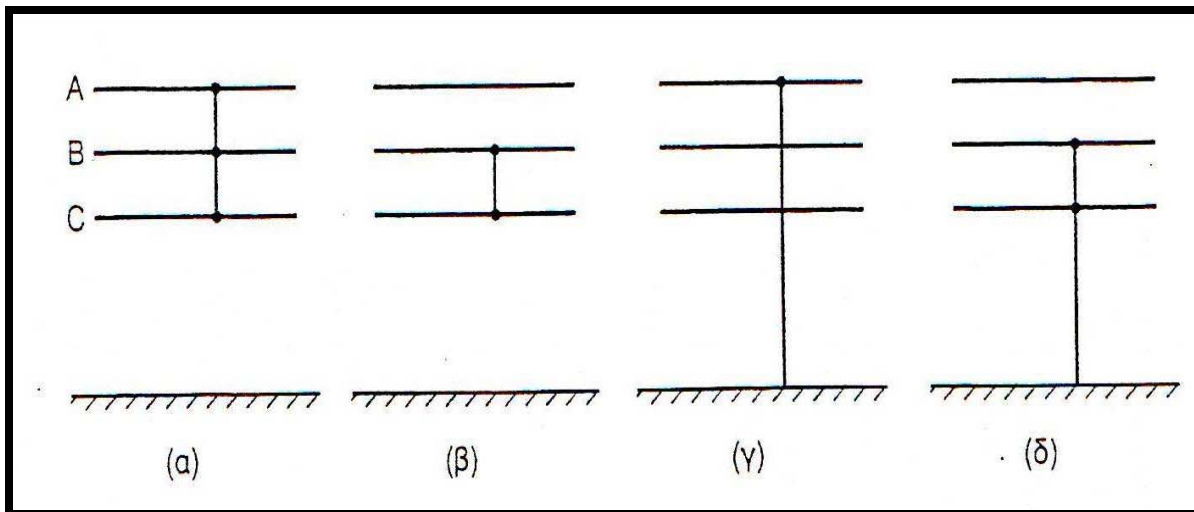
Κεφάλαιο

1

Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή στα Βραχυκυκλώματα

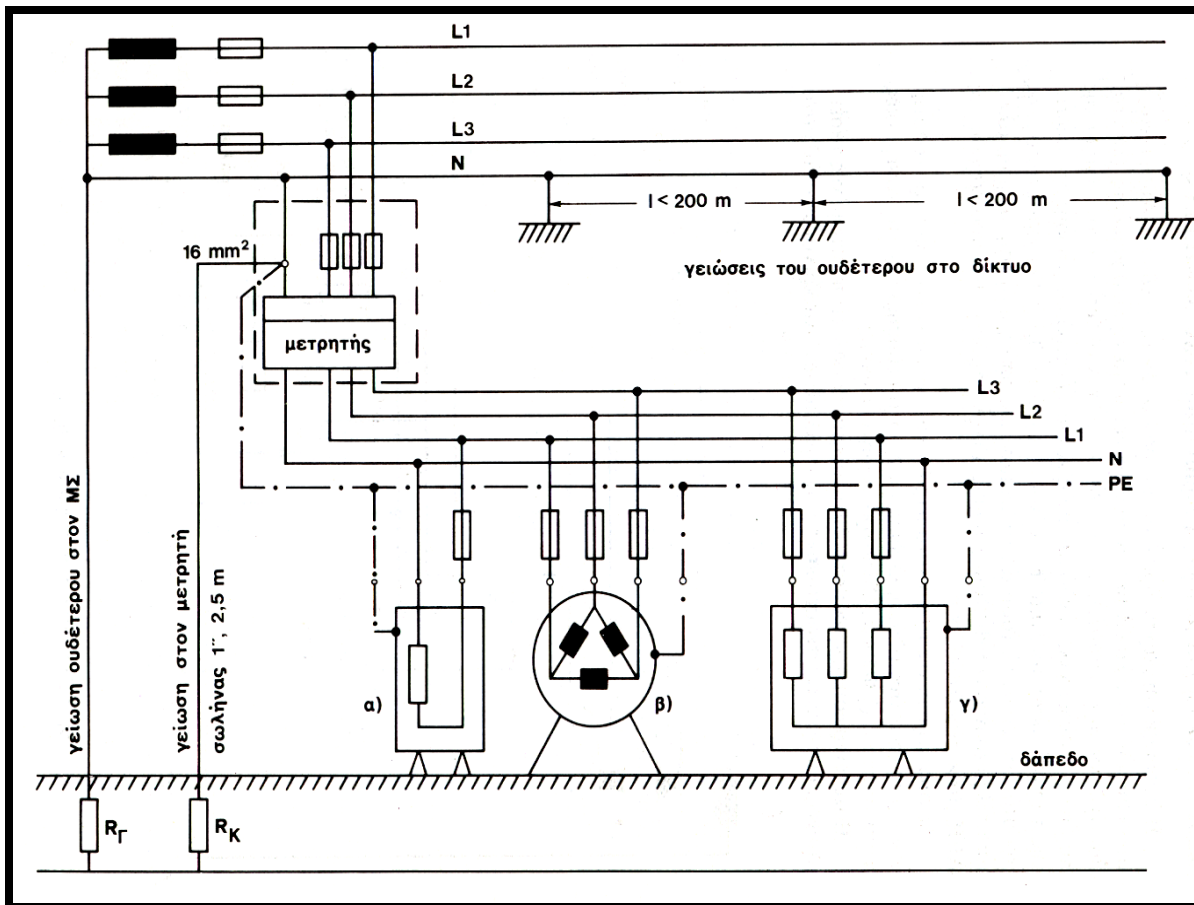
Τα βραχυκυκλώματα, που είναι πιθανό να συμβούν σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο, αποτελούν μεταβατικά φαινόμενα και είναι ηλεκτρικής φύσης και δυναμικής μορφής. Τα περισσότερα βραχυκυκλώματα συμβαίνουν στα εκτεθειμένα μέρη του δικτύου (εναέριες γραμμές, ακροδέκτες εξοπλισμού), και είναι τα πιο ανώδυνα, ενώ οι σπανιότερες περιπτώσεις, όπου βραχυκύκλωμα συμβαίνει στο εσωτερικό μιας συσκευής (π.χ. μετασχηματιστή ή καλωδίου), είναι και οι πιο καταστρεπτικές. Όταν εκδηλωθεί ένα βραχυκύκλωμα, έχουμε ως αποτέλεσμα την απότομη μεταβολή της κατάστασης του συστήματος. Συγκεκριμένα, παρατηρείται στιγμιαίος μηδενισμός ή βύθιση της τάσης, σε διαφορετικό βαθμό για κάθε ζυγό, ανάλογα με το σημείο όπου συμβαίνει το βραχυκύκλωμα. Αυτό συνεπάγεται την απότομη μείωση της εξερχόμενης ισχύος των γεννητριών με σταθερή τη μηχανική ισχύ των στροβίλων. Παράγεται λοιπόν ένα περίσσειμα κινητήριας ισχύος που δημιουργεί ένα ζεύγος επιτάχυνσης με συνέπειες στην ευστάθεια του συστήματος. Παράλληλα, η αύξηση των εντάσεων που προκαλείται από το βραχυκύκλωμα, αν οι διακόπτες δε λειτουργήσουν άμεσα, ενδέχεται να προκαλέσει μόνιμες βλάβες στα στοιχεία του συστήματος, κυρίως τις γεννήτριες και τους μετασχηματιστές. Η μελέτη βραχυκυκλωμάτων αναφέρεται πρώτιστα στον προσδιορισμό των ρευμάτων βραχυκύκλωσης, που ενδιαφέρουν τα μέσα διακοπής και προστασίας. Συγκεκριμένα η ικανότητα διακοπής των διακοπών αναφέρεται στη δυσμενέστερη περίπτωση βραχυκυκλώματος, ενώ η αποτελεσματικότητα του συστήματος προστασίας σχετίζεται με το μέγεθος και τη φορά κατεύθυνσης των ρευμάτων βραχυκύκλωσης. Τα βραχυκυκλώματα μπορούν να είναι συμμετρικά ή ασύμμετρα. Τα συμμετρικά είναι εκείνες οι μεταβατικές καταστάσεις στις οποίες βρίσκεται το σύστημα όταν λόγω βλάβης σε ένα σημείο έρχονται σε επαφή μεταξύ τους οι τρεις φάσεις. Αυτά είναι και οι πιο σοβαρές περιπτώσεις βραχυκυκλωμάτων. Συμμετρικά είναι τα τριφασικά βραχυκυκλώματα. Τα ασύμμετρα βραχυκυκλώματα από την άλλη είναι αρκετά συνηθέστερα, αλλά όχι τόσο σοβαρά. Τα μονοφασικά και διφασικά είναι ασύμμετρα βραχυκυκλώματα. Στο σχήμα 1.1 φαίνονται τα διάφορα είδη βραχυκυκλωμάτων. Συγκεκριμένα, στο 1.1(α) φαίνεται το τριφασικό βραχυκύκλωμα, στο 1.1(β) το διφασικό, στο 1.1(γ) το μονοφασικό ως προς γη και στο 1.1(δ) το διφασικό βραχυκύκλωμα ως προς γη.



