



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ

Εκτίμηση των συνεπειών λόγω διφασικού σφάλματος δύο αγωγών ACSR 95mm² του Εναερίου Δικτύου Διανομής Μέσης Τάσης (ΜΤ) της Δ.Ε.Η. ηλεκτροδοτούμενο από κέντρο διανομής 15, 25 ή 50MVA

Μηνάς Γ. Λαγωνικός

A.M.: 03104098

Επιβλέπων: Περικλής Δ. Μπούρκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2009

*στονς γονείς μου
Γεώργιο και Αργυρώ
(Πολιτικό και Μηχανολόγο Μηχανικό
του Ε.Μ.Π. αντίστοιχα)*



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ

Εκτίμηση των συνεπειών λόγω διφασικού σφάλματος δύο αγωγών ACSR 95mm² (Aluminum Conductor Steel Reinforced, ισοδύναμης διατομής χαλκού ACSR 95mm²) του Εναερίου Δικτύου Διανομής Μέσης Τάσης (ΜΤ) της Δ.Ε.Η. ηλεκτροδοτούμενο από κέντρο διανομής 15, 25 ή 50MVA

Μηνάς Γ. Λαγωνικός

A.Μ.: 03104098

Επιβλέπων: Περικλής Δ. Μπούρκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τηνη Νοεμβρίου 2009

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

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

.....
Κωνσταντίνος Γ. Καραγιαννόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2009

.....

Μηνάς Γ. Λαγωνικός

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

Copyright © Μηνάς Γ. Λαγωνικός, 2009
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.

Συνοπτικά

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά στη μελέτη διφασικού σφάλματος δύο αγωγών στο Εναέριο Δίκτυο Διανομής Μέσης τάσης της ΔΕΗ. Μελετάται η θερμική καταπόνηση των αγωγών σε περίπτωση διφασικού βραχυκυκλώματος στον αέρα και σε περίπτωση αποκοπής των αγωγών και πτώσης τους στο έδαφος. Επίσης εξετάζεται η περίπτωση επαναληπτικής διακοπής (από διακόπτη αυτόματης επαναφοράς ΔΑΕ) και η επίδραση αυτής στην αύξηση της θερμοκρασίας του αγωγού. Εξετάζεται ως παράδειγμα μια γραμμή μέσης τάσης μήκους 100 km από αγωγούς αλουμινίου με χαλύβδινο πυρήνα (ACSR) ισοδύναμης διατομής χαλκού 95 mm².

Στην περίπτωση διφασικού βραχυκυκλώματος στον αέρα εξετάζεται η δυνατότητα πρόκλησης πυρκαγιάς λόγω πρόσπτωσης στο έδαφος τηγμάτων μετάλλου, ενώ στην περίπτωση αποκοπής των αγωγών και πτώσης τους στο έδαφος εξετάζεται η δυνατότητα πρόκλησης πυρκαγιάς λόγω επαφής των αγωγών με κάποια σχετικά εύφλεκτη ουσία στο έδαφος. Επιπλέον, για τη δεύτερη περίπτωση εξετάζεται υπό ποιες συνθήκες δε θα ενεργοποιηθούν οι προστασίες της γραμμής και θα υπάρξει ρεύμα διαρροής στους δύο αγωγούς και προτείνονται κάποιες λύσεις.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι πυρκαγιά μπορεί να προκληθεί μόνο αν υπάρχει κάποιο κατάλληλο πυροθερμικό φορτίο στο έδαφος και σε καμία περίπτωση λόγω πρόσπτωσης τηγμάτων αλουμινίου. Τέλος, υπάρχουν περιπτώσεις που οι προστασίες της γραμμής δε λειτουργούν οπότε συντρέχει κίνδυνος και πρέπει να ληφθούν κατάλληλα μέτρα.

Τα αποτελέσματα και συμπεράσματα της εργασίας αυτής μπορούν να αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο για τους εγκαταστάτες μηχανικούς και εμπειρογνώμονες, καθώς μπορούν να βασιστούν σε αυτά για την εξαγωγή συμπερασμάτων στα πεδία που τους απασχολούν.

Λέξεις κλειδιά:

βραχυκύλωμα, πτώση αγωγού στο έδαφος, θερμική καταπόνηση, εναέριο δίκτυο διανομής, μέση τάση, γυμνοί αγωγοί ACSR, διακόπτης αυτόματης επαναφοράς, τήγματα αλουμινίου, πρόκληση πυρκαγιάς, ρεύμα διαρροής.

Abstract

The subject of the present diploma thesis is the study of two-phase fault on the medium-voltage overhead distribution network of electric power. The thermal stress of the distribution network bare conductors is examined in case of two-phase fault in the air and on the ground. In addition, the presence of a reclosing circuit breaker or a recloser is investigated along with its impact on the thermal stress of the conductors. The study of a medium-voltage distribution line up to 100 kilometres of ACSR 95mm² (Aluminum Conductor Steel Reinforced with equivalent cross section of copper conductor of 95mm²) is taken as an example.

The possibility of fire breakout because of molten aluminum particles is investigated in the case of two-phase short circuit in the air, as well as the possibility of fire breakout due to conductor-material on the ground contact, in the case that the conductors are cut and fall on the ground. Moreover, in the second case, the circumstances under which the protection of the line fails are examined and as a result leakage current is generated through the two conductors. Some solutions to this problem are discussed.

The results and conclusions of this project may seem especially useful for installation engineers and experts, as regards the area of application.

Keywords:

short-circuit, fall of conductor on the ground, thermal stress, overhead distribution network, medium-voltage, bare conductors ACSR, recloser, molten aluminum particles, fire breakout, leakage current.

Ευχαριστίες

Με όλη μου τη θέρμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αξιότιμο καθηγητή κ. Περικλή Δ. Μπούρκα για το άριστο κλίμα συνεργασίας και τις πολύτιμες συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια συγγραφής της διπλωματικής αυτής εργασίας καθώς και την επαγγελματική έμπνευση που μου προσέφερε ως καθηγητής αλλά κυρίως ως μηχανικός, καθώς αποτελεί έναν από τους ελάχιστους καθηγητές του Πολυτεχνείου που έχει τόσο μεγάλη εμπειρία στο πραγματικό χώρο ενός μηχανικού.

Ένα μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στην οικογένειά μου για την αγάπη και την υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

*Μηνάς Γ. Λαγωνικός
Αθήνα, Νοέμβριος 2009*

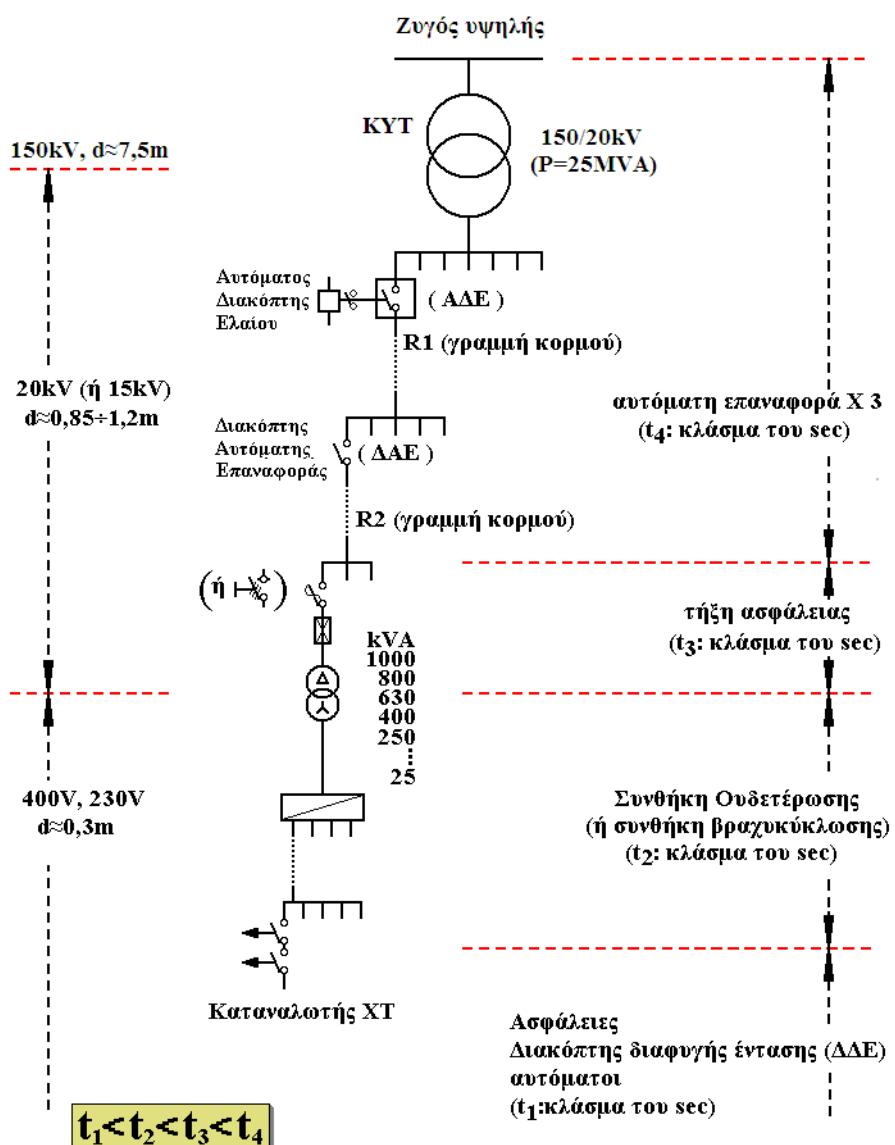
Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
2.	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	20
3.	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΤΟΥ ΕΝΑΕΡΙΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	20
	3.1. Γενικά περί αγωγών δικτύου διανομής ΜΤ	20
	3.2. Η ωμική και επαγωγική αντίσταση της εναέριας γραμμής ΜΤ	22
	3.3 Επιδερμικό φαινόμενο	25
4.	ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ ή ΤΟ ΔΙΦΑΣΙΚΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ.....	26
	4.1. Εισαγωγικές παρατηρήσεις – Βασικοί ορισμοί	26
	4.2. Υπολογισμός του ρεύματος βραχυκύκλωσης σε εναέρια δίκτυα διανομής μέσης τάσης 15kV και 20kV από τις αντιστάσεις	28
	4.2.1. Υπολογισμός της ολικής σύνθετης αντίστασης κατά το βραχυκύκλωμα	28
	Οι αντιστάσεις του μετασχηματιστή υψηλής τάσης προς μέση τάση	28
	Η ωμική και η επαγωγική αντίσταση της εναέριας γραμμής ΜΤ	29
	4.2.2. Υπολογισμός του εναλλασσόμενου ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_{sw}) στην περίπτωση διφασικού σφάλματος στον αέρα (ή άμεση επαφή των αγωγών στο έδαφος)	30
	4.2.3. Υπολογισμός του εναλλασσόμενου ρεύματος (I) στην περίπτωση αποκοπής των αγωγών και πτώσης τους στο έδαφος	31
	4.3. Προσδιορισμός της θερμικής καταπόνησης σε γυμνούς αγωγούς του δικτύου διανομής κατά το βραχυκύκλωμα	32
	4.3.1. Επίδραση των διακοπών των Διακοπτών Αυτόματης Επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση των αγωγών	35
	4.4. Υπολογισμός θερμοκρασίας σε αγωγούς κατά το βραχυκύκλωμα σύμφωνα με το σχετικό ευρωπαϊκό πρότυπο	36
5.	ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ.....	39
	5.1. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα ή με άμεση επαφή των αγωγών στο έδαφος	39
	5.1.1. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm ² , S _N =15MVA, ΜΣ 150kV/15kV	41
	5.1.2. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm ² , S _N =15MVA, ΜΣ 150kV/20kV	54
	5.1.3. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm ² , S _N =25MVA, ΜΣ 150kV/15kV	67
	5.1.4. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm ² , S _N =25MVA, ΜΣ 150kV/20kV	80
	5.1.5. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm ² , S _N =50MVA, ΜΣ 150kV/15kV	93
	5.1.6. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm ² , S _N =50MVA, ΜΣ 150kV/20kV	106
	5.2. Ροή ρεύματος στο έδαφος μέσω της αντίστασης R _d του εδάφους κατά την αποκοπή αγωγών και πτώση τους στο έδαφος	119
	5.2.1. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R _d του εδάφους κατά την αποκοπή	

δύο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm ² , S _N =15MVA, ΜΣ 150kV/15kV	120
5.2.1.1. Πίνακες	120
5.2.1.2. Διαγράμματα	127
5.2.2. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R _δ του εδάφους κατά την αποκοπή δύο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm ² , S _N =15MVA, ΜΣ 150kV/20kV	131
5.2.2.1. Πίνακες	131
5.2.2.2. Διαγράμματα	138
5.2.3. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R _δ του εδάφους κατά την αποκοπή δύο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm ² , S _N =25MVA, ΜΣ 150kV/15kV	142
5.2.3.1. Πίνακες	142
5.2.3.2. Διαγράμματα	149
5.2.4. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R _δ του εδάφους κατά την αποκοπή δύο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm ² , S _N =25MVA, ΜΣ 150kV/20kV	153
5.2.4.1. Πίνακες	153
5.2.4.2. Διαγράμματα	160
5.2.5. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R _δ του εδάφους κατά την αποκοπή δύο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm ² , S _N =50MVA, ΜΣ 150kV/15kV	164
5.2.5.1. Πίνακες	164
5.2.5.2. Διαγράμματα	171
5.2.6. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R _δ του εδάφους κατά την αποκοπή δύο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm ² , S _N =50MVA, ΜΣ 150kV/20kV	175
5.2.6.1. Πίνακες	175
5.2.6.2. Διαγράμματα	182
6. ΣΧΟΛΙΑ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	186
7. Παρουσίαση των τεχνικών προστασίας γραμμών μεταφοράς με ηλεκτρονόμους και προτάσεις επίλυσης του προβλήματος του ρεύματος διαρροής	188
7.1. Τεχνικές και εξοπλισμός προστασίας γραμμών μεταφοράς με ηλεκτρονόμους	188
7.2. Προτάσεις επίλυσης του προβλήματος του ρεύματος διαρροής	191
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	195

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

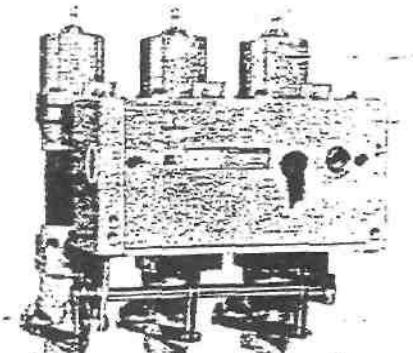
Τα εναέρια δίκτυα μέσης τάσης (ΜΤ) του συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούνται από μεγάλο πλήθος στοιχείων και έχουν κατά κανόνα δενδροειδή μορφή. Στο Σχήμα 1-1 δίνεται απλοποιημένα ένα παράδειγμα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με αυτό, από το μετασχηματιστή υψηλής τάσης (150 kV/20 kV, 25 MVA) του Κέντρου Υψηλής Τάσης (KYT) αναχωρούν μέσω αυτόματων διακοπτών ελαίου (ΑΔΕ –βλ. Σχήμα 1-2) διάφορες γραμμές μέσης τάσης (20 kV), που η καθεμία αφορά τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας σε μία ευρύτερη περιοχή. Οι γραμμές αυτές ονομάζονται «γραμμές κορμού» και κατασκευάζονται με αγωγούς μεγάλης διατομής, συνήθως 95mm^2 ισοδύναμου χαλκού, ενώ συμβολίζονται στα σχέδια με το γράμμα R και ένα αριθμό (π.χ. R 23) [2, 6, 8, 10, 13, 14]. Καθεμία από τις παραπάνω γραμμές διακλαδίζεται σε ορισμένες γραμμές, που αφήνουν την ηλεκτροδότηση



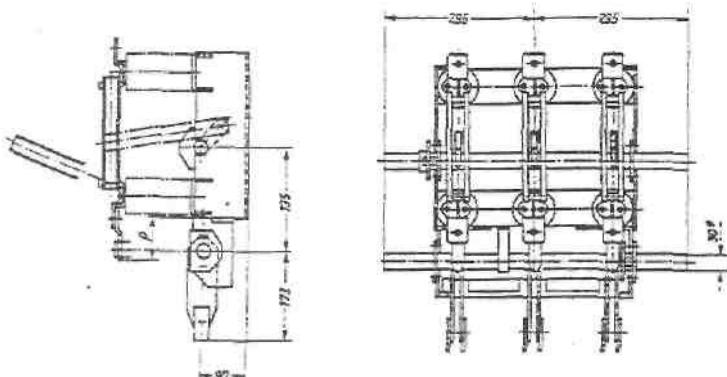
Σχήμα 1-1 Απλοποιημένο παράδειγμα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας

(τμημάτων της ευρύτερης περιοχής) μέσω διακοπών αυτόματης επαναφοράς (ΔΑΕ), οι οποίες ονομάζονται επίσης γραμμές κορμού [2, 10, 13, 14].

Δεδομένου ότι τα δίκτυα διανομής λειτουργούν ακτινικά η προστασία τους είναι δυνατή με απλές διατάξεις διαβαθμισμένες κατάλληλα. Κατά μήκος του δικτύου διανομής μέσης τάσης εγκαθίστανται μέσα ζεύξεως όπως αποζεύκτες (Σχήμα 1-3) και διακόπτες φορτίου και μέσα προστασίας όπως διακόπτες ισχύος (ΑΔΕ), διακόπτες απομονώσεως (sectionalizers) και ασφάλειες. Τα μέσα ζεύξεως χρησιμοποιούνται για την διασύνδεση ή απομόνωση των τμημάτων του δικτύου (π.χ. σε περιπτώσεις πυρκαγιών, εργασιών συντήρησης και αποκατάστασης βλαβών). Τα μέσα προστασίας χρησιμοποιούνται για την αυτόματη απομόνωση τμημάτων του δικτύου σε περίπτωση σφάλματος. Λόγω του ότι τα εναέρια δίκτυα μέσης τάσης είναι εκτεθειμένα, η συχνότητα εμφάνισης σφαλμάτων είναι αυξημένη. Αξιοσημείωτο είναι ότι σε ποσοστό που υπερβαίνει το 80% του συνόλου, τα σφάλματα είναι παροδικά [8, 13].