**Σχήμα 1.1 : Είδη βραχυκυκλωμάτων (α)Τριφασικό, (β)Διφασικό,
(γ)Μονοφασικό ως προς γη, (δ)Διφασικό ως προς γη**

1.2 Ουδετέρωση

Η ουδετέρωση είναι η γείωση στον ουδέτερο του δικτύου, όταν αυτός είναι γειωμένος. Το παρακάτω σχήμα, δείχνει τα σημεία στα οποία γειώνεται ο ουδέτερος του δικτύου.



Σχήμα 1.2: Ουδετέρωση σε μονοφασικούς και τριφασικούς καταναλωτές.

1.2.1 Συνθήκες Ουδετέρωσης

Η ουδετέρωση είναι η κατά κανόνα μέθοδος προστασίας σε καταναλωτές του δημόσιου δικτύου ΧΤ. Για να εφαρμοστεί όμως, πρέπει να πληρούνται πέντε συνθήκες, οι οποίες αναπτύσσονται παρακάτω:

1η Συνθήκη ουδετέρωσης

Για στέρεο (ιδανικό) βραχυκύκλωμα μεταξύ φάσης και ουδέτερου, πρέπει τα μέσα προστασίας (ασφάλειες ή αυτόματοι) γενικά, να διακόπτουν το κύκλωμα σε 5 sec. Αυτό θεωρείται ότι ισχύει όταν το ρεύμα του βραχυκυκλώματος είναι τουλάχιστον τριπλάσιο του ονομαστικού ρεύματος της αμέσως προτεταγμένης ασφάλειας.

Ειδικά για τις πιο κάτω περιπτώσεις ο χρόνος απόξευξης δεν είναι 5 sec αλλά 0,2 sec (IEC 364, HD 384).

- Κυκλώματα με πρίζες κάτω των 35 A.
- Κυκλώματα με συσκευές χειρός.

Αυτός ο κατά 25 φορές μειωμένος χρόνος είναι απαραίτητος στις πιο πάνω περιπτώσεις, γιατί υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.

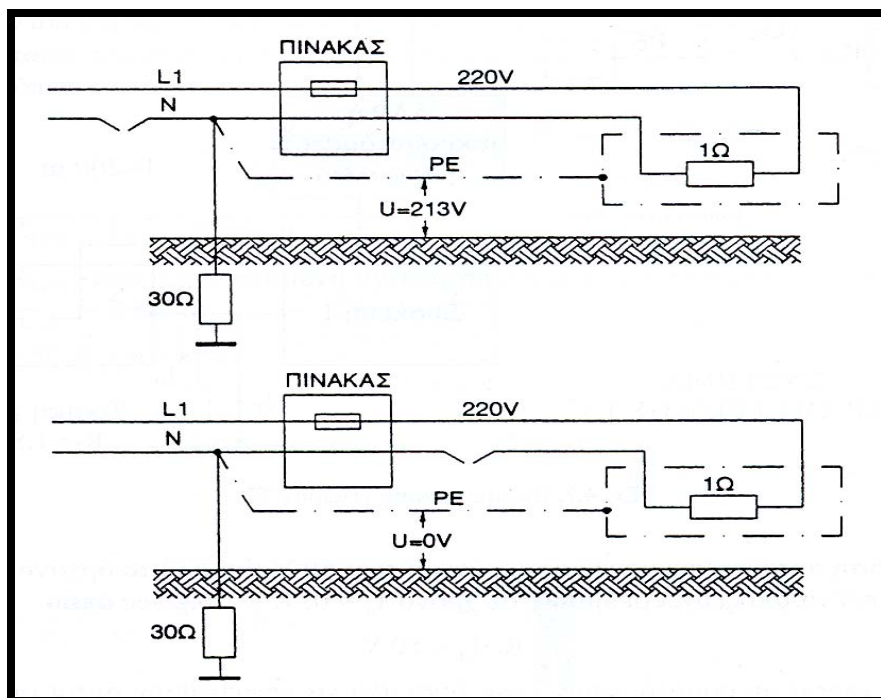
Προσοχή : Ένας έλεγχος του ρεύματος βραχυκύκλωσης μπορεί να δείξει ότι σε πολύ μακριές γραμμές τροφοδότησης αυτό μπορεί να μην ισχύει πάντα, οπότε πρέπει να αυξηθούν οι διατομές των αγωγών.

2η Συνθήκη ουδετέρωσης

Πρέπει να εξασφαλίζεται η συνέχεια του ουδέτερου. Η ελάχιστη διατομή του είναι ίση με αυτή των φάσεων, για 16 mm² διατομή φάσεων. Για μεγαλύτερες διατομές ο ουδέτερος έχει το ήμισυ της διατομής των φάσεων αλλά τουλάχιστον 16 mm².

Η σημασία της συνέχειας του ουδέτερου προκύπτει από το σχήμα 1.3 . Εάν διακοπεί ο ουδέτερος μετά το σημείο N, δηλαδή κατά τη διαδρομή του αγωγού προστασίας, τότε δεν υφίσταται κίνδυνος. Συνεπώς πρέπει να εξασφαλισθεί η συνέχεια του ουδέτερου στο δίκτυο.

Στο δημόσιο δίκτυο η Δ.Ε.Η. θεωρείται ότι εξασφαλίζει τη συνέχεια αυτή και όχι ο καταναλωτής. Σε βιομηχανικά δίκτυα ή μεγάλες εγκαταστάσεις, κατά IEC 364 και HD 384, μπορεί να εξασφαλισθεί η συνέχεια του ουδέτερου όταν αυτός έχει διατομή πάνω από 10 mm².



Σχήμα 1.3 : Τάσεις επαφής όταν διακόπτεται ο ουδέτερος πριν ή μετά την αρχή του αγωγού προστασίας.

3. Συνθήκη ουδετέρωσης

Αυτή η συνθήκη είναι σύμφωνη με τους κανονισμούς IEC 364 και HD 384. Για τη γείωση του ουδέτερου ισχύουν τα εξής:

1. Ο ουδέτερος κόμβος του μετασχηματιστή ΜΤ / ΧΤ γειώνεται. Εκεί συνδέονται (εφ' όσον υπάρχουν) τα μεταλλικά περιβλήματα των καλωδίων αναχώρησης ΧΤ.
2. Σε εναέρια δίκτυα υπάρχουν γειώσεις στα τέρματα των κύριων κορμών και των διακλαδώσεων, τουλάχιστον κάθε 300 m. Πρέπει να γίνουν πρόσθετες γειώσεις και μάλιστα ομοιόμορφα κατανεμημένες, για να επιτευχθεί χαμηλή αντίσταση γείωσης, όταν αυτό απαιτείται.
3. Σε εναέρια και υπόγεια δίκτυα γειώνεται ο ουδέτερος σε κάθε παροχέτευση πριν από τα όργανα προστασίας της παροχέτευσης. Η γείωση πρέπει να είναι από γαλβανισμένο σιδηροσωλήνα ονομαστικής διαμέτρου τουλάχιστον μίας ίντσας (εσωτερική διάμετρος) και

μήκους 2,5 m. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το μεταλλικό δίκτυο ύδρευσης, εφ' όσον έχει ίση ή μικρότερη αντίσταση από τον πιο πάνω σωλήνα – γειωτή.

Αν δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν κύρια γείωση το δίκτυο ύδρευσης, λόγω της μεγάλης του αντίστασης, τότε πρέπει να χρησιμοποιείται ηλεκτρόδιο γείωσης και να γίνει σύνδεση στην ύδρευση. Η γείωση στο μετρητή γίνεται με αγωγό 16 mm², τύπου H07-V.

Πρέπει να επιδιώκεται χαμηλή αντίσταση γείωσης στην παροχή της οικοδομής για να υπάρχει μια αποτελεσματική προστασία. Με θεμελιακές γειώσεις μπορούν εύκολα να επιτευχθούν χαμηλές αντιστάσεις γείωσης.

Με τον αγωγό γείωσης συνιστάται να συνδέονται όλα τα μεταλλικά αντικείμενα, μπανιέρες, σωλήνες, μεταλλικά δάπεδα. Μιλάμε για ισοδυναμικές συνδέσεις.

Ο ουδέτερος γειώνεται αμέσως πριν το μετρητή και όχι μέσα στις εγκαταστάσεις του καταναλωτή, διότι η Δ.Ε.Η. θεωρείται ότι εξασφαλίζει καλύτερα τη συνέχεια του ουδέτερου απ' ό,τι ο ίδιος ο καταναλωτής. Η συνέχεια του ουδέτερου είναι απολύτως αναγκαία, όπως δείχνει και το σχήμα 1.3 .

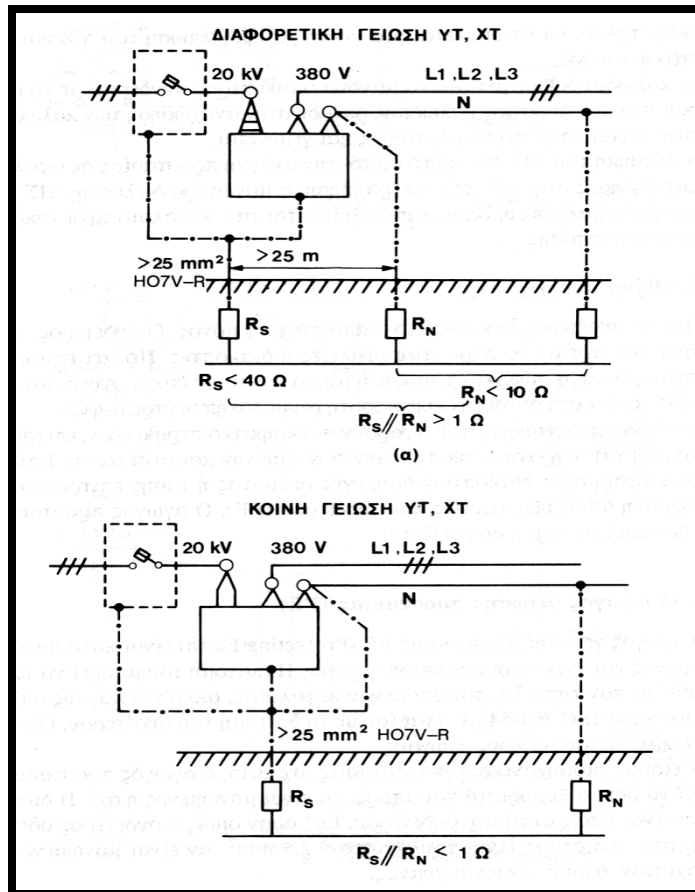
4η Συνθήκη ουδετέρωσης

Σύμφωνα με τους Κανονισμούς, η συνολική αντίσταση του ουδέτερου αγωγού με τις γειώσεις του, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10 Ω. Εδώ προσμετρώνται όλες οι παράλληλες γειώσεις στο δίκτυο και στις παροχετεύσεις των καταναλωτών.

Η γείωση προστασίας των κυψελών ΜΤ και του δοχείου του Μ/Σ μπορεί να συνδεθεί με τη γείωση του ουδετέρου, μόνο αν προκύπτει συνολική αντίσταση γείωσης μικρότερη του 1 Ω, (σχήμα 1.4β). Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή αν η συνολική αντίσταση γείωσης είναι μεν μικρότερη των 10 Ω αλλά μεγαλύτερη του 1 Ω, τότε πρέπει η γείωση των μεταλλικών μερών του υποσταθμού και η γείωση του ουδετέρου του Μ/Σ να είναι ανεξάρτητες, δηλαδή όχι συνδεδεμένες (σχήμα 1.4α). Εξαιρέση αποτελούν οι εναέριοι σταθμοί διανομής της Δ.Ε.Η. , όπου το όριο αυτό είναι 2 Ω.

Όταν οι γειώσεις ΜΤ και ΧΤ είναι ανεξάρτητες, (σχήμα 1.4α), πρέπει οι αντιστάσεις στους γειωτές να είναι για την εγκατάσταση της ΜΤ και τον ουδέτερο, το πολύ 40 Ω και 10 Ω αντίστοιχα. Για μεγαλύτερη ασφάλεια στο δίκτυο, προτείνονται αυστηρότερες τιμές αντιστάσεων από τις παραπάνω. Συγκεκριμένα, για την εγκατάσταση της ΜΤ, συνιστάται

αντίσταση γείωσης μέχρι 10 Ω, ενώ για τον ουδέτερο αγωγό, συνολική αντίσταση γείωσης, το πολύ 2 Ω.



Σχήμα 1.4 : Γειώσεις υποσταθμών MT σε καταναλωτές XT.

- α) Αν η αντίσταση γείωσης του ΥΣ είναι μεγαλύτερη από 1Ω τότε εφαρμόζεται ξεχωριστή γείωση Μέσης και Χαμηλής Τάσης.
- β) Αν η αντίσταση γείωσης του ΥΣ είναι μικρότερη από 1Ω τότε εφαρμόζεται κοινή γείωση Μέσης και Χαμηλής Τάσης.

Σε υποσταθμούς με υπόγεια καλώδια μεταλλικού μανδύα είναι επιτρεπτή η σύνδεση των δύο γειώσεων, αν το συνολικό μήκος των καλωδίων είναι πάνω από 1200 m. Καλώδια που οδεύουν στο ίδιο χαντάκι υπολογίζονται σαν ένα.

Οι γειώσεις του ουδέτερου και του υποσταθμού θεωρούνται ανεξάρτητες όταν το πεδίο ροής της μιας μηδενίζεται στη θέση της άλλης. Αυτό είναι περίπου δεδομένο όταν η απόσταση

των γειωτών είναι 8 φορές μεγαλύτερη από τη μεγαλύτερη διάσταση γειωτών. Π.χ., για σωλήνες κατακόρυφους σε 2,5 m βάθος, μία απόσταση 15 m εξασφαλίζει ανεξαρτησία των γειωτών. Επειδή δύο γειώσεις και ιδιαίτερα η ανεξαρτησία τους, είναι προβληματικές, πρέπει να επιδιώκεται μία κοινή χαμηλή αντίσταση γείωσης του ΥΣ και του ουδέτερου του Μ/Σ.