Σχήμα 1-2 Αυτόματος διακόπτης ελαίου



Σχήμα 1-3 Τριπολικός αποζεύκτης μέσης τάσης με γείωση

Όταν συμβεί ένα σφάλμα σε μία γραμμή κορμού (π.χ. βραχυκύκλωμα λόγω πτώσης ενός κλαδιού στη γραμμή), τότε ο διακόπτης προστασίας (ΑΔΕ ή ο ΔΑΕ) θα διακόψει αυτομάτως την ηλεκτροδότηση της συγκεκριμένης γραμμής και θα τεθεί αμέσως αυτομάτως στη θέση εντός για να ηλεκτροδοτηθεί η γραμμή και αν υπάρχει ακόμα το σφάλμα θα γίνει και πάλι αυτόματη διακοπή και ακολούθως αυτόματη εκ νέου ηλεκτροδότηση. Αν και κατά την δεύτερη αυτή αυτόματη προσπάθεια του διακόπτη συνεχίζει να υπάρχει το σφάλμα, θα γίνει και μία τρίτη αυτόματη "διακοπή - εκ νέου ηλεκτροδότηση" και μόνο αν εξακολουθεί να υπάρχει το σφάλμα θα συμβεί πλέον οριστική διακοπή ρεύματος της εν λόγω γραμμής κορμού. Είναι προφανές ότι η προαναφερθείσα σε "τρεις κύκλους λειτουργία" των ΑΔΕ και των ΔΑΕ αποσκοπεί, σε περιπτώσεις εμφάνισης παροδικών σφαλμάτων, τόσο στην προσπάθεια για απρόσκοπη

ηλεκτροδότηση μίας μεγάλης περιοχής, όσο και στην αποφυγή άσκοπων μετακινήσεων συνεργείων. Σημειώνεται ότι η διακοπή της ηλεκτροδότησης σε κάθε κύκλο λειτουργίας των ΑΔΕ και των ΔΑΕ συμβαίνει πάντοτε σε κλάσμα του δευτερολέπτου (σχεδόν ακαριαία διακοπή, π.χ. 0,15 sec, 0,35 sec, κ.λ.π.), που στην πράξη σημαίνει πως δεν υπάρχει αρκετός διαθέσιμος χρόνος για την εκδήλωση αξιόλογων θερμικών φαινομένων (δεν προκαλείται υπερθέρμανση της γραμμής πάνω από τα ανεκτά όρια [1, 2, 3, 11, 12], πολύ δε περισσότερο δεν δημιουργούνται τήγματα μετάλλου από τους αγωγούς).

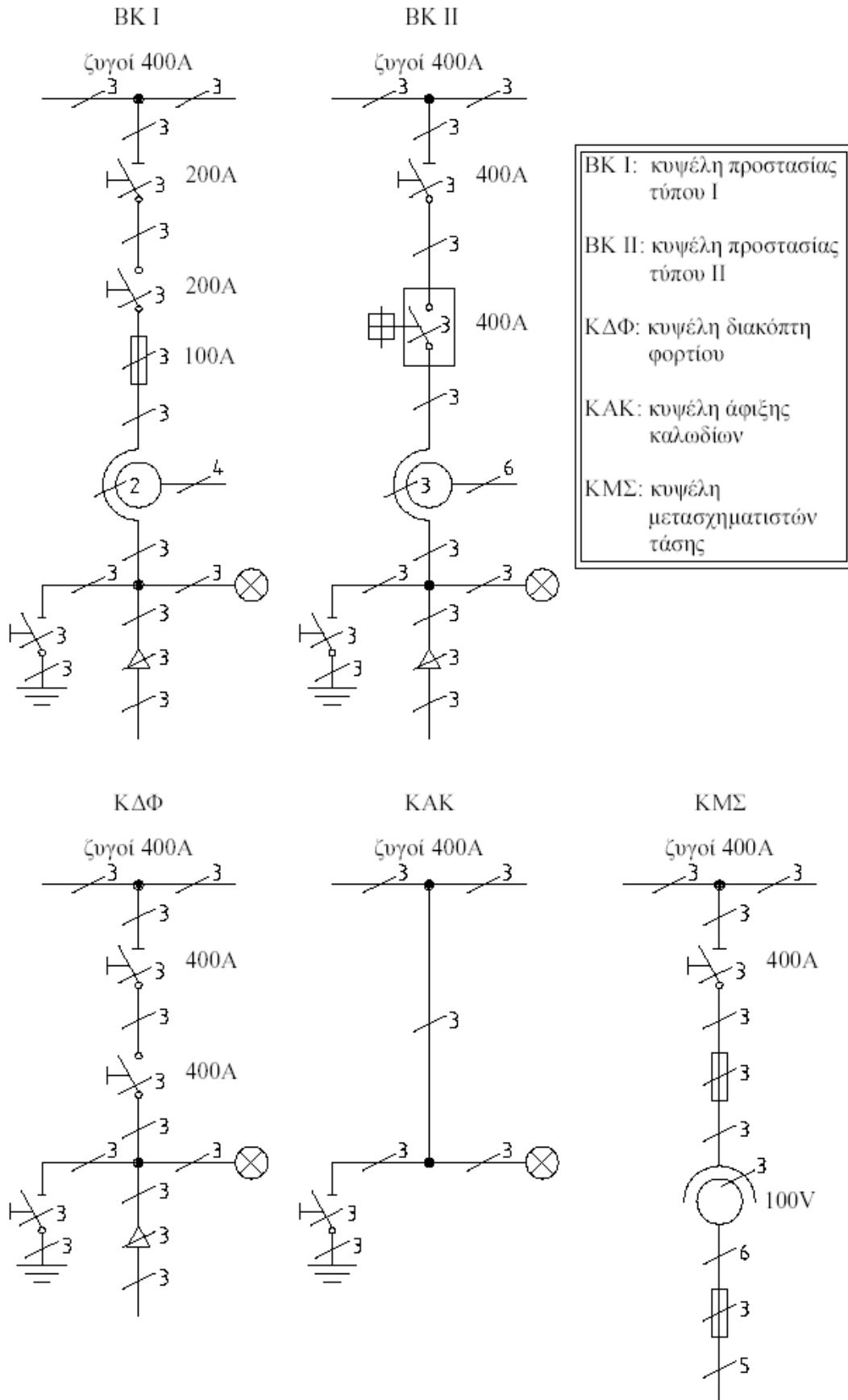
Όπως φαίνεται στο *Σχήμα 1-1*, οι γραμμές κορμού μέσω των ΔΑΕ διακλαδίζονται με την σειρά τους σε διάφορες γραμμές που καταλήγουν σε υποσταθμούς υποβιβασμού της μέσης τάσης σε χαμηλή τάση (20 kV/400V, 230 V). Οι υποσταθμοί αυτοί διακρίνονται σε υπαίθριους επί στύλων ισχύος μέχρι 400 kVA και σε εσωτερικού χώρου (συνήθως σε υπόγεια πολυκατοικιών) μεγαλύτερης ισχύος από 400 kVA. Στους υπαίθριους υποσταθμούς η γραμμή μέσης τάσης ηλεκτροδοτεί τον μετασχηματιστή μέσω μονοπολικών ασφαλειοαποζευκτών ή τριπολικών αποζευκτών (βλ. *Σχήμα 1-1*), ενώ στους υποσταθμούς εσωτερικού χώρου η ηλεκτροδότηση του μετασχηματιστή γίνεται μέσω συγκροτήματος πινάκων. Σημειώνεται ότι για λόγους διασύνδεσης ή απομόνωσης γραμμών (σε περιπτώσεις π.χ. πυρκαγιών, εργασιών συντήρησης και εργασιών αποκατάστασης βλαβών) υπάρχουν στις γραμμές μέσης τάσης μονοπολικοί ασφαλειοαποζεύκτες και τριπολικοί αποζεύκτες μη εντασσόμενοι σε υπαίθριους υποσταθμούς.

Στο *Σχήμα 1-4* δίνονται τα μονογραμμικά σχέδια των πινάκων (ή κυψελών) του δικτύου της Δ.Ε.Η.. Εκτός από τους πίνακες αυτούς υπάρχει και ένας πίνακας για τη μέτρηση και τη καταγραφή της ισχύος. Στους πίνακες αυτούς συναντώνται τα βασικά είδη διακοπών καθώς και τους συνδυασμούς τους, που προαναφέρθηκαν. Οι πίνακες του *Σχήματος 1-4* και ο πίνακας για τη μέτρηση και καταγραφή της ισχύος (πίνακας KM) συναρμολογούνται (σε χώρο που διατίθεται από τον καταναλωτή) σε ένα συγκρότημα πινάκων, το οποίο εξαρτάται από τις ανάγκες του δικτύου της Δ.Ε.Η.. Από το συγκρότημα αυτό τροφοδοτείται ο καταναλωτής, μέσω ενός πίνακα BK I ή BK II. Στον *Πίνακα 1-1* δίνονται τα τέσσερα τυποποιημένα είδη συγκροτημάτων μέσης τάσης [1, 3].

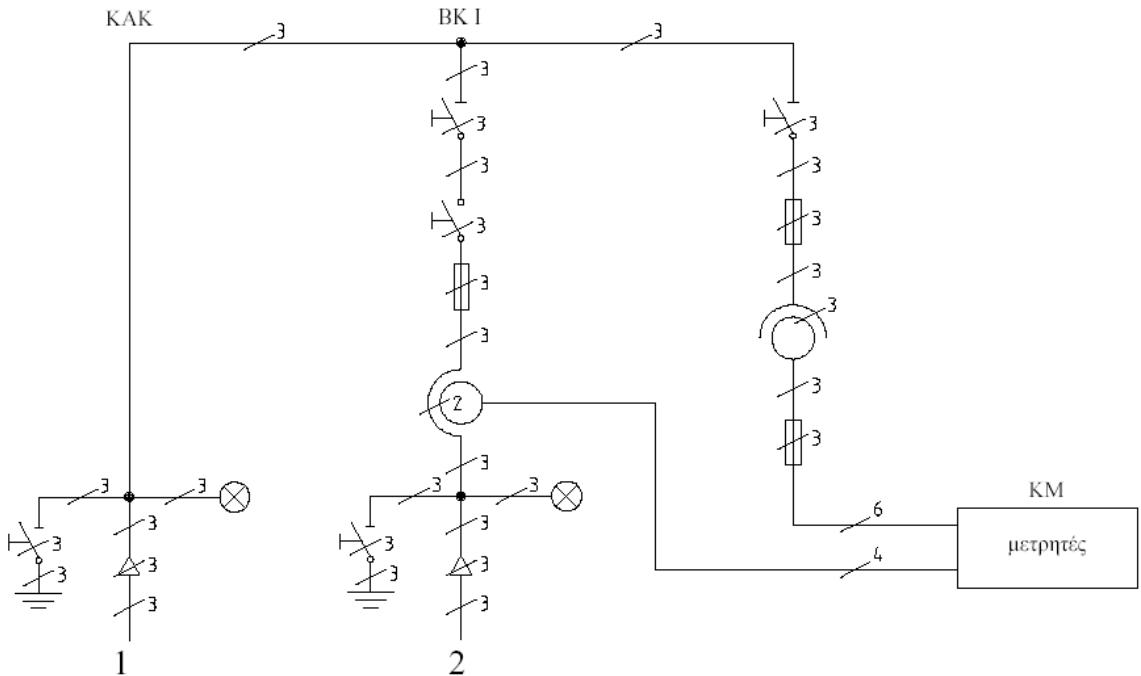
A/A	Σύστημα τροφοδοσίας	Περιλαμβάνει
1	Βροχοειδές σύστημα I	2 ΚΔΦ + 1 BK I + 1 KMΣ + 1 KM
2	Βροχοειδές σύστημα II	2 ΚΔΦ + 1 BK II + 1 KMΣ + 1 KM
3	Ακτινικό σύστημα I	1 KAK + 1 BK I + 1 KMΣ + 1 KM
4	Ακτινικό σύστημα II	1 KAK + 1 BK II + 1 KMΣ + 1 KM

Πίνακας 1-1 Συστήματα τροφοδοσίας, μέσω συγκροτημάτων πινάκων, από το δίκτυο μέσης τάσης

Στο *Σχήμα 1-5* δίνεται ένα παράδειγμα συστήματος τροφοδοσίας. Πρόκειται για το μονογραμμικό σχέδιο του ακτινικού συστήματος I, από τον πίνακα BK I που τροφοδοτείται ο καταναλωτής μέσης τάσης.



Σχήμα 1-4 Πίνακες (κυψέλες) της Δ.Ε.Η. στη μέση τάση



Σχήμα 1-5 Ακτινικό σύστημα τροφοδοσίας
1: από το δίκτυο. 2: προς τον καταναλωτή

Η παροχή χαμηλής τάσης (400 V, 230 V) σε πελάτες χαμηλής τάσης γίνεται μέσω γραμμών χαμηλής τάσης (από γυμνούς αγωγούς ή συνεστραμμένα καλώδια) που ξεκινούν από τον πίνακα χαμηλής τάσης (ασφαλειοκιβώτιο) του υποσταθμού. Τα συντεταγμένα καλώδια αποτελούν την σύγχρονη εξέλιξη των γραμμών διανομής χαμηλής. Με σκοπό την ενημέρωση για τις παροχές χαμηλής τάσης της Δ.Ε.Η. εξετάζονται παρακάτω ως παράδειγμα δύο γενικά μηχανολογικά σχέδια ενός πίνακα χαμηλής τάσης του δίκτυου της (Σχήματα 1-6 και 1-7), που αφορούν ένα πίνακα 6 διευθύνσεων (ή 5 αναχωρήσεων), ο οποίος αποτελείται από μία τριφασική είσοδο μέσω μονοπολικών αποζευκτών και πέντε τριφασικές αναχωρήσεις. Ο παραπάνω πίνακας είναι εξωτερικού χώρου. Από τις αναχωρήσεις του ξεκινούν οι γραμμές ρευματοδότησης προς τις κατοικίες και τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης (τριφασικές παροχές 380V/50Hz και μονοφασικές παροχές 220V/50Hz) [1, 3]. Σημειώνεται ότι στον ουδέτερο δεν τοποθετείται ασφάλεια, αλλά η ασφαλειοθήκη γεφυρώνεται. Η ύπαρξη της ασφαλειοθήκης στον ουδέτερο είναι Αγγλική τεχνική που στην Ευρωπαϊκή Ένωση εφαρμόζεται μόνο στην Αγγλία και στην Κύπρο.

Ένα απλοποιημένο πολυγραμμικό σχέδιο του πίνακα πέντε αναχωρήσεων (ή 6 διευθύνσεων), που διευκολύνει στη κατανόηση της λειτουργίας του, δίνεται στο Σχήμα 1-8. Όπως φαίνεται από το σχήμα αυτό (αλλά και από το Σχήμα 1-6) η τροφοδοσία του πίνακα από τον μετασχηματιστή μέσης τάσης γίνεται μέσω τεσσάρων μονοπολικών αποζευκτών (ένας σε κάθε φάση και ένας στον ουδέτερο). Οι τριφασικές αναχωρήσεις του πίνακα είναι κατακόρυφες διακλαδώσεις πέντε οριζόντιων ζυγών (R, S, T, 0 και MP) [1, 3].

Η τροφοδοσία του πίνακα και μια αναχώρηση φαίνονται αναλυτικά στις τομές A-A και B-B αντίστοιχα. Στην τομή A-A παρατηρεί κανείς κυρίως: τον μονοπολικό αποζευκτή της φάσης R και το ζυγό (μπάρα) εισόδου προς αυτόν, τους ζυγούς (μπάρες) και το ακροκιβώτιο της

πρώτης αναχώρησης, δύο μονωτικά διαχωριστικά (1 και 2) και έναν πίνακα φωτισμού-μετρήσεων. Τα ονομαστικά στοιχεία του αποζεύκτη είναι 800A/500V. Στην τομή Β-Β φαίνονται κυρίως τα στοιχεία της πρώτης αναχώρησης: οι τέσσερις ασφαλειοθήκες, οι ζυγοί των τριών φάσεων και του ουδετέρου, το ακροκιβώτιο και το μονωτικό διαχωριστικό (2). Οι ασφάλειες που τοποθετούνται στους πίνακες αυτούς είναι μαχαιρωτού τύπου και το ονομαστικό ρεύμα τους εξαρτάται από το μέγεθος του μετασχηματιστή, το είδος του αγωγού και το μήκος της γραμμής.