Σε καλώδια XT με μεταλλικό μανδύα, ο ουδέτερος συνδέεται με το μανδύα και στα δύο άκρα του καλωδίου, δηλαδή στην αναχώρηση των καλωδίων και στην άφιξη στον πίνακα διανομής και γειώνεται.

Η συνθήκη του 1 Ω προκύπτει από την ανάγκη προστασίας σε σφάλματα υπερπήδησης στη ΜΤ, π.χ. υπερπήδηση σε μονωτήρα διέλευσης Μ/Σ ή σε ακροκεφαλή καλωδίου.

5.7 Συνθήκη ουδετέρωσης

Ποτέ ο ουδέτερος δεν πρέπει να αποζεύγεται μόνος. Ο ουδέτερος, κατά κανόνα, δεν πρέπει να περιέχει ασφάλειες ή διακόπτες. Πρέπει επίσης να εξασφαλισθούν η συνέχειά του και η μηχανική αντοχή. Αυτό προφανώς δεν ισχύει στη σύνδεση ρευματοδότη ρευματολήπτη (πρίζας-φίς).

Σε ειδικές περιπτώσεις που αφορούν σε εκρηκτικό περιβάλλον, επιτρέπεται μόνο η ταυτόχρονη διακοπή όλων των φάσεων και ουδέτερου. Επίσης και στις εφαρμογές διακοπών διαφυγής ρεύματος ή τάσης επιτρέπεται η ταυτόχρονη απόζευξη φάσεως και ουδέτερου (PE). Ο αγωγός προστασίας ποτέ δεν αποζεύγεται ή ασφαλίζεται. Η Δ.Ε.Η. χρησιμοποιεί το σύστημα σύνδεσης γείωσης TN (ουδετέρωση) σχεδόν σε ολόκληρο το δίκτυό της. Στην περιοχή της Αττικής, στατιστικά, περισσότερες από 60.000 ηλεκτρικές εγκαταστάσεις διαθέτουν ακόμη άμεση γείωση, από την εποχή που τα μεταλλικά δίκτυα ύδρευσης υπήρχαν σε μεγάλη έκταση. Αυτός ουσιαστικά είναι ο λόγος που η Δ.Ε.Η. δεν επεκτείνει την ουδετέρωση και στην περιοχή της Αττικής, όπως δηλαδή, στην υπόλοιπη επικράτεια.

Κεφάλαιο

2

Προσδιορισμός της Θερμικής Καταπόνησης

2.1 Προσδιορισμός της Θερμικής Καταπόνησης στους Ακροδέκτες Χαμηλής Τάσης των Μετασχηματιστών, κατά το Βραχυκύκλωμά τους

Χρησιμοποιώντας ως βασικό άξονα τη συνθήκη ουδετέρωσης στα εναέρια δίκτυα διανομής XT, η θερμική καταπόνηση των ακροδεκτών χαμηλής τάσης των μετασχηματιστών κατά το βραχυκύκλωμα, δηλαδή η αύξηση της θερμοκρασίας σε αυτούς εξαιτίας του ρεύματος βραχυκύκλωσης, μπορεί να προσδιοριστεί από την παρακάτω μέθοδο.

Για το εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης ισχύει ότι :

$$I_{SW} \leq \frac{100 \cdot I_N}{u} \quad (2.1)$$

όπου: I_{SW} : το εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης (σε kA)

I_N : το ονομαστικό ρεύμα του μετασχηματιστή 20kV/400V (σε kA)

u : η σχετική τάση βραχυκύκλωσης του μετασχηματιστή 20kV/400V (σε %)

Σημείωση : Στους μετασχηματιστές της Δ.Ε.Η. η σχετική τάση βραχυκύκλωσης ισούται με 4%.

Στους παρακάτω υπολογισμούς ο τύπος 2.1 εφαρμόζεται στην περίπτωση της ισότητας, δηλαδή:

$$I_{SW} = \frac{100 \cdot I_N}{u} \quad (2.2)$$

Παρατήρηση: Η τιμή αυτή αποτελεί το μέγιστο δυνατό ρεύμα βραχυκύκλωσης. Κατά συνέπεια αυτό που υπολογίζεται παρακάτω είναι η μέγιστη θερμική καταπόνηση που αναπτύσσεται κατά το βραχυκύκλωμα του μετασχηματιστή, η οποία ουσιαστικά είναι η θερμοκρασία που εμφανίζεται στους ακροδέκτες του μετασχηματιστή της γραμμής στην πλευρά της Χαμηλής Τάσης.

Ο πίνακας που ακολουθεί δείχνει την επιλογή των ασφαλειών στους πίνακες XT της ΔΕΗ, ανάλογα με την ισχύ του μετασχηματιστή. Σε κάθε ασφάλεια αντιστοιχεί ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο μήκος γραμμής . Το μέγιστο αφορά το μήκος της γραμμής από το μετασχηματιστή μέχρι το μετρητή του καταναλωτή, ενώ το ελάχιστο αφορά το μήκος της γραμμής από το μετασχηματιστή μέχρι την παροχή.

Ισχύς P [kVA]	Ασφάλεια I ασφ. [A]	Γυμνοί Αγωγοί [16 mm ²]	Γυμνοί Αγωγοί [35 mm ²]	Γυμνοί Αγωγοί [50 mm ²]	Γυμνοί Αγωγοί [70 mm ²]	Συνεστραμμένο Καλώδιο [3x35+54,6mm ²]	Συνεστραμμένο Καλώδιο [3x70+54,6mm ²]
		Μήκος γραμμής σε m					
15	25	1030 950					
	32	760 690					
25	32	850 770					
	40	660 580				1000 380	
50	50	560 480	1070 930			840 720	1130 1010
	63	440 360	830 690	1090 920		660 540	920 750
	80	330 250	630 490	830 660	1010 820	500 380	700 530
75	63	450 370	870 730	1140 970		680 560	950 780
	80	350 270	670 530	880 710	1080 880	530 410	740 570
	100	280 200	530 380	690 510	840 640	420 300	580 410
	125	220 140	410 270	530 360	650 450	330 210	450 290
100	63	460 380	890 750	1160 990		690 570	970 800
	80	360 280	690 550	900 730	1110 910	540 420	760 580
	100	280 210	540 400	710 530	870 670	430 310	600 430
	125	220 150	420 270	550 380	680 480	340 220	470 300
	160	170 90	320 180	420 240	510 310	260 140	360 190
150 - 160 - 200	80	370 290	710 570	940 760	1150 950	550 430	770 600
	100	300 210	570 420	740 560	910 710	440 320	610 440
	125	230 150	450 300	590 410	720 510	350 230	480 320
	160	180 100	350 200	450 270	560 340	270 150	370 210
	200		270 130	360 170	440 220	210 90	300 130
	250		210 70	280 90	340 110		230 70

Πίνακας 2.1: Τιμές ασφαλειών σε πίνακες χαμηλής τάσης της Δ.Ε.Η., ανάλογα με την ισχύ του μετασχηματιστή.

Ισχύς P [KVA]	Ασφάλεια I ασφ. [A]	Γυμνοί Αγωγοί [16 mm ²]	Γυμνοί Αγωγοί [35 mm ²]	Γυμνοί Αγωγοί [50 mm ²]	Γυμνοί Αγωγοί [70 mm ²]	Συνεστραμμένο Καλώδιο [3x35+54,6mm ²]	Συνεστραμμένο Καλώδιο [3x70+54,6mm ²]	
		Μήκος γραμμής σε m						
250- 400	80	370 290	720 580	960 770	1170 970	560 440	780 610	
	100	300 220	580 480	760 580	940 730	450 330	620 460	
	125	240 160	460 310	600 420	740 540	360 240	500 330	
	160	180 110	360 210	470 280	580 360	280 160	400 220	
	500- 630	200		280 140	370 180	460 240	220 100	310 140
		250		230 80	300 100	360 40		250 80
	750- 1000	315			230 40	280 50		
		400				220		
500								

Πίνακας 2.1: Τιμές ασφαλειών σε πίνακες χαμηλής τάσης της Δ.Ε.Η., ανάλογα με την ισχύ του μετασχηματιστή.