Οι πίνακες χαμηλής τάσης του δικτύου της Δ.Ε.Η. διακρίνονται γενικά σε δύο κατηγορίες [1, 3]:

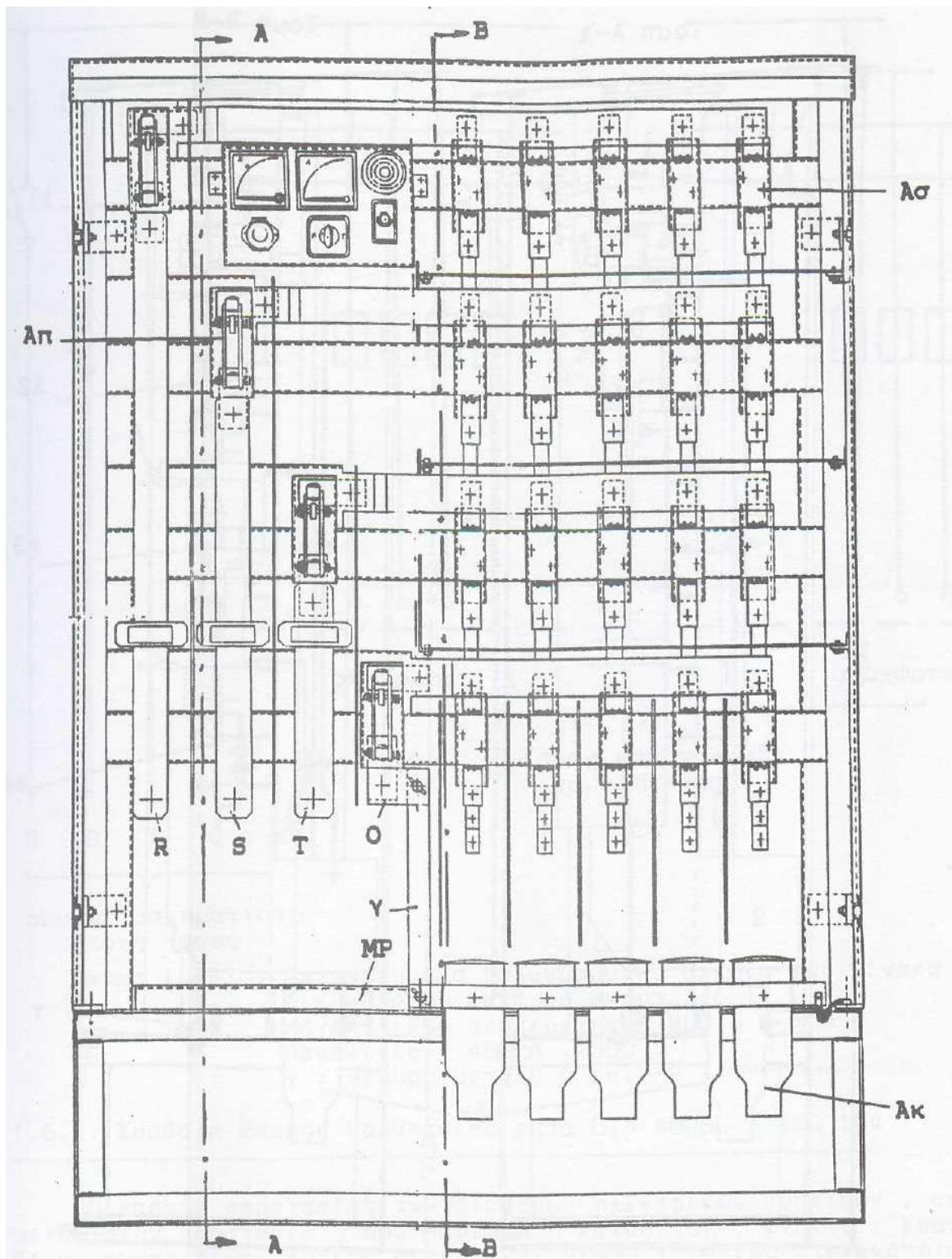
1) πίνακες με τριφασική είσοδο μέσω μονοπολικών αποζευκτών :

α) πίνακες 5 αναχωρήσεων (ή 6 διευθύνσεων) κατά τα *Σχήματα 1-6* έως *1-8*

β) πίνακες 8 αναχωρήσεων (ή 9 διευθύνσεων), που είναι εσωτερικού χώρου

2) τα ασφαλειοκιβώτια (τεσσάρων ή δύο ή μίας αναχώρησης), που είναι εξωτερικού χώρου και δεν έχουν στην είσοδο αποζεύκτες

Διευκρινίζεται ότι επειδή στην Ελλάδα δεν τοποθετείται ασφάλεια στον ουδέτερο, οι ασφαλειοθήκες του ουδετέρου στα *Σχήματα 1-6* και *1-7* γεφυρώνονται.



Σχήμα 1-6 Πίνακας 6 διευθύνσεων του δικτύου χαμηλής τάσης της Δ.Ε.Η.

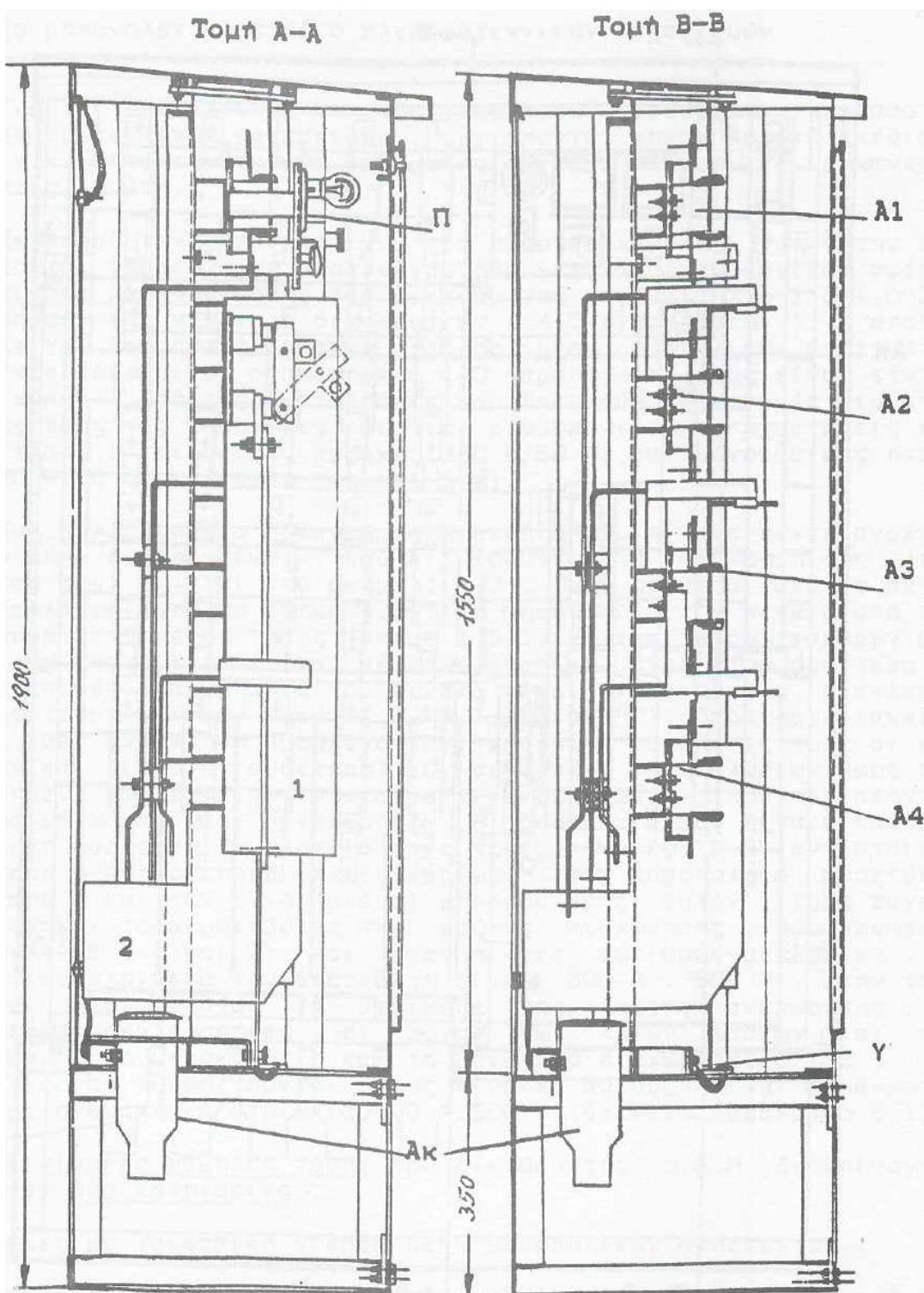
(6 διευθύνσεις: μία είσοδος και πέντε αναχωρήσεις)

R, S, T, 0, MP: ζυγοί φάσεων (R, S, T), ουδετέρου (0) και γείωσης (MP)

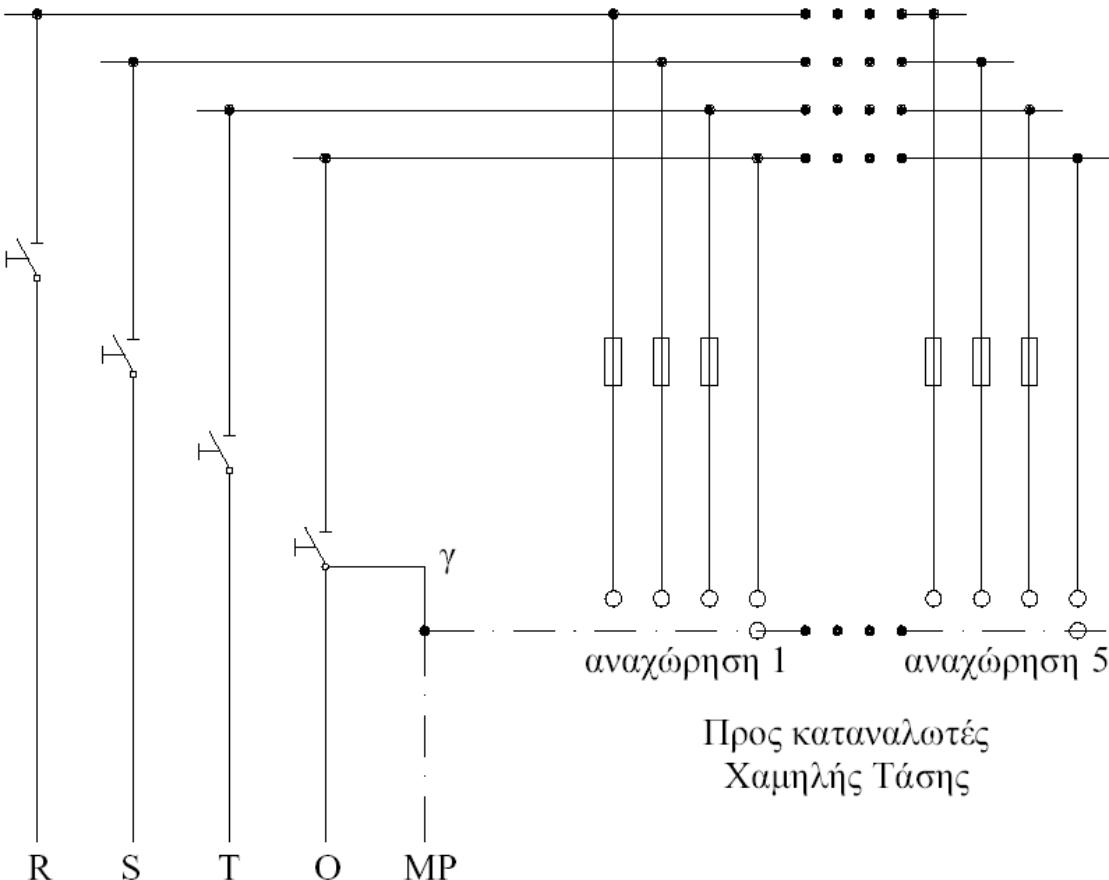
Ασ: ασφαλειοθήκη 400A/500V

Απ: μονοπολικός αποζεύκτης 800A/500V

Ακ: ακροκιβώτιο, γέφυρα μεταξύ 0 και MP



Σχήμα 1-7 Τομή Α-Α και Τομή Β-Β του πίνακα 6 διευθύνσεων κατά το προηγούμενο σχήμα.
 Α1, Α2, Α3 και Α4: ασφαλειοθήκες 400A/500V
 1 και 2: μονωτικά διαχωριστικά
 Απ: μονοπολικός αποζεύκτης 800A/500V
 Ακ: ακροκιβώτιο, γ: γέφυρα γείωσης,
 Π: Πίνακας φωτισμού - μετρήσεων



Από μετασχηματιστή
Μέσης Τάσης

Σχήμα 1-8 Απλοποιημένο πολυγραμμικό σχέδιο του πίνακα 6 διευθύνσεων κατά το Σχήμα I-7.

Μονοπολικός αποζεύκτης: 800A/500V

Ασφάλειες: 500V / ονομαστικού ρεύματος αναλόγως των απαιτήσεων της κατανάλωσης,

γ: γέφυρα μεταξύ 0 και MP

Η παροχή μέσης τάσης σε καταναλωτές αφορά απορροφημένες εντάσεις ρεύματος άνω των 200A ανά φάση, όπως συμβαίνει συνήθως σε βιομηχανίες, νοσοκομεία άνω των 100 κλινών, μεγάλα ξενοδοχεία, κτίρια ΑΕΙ, κ.λ.π. Οι τύποι παροχής μέσης τάσης από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. προς τους καταναλωτές μέσης τάσης δίνονται στον Πίνακα I-2.

ΤΥΠΟΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ			
ΤΥΠΟΥ Α (Τροφοδοσία από στύλο)		ΤΥΠΟΥ Β (Τροφοδοσία από συγκρότημα πινάκων)	
ΤΥΠΟΥ Α1	ΤΥΠΟΥ Α2	ΤΥΠΟΥ Β1	ΤΥΠΟΥ Β2
παροχή μέσω μονοπολικών ασφαλειοαποζεύκτων	παροχή μέσω τριπολικού αποζεύκτη	παροχή από πίνακα BK I	παροχή από πίνακα BK II

Πίνακας 1-2 Τύποι παροχής μέσης τάσης της Δ.Ε.Η.

Για τον εξοπλισμό μέσης τάσης των ιδιωτικών υποσταθμών, από παροχές του δικτύου με ονομαστική τάση διαφορετική από 20kV, είναι γνωστό ότι η Δ.Ε.Η. στοχεύει στη μετατροπή όλων των δικτύων μέσης τάσης στα 20kV. Για το λόγο αυτό ο εξοπλισμός μέσης τάσης του υποσταθμού θα πρέπει να είναι κατάλληλος και για ονομαστική τάση 20kV. Αυτό σημαίνει ότι π.χ. για έναν υποσταθμό, που θα λειτουργήσει στα 15kV ή στα 6.6kV, ο εξοπλισμός μέσης τάσης (μετασχηματιστής, πίνακες και γενικά οι αποστάσεις μόνωσης και προστασίας στον χώρο του υποσταθμού) θα πρέπει να είναι κατάλληλος στα 15kV ή στα 6.6kV και για 20kV.

Από τα παραπάνω, που πολύ περιληπτικά επεξηγήθηκαν, διακρίνονται ως προς την προστασία έναντι του βραχυκυκλώματος 7 περιοχές (ζώνες):

- Προστασία των γραμμών κορμού διανομής μέσης τάσης μέσω ΑΔΕ ή ΔΑΕ.
- Προστασία γραμμών διανομής μέσης τάσης (για λόγους διασύνδεσης ή απομόνωσης) μέσω μονοπολικών ασφαλειοαποζευκτών και τριπολικών αποζευκτών.
- Προστασία υπαίθριων υποσταθμών μέσης τάσης μέσω μονοπολικών ασφαλειοαποζευκτών.
- Προστασία υποσταθμών εσωτερικού χώρου μέσω ασφαλειών μέσης τάσης ή μέσω αυτόματων διακοπτών.
- Προστασία των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων των καταναλωτών μέσης τάσης (κυρίως Βιομηχανίες, μεγάλα κτίρια γραφείων, μεγάλα ξενοδοχεία, νοσοκομεία άνω των 100 κλινών, κτίρια ΑΕΙ, κ.λ.π.) μέσω ασφαλειών μέσης τάσης ή μέσω αυτόματων διακοπτών στους ιδιωτικούς πίνακες τους.
- Προστασία των γραμμών διανομής χαμηλής τάσης μέσω των ασφαλειών στο ασφαλειοκιβώτιο των υποσταθμών μέσης τάσης
- Προστασία των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων των καταναλωτών χαμηλής τάσης (κυρίως κατοικίες, γραφεία, βιοτεχνίες, κ.λ.π.) μέσω ΔΔΕ, ασφαλειών και αυτομάτων διακοπτών.

Στην αρχή κάθε ζώνης υπάρχει ένα μέσο προστασίας ώστε να απομονώνει το προστατευόμενο τμήμα του δικτύου σε περίπτωση σφάλματος. Με κατάλληλη ρύθμιση (π.χ. του χρόνου διακοπής t) επιτυγχάνεται η iεράρχηση των προστασιών του δικτύου [1, 8, 13].

Τα σφάλματα του δικτύου διανομής οδηγούν στη μη κανονική λειτουργία του και οφείλονται κατά κύριο λόγο στην απώλεια μόνωσης, η οποία οδηγεί σε βραχυκύκλωμα. Το βραχυκύκλωμα, λόγω των υπερεντάσεων που δημιουργεί, καταπονεί δυναμικά και θερμικά [1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 20] τα στοιχεία του δικτύου και γενικότερα τις ηλεκτροτεχνικές κατασκευές, με αποτέλεσμα να προκαλούνται ακόμα και μόνιμες βλάβες του υλικού. Η δυσμενέστερη κατάσταση λειτουργίας θεωρείται ότι είναι το τριφασικό βραχυκύκλωμα λόγω των μεγάλων ρευμάτων βραχυκυκλώσεως που δημιουργούνται. Εκτός από το βραχυκύκλωμα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει και η διηλεκτρική συμπεριφορά του εξοπλισμού μέσης και χαμηλής τάσης μίας εγκατάστασης διανομής, όπως, η εκδήλωση σπινθηρισμών στους μονωτήρες μέσης τάσης, οι σωστές αποστάσεις μόνωσης, κ.λ.π.

2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

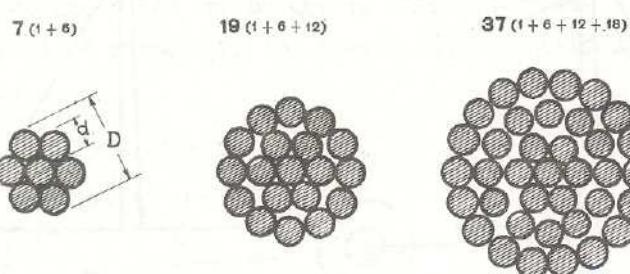
Η διπλωματική εργασία αυτή αφορά στη μελέτη διφασικού σφάλματος δύο αγωγών στο Εναέριο Δίκτυο Διανομής Μέσης Τάσης της ΔΕΗ. Μελετάται η θερμική καταπόνηση των αγωγών σε περίπτωση διφασικού βραχυκυκλώματος στον αέρα και σε περίπτωση αποκοπής των αγωγών και πτώσης τους στο έδαφος. Επίσης, στην πρώτη περίπτωση εξετάζεται η δυνατότητα πρόκλησης πυρκαγιάς λόγω πρόσπτωσης στο έδαφος τηγμάτων μετάλλου, ενώ στη δεύτερη περίπτωση ελέγχεται η δυνατότητα πρόκλησης πυρκαγιάς λόγω επαφής των αγωγών με κάποια σχετικά εύφλεκτη ουσία στο έδαφος. Επιπλέον, για την περίπτωση αποκοπής των αγωγών και πτώσης τους στο έδαφος εξετάζεται υπό ποιες συνθήκες δε θα ενεργοποιηθούν οι προστασίες της γραμμής και θα υπάρξει ρεύμα διαρροής και προτείνονται κάποιες λύσεις. Για το σκοπό αυτό γίνονται αρχικά υπολογισμοί που μπορούν να χρησιμεύσουν για όλα τα είδη γραμμών μέσης τάσης και εξετάζεται ως παράδειγμα μια γραμμή μέσης τάσης μήκους 100 km από αγωγούς αλουμινίου με χαλύβδινο πυρήνα (ACSR) ισοδύναμης διατομής χαλκού **95 mm²**.

3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΤΟΥ ΕΝΑΕΡΙΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

3.1. Γενικά περί αγωγών δικτύου διανομής ΜΤ

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται στα εναέρια δίκτυα μέσης τάσης είναι χωρίς μόνωση και κατασκευάζονται από χαλκό, αλουμίνιο ή αλουμίνιο-χάλυβα (ACSR) [1, 2, 3, 9, 10, 14]. Σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται αγωγοί από άλλα υλικά και κράμματα π.χ. από γαλβανισμένο χάλυβα, φωσφορούχο ορείχαλκο κ.λ.π. [10].

Οι αγωγοί κατασκευάζονται μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι. Στα εναέρια δίκτυα σπάνια χρησιμοποιούνται μονόκλωνοι αγωγοί, γιατί έχουν πολύ μικρότερη μηχανική αντοχή από τους πολύκλωνους. Επίσης, οι μονόκλωνοι είναι δύσκαμπτοι. Η διατομή των μονόκλωνων αγωγών είναι μέχρι 16mm² [10]. Οι πολύκλωνοι έχουν τη μορφή του *Σχήματος 3.1-1*.

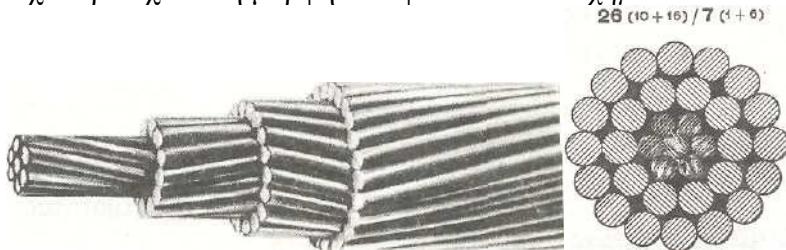


Σχήμα 3.1-1 Γυμνός πολύκλωνος αγωγός αποτελούμενος από 7, 19 και 37 κλώνους [10].

Οι αγωγοί χαλκού και αλουμινίου, αποτελούνται από κλώνους της ίδιας διατομής. Γύρω από ένα κεντρικό αγωγό περιελίσπονται οι υπόλοιποι σε στρώσεις και οι αγωγοί παίρνουν τη μορφή των συρματόσχοινων. Οι αριθμοί των κλώνων είναι 7, 19, 37, 61 κ.λ.π. Ο χαλκός έχει μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα και καλή μηχανική αντοχή ενώ παράλληλα δε διαβρώνεται εύκολα και γι' αυτό χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά σε δίκτυα που είναι κοντά στη

θάλασσα. Το αλουμίνιο από την άλλη είναι τρεις φορές ελαφρύτερο από το χαλκό και είναι φθηνότερο. Όμως έχει το 1/2 της μηχανικής αντοχής και το 60% περίπου της αγωγιμότητας του χαλκού [10].

Τα μειονεκτήματα των αγωγών αλουμινίου αντιμετωπίζονται με επιτυχία με τους αγωγούς αλουμινίου-χάλυβα (ACSR). Αυτοί έχουν ψυχή από κλώνους με γαλβανισμένο χάλυβα. Ο χάλυβας αναλαμβάνει τη μηχανική αντοχή και το αλουμίνιο το μεγαλύτερο μέρος της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος ενώ παράλληλα είναι πιο φθηνοί από τους αγωγούς χαλκού [10]. Οι αγωγοί αλουμινίου-χάλυβα έχουν τη μορφή που φαίνεται στο Σχήμα 3.1-2.



Σχήμα 3.1-2 Διατομή αγωγού αλουμινίου-χάλυβα. (ACSR) [10].

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΥΜΝΩΝ ΑΓΩΓΩΝ				
Διατομή Αγωγών mm ²	Βάρος kg / m	Διάμετρος mm	Κλώνοι	Φορτίο Θραύσεως kg
ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ ΨΥΧΗ (ACSR)				
16	0,102	6,96	6Al / 1St / 2,32	950
35	0,224	10,32	6Al / 1St / 3,44	2000
50	0,321	12,33	6Al / 1St / 4,11	2800
95	0,609	17,24	26 / 2,72Al+7 / 2,12St	5650
ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ ΨΥΧΗ (ACSR-R)				
16	0,372	10,32	3Al / 4St / 3,44	4635
ΑΓΩΓΟΙ ΕΚ ΚΡΑΜΑΤΟΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ (AAAC)				
35	0,098	7,50	7 / 2,50	980
70	0,189	10,50	19 / 2,10	1880
95	0,269	12,50	19 / 2,50	2670
185	0,525	17,50	37 / 2,50	5170
ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ (Al)				
16	0,074	6,63	7 / 2,21	470
35	0,158	9,66	7 / 3,22	940
50	0,229	11,75	19 / 2,35	1442
70	0,320	13,90	19 / 2,78	2018
ΑΓΩΓΟΙ ΧΑΛΚΟΥ (Cu)				
16	0,144	5,13	7 / 1,71	739
35	0,315	7,59	7 / 2,53	1566
50	0,453	9,20	19 / 1,83	2299
70	0,634	10,70	19 / 2,17	3162

Πίνακας 3.1-1 Χαρακτηριστικά γυμνών αγωγών εναέριου δικτύου [10]

Σημείωση: Οι διατομές αγωγών ACSR, ACSR-R και Al είναι ισοδύναμου χαλκού.
 Οι διατομές των αγωγών Χαλκού και AAC είναι πραγματικές.
 Η ανοχή του βάρους των αγωγών είναι +2%.

Οι αγωγοί ACSR έχουν περίπου 50% μεγαλύτερη αντοχή από τους αγωγούς χαλκού και είναι 20% ελαφρύτεροι για ισοδύναμη διατομή με το χαλκό. Στον Πίνακα 3.1-1 φαίνονται τα χαρακτηριστικά αγωγών που χρησιμοποιούνται στα εναέρια δίκτυα. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία [1] οι κλώνοι αλουμινίου των αγωγών αλουμινίου και των αγωγών τύπου ACSR σχηματίζουν υπό την επίδραση του ατμοσφαιρικού αέρα οξείδιο αλουμινίου, που τους προστατεύει από τη διάβρωση. Είναι γνωστό ότι οι καθαλατώσεις προκαλούν αλλοιώσεις στους κλώνους αλουμινίου γιατί σχηματίζουν χλωρίδια του αλουμινίου τα οποία εξατμίζονται, ενώ το οξείδιο του αλουμινίου δεν καταστρέφεται αλλά παραμερίζεται στις θέσεις εξάτμισης. Πρόβλημα διάβρωσης του αλουμινίου υπάρχει ακόμα και υπό την επίδραση της ηλεκτρικής τάσης που ονομάζεται ηλεκτρική διάβρωση και η οποία γίνεται μεγαλύτερη όσο αυξάνει η θερμοκρασία, καθώς έτσι εννοούνται οι κινήσεις των ηλεκτρικών φορέων. Μια φυσική ερμηνεία της ηλεκτρικής διάβρωσης μπορεί να αποδοθεί στις ξένες επικαθίσεις επί των αγωγών, οι οποίες προκαλούν κατανομή του πεδίου στην επιφάνεια, με επακόλουθο την ενεργοποίηση μηχανισμών παραγωγής ελεύθερων ηλεκτρικών φορέων [1].

3.2. Η ωμική και επαγωγική αντίσταση της εναέριας γραμμής ΜΤ

Η αντίδραση των εναέριων γραμμών μεταφοράς αποτελείται από **αντίσταση R**, **επαγωγική X_L=ωL** και **χωρητική αντίδραση X_C=ωC**. Οι τιμές και των τριών αντιδράσεων είναι συνήθως σημαντική.

Η **αντίσταση R** των γραμμών εξαρτάται από το υλικό και τη διατομή των αγωγών. Τυπικές τιμές δίνονται από τους κατασκευαστές των αγωγών. Για τη μελέτη σφαλμάτων είναι απαραίτητο η τιμή R να λαμβάνει υπόψη το επιδερμικό φαινόμενο [23].

Οι αγωγοί των εναέριων γραμμών παρουσιάζουν ωμική αντίσταση που δεν είναι σταθερή, αλλά επηρεάζεται από τρεις παράγοντες: τη θερμοκρασία, τη συχνότητα και την πυκνότητα ρεύματος. Από την βιβλιογραφία [5, 9, 10] γνωρίζουμε ότι αν είναι γνωστή η ωμική αντίσταση ενός αγωγού R_{T1} σε θερμοκρασία T₁ και ζητείται να υπολογιστεί σε θερμοκρασία T₂ τότε ισχύει η σχέση:

$$R_{T2} = R_{T1}[1+\alpha(T_2-T_1)] \quad (3.2-1)$$

όπου **a**: ο συντελεστής θερμοκρασίας του αγωγού, ο οποίος μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία, όμως για θερμοκρασίες -20°C έως 80°C η μεταβολή του είναι ελάχιστη.

$$\text{π.χ. για το αλουμίνιο [1, 2, 10]: } a \approx 0,0037 \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

Στο εναλλασσόμενο ρεύμα παρατηρείται αύξηση της ωμικής αντίστασης των αγωγών λόγω του επιδερμικού φαινομένου το οποίο αναλύεται στην επόμενη παράγραφο. Για την συχνότητα των 50 Hz όμως η αύξηση της ωμικής αντίστασης των αγωγών είναι πολύ μικρή (λιγότερη του 1%) για τις συνηθισμένες διατομές [10]. Επίσης, για τον υπολογισμό της αντίστασης των αγωγών δεν λαμβάνεται υπόψη το πραγματικό μήκος που εξαρτάται από το βέλος των γραμμών, αλλά το μήκος ανοίγματος μεταξύ των σημείων στήριξής τους.

Καθώς οι αγωγοί των εναέριων γραμμών διαρρέονται από εναλλασσόμενο ρεύμα δημιουργείται γύρω τους ένα μαγνητικό πεδίο το οποίο αντιδρά στην αιτία που το προκάλεσε δηλαδή την κίνηση των ηλεκτρονίων. Σε αυτήν ακριβώς την αδράνεια στην κίνηση των ηλεκτρονίων, που προκαλείται από την αντίδραση του μαγνητικού πεδίου, οφείλεται η επαγωγική αντίσταση των γραμμών, η οποία δίνεται από τον τύπο [5, 9, 10]:

$$X_L = \omega L = 2\pi f L \quad (3.2-2)$$

όπου X_L σε Ω , f η κυκλική συχνότητα (Hz) και
 L ο συντελεστής αυτεπαγωγής (H).

Η **επαγωγική αντίδραση** X_L των εναέριων γραμμών εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των αγωγών (αυτεπαγωγή) και τη φυσική απόσταση μεταξύ τους (αλληλεπαγωγή). Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση μεταξύ των αγωγών, τόσο μεγαλύτερη είναι και η τιμή της X_L . Επομένως, όσο μεγαλύτερη είναι η τάση της γραμμής, απαιτείται μεγαλύτερη απόσταση για λόγους μόνωσης, οπότε αυξάνεται και ο λόγος X/R της γραμμής [23].

Οι εναέριοι αγωγοί είναι παράλληλοι και σχεδόν συγγραμμικοί, οπότε η απόσταση μεταξύ των ακραίων αγωγών δεν είναι ίση με την απόσταση του καθενός από το μεσαίο αγωγό. Παρόλο, λοιπόν, που οι εναέριες γραμμές είναι εγγενώς ασύμμετρες στη Μέση Τάση γίνεται η παραδοχή ότι υπάρχει συμμετρία.

Από τη βιβλιογραφία [1, 2, 5, 9, 10, 14] δίνονται τιμές για την ωμική και επαγωγική αντίσταση των αγωγών ACSR (και ειδικότερα για τον ACSR 95mm² στην περίπτωση που εξετάζεται) οι οποίες όμως εμφανίζουν μικρές διαφορές. Στον *Πίνακα 3.2-1* φαίνονται τα χαρακτηριστικά των γραμμών μέσης τάσης έτσι όπως δίνονται από τη Δ.Ε.Η..

Τέλος η χωρητικότητα των εναέριων γραμμών MT (όπως φαίνεται και στον *Πίνακα 3.2-1*) είναι της τάξεως των 10nF/km [1, 5, 9, 10]. Όμως, η **χωρητικότητα C** στις εναέριες γραμμές λόγω του σχετικά μικρού μήκους των γραμμών αυτών και επειδή είναι γυμνοί αγωγοί χωρίς διηλεκτρική μόνωση και με μεγάλη απόσταση από το έδαφος (>6m) συνήθως αμελείται για τη μελέτη σφάλματος καθώς έχει μικρή επίδραση στα ρεύματα βραχυκύλωσης. Δεν λαμβάνεται επίσης υπ' όψη η αγωγμότητα G (που βασικά εκφράζει τις απώλειες εξαιτίας του φαινομένου Korona) [1,2,3]. Το ισοδύναμο δηλαδή κύκλωμα της εναέριας γραμμής MT είναι η σύνθετη αντίσταση: $Z=R+j\omega L$.

Οι τιμές των αντιστάσεων για τον αγωγό ACSR 95mm² που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την εργασία είναι αυτές του *Πίνακα 3.2-1*, δηλαδή:

$$R_{\gamma\mu}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km} \text{ και } X_{\gamma\mu}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}.$$

ΑΓΩΓΟΙ	$Z_1=Z_2=R+jX$		$Y_1=Y_2=j\omega C$	$Z_o=R_o+jX_o$		$Y_o=j\omega C_o$	$Z_e=(Z_1+Z_2+Z_o)/3$	Imax (A)
	R (Ω/km)	X (Ω/km)	C (nF/km)	R _o (Ω/km)	X _o (Ω/km)	C _o (nF/km)	Z _e (Ω/km)	
16 ACSR	1,268	0,422	9,248	1,416	1,620	4,388	1,317+j0,821	136
35 ACSR	0,576	0,397	9,896	0,724	1,595	4,518	0,625+j0,796	224
50 ACSR	0,404	0,386	10,220	0,552	1,584	4,587	0,453+j0,785	295
95 ACSR	0,215	0,334	10,890	0,363	1,556	4,712	0,264+j0,741	448
95 ACSR (διπλή)	0,108	0,160	20,970	0,256	1,363	5,966	0,157+j0,561	896
35 AAAC	1,071	0,393	9,364	1,219	1,616	4,406	1,120+j0,801	160
70 AAAC	0,562	0,370	9,927	0,710	1,592	4,527	0,611+j0,777	240
185 AAAC	0,204	0,337	10,922	0,352	1,559	4,723	0,253+j0,744	462
16 Cu	1,274	0,417	8,802	1,422	1,639	4,292	1,323+j0,824	115
35 Cu	0,596	0,393	9,383	0,744	1,615	4,443	0,645+j0,800	185
50 Cu	0,426	0,377	9,698	0,574	1,600	4,510	0,475+j0,785	232
95 Cu	0,220	0,358	10,268	0,368	1,580	4,629	0,269+j0,765	352
95 Cu (διπλή)	0,110	0,172	19,817	0,258	1,375	5,922	0,159+j0,573	704
16 ACSR-R	1,150	0,397	9,896	1,298	1,600	4,507	1,199+j0,798	148
3x50 Al+50 St	0,823	0,150	146	1,689	1,589	146	1,112+j0,630	123
3x150Al ⁺⁵ 0 St	0,266	0,125	217	1,183	1,395	217	0,572+j0,548	241
3x150 Al NAEKBA	0,245	0,116		1,117	0,616		0,536+j0,283	233
3x240 Al NAEKBA	0,150	0,108	530	1,083	0,585	530	0,461+j0,267	310
3X240 Al ⁺ 25 Al XLPE	0,162	0,115	270	1,092	0,800	270	0,472+j0,343	410
1x50 Al υποβρ.	0,739	0,619	235	3,695	1,857	235	1,724+j1,032	203
1x50Cu υποβρ.	0,388	0,645	247	1,940	1,935	247	0,905+j1,075	228
1x95 Cu υποβρ.	0,215	0,626	296	1,075	1,878	296	0,502+j1,043	300
3x35 Al υποβρ.	1,035	0,115	226	5,175	0,345	226	2,415+j0,192	145
3x35 CU υποβρ.	0,617	0,115	226	3,085	0,345	226	1,440+j0,192	190
3x50 Al υποβρ.	0,757	0,112	280	3,785	0,336	280	1,766+j0,187	170
3x150Al υποβρ.	0,243	0,079	373	1,215	0,237	373	0,567+j0,132	300
3x95 Cu υποβρ.	0,248	0,125	296	0,620	0,210	296	0,372+j0,153	350

Πίνακας 3.2-1 Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά γραμμών ΜΤ (Πηγή: ΔΕΗ)

Συνέχεια Πίνακα 3.2.1:

1. Απόσταση 100m μεταξύ διαδοχικών πόλων μονοπολικών υποβρυχίων καλωδίων.
2. Όλες οι τιμές Imax αντιστοιχούν σε συνεχή φόρτιση (συντελεστής φορτίου 100%).
3. Οι τιμές Imax για τα υποβρύχια καλώδια αντιστοιχούν σε θερμοκρασία νερού 25°C.
4. Με σκίαση υποδηλώνεται η αναθεώρηση του Imax για τα ΣΚ ΜΤ με την επανέκδοση της ΟΔ No 46.
5. Για τις διπλές γραμμές θεωρείται παράλληλη λειτουργία των δύο κυκλωμάτων.
6. Οι ομοπολικές χωρητικότητες έχουν υπολογιστεί με βάση το ελάχιστο ύψος ανάρτησης των αγωγών, για κανονικό έδαφος, βασικό άνοιγμα 75m και θερμοκρασία περιβάλλοντος +16°C.

3.3. Επιδερμικό φαινόμενο

Η αντίσταση ενός αγωγού που διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα είναι μεγαλύτερη από την αντίσταση του ίδιου αγωγού όταν αυτός διαρρέεται από συνεχές ρεύμα. Η διαφορά αυτή της τιμής της αντίστασης ενός αγωγού οφείλεται αποκλειστικά στην διαφορετική κατανομή της πυκνότητας του ρεύματος επί της διατομής του αγωγού. Στο εναλλασσόμενο ρεύμα παρατηρείται μεγαλύτερη πυκνότητα ρεύματος στην επιφάνεια των αγωγών από ότι στο κέντρο τους. Το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίζεται με τον όρο επιδερμικό φαινόμενο (skin effect) [10, 12, 16]. Το επιδερμικό φαινόμενο οφείλεται σε επαγωγικά φαινόμενα που προκαλούνται από το χρονικά μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.