Η προαναφερθείσα θερμική καταπόνηση δίνεται από τη σχέση 2.3 :

$$\Delta\theta = \frac{\kappa}{A^2} \cdot I_{SW}^2 \cdot [t + T] \quad (2.3)$$

Όπου:

$\Delta\theta$: η αύξηση της θερμοκρασίας (σε $^{\circ}\text{C}$)

κ : σταθερά του υλικού ($\kappa=0,0053$ για χαλκό και $\kappa=0,0135$ για αλουμίνιο)

A : η διατομή του αγωγού (σε mm^2)

t : ο χρόνος από την εμφάνιση μέχρι τη διακοπή του βραχυκυκλώματος (σε sec)

T : συντελεστής χρόνου η τιμή του οποίου ισούται με:

a) Για τριφασικό βραχυκύκλωμα : $T=0,3$ μέχρι $0,15$

b) Για διφασικό βραχυκύκλωμα : $T=0,6$ μέχρι $0,25$

I_{SW} : το εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης (σε A)

Ο συνήθης χρόνος αντίδρασης των μέσων προστασίας του δικτύου είναι κλάσματα του δευτερολέπτου, π.χ. $0,15\text{sec}$, $0,25\text{sec}$. Στους υπολογισμούς ως χρόνος διακοπής t του βραχυκυκλώματος, θεωρείται η τιμή $0,25\text{ sec}$.

Για την εύρεση του $\Delta\theta_{\max}$ θα χρησιμοποιηθεί η δυσμενέστερη περίπτωση βραχυκυκλώματος, δηλαδή το τριφασικό. Η τιμή του T επιλέγεται ίση με $0,2$.

Το ονομαστικό ρεύμα του μετασχηματιστή 20kV/400V δίνεται από τη σχέση 2.4 :

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot 400} \quad (2.4)$$

Όπου :

I_N : το ονομαστικό ρεύμα του μετασχηματιστή 20kV/400V (σε kA)

P : η ονομαστική ισχύς του Μ/Σ σε kVA

U : η τάση στο δευτερεύον του Μ/Σ, η οποία ισούται με 400V

Οι παρακάτω υπολογισμοί αφορούν τη θερμική καταπόνηση $\Delta\theta_{max}$, για τις εναέριες γραμμές αγωγών ισοδύναμων διατομών χαλκού, 16 mm², 35 mm², 50 mm² και 70 mm², καθώς και για τις αντίστοιχες γραμμές συνεστραμμένου καλωδίου, 3 x 35+54,6 mm² και 3 x 70+54,6 mm².

Παρατήρηση : Οι γραμμές των πινάκων που αναφέρονται στα συνεστραμμένα καλώδια ,περιλαμβάνουν σκίαση με κίτρινο χρώμα.

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
15	25	1,03	16	21,6	541,3	0,25	0,2	2,7
15	25	0,95	16	21,6	541,3	0,25	0,2	2,7
15	32	0,76	16	21,6	541,3	0,25	0,2	2,7
15	32	0,69	16	21,6	541,3	0,25	0,2	2,7
25	32	0,85	16	36,1	902,1	0,25	0,2	7,5
25	32	0,77	16	36,1	902,1	0,25	0,2	7,5
25	40	0,66	16	36,1	902,11	0,25	0,2	7,5
25	40	0,58	16	36,1	902,11	0,25	0,2	7,5
25	40	1	35	36,1	902,1	0,25	0,2	1,5
25	40	0,38	35	36,1	902,1	0,25	0,2	1,5
50	50	0,56	16	72,1	1804,2	0,25	0,2	30,3
50	50	0,48	16	72,1	1804,2	0,25	0,2	30,3
50	50	1,07	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	50	0,93	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	50	0,84	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	50	0,72	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	50	1,13	70	72,1	1804,2	0,25	0,2	1,5
50	50	1,01	70	72,1	1804,2	0,25	0,2	1,5
50	63	0,44	16	72,1	1804,2	0,25	0,2	30,3
50	63	0,36	16	72,1	1804,2	0,25	0,2	30,3
50	63	0,83	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	63	0,69	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	63	1,09	50	72,1	1804,2	0,25	0,2	3,1
50	63	0,92	50	72,1	1804,2	0,25	0,2	3,1
50	63	0,66	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	63	0,54	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	63	0,92	70	72,1	1804,2	0,25	0,2	1,5
50	63	0,75	70	72,1	1804,2	0,25	0,2	1,5

Πίνακας 2.2 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
50	80	0,33	16	72,1	1804,2	0,25	0,2	30,3
50	80	0,25	16	72,1	1804,2	0,25	0,2	30,3
50	80	0,63	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	80	0,49	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	80	0,83	50	72,1	1804,2	0,25	0,2	3,1
50	80	0,66	50	72,1	1804,2	0,25	0,2	3,1
50	80	1,01	70	72,1	1804,2	0,25	0,2	1,5
50	80	0,82	70	72,1	1804,2	0,25	0,2	1,5
50	80	0,5	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	80	0,38	35	72,1	1804,2	0,25	0,2	6,3
50	80	0,7	70	72,1	1804,2	0,25	0,2	1,5
50	80	0,53	70	72,1	1804,2	0,25	0,2	1,5
75	63	0,45	16	108,2	2706,3	0,25	0,2	68,2
75	63	0,37	16	108,2	2706,3	0,25	0,2	68,2
75	63	0,87	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	63	0,73	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	63	1,14	50	108,2	2706,3	0,25	0,2	6,9
75	63	0,97	50	108,2	2706,3	0,25	0,2	6,9
75	63	0,68	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	63	0,56	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	63	0,95	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	63	0,78	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	80	0,35	16	108,2	2706,3	0,25	0,2	68,2
75	80	0,27	16	108,2	2706,3	0,25	0,2	68,2
75	80	0,67	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	80	0,53	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	80	0,88	50	108,2	2706,3	0,25	0,2	6,9
75	80	0,71	50	108,2	2706,3	0,25	0,2	6,9

Πίνακας 2.3 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
75	80	1,08	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	80	0,88	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	80	0,53	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	80	0,41	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	80	0,74	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	80	0,57	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	100	0,28	16	108,2	2706,3	0,25	0,2	68,2
75	100	0,2	16	108,2	2706,3	0,25	0,2	68,2
75	100	0,53	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	100	0,38	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	100	0,69	50	108,2	2706,3	0,25	0,2	6,9
75	100	0,51	50	108,2	2706,3	0,25	0,2	6,9
75	100	0,84	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	100	0,64	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	100	0,42	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	100	0,3	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	100	0,58	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	100	0,41	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	125	0,22	16	108,2	2706,3	0,25	0,2	68,2
75	125	0,14	16	108,2	2706,3	0,25	0,2	68,2
75	125	0,41	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	125	0,27	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	125	0,53	50	108,2	2706,3	0,25	0,2	6,9
75	125	0,36	50	108,2	2706,3	0,25	0,2	6,9
75	125	0,65	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	125	0,45	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	125	0,33	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2
75	125	0,21	35	108,2	2706,3	0,25	0,2	14,2