Όπως γίνεται σαφές, λόγω του επιδερμικού φαινομένου το ρεύμα δε διαρρέει ολόκληρη τη διατομή ενός αγωγού. Ένα μέγεθος που χαρακτηρίζει το μέγεθος του επιδερμικού φαινομένου ορίζεται από το βάθος διείσδυσης (επιδερμικό βάθος) δ . Σε απόσταση δ από την επιφάνεια του αγωγού η πυκνότητα ρεύματος έχει το $1/e$ της αρχικής της τιμής S_0 στη επιφάνεια του αγωγού. Το βάθος διείσδυσης δίνεται από τον τύπο [12, 16, 18]:

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\pi f \mu}} \quad (3.3-1)$$

όπου ρ η ειδική αντίσταση του υλικού, μ η μαγνητική διαπερατότητα του υλικού και f η συχνότητα.

Για συχνότητα 50 Hz έχουμε:

$$\delta_{Cu} = 9,44mm \text{ στο χαλκό}$$

$$\delta_{Al} = 12,3mm \text{ στο αλουμίνιο}$$

$$\delta_{Fe} = 1,8mm \text{ στο σίδηρο όταν η σχετική μαγνητική διαπερατότητα } \mu_r \text{ έχει τιμή 200}$$

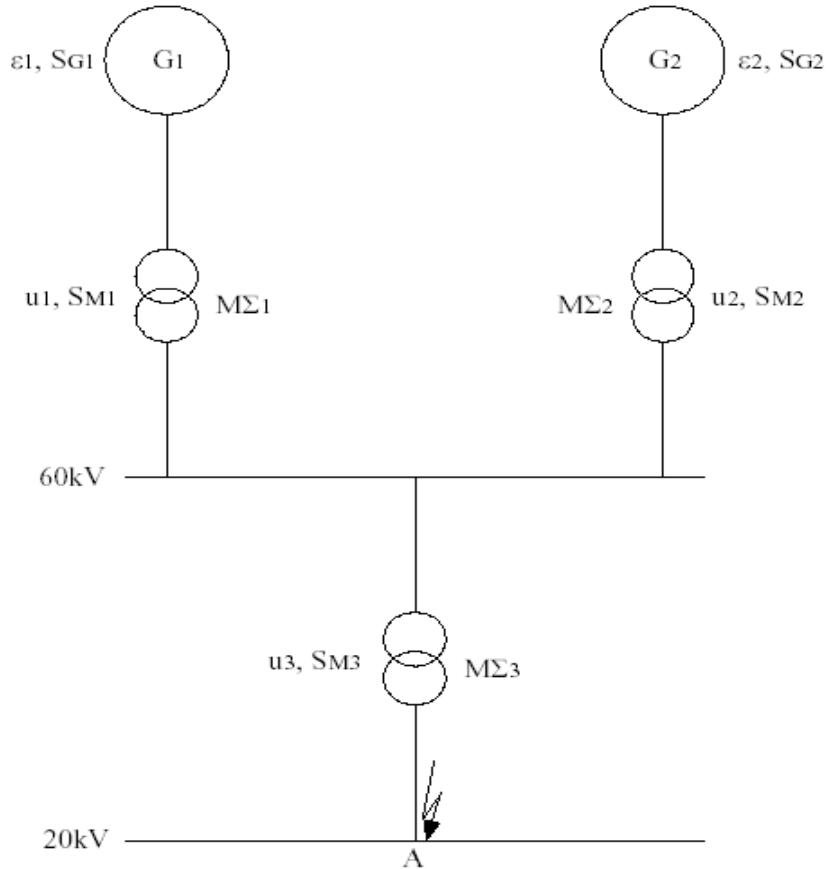
Στην πραγματικότητα η ανάλυση της επίδρασης του επιδερμικού φαινομένου είναι αρκετά πιο συνθέτη, ιδιαίτερα κατά τα μεταβατικά φαινόμενα όπου λαμβάνουν χώρα, π.χ. κατά το βραχυκύκλωμα ή την καταπόνηση υπό κεραυνικό ρεύμα. Από τη βιβλιογραφία [16] είναι γνωστό ότι η επίδραση του επιδερμικού φαινομένου σε τέτοιες περιπτώσεις είναι σημαντική ιδιαίτερα για μεγάλες διατομές αγωγών, στις οποίες η κατανομή της πυκνότητας ρεύματος καλύπτει μόνο τα στρώματα πλησίον της επιφάνειας. Με την αύξηση της διατομής του αγωγού το επιδερμικό φαινόμενο γίνεται ισχυρότερο. Για διατομές της τάξεως αυτής των αγωγών μέσης

τάσης, η επίδραση του επιδερμικού φαινομένου κατά την μελέτη θερμικής καταπόνησής των αγωγών θεωρείται αμελητέα.

4. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ ή ΤΟ ΔΙΦΑΣΙΚΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ

4.1. Εισαγωγικές παρατηρήσεις – Βασικοί ορισμοί

Για τη θερμική καταπόνηση των ηλεκτρικών αγωγών μελετάται η δυσμενέστερη κατάσταση λειτουργίας, η οποία θεωρείται ότι είναι το βραχυκύκλωμα [1, 3, 4, 5, 13, 14, 20]. Το βραχυκύκλωμα, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, προκαλεί στους αγωγούς, στις επαφές (λυόμενες ή μόνιμες) και στον εξοπλισμό γενικά μια επιπλέον θερμική καταπόνηση [1, 5, 11, 15, 16, 17, 20]. Αν υποτεθεί ότι στο σημείο A της εγκατάστασης του Σχήματος 4-1 εκδηλώνεται κάποιο βραχυκύκλωμα, τότε η συνολική ισχύς του δικτύου θα οδεύσει προς το σημείο αυτό. Το ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι η τιμή του ρεύματος στο σημείο A. Η τιμή αυτή εξαρτάται από την αντίσταση του δικτύου μέχρι το σημείο βραχυκύκλωσης [1, 3].



Σχήμα 4.1-1 Παράδειγμα βραχυκυκλώματος

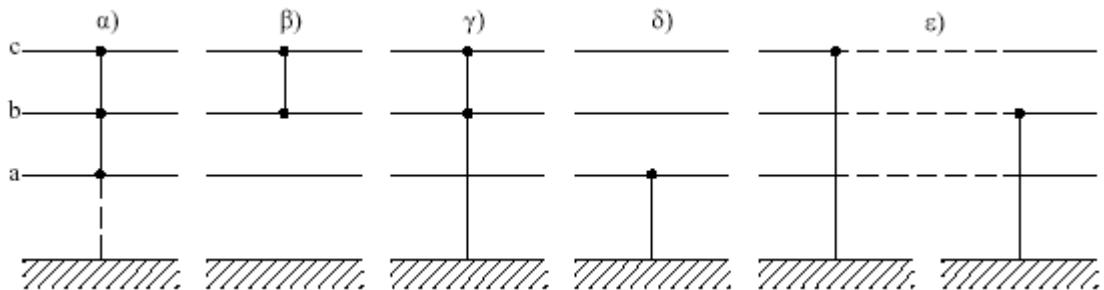
ϵ_1 και ϵ_2 : οι κρουστικές τάσεις διασποράς των γεννητριών G_1 και G_2

S_{G1} και S_{G2} : ονομαστική ισχύς των γεννητριών G_1 και G_2 αντίστοιχα

u_1 , u_2 και u_3 : σχετική τάση βραχυκύκλωσης των μετασχηματιστών $M\Sigma_1$, $M\Sigma_2$ και $M\Sigma_3$ αντίστοιχα

S_{M1} , S_{M2} και S_{M3} : ονομαστική ισχύς των μετασχηματιστών $M\Sigma_1$, $M\Sigma_2$ και $M\Sigma_3$ αντίστοιχα

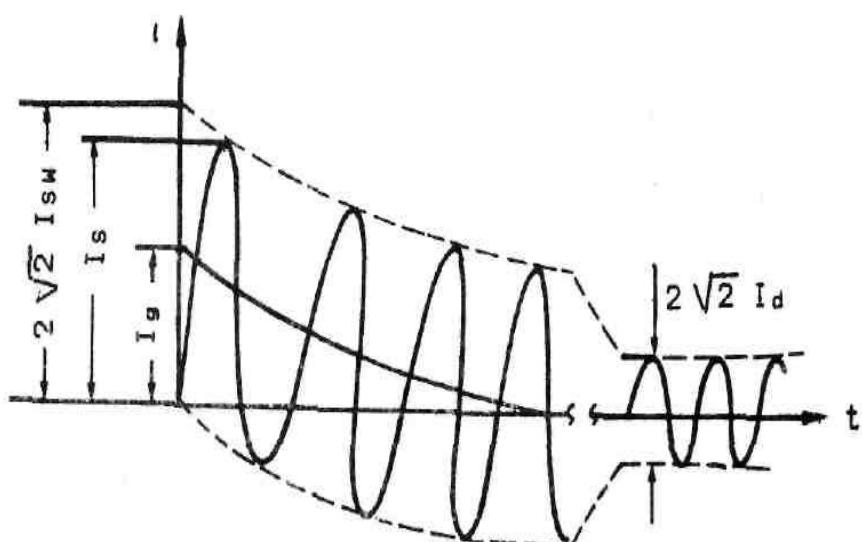
Το Σχήμα 4.1-2 δείχνει τα σπουδαιότερα βραχυκυκλώματα [5, 14]. Το τριφασικό και το διφασικό βραχυκύκλωμα χωρίς επαφή γης ή με επαφή γης προκαλεί μεγάλα ρεύματα βραχυκυκλώσεως [1, 2, 3, 5]. Επειδή το τριφασικό βραχυκύκλωμα είναι ένα συμμετρικό σφάλμα, τα ρεύματα βραχυκυκλώσεως δεν επηρεάζονται από την ενδεχόμενη ύπαρξη επαφής γης, που συμβολίζεται με διακεκομμένη γραμμή στο Σχήμα 4.1-2.α.



Σχήμα 4.1-2 Είδη βραχυκυκλωμάτων

- α) Τριφασικό βραχυκύκλωμα
- β) Διφασικό βραχυκύκλωμα χωρίς επαφή γης
- γ) Διφασικό βραχυκύκλωμα με επαφή γης
- δ) Μονοφασικό βραχυκύκλωμα
- ε) Διπλό βραχυκύκλωμα

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.1-3 το ρεύμα βραχυκύκλωσης εμφανίζεται αρχικά κατά την υπομεταβατική και μεταβατική περίοδο ως ασύμμετρο και κατόπιν κατά την περίοδο μόνιμης κατάστασης ως συμμετρικό [1, 3, 4, 5, 7]. Το ασύμμετρο τμήμα περιλαμβάνει το εναλλασσόμενο ή αρχικό ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_{sw} ή I_k') και το συνεχές ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_g). Το συμμετρικό τμήμα αποτελείται από το διαρκές ή μόνιμο ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_d ή I_k). Η μέγιστη τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης ονομάζεται κρουστικό ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_s).



Σχήμα 4.1-3 Μορφή του ρεύματος κατά το βραχυκύκλωμα

Παρακάτω δίνονται οι ορισμοί βασικών μεγεθών:

- Ρεύμα βραχυκυκλώσεως $i_k(t)$ είναι το ρεύμα που ρέει κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος στη θέση του σφάλματος.
- Εναλλασσόμενη συνιστώσα $i_{k,ac}(t)$ είναι η συνιστώσα του $i_k(t)$ με τη συχνότητα του δικτύου.
- Αρχικό ρεύμα βραχυκυκλώσεως I_{sw} ή I_k'' ή υπομεταβατικό ρεύμα βραχυκυκλώσεως είναι η ενδεικνύμενη τιμή του $i_{k,ac}(t)$ κατά τη στιγμή εμφανίσεως του βραχυκυκλώματος.
- Κρουστικό ρεύμα βραχυκυκλώσεως I_s είναι η μέγιστη στιγμιαία τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώσεως $i_k(t)$. Το ρεύμα $i_k(t)$ αποκτά τη μέγιστη τιμή του όταν και η συνεχής συνιστώσα αποκτά τη μέγιστη τιμή της (I_g).
- Ρεύμα διακοπής I_a ενός διακόπτη είναι η ενδεικνύμενη τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώσεως κατά τη στιγμή της διακοπής του πρώτου πόλου του διακόπτη.
- Μόνιμο ρεύμα βραχυκυκλώσεως I_d ή I_k είναι η ενδεικνύμενη τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώσεως που παραμένει μετά την απόσβεση των μεταβατικών φαινομένων.

Η μελέτη αντοχής στο βραχυκύκλωμα σε μια θέση του δικτύου περιλαμβάνει [1, 2, 3]:

1. Τον υπολογισμό της συνολικής σύνθετης αντίστασης ανά φάση, από τις επιμέρους αντιστάσεις των στοιχείων της εγκατάστασης μέχρι το σημείο βραχυκύκλωσης.
2. Τον υπολογισμό των I_{sw} , I_d , I_s
3. Τον υπολογισμό του συμμετρικού ρεύματος διακοπής (I_a) και τις ισχύος διακοπής (P_a)

Ιδιαίτερη σημασία για τη θερμική καταπόνηση των αγωγών κατά το βραχυκύκλωμα έχουν, όπως αναλύεται παρακάτω, η τιμή του διαρκούς ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_d) και ο χρόνος (t) μέχρι την διακοπή του βραχυκυκλώματος [1, 2].

4.2. Υπολογισμός του ρεύματος βραχυκύκλωσης σε εναέρια δίκτυα διανομής μέσης τάσης 15kV και 20kV από τις αντιστάσεις

Στους υπολογισμούς αυτούς λαμβάνονται μόνο υπόψη οι αντιστάσεις από KYT μέχρι το σημείο βραχυκύκλωσης. Δεν λαμβάνονται δηλαδή υπόψη οι αντιστάσεις της γεννήτριας και του μετασχηματιστή ανύψωσης τάσης. Αυτό έχει ως επακόλουθο οι υπολογιζόμενες τιμές των ρευμάτων βραχυκύκλωσης να είναι μεγαλύτερες από τις πραγματικές τιμές τους, με ικανοποιητική όμως προσέγγιση προς αυτές.

4.2.1 Υπολογισμός της ολικής σύνθετης αντίστασης κατά το βραχυκύκλωμα

- **Οι αντιστάσεις του μετασχηματιστή υψηλής τάσης προς μέση τάση**

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία [1, 2, 5] ο υπολογισμός των αντιστάσεων του μετασχηματιστή υψηλής προς μέση τάση γίνεται με εφαρμογή των παρακάτω τύπων:

$u_r = 0,6\%$, η ωμική συνιστώσα της σχετικής τάσης βραχυκύκλωσης

$u_k = 20\%$, η σχετική τάση βραχυκύκλωσης

$S_N \text{ MVA}$ η ονομαστική ισχύς του ΜΣ (15MVA ή 25MVA ή 50MVA)

$V_{N2} \text{ kV}$, η ονομαστική τάση του δευτερεύοντος του Μ/Σ (20kV ή 15kV)

$$R_{M\Sigma,pu} = u_r = 0.006 \text{ pu}, \text{ η ωμική αντίσταση του ΜΣ (σε ανά μονάδα τιμή-per unit)}$$

$$u_k = Z_{M\Sigma,pu} = \sqrt{R_{M\Sigma,pu}^2 + X_{M\Sigma,pu}^2} \Rightarrow X_{M\Sigma,pu} = \sqrt{u_k^2 - u_r^2} = \sqrt{0.2^2 - 0.006^2} \Rightarrow$$

$$X_{M\Sigma,pu} \approx 0.2 \text{ pu}, \text{ η επαγωγική αντίδραση του ΜΣ (σε ανά μονάδα τιμή-per unit)}$$

$$Z_b = \frac{V_b^2}{S_b} = \frac{V_{N2}^2}{S_N} \quad \Omega, \text{ η βασική τιμή της αντίστασης στο 2ον του ΜΣ}$$

$$R_{M\Sigma} = R_{M\Sigma,pu} \cdot Z_b = u_r \cdot \frac{V_{N2}^2}{S_N} \quad \Omega, \text{ η ωμική αντίσταση του ΜΣ} \quad (4.2.1-1)$$

$$X_{M\Sigma} = X_{M\Sigma,pu} \cdot Z_b = \sqrt{u_k^2 - u_r^2} \cdot \frac{V_{N2}^2}{S_N} \quad \Omega, \text{ η επαγωγική αντίδραση του ΜΣ} \quad (4.2.1-2)$$

Έτσι, για $S_N=15\text{MVA}$, 25MVA , 50MVA και $V_{N2}=20\text{kV}$, 15kV προκύπτουν οι πίνακες:

S_N (MVA)	U_{N2} (kV)	$R_{M\Sigma} = u_r U_{N2}^2 / S_N$ (Ω)	$X_{M\Sigma} = \sqrt{u_k^2 - u_r^2} \frac{U_{N2}^2}{S_N}$ (Ω)
15	20	0,160	5,331
25	20	0,096	3,199
50	20	0,048	1,599

Πίνακας 4.2.1-1: Αντιστάσεις του μετασχηματιστή 150kV/20kV

$$(u_k = 20\%, u_r = 0,6\%)$$

για διάφορα ονομαστικά MVA του μετασχηματιστή.

S_N (MVA)	U_{N2} (kV)	$R_{M\Sigma} = u_r U_{N2}^2 / S_N$ (Ω)	$X_{M\Sigma} = \sqrt{u_k^2 - u_r^2} \frac{U_{N2}^2}{S_N}$ (Ω)
15	15	0,090	2,999
25	15	0,054	1,799
50	15	0,027	0,900

Πίνακας 4.2.1-2: Αντιστάσεις του μετασχηματιστή 150kV/15kV

$$(u_k = 20\%, u_r = 0,6\%)$$

για διάφορα ονομαστικά MVA του μετασχηματιστή.

- **Η ωμική και η επαγωγική αντίσταση της εναέριας γραμμής ΜΤ**

$\ell = 0 \dots 100\text{km}$, μήκος του καλωδίου από το ΜΣ μέχρι το σημείο βραχυκυλώματος

$$R_{\gamma\rho/km} = 0.215 \Omega / \text{km}, \text{ ωμική αντίσταση / km του αγωγού ACSR-95 (Παράγραφος 3.2)}$$

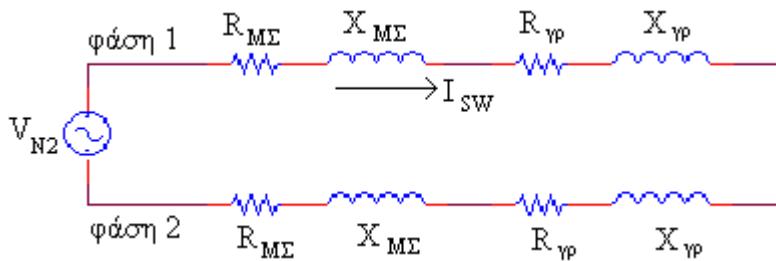
$$X_{\gamma\rho/km} = 0.334 \Omega / \text{km}, \text{ επαγωγική αντίδραση/km του αγωγού ACSR-95 (Παράγραφος 3.2)}$$

$$R_{\gamma\rho} = R_{\gamma\rho/km} \cdot \ell \quad \Omega, \text{ η συνολική ωμική αντίσταση του αγωγού} \quad (4.2.1-3)$$

$$X_{\gamma\rho} = X_{\gamma\rho/km} \cdot \ell \quad \Omega, \text{ η συνολική επαγωγική αντίδραση του αγωγού} \quad (4.2.1-4)$$

4.2.2. Υπολογισμός του εναλλασσόμενου ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_{sw}) στην περίπτωση διφασικού σφάλματος στον αέρα (ή άμεση επαφή των αγωγών στο έδαφος)

Για την τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_{sw}) στην περίπτωση διφασικού σφάλματος στον αέρα (ή άμεση επαφή των αγωγών στο έδαφος) ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις [1, 2, 3, 5, 7, 13, 14]:



Σχήμα 4.2.2-1 Ισοδύναμο κύκλωμα για διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα (ή με άμεση επαφή των αγωγών στο έδαφος)

$$I_{sw,\max} = \frac{c \cdot V_{N2}}{Z_{o\lambda}} \quad kA \quad , \text{η μέγιστη ενεργός τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης} \quad (4.2.2-1)$$

$$Z_{o\lambda} = 2\sqrt{(R_{\gamma p} + R_{MS})^2 + (X_{\gamma p} + X_{MS})^2} \quad \Omega \quad , \text{συνολική ισοδύναμη αντίσταση} \quad (4.2.2-2)$$

μέχρι το σημείο του σφάλματος

V_{N2} (kV): η ονομαστική-πολική τάση στο 2ον του ΜΣ, που εφαρμόζεται στα άκρα των 2 αγωγών που υφίστανται το διφασικό βραχυκύκλωμα

$c=1.1$, συντελεστής προσαύξησης για τη διακύμανση της τάσεως

R_{MS} Ω : η ωμική αντίσταση του ΜΣ

X_{MS} Ω : η επαγωγική αντίδραση του ΜΣ

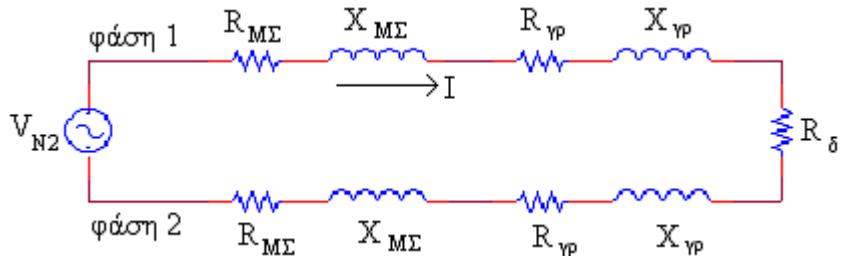
$R_{\gamma p}$ Ω : η συνολική ωμική αντίσταση του αγωγού

$X_{\gamma p}$ Ω : η συνολική επαγωγική αντίδραση του αγωγού

Σημειώνεται, ότι η μέγιστη τιμή του I_{sw} σε δίκτυα των 20kV της Δ.Ε.Η. είναι (σύμφωνα με τις προδιαγραφές προμηθειών της Δ.Ε.Η.) 7.2kA για τριφασικό βραχυκύκλωμα και για διάρκεια του βραχυκύκλωματος $t=1sec$. Στα δίκτυα των 15kV και 6.6kV η μέγιστη τιμή του I_{sw} είναι 10kA για $t=1sec$ [1, 2].

4.2.3. Υπολογισμός του ρεύματος προς γη (I) στην περίπτωση αποκοπής των αγωγών και πτώσης τους στο έδαφος

Ομοίως, για την τιμή του ρεύματος προς γη (I) μέσω της αντίστασης R_δ του εδάφους, στην περίπτωση αποκοπής των αγωγών και πτώσης τους στο έδαφος, ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις [1, 2, 3, 5, 7, 13, 14]:



Σχήμα 4.2.2-2 Ισοδύναμο κύκλωμα για τον υπολογισμό του ρεύματος προς γη μέσω της αντίστασης R_δ του εδάφους, στην περίπτωση αποκοπής των αγωγών και πτώσης τους στο έδαφος

$$I_{\max} = \frac{c \cdot V_{N2}}{Z_{0\lambda}} \quad kA \quad , \text{η μέγιστη ενεργός τιμή του ρεύματος προς γη} \quad (4.2.3-1)$$

$$Z_{0\lambda} = \sqrt{(2 \cdot R_{vp} + 2 \cdot R_{MS} + R_\delta)^2 + (2 \cdot X_{vp} + 2 \cdot X_{MS})^2} \quad \Omega \quad , \text{συνολική ισοδύναμη αντίσταση}$$

στην οποία εφαρμόζεται η τάση V_{N2} (4.2.3-2)

V_{N2} (kV): η ονομαστική-πολική τάση στο 2ον του ΜΣ, που εφαρμόζεται στα άκρα των 2 αγωγών που έχουν αποκοπεί

c=1.1: συντελεστής προσαύξησης για την διακύμανση της τάσεως

R_{MS} Ω : η ωμική αντίσταση του ΜΣ

X_{MS} Ω : η επαγωγική αντίδραση του ΜΣ

R_{vp} Ω : η συνολική ωμική αντίσταση του αγωγού

X_{vp} Ω : η συνολική επαγωγική αντίδραση του αγωγού

R_δ Ω : η αντίσταση του εδάφους

Στον Πίνακα 4.2.3-1 παρουσιάζονται διάφορες τιμές για την αντίσταση R_δ για διάφορα είδη εδάφους.

Είδος εδάφους	$R_\delta (\Omega \cdot m)$
πετρώδες έδαφος	3000
στεγνή άμμος ή στεγνό χαλίκι	1000
υγρό χαλίκι	500
υγρή άμμος	200
χώμα αγρού (φυτική γη)	100
βαλτώδες έδαφος	30

Πίνακας 4.2.3-1 Αντίσταση ενός m^3 γης μεταξύ των δυο πλευρών του [1].

4.3. Προσδιορισμός της θερμικής καταπόνησης σε γυμνούς αγωγούς του δικτύου διανομής κατά το βραχυκύλωμα.

Το βραχυκύλωμα, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, προκαλεί στους αγωγούς, στις επαφές (λυόμενες ή μόνιμες) και στον εξοπλισμό γενικά μια επιπλέον θερμική καταπόνηση [1, 5, 11, 15, 16, 17]. Για τη θερμική αυτή καταπόνηση έχουν ιδιαίτερη σημασία η τιμή του διαρκούς ρεύματος βραχυκύλωσης I_d και ο χρόνος t μέχρι την διακοπή του βραχυκυκλώματος. Η αύξηση της θερμοκρασίας σε αγωγούς υπολογίζεται αναλυτικά από τα γραφήματα κατά το πρότυπο IEC 60865-1 και -2 (Short-circuit currents - Calculation of effects - Part 1 and 2) [15]. Στην πράξη όμως για το υπολογισμό της θερμοκρασίας στους αγωγούς που καταπονούνται από τα ρεύματα βραχυκυκλώσης, χρησιμοποιούνται συχνότερα εμπειρικές σχέσεις (όπως η σχέση (4.3-4) παρακάτω) [1, 2, 15, 16, 17] αλλά και μαθηματικά μοντέλα [15, 17].

Σε έναν αγωγό με ωμική αντίσταση R (Ω), ειδική αντίσταση ρ ($\text{m} \cdot \Omega$), διατομή A (m^2), μήκος ℓ (m), που διαρρέεται από ρεύμα ενεργού τιμής I_{rms} (A) για χρονικό διάστημα t (sec),

$$\text{παρουσιάζονται απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας } W_{\eta} = I_{\text{rms}}^2 \cdot R \cdot t = I_{\text{rms}}^2 \cdot \rho \cdot \frac{\ell}{A} \cdot t \quad (\text{Watt} \cdot \text{sec}),$$

οι οποίες (σύμφωνα, με την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας) μετατρέπονται σε θερμική ενέργεια W_{θ} (Joule), η οποία θα αυξήσει τη θερμοκρασία του αγωγού κατά $\Delta\theta$ ($^{\circ}\text{C}$). Έστω,

$$\text{επιπλέον, ότι ο αγωγός έχει ειδική θερμότητα } c \left(\frac{\text{Joule}}{\text{kg} \cdot {^{\circ}\text{C}}} \right), \text{ μάζα } m \text{ (kg), όγκο } V \text{ (m}^3\text{) και πυκνότητα } d \text{ (kg/m}^3\text{), οπότε θα ισχύει: } W_{\theta} = m \cdot c \cdot \Delta\theta = d \cdot V \cdot c \cdot \Delta\theta = d \cdot (A \cdot \ell) \cdot c \cdot \Delta\theta \quad (\text{Joule}).$$

Από Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας:

$$W_{\eta} (\text{Watt} \cdot \text{sec}) = W_{\theta} (\text{Joule}) \Rightarrow I_{\text{rms}}^2 \cdot \rho \cdot \frac{\ell}{A} \cdot t = d \cdot (A \cdot \ell) \cdot c \cdot \Delta\theta \Rightarrow$$

$$\Delta\theta = \frac{I_{\text{rms}}^2 \cdot \rho \cdot t}{A^2 \cdot d \cdot c} = \left(\frac{\rho}{d \cdot c} \right) \cdot \frac{I_{\text{rms}}^2}{A^2} \cdot t \Rightarrow$$

$$\Delta\theta = k \cdot \frac{I_{\text{rms}}^2}{A^2} \cdot t \quad ({^{\circ}\text{C}})$$

(4.3-1)

Για το χαλκό ισχύει:

$$k_{Cu} = 0.0058 \left(\frac{\Omega \cdot mm^4 \cdot {^{\circ}\text{C}}}{Joule} \right) [1,2]$$

(4.3-2)

Για το αλουμίνιο ισχύουν [19]:

$$\rho = 2.63 \cdot 10^{-8} (m \cdot \Omega), \quad d = 2.7 \cdot 10^3 \left(\frac{kg}{m^3} \right), \quad c = 910 \left(\frac{Joule}{kg \cdot {}^\circ C} \right)$$

$$k_{Al} = \frac{\rho}{d \cdot c} = 10.7 \cdot 10^{-15} \left(\frac{\Omega \cdot m^4 \cdot {}^\circ C}{Joule} \right) \Rightarrow (m^4 = mm^4 \cdot 10^{12}) \Rightarrow$$

$$k_{Al} = 0.0107 \left(\frac{\Omega \cdot mm^4 \cdot {}^\circ C}{Joule} \right)$$

(4.3-3)

Επομένως για διατομή A σε mm^2 , η αύξηση στη θερμοκρασία ενός αγωγού που διαρρέεται από ρεύμα ενεργού τιμής I_{rms} (A) για χρονικό διάστημα t (sec) δίνεται από τη σχέση (4.3-1), και για χάλκινο αγωγό η σταθερά k δίνεται από τη σχέση (4.3-2), ενώ για αγωγό αλουμινίου η σταθερά k δίνεται από τη σχέση (4.3-3).

Σύμφωνα με την *Παράγραφο 4.1*, το ρεύμα βραχυκύλωσης αποτελείται από 2 συνιστώσες:

- 1) Την ημιτονοειδή συνιστώσα μόνιμης κατάστασης, ενεργού τιμής I_d (διαρκές ρεύμα βραχυκύλωσης) και
- 2) Τη συνεχή συνιστώσα που έχει μεταβατική φύση και το πλάτος της μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.

Αν το βραχυκύλωμα διαρκέσει t sec, λοιπόν, σύμφωνα με τη σχέση (4.3-1), η θερμική καταπόνηση του αγωγού από τη συνιστώσα μόνιμης κατάστασης θα είναι:

$$\Delta \theta_a = k \cdot \frac{I_d^2}{A^2} \cdot t \quad ({}^\circ C),$$

ενώ από τη συνεχή συνιστώσα στη μεταβατική φάση η θερμική καταπόνηση προσεγγίζεται εμπειρικά από τη σχέση:

$$\Delta \theta_b = k \cdot \frac{I_{sw,max}^2}{A^2} \cdot T \quad ({}^\circ C),$$

όπου $I_{sw,max}$: η μέγιστη ενεργός τιμή του ρεύματος βραχυκύλωσης και

T : ένας συντελεστής χρόνου, για διφασικό βραχυκύλωμα είναι 0.25-0.6sec.

Επομένως, η συνολική αύξηση της θερμοκρασίας του αγωγού κατά το βραχυκύλωμα ισούται με:

$$\Delta \theta = \Delta \theta_a + \Delta \theta_b = k \cdot \frac{I_d^2}{A^2} \cdot t + k \cdot \frac{I_{sw,max}^2}{A^2} \cdot T \Rightarrow$$

$$\Delta \theta = \frac{k}{A^2} \cdot I_d^2 \cdot \left(t + T \cdot \left(\frac{I_{sw,max}}{I_d} \right)^2 \right) = \frac{k}{A^2} \cdot I_d^2 \cdot \left(t + \frac{T}{\mu_d^2} \right) \text{ } ^\circ C$$

(4.3-4)

Συνοψίζοντας, η συνολική αύξηση της θερμοκρασίας ενός αγωγού κατά το βραχυκύκλωμα, δίνεται από τη σχέση (4.3-4), όπου:

- **$I_{sw,max}$ είναι η μέγιστη ενεργός τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης κατά τη μεταβατική φάση (σε A)**
- $I_d = \mu_d \cdot I_{sw,max}$ (4.3-5)

διαρκές ρεύμα βραχυκύκλωσης, η ενεργός τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης στη μόνιμη κατάσταση (σε A). Για διφασικό βραχυκύκλωμα ο συντελεστής μ_d παίρνει τιμές από 0.35-1.

- t : ο χρόνος διακοπής του βραχυκυκλώματος (σε sec). Στις εγκαταστάσεις Μέσης Τάσης ο χρόνος που χρειάζονται οι διακόπτες για να απομονώσουν ένα βραχυκύκλωμα είναι από 0.15sec- $t_{max}=1sec$.
- T : ένας συντελεστής χρόνου, η τιμή του οποίου για τριφασικό βραχυκύκλωμα είναι $T=0,3$ έως $0,15$ sec και για διφασικό βραχυκύκλωμα είναι $0.25-0.6$ sec.
- A : η διατομή του αγωγού (σε mm^2)
- $k = \frac{\rho}{d \cdot c}$: σταθερά του υλικού $\left(\sigma \epsilon \frac{\Omega \cdot \text{mm}^4 \cdot {}^\circ C}{\text{Joule}} \right)$. Για το χαλκό είναι $k_{Cu}=0.0058$ και για το αλουμίνιο $k_{Al}=0.0107$.
- Εξεχωρίζουμε 4 περιπτώσεις για τις αυξήσεις της θερμοκρασίας του αγωγού κατά το βραχυκύκλωμα με βάση της τιμές των μεταβλητών μ_d και T , οι οποίες συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

μ_d	T	$\Delta \Theta$
0,35	0,25	$\Delta \Theta_1$
0,35	0,6	$\Delta \Theta_2$
1	0,25	$\Delta \Theta_3$
1	0,6	$\Delta \Theta_4$

Πίνακας 4.3-1 Διαφορετικές περιπτώσεις αύξησης της θερμοκρασίας του αγωγού κατά το βραχυκύκλωμα με βάση της τιμές των μεταβλητών μ_d και T .

Ο αγωγός ACSR 95mm², που είναι αγωγός αλουμινίου με χαλύβδινη ψυχή, έχει **ισοδύναμη διατομή χαλκού 95mm² ($A_{Cu}=95\text{mm}^2$)**, αλλά η πραγματική του διατομή ισούται με $A_{Al} = A_{Cu} \cdot \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = 95\text{mm}^2 \cdot \frac{2.63 \cdot 10^{-8} \text{m} \cdot \Omega}{1.72 \cdot 10^{-8} \text{m} \cdot \Omega} \Rightarrow A_{Al}=145.262\text{mm}^2$.

$$\text{Όμως: } \frac{k_{Al}}{A_{Al}^2} = \frac{0.0107}{145.262^2} = 5.0708 \cdot 10^{-7}, \quad \frac{k_{Cu}}{A_{Cu}^2} = \frac{0.0058}{95^2} = 6.4266 \cdot 10^{-7},$$

οπότε για τον υπολογισμό του $\Delta\theta$ από τη σχέση (4.3-4) ο όρος $\frac{k}{A^2}$ δίνει πρακτικά περίπου. ίδιο αποτέλεσμα είτε θεωρηθεί αγωγός Al πραγματικής διατομής $A_{Al}=145.262\text{mm}^2$, είτε αγωγός Cu ισοδύναμης διατομής $A_{Cu}=95\text{mm}^2$. Λαμβάνεται η μεγαλύτερη τιμή,

$$\boxed{\frac{k}{A^2} = 6.4266 \cdot 10^{-7} \frac{\Omega \cdot {}^\circ C}{Joule}} \quad (4.3-6)$$

Η συνολική θερμοκρασία των αγωγών εκφράζεται από την σχέση:

$$\theta = \theta_{\pi\varepsilon\rho\beta\alpha\lambda} + \Delta\theta \quad (4.3-7)$$

όπου: $\theta_{\pi\varepsilon\rho\beta\alpha\lambda}$ η αρχική θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Λαμβάνεται $\theta_{\pi\varepsilon\rho\beta\alpha\lambda} = 40^\circ C$ (καλοκαίρι), ώστε οι υπολογισμοί να καλύπτουν τη δυσμενή αυτή περίπτωση, όπου η θερμοκρασία είναι αρκετά υψηλή.