Πίνακας 2.4 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
75	125	0,45	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
75	125	0,29	70	108,2	2706,3	0,25	0,2	3,5
100	63	0,46	16	144,3	3608,4	0,25	0,2	121,3
100	63	0,38	16	144,3	3608,4	0,25	0,2	121,3
100	63	0,89	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	63	0,75	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	63	1,16	50	144,3	3608,4	0,25	0,2	12,4
100	63	0,99	50	144,3	3608,4	0,25	0,2	12,4
100	63	0,69	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	63	0,57	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	63	0,97	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	63	0,8	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	80	0,36	16	144,3	3608,4	0,25	0,2	121,3
100	80	0,28	16	144,3	3608,4	0,25	0,2	121,3
100	80	0,69	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	80	0,55	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	80	0,9	50	144,3	3608,4	0,25	0,2	12,4
100	80	0,73	50	144,3	3608,4	0,25	0,2	12,4
100	80	1,11	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	80	0,91	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	80	0,54	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	80	0,42	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	80	0,76	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	80	0,58	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	100	0,28	16	144,3	3608,4	0,25	0,2	121,3
100	100	0,21	16	144,3	3608,4	0,25	0,2	121,3
100	100	0,54	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	100	0,4	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3

Πίνακας 2.5 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
100	100	0,71	50	144,3	3608,4	0,25	0,2	12,4
100	100	0,53	50	144,3	3608,4	0,25	0,2	12,4
100	100	0,87	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	100	0,67	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	100	0,43	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	100	0,31	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	100	0,6	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	100	0,43	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	125	0,22	16	144,3	3608,4	0,25	0,2	121,3
100	125	0,15	16	144,3	3608,4	0,25	0,2	121,3
100	125	0,42	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	125	0,27	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	125	0,55	50	144,3	3608,4	0,25	0,2	12,4
100	125	0,38	50	144,3	3608,4	0,25	0,2	12,4
100	125	0,68	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	125	0,48	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	125	0,34	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	125	0,22	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	125	0,47	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	125	0,3	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	160	0,17	16	144,3	3608,4	0,25	0,2	121,3
100	160	0,09	16	144,3	3608,4	0,25	0,2	121,3
100	160	0,32	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	160	0,18	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	160	0,42	50	144,3	3608,4	0,25	0,2	12,4
100	160	0,24	50	144,3	3608,4	0,25	0,2	12,4
100	160	0,51	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	160	0,31	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3

Πίνακας 2.6 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
100	160	0,26	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	160	0,14	35	144,3	3608,4	0,25	0,2	25,3
100	160	0,36	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
100	160	0,19	70	144,3	3608,4	0,25	0,2	6,3
150	63	0,37	16	216,5	5412,6	0,25	0,2	272,9
150	63	0,29	16	216,5	5412,6	0,25	0,2	272,9
150	63	0,71	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	63	0,57	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	63	0,94	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	63	0,76	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	63	1,15	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	63	0,95	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	63	0,55	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	63	0,43	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	63	0,77	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	63	0,6	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	100	0,3	16	216,5	5412,6	0,25	0,2	272,9
150	100	0,21	16	216,5	5412,6	0,25	0,2	272,9
150	100	0,57	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	100	0,42	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	100	0,74	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	100	0,56	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	100	0,91	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	100	0,71	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	100	0,44	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	100	0,32	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	100	0,61	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	100	0,44	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2

Πίνακας 2.7 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ των στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
150	125	0,23	16	216,5	5412,6	0,25	0,2	272,9
150	125	0,15	16	216,5	5412,6	0,25	0,2	272,9
150	125	0,45	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	125	0,3	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	125	0,59	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	125	0,41	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	125	0,72	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	125	0,51	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	125	0,35	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	125	0,23	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	125	0,48	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	125	0,32	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	160	0,18	16	216,5	5412,6	0,25	0,2	272,9
150	160	0,1	16	216,5	5412,6	0,25	0,2	272,9
150	160	0,35	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	160	0,2	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	160	0,45	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	160	0,27	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	160	0,56	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	160	0,34	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	160	0,27	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	160	0,15	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	160	0,37	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	160	0,21	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	200	0,27	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	200	0,13	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	200	0,36	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	200	0,17	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9

Πίνακας 2.8 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
150	200	0,44	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	200	0,22	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	200	0,21	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	200	0,09	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	200	0,3	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	200	0,13	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	250	0,21	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	250	0,07	35	216,5	5412,6	0,25	0,2	57,1
150	250	0,28	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	250	0,09	50	216,5	5412,6	0,25	0,2	27,9
150	250	0,34	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	250	0,11	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	250	0,23	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
150	250	0,07	70	216,5	5412,6	0,25	0,2	14,2
200	63	0,37	16	288,6	7216,8	0,25	0,2	485,2
200	63	0,29	16	288,6	7216,8	0,25	0,2	485,2
200	63	0,71	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	63	0,57	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	63	0,94	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	63	0,76	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	63	1,15	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	63	0,95	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	63	0,55	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	63	0,43	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	63	0,77	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	63	0,6	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	100	0,3	16	288,6	7216,8	0,25	0,2	485,2
200	100	0,21	16	288,6	7216,8	0,25	0,2	485,2

Πίνακας 2.9 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
200	100	0,57	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	100	0,42	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	100	0,74	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	100	0,56	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	100	0,91	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	100	0,71	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	100	0,44	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	100	0,32	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	100	0,61	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	100	0,44	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	125	0,23	16	288,6	7216,8	0,25	0,2	485,2
200	125	0,15	16	288,6	7216,8	0,25	0,2	485,2
200	125	0,45	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	125	0,3	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	125	0,59	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	125	0,41	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	125	0,72	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	125	0,51	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	125	0,35	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	125	0,23	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	125	0,48	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	125	0,32	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	160	0,18	16	288,6	7216,8	0,25	0,2	485,2
200	160	0,1	16	288,6	7216,8	0,25	0,2	485,2
200	160	0,35	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	160	0,2	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	160	0,45	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	160	0,27	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6

Πίνακας 2.10 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
200	160	0,56	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	160	0,34	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	160	0,27	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	160	0,15	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	160	0,37	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	160	0,21	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	200	0,27	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	200	0,13	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	200	0,36	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	200	0,17	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	200	0,44	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	200	0,22	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	200	0,21	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	200	0,09	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	200	0,3	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	200	0,13	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	250	0,21	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	250	0,07	35	288,6	7216,8	0,25	0,2	101,4
200	250	0,28	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	250	0,09	50	288,6	7216,8	0,25	0,2	49,6
200	250	0,34	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	250	0,11	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	250	0,23	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
200	250	0,07	70	288,6	7216,8	0,25	0,2	25,3
250	80	0,37	16	360,8	9021,1	0,25	0,2	758,1
250	80	0,29	16	360,8	9021,1	0,25	0,2	758,1
250	80	0,72	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	80	0,58	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4

Πίνακας 2.11 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
250	80	0,96	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	80	0,77	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	80	1,17	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	80	0,97	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	80	0,56	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	80	0,44	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	80	0,78	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	80	0,61	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	100	0,3	16	360,8	9021,1	0,25	0,2	758,1
250	100	0,22	16	360,8	9021,1	0,25	0,2	758,1
250	100	0,58	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	100	0,48	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	100	0,76	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	100	0,58	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	100	0,94	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	100	0,73	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	100	0,45	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	100	0,33	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	100	0,62	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	100	0,46	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	125	0,24	16	360,8	9021,1	0,25	0,2	758,1
250	125	0,16	16	360,8	9021,1	0,25	0,2	758,1
250	125	0,46	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	125	0,31	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	125	0,6	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	125	0,42	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	125	0,74	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	125	0,54	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6

Πίνακας 2.12 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
250	125	0,36	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	125	0,24	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	125	0,5	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	125	0,33	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	160	0,18	16	360,8	9021,1	0,25	0,2	758,1
250	160	0,11	16	360,8	9021,1	0,25	0,2	758,1
250	160	0,36	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	160	0,21	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	160	0,47	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	160	0,28	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	160	0,58	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	160	0,36	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	160	0,28	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	160	0,16	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	160	0,4	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	160	0,22	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	200	0,28	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	200	0,14	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	200	0,37	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	200	0,18	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	200	0,46	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	200	0,24	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	200	0,22	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	200	0,1	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	200	0,31	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	200	0,14	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	250	0,23	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4
250	250	0,08	35	360,8	9021,1	0,25	0,2	158,4

Πίνακας 2.13 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
250	250	0,3	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	250	0,1	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	250	0,36	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	250	0,14	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	250	0,25	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	250	0,08	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	315	0,23	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	315	0,04	50	360,8	9021,1	0,25	0,2	77,6
250	315	0,28	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	315	0,05	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
250	400	0,22	70	360,8	9021,1	0,25	0,2	39,6
400	80	0,37	16	577,3	14433,7	0,25	0,2	1940,9
400	80	0,29	16	577,3	14433,7	0,25	0,2	1940,9
400	80	0,72	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	80	0,58	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	80	0,96	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	80	0,77	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	80	1,17	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	80	0,97	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	80	0,56	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	80	0,44	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	80	0,78	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	80	0,61	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	100	0,3	16	577,3	14433,7	0,25	0,2	1940,9
400	100	0,22	16	577,3	14433,7	0,25	0,2	1940,9
400	100	0,58	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	100	0,48	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	100	0,76	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7

Πίνακας 2.14 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
400	100	0,58	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	100	0,94	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	100	0,73	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	100	0,45	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	100	0,33	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	100	0,62	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	100	0,46	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	125	0,24	16	577,3	14433,7	0,25	0,2	1940,9
400	125	0,16	16	577,3	14433,7	0,25	0,2	1940,9
400	125	0,46	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	125	0,31	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	125	0,6	50	577,3	14443,7	0,25	0,2	198,7
400	125	0,42	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	125	0,74	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	125	0,54	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	125	0,36	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	125	0,24	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	125	0,5	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	125	0,33	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	160	0,18	16	577,3	14433,7	0,25	0,2	1940,9
400	160	0,11	16	577,3	14433,7	0,25	0,2	1940,9
400	160	0,36	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	160	0,21	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	160	0,47	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	160	0,28	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	160	0,58	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	160	0,36	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4

Πίνακας 2.15 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
400	160	0,28	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	160	0,16	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	160	0,4	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	160	0,22	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	200	0,28	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	200	0,14	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	200	0,37	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	200	0,18	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	200	0,46	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	200	0,24	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	200	0,22	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	200	0,1	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	200	0,31	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	200	0,14	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	250	0,23	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	250	0,08	35	577,3	14433,7	0,25	0,2	405,6
400	250	0,3	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	250	0,1	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	250	0,36	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	250	0,14	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	250	0,25	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	250	0,08	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	315	0,23	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	315	0,04	50	577,3	14433,7	0,25	0,2	198,7
400	315	0,28	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	315	0,05	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
400	400	0,22	70	577,3	14433,7	0,25	0,2	101,4
500	80	0,37	16	721,6	18042,2	0,25	0,2	3032,6

Πίνακας 2.16 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
500	80	0,29	16	721,6	18042,2	0,25	0,2	3032,6
500	80	0,72	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	80	0,58	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	80	0,96	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	80	0,77	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	80	1,17	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	80	0,97	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	80	0,56	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	80	0,44	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	80	0,78	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	80	0,61	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	100	0,3	16	721,6	18042,2	0,25	0,2	3032,6
500	100	0,22	16	721,6	18042,2	0,25	0,2	3032,6
500	100	0,58	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	100	0,48	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	100	0,76	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	100	0,58	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	100	0,94	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	100	0,73	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	100	0,45	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	100	0,33	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	100	0,62	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	100	0,46	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	125	0,24	16	721,6	18042,2	0,25	0,2	3032,6
500	125	0,16	16	721,6	18042,2	0,25	0,2	3032,6
500	125	0,46	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	125	0,31	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7

Πίνακας 2.17 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
500	125	0,6	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	125	0,42	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	125	0,74	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	125	0,54	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	125	0,36	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	125	0,24	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	125	0,5	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	125	0,33	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	160	0,18	16	721,6	18042,2	0,25	0,2	3032,6
500	160	0,11	16	721,6	18042,2	0,25	0,2	3032,6
500	160	0,36	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	160	0,21	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	160	0,47	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	160	0,28	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	160	0,58	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	160	0,36	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	160	0,28	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	160	0,16	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	160	0,4	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	160	0,22	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	200	0,28	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	200	0,14	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	200	0,37	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	200	0,18	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	200	0,46	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	200	0,24	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	200	0,22	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	200	0,1	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7

Πίνακας 2.18 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
500	200	0,31	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	200	0,14	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	250	0,23	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	250	0,08	35	721,6	18042,2	0,25	0,2	633,7
500	250	0,3	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	250	0,1	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	250	0,36	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	250	0,14	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	250	0,25	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	250	0,08	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	315	0,23	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	315	0,04	50	721,6	18042,2	0,25	0,2	310,5
500	315	0,28	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	315	0,05	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
500	400	0,22	70	721,6	18042,2	0,25	0,2	158,4
630	80	0,37	16	909,3	22733,2	0,25	0,2	4814,6
630	80	0,29	16	909,3	22733,2	0,25	0,2	4814,6
630	80	0,72	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	80	0,58	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	80	0,96	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	80	0,77	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	80	1,17	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	80	0,97	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	80	0,56	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	80	0,44	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	80	0,78	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	80	0,61	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	100	0,3	16	909,3	22733,2	0,25	0,2	4814,6

Πίνακας 2.19 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
630	100	0,22	16	909,3	22733,2	0,25	0,2	4814,6
630	100	0,58	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	100	0,48	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	100	0,76	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	100	0,58	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	100	0,94	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	100	0,73	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	100	0,45	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	100	0,33	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	100	0,62	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	100	0,46	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	125	0,24	16	909,3	22733,2	0,25	0,2	4814,6
630	125	0,16	16	909,3	22733,2	0,25	0,2	4814,6
630	125	0,46	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	125	0,31	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	125	0,6	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	125	0,42	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	125	0,74	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	125	0,54	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	125	0,36	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	125	0,24	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	125	0,5	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	125	0,33	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	160	0,18	16	909,3	22733,2	0,25	0,2	4814,6
630	160	0,11	16	909,3	22733,2	0,25	0,2	4814,6
630	160	0,36	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	160	0,21	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1

Πίνακας 2.20 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
630	160	0,47	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	160	0,28	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	160	0,58	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	160	0,36	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	160	0,28	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	160	0,16	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	160	0,4	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	160	0,22	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	200	0,28	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	200	0,14	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	200	0,37	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	200	0,18	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	200	0,46	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	200	0,24	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	200	0,22	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	200	0,1	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	200	0,31	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	200	0,14	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	250	0,23	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	250	0,08	35	909,3	22733,2	0,25	0,2	1006,1
630	250	0,3	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	250	0,1	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	250	0,36	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	250	0,14	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	250	0,25	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	250	0,08	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	315	0,23	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1
630	315	0,04	50	909,3	22733,2	0,25	0,2	493,1

Πίνακας 2.21 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
630	315	0,28	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	315	0,05	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
630	400	0,22	70	909,3	22733,2	0,25	0,2	251,5
750	80	0,37	16	1082,5	27063,3	0,25	0,2	6823,5
750	80	0,29	16	1082,5	27063,3	0,25	0,2	6823,5
750	80	0,72	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	80	0,58	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	80	0,96	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	80	0,77	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	80	1,17	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	80	0,97	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	80	0,56	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	80	0,44	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	80	0,78	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	80	0,61	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	100	0,3	16	1082,5	27063,3	0,25	0,2	6823,5
750	100	0,22	16	1082,5	27063,3	0,25	0,2	6823,5
750	100	0,58	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	100	0,48	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	100	0,76	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	100	0,58	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	100	0,94	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	100	0,73	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	100	0,45	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	100	0,33	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	100	0,62	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	100	0,46	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5