Η οριακή επιτρεπτή θερμοκρασία για γυμνούς αγωγούς από αλουμίνιο είναι $180^\circ C$, ενώ για γυμνούς αγωγούς χαλκού $200^\circ C$ [1, 3, 15].

Επομένως, για να είναι ασφαλής ο αγωγός ACSR (αλουμινίου) θα πρέπει να ισχύει:

$$\theta_{\pi\varepsilon\rho\beta\alpha\lambda} + \Delta\theta \leq 180^\circ C \Rightarrow 40^\circ C + \Delta\theta \leq 180^\circ C \Rightarrow$$

$$\Delta\theta \leq 140^\circ C \quad (4.3-8)$$

4.3.1. Επίδραση των διακοπών των Διακοπτών Αυτόματης Επαναφοράς στη Θερμική καταπόνηση των αγωγών.

Στο δίκτυο διανομής μέσης τάσης μπορεί να υπάρξουν **αλλεπάλληλα βραχυκυκλώματα** χωρίς άμεση διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος. Ο λόγος είναι επειδή γίνεται αυτομάτως σε τρία στάδια-κύκλους, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, και σε **κλάσμα δευτερολέπτου** κάθε φορά, προσπάθεια από τους **διακόπτες αυτόματης επαναφοράς (ΔΑΕ)** να διακόψουν το βραχυκύκλωμα και να επανατλεκτροδοτήσουν αμέσως τη γραμμή, ώστε να αποφευχθεί η οριστική διακοπή του ρεύματος και η χρονοβόρα κατ' ανάγκη πλέον επέμβαση του συνεργείου της ΔΕΗ, όταν δεν πρόκειται για μόνιμο αλλά παροδικό απλώς βραχυκύκλωμα, που προέρχεται συνήθως από την πτώση ενός κλαδιού δένδρου στους αγωγούς [2].

Οι διακόπτες αυτόματης επαναφοράς (ΔΑΕ) ρυθμίζονται ώστε να ανοιγοκλείνουν μετά την πάροδο κάποιου χρονικού διαστήματος ώστε να απάγεται θερμότητα στο περιβάλλον από τους αγωγούς μέσω του αέρα. Έτσι, η αύξηση της θερμοκρασίας $\Delta\theta$ των αγωγών δεν διπλασιάζεται μετά από διαδοχικά ON-OFF των ΔΑΕ, αλλά δίνονται κατά τη βιβλιογραφία [26] από τους εξής τύπους:

$$1o \text{ ON-OFF } \Delta\text{AE}: \quad \Delta\theta \text{ } ({}^\circ C) \quad (4.3-9)$$

$$2o \text{ ON-OFF } \Delta\text{AE}: \quad \sqrt{2} \cdot \Delta\theta \text{ } ({}^\circ C) \quad (4.3-10)$$

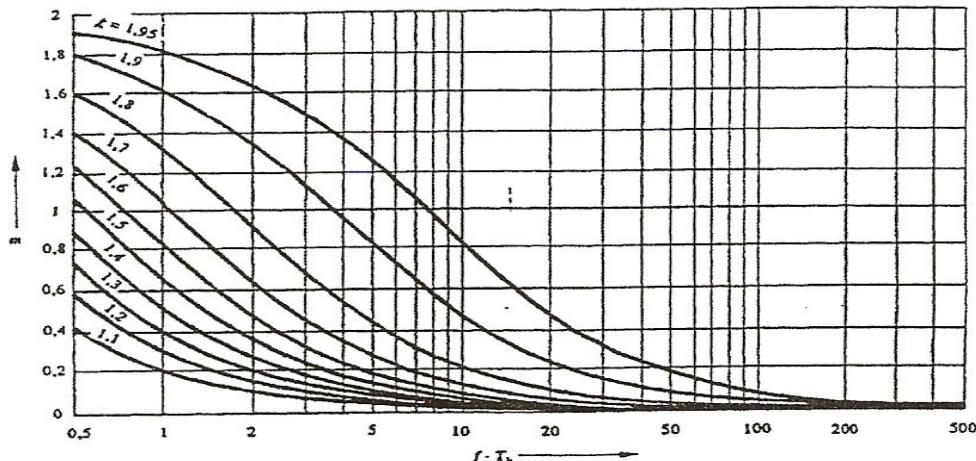
$$3o \text{ ON-OFF } \Delta\text{AE}: \quad 2 \cdot \Delta\theta \text{ } ({}^\circ C) \quad (4.3-11)$$

4.4. Υπολογισμός θερμοκρασίας σε αγωγούς κατά το βραχυκύκλωμα σύμφωνα με το σχετικό ευρωπαϊκό πρότυπο.

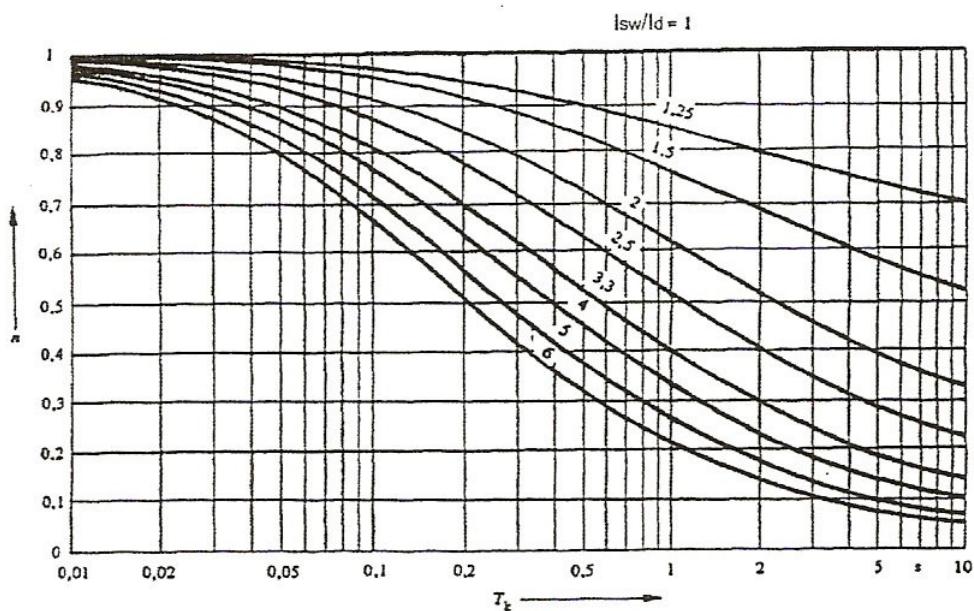
Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται στους αγωγούς κατά το βραχυκύκλωμα υπολογίζεται από το θερμικά ισοδύναμο ρεύμα βραχυκύκλωσης I_{th} , από τη διάρκεια του βραχυκύκλωματος και από συντελεστές που εξαρτώνται από το υλικό των αγωγών. Το θερμικά ισοδύναμο ρεύμα βραχυκύκλωσης δίνεται από τη σχέση [15]:

$$I_{th} = I_{sw} \chi \sqrt{m + n} \quad (4.4-1)$$

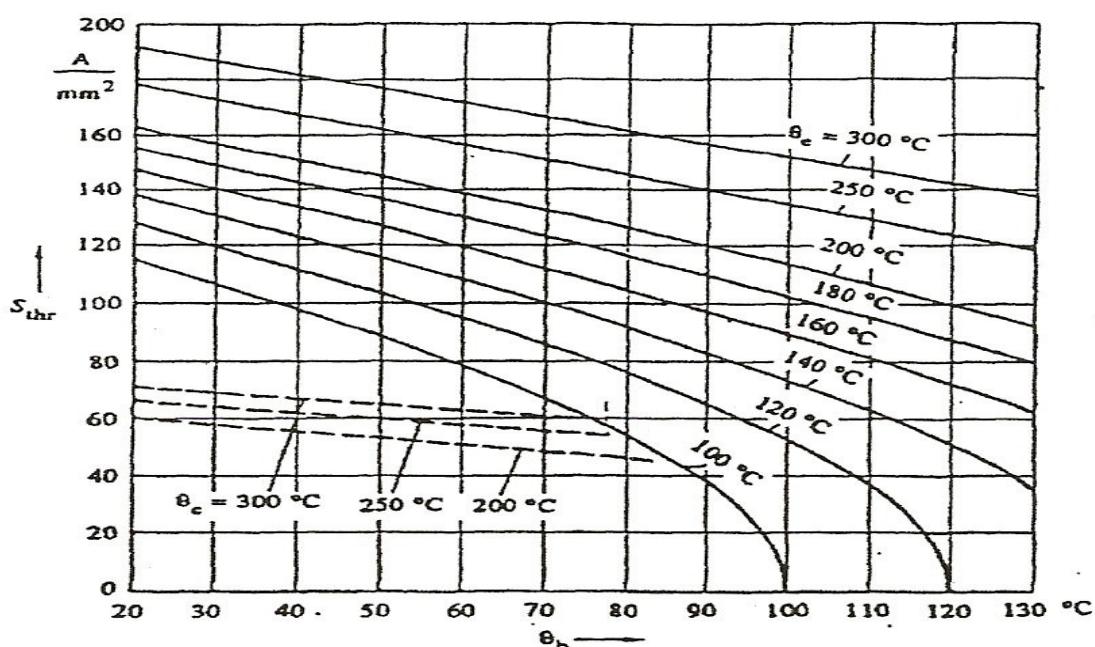
όπου I_{sw} είναι η ενεργός τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος βραχυκύκλωσης και m και n παράγοντες που υπολογίζονται είτε αναλυτικά από μαθηματικές σχέσεις που εξαρτώνται από τα στοιχεία του δικτύου και των ρευμάτων βραχυκύκλωσης, είτε από διαγράμματα που δίνονται επίσης από το πρότυπο. Οι συντελεστές m και n αφορούν στην έκλυση της θερμότητας που οφείλεται στη συνεχή και στην εναλλασσόμενη συνιστώσα του ρεύματος βραχυκύκλωσης αντίστοιχα. Τα Σχήματα 4.4-1 και 4.4-2 δίνουν τους συντελεστές m και n . Η θερμοκρασία βάσει των προηγούμενων συντελεστών και της πυκνότητας του ρεύματος δίνεται για αγωγούς από χαλκό και κράμα χάλυβα στο Σχήμα 4.4-3, ενώ για αγωγούς από αλουμίνιο και κράματα αλουμινίου στο Σχήμα 4.4-4. Η μέγιστη προτεινόμενη θερμοκρασία για τους αγωγούς που δίνεται από το πρότυπο είναι 200°C για χαλκό και αλουμίνιο και 300°C για χάλυβα.



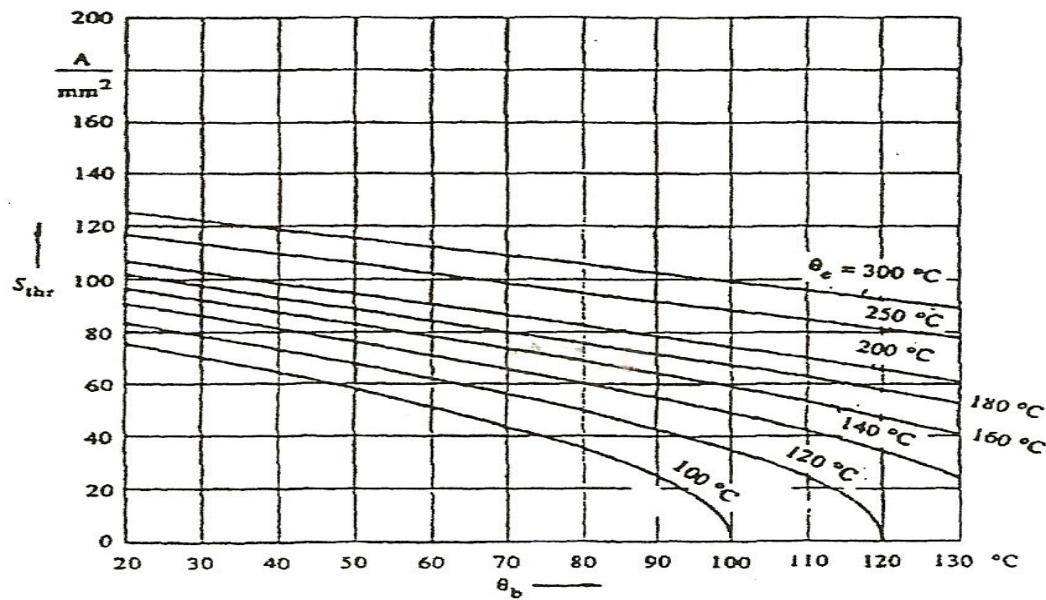
Σχήμα 4.4-1 Συντελεστής m συναρτήσει του χρόνου καταπόνησης (T_k) και της παραμέτρου κ , f η συχνότητα της πηγής.



Σχήμα 4.4-2 Συντελεστής η συναρτήσει του χρόνου καταπόνησης (T_k) και του λόγου I_{SW}/I_d



Σχήμα 4.4-3 Σχέση μεταξύ θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στους αγωγούς από χαλκό και κράμα χάλυβα (διακεκομμένες γραμμές) και της πυκνότητας του ρεύματος για διάρκεια βραχυκύκλωσης 1sec.



Σχήμα 4.4-4 Σχέση μεταξύ θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στους αγωγούς από αλουμίνιο και κράματα αλουμινίου και της πυκνότητας του ρεύματος για διάρκεια βραχυκύκλωσης 1sec.

5. ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πίνακες και τα διαγράμματα που προέκυψαν από την παραπάνω ανάλυση για τη θερμική καταπόνηση των αγωγών ACSR 95mm², του εναέριου δικτύου μέσης τάσης 20kV και 15kV κατά το διφασικό σφάλμα στον αέρα και στο έδαφος, σε απόσταση μέχρι 100km από το μετασχηματιστή υψηλής προς μέση τάση, ονομαστικής ισχύος 15MVA, 25MVA και 50MVA.

5.1. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα ή με άμεση επαφή των αγωγών στο έδαφος

Από τους **Πίνακες 4.2.1-1, 4.2.1-2** και τις **Σχέσεις (4.2.2-1), (4.2.2-2)** υπολογίζεται η μέγιστη ενεργός τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης $I_{sw,max}$.

Από τις **Σχέσεις (4.3-4), (4.3-5), (4.3-6)** αντίστοιχα:

$$\Delta \theta = \frac{k}{A^2} \cdot I_d^2 \cdot \left(t + T \cdot \left(\frac{I_{sw,max}}{I_d} \right)^2 \right) = \frac{k}{A^2} \cdot I_d^2 \cdot \left(t + \frac{T}{\mu_d^2} \right) \text{ } {}^\circ C$$

$$I_d = \mu_d \cdot I_{sw,max} \text{ } A$$

$$\frac{k}{A^2} = 6.4266 \cdot 10^{-7} \text{ } \frac{\Omega \cdot {}^\circ C}{Joule}$$

Γίνονται υπολογισμοί για τις **οριακές τιμές** του μ_d [0.35-1], του T [0.25-0.6sec] και για διάρκεια βραχυκύκλωματος $t = 0.15 \text{ sec}$, $t = 0.25 \text{ sec}$, $t = 0.4 \text{ sec}$, $t = 1 \text{ sec}$:

$$\mu_{d1} = 0.35 : I_{d1} = 0.35 \cdot I_{sw,max} \text{ } A$$

$$\mu_{d2} = 1 : I_{d2} = I_{sw,max} \text{ } A$$

$$T_1 = 0.25 \text{ sec}, \quad T_2 = 0.6 \text{ sec}$$

Έτσι προκύπτουν:

$$\mu_{d1} = 0.35 : I_{d1} = 0.35 \cdot I_{sw,max} \text{ } A, \quad T_1 = 0.25 \text{ sec}$$

$$\Delta \theta_1 = \frac{k}{A^2} \cdot I_{d1}^2 \cdot \left(t + \frac{T_1}{\mu_{d1}^2} \right) = 1.9357 \cdot 10^{-5} \cdot (0.35 \cdot I_{sw,max})^2 \cdot \left(t + \frac{0.25}{0.35^2} \right) \text{ } {}^\circ C \quad (5-1)$$

$$\mu_{d1} = 0.35 : I_{d1} = 0.35 \cdot I_{sw,max} \text{ } A, \quad T_2 = 0.6 \text{ sec}$$

$$\Delta \theta_2 = \frac{k}{A^2} \cdot I_{d1}^2 \cdot \left(t + \frac{T_2}{\mu_{d1}^2} \right) = 1.9357 \cdot 10^{-5} \cdot (0.35 \cdot I_{sw,max})^2 \cdot \left(t + \frac{0.6}{0.35^2} \right) \text{ } {}^\circ C \quad (5-2)$$

$$\mu_{d2} = 1 : I_{d2} = I_{sw,max} \text{ } A, \quad T_1 = 0.25 \text{ sec}$$

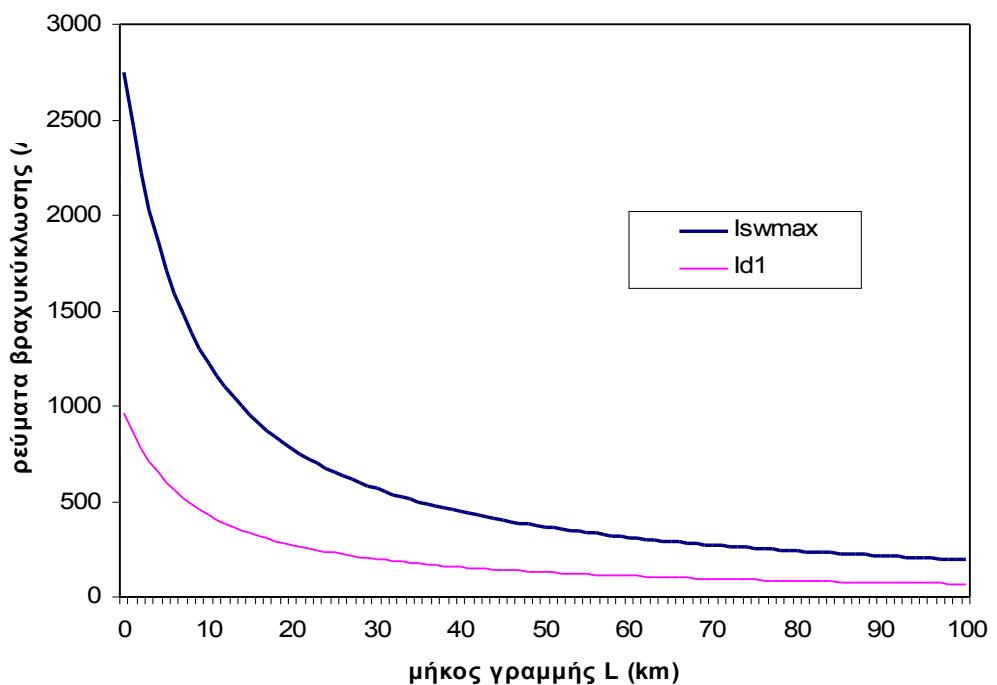
$$\Delta \theta_3 = \frac{k}{A^2} \cdot I_{d2}^2 \cdot \left(t + \frac{T_1}{\mu_{d2}^2} \right) = 1.9357 \cdot 10^{-5} \cdot (1 \cdot I_{sw,max})^2 \cdot \left(t + \frac{0.25}{1^2} \right) \text{ } {}^\circ C \quad (5-3)$$

$\mu_{d2} = 1 : I_{d2} = I_{sw,\max} \quad A, \quad T_2 = 0.6 \text{ sec}$ $\Delta \theta_4 = \frac{k}{A^2} \cdot I_{d2}^2 \cdot \left(t + \frac{T_2}{\mu_{d2}^2} \right) = 1.9357 \cdot 10^{-5} \cdot (1 \cdot I_{sw,\max})^2 \cdot \left(t + \frac{0.6}{1^2} \right) \quad {}^\circ C$	(5-4)
--	--------------

Τέλος, από τις **Σχέσεις (4.3-9), (4.3-10), (4.3-11)** υπολογίζεται η αύξηση της θερμοκρασίας των αγωγών λόγω της λειτουργίας των διακοπτών αυτόματης επαναφοράς (ΔΑΕ).