Πίνακας 2.22 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
750	125	0,24	16	1082,5	27063,3	0,25	0,2	6823,5
750	125	0,16	16	1082,5	27063,3	0,25	0,2	6823,5
750	125	0,46	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	125	0,31	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	125	0,6	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	125	0,42	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	125	0,74	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	125	0,54	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	125	0,36	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	125	0,24	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	125	0,5	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	125	0,33	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	160	0,18	16	1082,5	27063,3	0,25	0,2	6823,5
750	160	0,11	16	1082,5	27063,3	0,25	0,2	6823,5
750	160	0,36	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	160	0,21	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	160	0,47	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	160	0,28	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	160	0,58	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	160	0,36	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	160	0,28	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	160	0,16	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	160	0,4	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	160	0,22	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	200	0,28	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	200	0,14	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	200	0,37	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7

Πίνακας 2.23 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
750	200	0,18	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	200	0,46	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	200	0,24	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	200	0,22	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	200	0,1	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	200	0,31	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	200	0,14	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	250	0,23	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	250	0,08	35	1082,5	27063,3	0,25	0,2	1425,9
750	250	0,3	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	250	0,1	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	250	0,36	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	250	0,14	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	250	0,25	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	250	0,08	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	315	0,23	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	315	0,04	50	1082,5	27063,3	0,25	0,2	698,7
750	315	0,28	70	1082,5	27063,3	0,25	0,2	356,5
750	315	0,05	70	1082,5	8798,67	0,25	0,2	356,5
750	400	0,22	70	1082,5	2635,99	0,25	0,2	356,5
1000	80	0,37	16	1443,3	36084,4	0,25	0,2	12130,7
1000	80	0,29	16	1443,3	36084,4	0,25	0,2	12130,7
1000	80	0,72	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	80	0,58	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	80	0,96	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	80	0,77	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	80	1,17	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	80	0,97	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7

Πίνακας 2.24 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
1000	80	0,56	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	80	0,44	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	80	0,78	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	80	0,61	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	100	0,3	16	1443,3	36084,4	0,25	0,2	12130,7
1000	100	0,22	16	1443,3	36084,4	0,25	0,2	12130,7
1000	100	0,58	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	100	0,48	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	100	0,76	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	100	0,58	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	100	0,94	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	100	0,73	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	100	0,45	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	100	0,33	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	100	0,62	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	100	0,46	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	125	0,24	16	1443,3	36084,4	0,25	0,2	12130,7
1000	125	0,16	16	1443,3	36084,4	0,25	0,2	12130,7
1000	125	0,46	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	125	0,31	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	125	0,6	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	125	0,42	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	125	0,74	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	125	0,54	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	125	0,36	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	125	0,24	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	125	0,5	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	125	0,33	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7

Πίνακας 2.25 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
1000	160	0,18	16	1443,3	36084,4	0,25	0,2	12130,7
1000	160	0,11	16	1443,3	36084,4	0,25	0,2	12130,7
1000	160	0,36	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	160	0,21	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	160	0,47	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	160	0,28	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	160	0,58	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	160	0,36	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	160	0,28	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	160	0,16	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	160	0,4	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	160	0,22	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	200	0,28	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	200	0,14	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	200	0,37	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	200	0,18	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	200	0,46	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	200	0,24	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	200	0,22	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	200	0,1	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	200	0,31	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	200	0,14	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	250	0,23	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	250	0,08	35	1443,3	36084,4	0,25	0,2	2535,1
1000	250	0,3	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	250	0,1	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	250	0,36	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7

Πίνακας 2.26 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

P	$I_{ασφ}$	L	A	I_N	I_{SW}	t	T	$\Delta\theta_{max}$
(kVA)	(A)	(km)	(mm ²)	(A)	(A)	(sec)		(° C)
1000	250	0,14	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	250	0,25	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	250	0,08	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	315	0,23	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	315	0,04	50	1443,3	36084,4	0,25	0,2	1242,1
1000	315	0,28	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	315	0,05	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7
1000	400	0,22	70	1443,3	36084,4	0,25	0,2	633,7

Πίνακας 2.27 : Προσδιορισμός της μέγιστης θερμικής καταπόνησης $\Delta\theta_{max}$ στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης κατά το βραχυκύκλωμα

2.2 Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα επί των αποτελεσμάτων της ενότητας 2.1

Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία τήξης του χαλκού εντοπίζεται στους **1080 °C**. Όλοι οι παραπάνω υπολογισμοί έχουν γίνει για ισοδύναμες διατομές χαλκού. Ως θερμοκρασία περιβάλλοντος θεωρείται αυτή των **40 °C**, η οποία αποτελεί μία από τις δυσμενέστερες περιπτώσεις. Συνεπώς η μέγιστη επιτρεπτή θερμική καταπόνηση ισούται με $1080\text{ °C} - 40\text{ °C} = 1040\text{ °C}$. Με βάση τους πίνακες 2.2 έως 2.27, παρατηρείται ότι κατά το βραχυκύκλωμα η θερμική καταπόνηση $\Delta\theta$ που αναπτύσσεται σε κάποιες περιπτώσεις ξεπερνά τη μέγιστη αυτή επιτρεπόμενη τιμή. Το γεγονός αυτό δεν πρέπει να δημιουργεί ιδιαίτερη ανησυχία, καθώς οι τιμές αυτές αναπτύσσονται στην περίπτωση κατά την οποία το βραχυκύκλωμα συμβαίνει στην αρχή της γραμμής, δηλαδή στους ακροδέκτες του μετασχηματιστή στην πλευρά της Χαμηλής Τάσης. Η τιμή της θερμικής καταπόνησης μειώνεται καθώς μεγαλώνει η απόσταση μεταξύ των ακροδεκτών του μετασχηματιστή και του σημείου εκδήλωσης του βραχυκυκλώματος. Σε αυτή την περίπτωση η καταπόνηση μπορεί να υπολογιστεί με άλλες μεθόδους.

Ωστόσο η εκδήλωση βραχυκυκλώματος στους ακροδέκτες του μετασχηματιστή, όπως προαναφέρθηκε μπορεί να τήξει το μέταλλο του αγωγού, λόγω της ανάπτυξης υψηλής θερμοκρασίας. Σε αυτή την περίπτωση είναι πολύ πιθανό η πτώση του αγωγού στο έδαφος να οδηγήσει στην εκδήλωση φωτιάς. Για την αποφυγή ενός τέτοιου ενδεχόμενου, κρίνεται απαραίτητος ο καθαρισμός, κατά τη θερινή περίοδο, του χώρου γύρω από το μετασχηματιστή. Αποτελεσματικότερη φαίνεται να είναι η χρήση τσιμέντου στον περιβάλλοντα χώρο του μετασχηματιστή, σε ακτίνα περίπου 2 μέτρων γύρω από το στύλο.

Βιβλιογραφία

- 1)**Π. Δ. Μπούρκας** :«Εφαρμογές Κτιριακών και Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων» - Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. (Αθήνα 1998)
- 2)**Π. Δ. Μπούρκας** :«Ασκήσεις Κτιριακών – Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων» - Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. (Αθήνα 2008)
- 3)**Π. Ντοκόπουλος** :«Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής Τάσης» (Θεσσαλονίκη 1992)
- 4)**Δ. Λαμπρίδης, Π. Ντοκόπουλος, Γ. Παπαγιάννης** : «Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας – Τόμος Α» (Θεσσαλονίκη 2006)
- 5)**Α.Β. Κατσούλου** :«Έλεγχος Συνθήκης Ουδετέρωσης σε Δίκτυα Διανομής Χαμηλής Τάσης» - Διπλωματική Εργασία με επιβλέπων τον Καθηγητή Π. Δ. Μπούρκα (Αθήνα 2006)