Στους Πίνακες και τα Σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τιμές της απόστασης που συμβαίνει το σφάλμα $\ell = 0-100 \text{ km}$. Σε περιπτώσεις που είναι ουσιαστικά αμελητέο το φαινόμενο τα Σχήματα παρουσιάζονται για μήκη $\ell = 0-20 \text{ km}$.

5.1.1. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.1.1-1 Τιμή ρεύματος βραχυκύκλωσης σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (° C)	Δ θ ₂ (° C)	Δ θ ₃ (° C)	Δ θ ₄ (° C)
0	0	0	6	2750	962,5	1,304	3,005	1,944	3,645
1	0,215	0,334	6,693	2465,21	862,822	1,048	2,415	1,562	2,929
2	0,43	0,668	7,407	2227,72	779,702	0,856	1,972	1,276	2,392
3	0,645	1,002	8,135	2028,22	709,877	0,71	1,635	1,057	1,983
4	0,86	1,336	8,875	1859,14	650,7	0,596	1,374	0,889	1,666
5	1,075	1,67	9,624	1714,53	600,086	0,507	1,168	0,756	1,417
6	1,29	2,004	10,38	1589,75	556,412	0,436	1,004	0,65	1,218
7	1,505	2,338	11,14	1481,17	518,411	0,378	0,872	0,564	1,057
8	1,72	2,672	11,91	1385,97	485,09	0,331	0,763	0,494	0,926
9	1,935	3,006	12,67	1301,9	455,664	0,292	0,674	0,436	0,817
10	2,15	3,34	13,45	1227,17	429,508	0,26	0,598	0,387	0,726
11	2,365	3,674	14,22	1160,35	406,121	0,232	0,535	0,346	0,649
12	2,58	4,008	15	1100,27	385,096	0,209	0,481	0,311	0,584
13	2,795	4,342	15,77	1045,99	366,098	0,189	0,435	0,281	0,527
14	3,01	4,676	16,55	996,727	348,854	0,171	0,395	0,255	0,479
15	3,225	5,01	17,34	951,818	333,136	0,156	0,36	0,233	0,437
16	3,44	5,344	18,12	910,723	318,753	0,143	0,33	0,213	0,4
17	3,655	5,678	18,9	872,983	305,544	0,131	0,303	0,196	0,367
18	3,87	6,012	19,68	838,208	293,373	0,121	0,279	0,181	0,339
19	4,085	6,346	20,47	806,066	282,123	0,112	0,258	0,167	0,313
20	4,3	6,68	21,26	776,272	271,695	0,104	0,239	0,155	0,29
21	4,515	7,014	22,04	748,581	262,003	0,097	0,223	0,144	0,27
22	4,73	7,348	22,83	722,779	252,973	0,09	0,208	0,134	0,252
23	4,945	7,682	23,62	698,682	244,539	0,084	0,194	0,125	0,235
24	5,16	8,016	24,4	676,127	236,645	0,079	0,182	0,118	0,22
25	5,375	8,35	25,19	654,972	229,24	0,074	0,17	0,11	0,207
26	5,59	8,684	25,98	635,091	222,282	0,07	0,16	0,104	0,194
27	5,805	9,018	26,77	616,374	215,731	0,066	0,151	0,098	0,183
28	6,02	9,352	27,56	598,722	209,553	0,062	0,142	0,092	0,173
29	6,235	9,686	28,35	582,046	203,716	0,058	0,135	0,087	0,163
30	6,45	10,02	29,14	566,269	198,194	0,055	0,127	0,082	0,155
31	6,665	10,354	29,93	551,321	192,962	0,052	0,121	0,078	0,147
32	6,88	10,688	30,72	537,137	187,998	0,05	0,115	0,074	0,139
33	7,095	11,022	31,51	523,661	183,281	0,047	0,109	0,07	0,132
34	7,31	11,356	32,3	510,842	178,795	0,045	0,104	0,067	0,126
35	7,525	11,69	33,09	498,633	174,522	0,043	0,099	0,064	0,12
36	7,74	12,024	33,88	486,992	170,447	0,041	0,094	0,061	0,114
37	7,955	12,358	34,67	475,879	166,558	0,039	0,09	0,058	0,109
38	8,17	12,692	35,46	465,26	162,841	0,037	0,086	0,056	0,104
39	8,385	13,026	36,26	455,104	159,286	0,036	0,082	0,053	0,1
40	8,6	13,36	37,05	445,379	155,883	0,034	0,079	0,051	0,096
41	8,815	13,694	37,84	436,06	152,621	0,033	0,076	0,049	0,092
42	9,03	14,028	38,63	427,122	149,493	0,031	0,072	0,047	0,088
43	9,245	14,362	39,42	418,542	146,49	0,03	0,07	0,045	0,084
44	9,46	14,696	40,21	410,299	143,605	0,029	0,067	0,043	0,081
45	9,675	15,03	41,01	402,373	140,831	0,028	0,064	0,042	0,078
46	9,89	15,364	41,8	394,747	138,161	0,027	0,062	0,04	0,075
47	10,105	15,698	42,59	387,404	135,591	0,026	0,06	0,039	0,072
48	10,32	16,032	43,38	380,328	133,115	0,025	0,057	0,037	0,07
49	10,535	16,366	44,18	373,506	130,727	0,024	0,055	0,036	0,067
50	10,75	16,7	44,97	366,923	128,423	0,023	0,054	0,035	0,065

Πίνακας 5.1.1-1: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 15MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,09\Omega$, $X_{M\Sigma} = 2,999\Omega$

Γραμμή: A=95 mm², $R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$

t=0,15sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	45,76	360,568	126,199	0,022	0,052	0,033	0,063
52	11,18	17,368	46,55	354,429	124,05	0,022	0,05	0,032	0,061
53	11,395	17,702	47,35	348,495	121,973	0,021	0,048	0,031	0,059
54	11,61	18,036	48,14	342,756	119,965	0,02	0,047	0,03	0,057
55	11,825	18,37	48,93	337,202	118,021	0,02	0,045	0,029	0,055
56	12,04	18,704	49,72	331,826	116,139	0,019	0,044	0,028	0,053
57	12,255	19,038	50,52	326,617	114,316	0,018	0,042	0,027	0,051
58	12,47	19,372	51,31	321,57	112,549	0,018	0,041	0,027	0,05
59	12,685	19,706	52,1	316,676	110,836	0,017	0,04	0,026	0,048
60	12,9	20,04	52,9	311,928	109,175	0,017	0,039	0,025	0,047
61	13,115	20,374	53,69	307,32	107,562	0,016	0,038	0,024	0,046
62	13,33	20,708	54,48	302,846	105,996	0,016	0,036	0,024	0,044
63	13,545	21,042	55,28	298,501	104,475	0,015	0,035	0,023	0,043
64	13,76	21,376	56,07	294,278	102,997	0,015	0,034	0,022	0,042
65	13,975	21,71	56,86	290,173	101,56	0,015	0,033	0,022	0,041
66	14,19	22,044	57,66	286,18	100,163	0,014	0,033	0,021	0,039
67	14,405	22,378	58,45	282,296	98,8036	0,014	0,032	0,02	0,038
68	14,62	22,712	59,24	278,516	97,4805	0,013	0,031	0,02	0,037
69	14,835	23,046	60,04	274,835	96,1923	0,013	0,03	0,019	0,036
70	15,05	23,38	60,83	271,251	94,9377	0,013	0,029	0,019	0,035
71	15,265	23,714	61,62	267,758	93,7153	0,012	0,028	0,018	0,035
72	15,48	24,048	62,42	264,354	92,524	0,012	0,028	0,018	0,034
73	15,695	24,382	63,21	261,036	91,3626	0,012	0,027	0,018	0,033
74	15,91	24,716	64	257,8	90,2299	0,011	0,026	0,017	0,032
75	16,125	25,05	64,8	254,643	89,1249	0,011	0,026	0,017	0,031
76	16,34	25,384	65,59	251,562	88,0466	0,011	0,025	0,016	0,031
77	16,555	25,718	66,38	248,555	86,9941	0,011	0,025	0,016	0,03
78	16,77	26,052	67,18	245,618	85,9664	0,01	0,024	0,016	0,029
79	16,985	26,386	67,97	242,751	84,9627	0,01	0,023	0,015	0,028
80	17,2	26,72	68,76	239,949	83,9822	0,01	0,023	0,015	0,028
81	17,415	27,054	69,56	237,211	83,024	0,01	0,022	0,014	0,027
82	17,63	27,388	70,35	234,535	82,0874	0,009	0,022	0,014	0,027
83	17,845	27,722	71,15	231,919	81,1716	0,009	0,021	0,014	0,026
84	18,06	28,056	71,94	229,36	80,2761	0,009	0,021	0,014	0,025
85	18,275	28,39	72,73	226,857	79,4001	0,009	0,02	0,013	0,025
86	18,49	28,724	73,53	224,408	78,5429	0,009	0,02	0,013	0,024
87	18,705	29,058	74,32	222,012	77,7041	0,009	0,02	0,013	0,024
88	18,92	29,392	75,11	219,666	76,883	0,008	0,019	0,012	0,023
89	19,135	29,726	75,91	217,369	76,079	0,008	0,019	0,012	0,023
90	19,35	30,06	76,7	215,119	75,2917	0,008	0,018	0,012	0,022
91	19,565	30,394	77,5	212,916	74,5205	0,008	0,018	0,012	0,022
92	19,78	30,728	78,29	210,757	73,7649	0,008	0,018	0,011	0,021
93	19,995	31,062	79,08	208,641	73,0244	0,008	0,017	0,011	0,021
94	20,21	31,396	79,88	206,568	72,2987	0,007	0,017	0,011	0,021
95	20,425	31,73	80,67	204,535	71,5872	0,007	0,017	0,011	0,02
96	20,64	32,064	81,46	202,542	70,8896	0,007	0,016	0,011	0,02
97	20,855	32,398	82,26	200,587	70,2055	0,007	0,016	0,01	0,019
98	21,07	32,732	83,05	198,67	69,5344	0,007	0,016	0,01	0,019
99	21,285	33,066	83,85	196,789	68,876	0,007	0,015	0,01	0,019
100	21,5	33,4	84,64	194,943	68,23	0,007	0,015	0,01	0,018

Συνέχεια Πίνακα 5.1.1-1: Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 15MVA, \text{ ACSR}=95 \text{ mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,09\Omega, X_{\Sigma} = 2,999\Omega$$

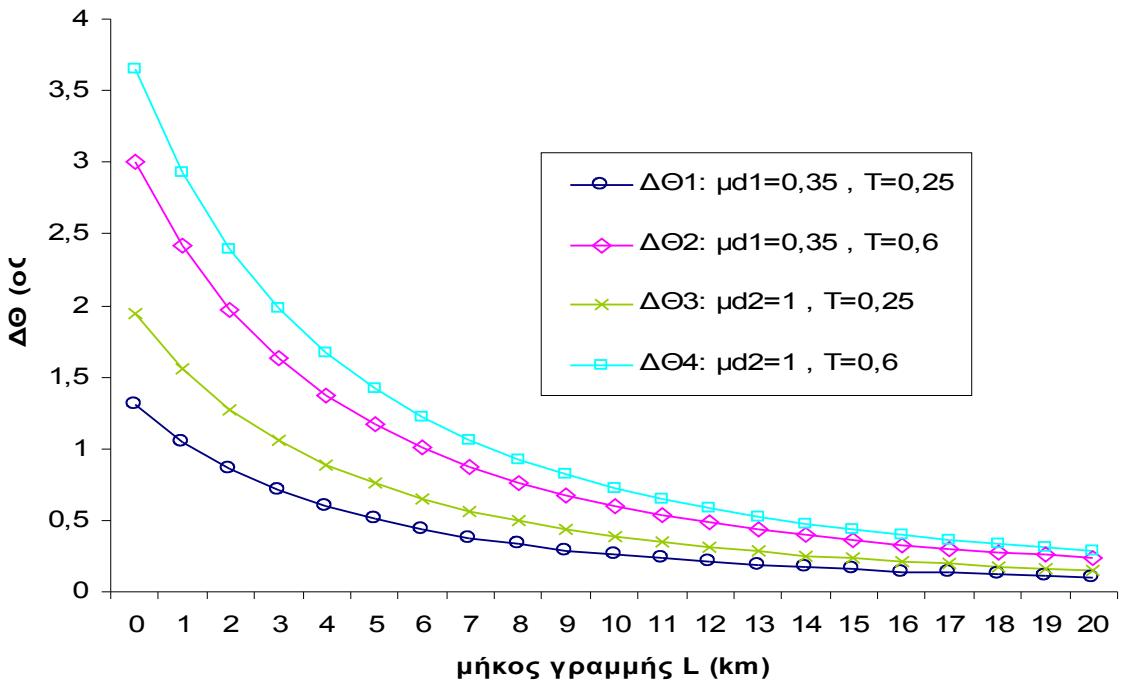
$$\text{Γραμμή: } A=95\text{mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,15\text{sec}, T=0,25\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4)$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4, \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	1,304	1,845	2,609	3,005	4,25	6,011	1,944	2,749	3,888	3,645	5,155	7,29
1	1,048	1,482	2,096	2,415	3,415	4,83	1,562	2,209	3,124	2,929	4,143	5,858
2	0,856	1,21	1,712	1,972	2,789	3,944	1,276	1,804	2,551	2,392	3,383	4,784
3	0,71	1,003	1,419	1,635	2,312	3,27	1,057	1,495	2,115	1,983	2,804	3,966
4	0,596	0,843	1,192	1,374	1,943	2,747	0,889	1,257	1,777	1,666	2,356	3,332
5	0,507	0,717	1,014	1,168	1,652	2,336	0,756	1,069	1,511	1,417	2,004	2,834
6	0,436	0,616	0,872	1,004	1,42	2,009	0,65	0,919	1,299	1,218	1,723	2,436
7	0,378	0,535	0,757	0,872	1,233	1,744	0,564	0,798	1,128	1,057	1,495	2,115
8	0,331	0,469	0,663	0,763	1,08	1,527	0,494	0,698	0,988	0,926	1,309	1,852
9	0,292	0,413	0,585	0,674	0,953	1,347	0,436	0,616	0,871	0,817	1,155	1,634
10	0,26	0,367	0,519	0,598	0,846	1,197	0,387	0,547	0,774	0,726	1,027	1,452
11	0,232	0,328	0,464	0,535	0,757	1,07	0,346	0,489	0,692	0,649	0,918	1,298
12	0,209	0,295	0,418	0,481	0,68	0,962	0,311	0,44	0,622	0,584	0,825	1,167
13	0,189	0,267	0,377	0,435	0,615	0,87	0,281	0,398	0,563	0,527	0,746	1,055
14	0,171	0,242	0,343	0,395	0,558	0,79	0,255	0,361	0,511	0,479	0,677	0,958
15	0,156	0,221	0,313	0,36	0,509	0,72	0,233	0,329	0,466	0,437	0,618	0,873
16	0,143	0,202	0,286	0,33	0,466	0,659	0,213	0,302	0,426	0,4	0,565	0,8
17	0,131	0,186	0,263	0,303	0,428	0,606	0,196	0,277	0,392	0,367	0,519	0,735
18	0,121	0,171	0,242	0,279	0,395	0,558	0,181	0,255	0,361	0,339	0,479	0,677
19	0,112	0,158	0,224	0,258	0,365	0,516	0,167	0,236	0,334	0,313	0,443	0,626
20	0,104	0,147	0,208	0,239	0,339	0,479	0,155	0,219	0,31	0,29	0,411	0,581

Πίνακας 5.1.1-2 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη MT Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV
t=0.15sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.1-2 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV, t=0.15sec

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
0	0	0	6	2750	962,5	1,364	3,065	2,43	4,131
1	0,215	0,334	6,693	2465,21	862,822	1,096	2,463	1,953	3,32
2	0,43	0,668	7,407	2227,72	779,702	0,895	2,011	1,595	2,711
3	0,645	1,002	8,135	2028,22	709,877	0,742	1,667	1,322	2,247
4	0,86	1,336	8,875	1859,14	650,7	0,623	1,401	1,111	1,888
5	1,075	1,67	9,624	1714,53	600,086	0,53	1,191	0,945	1,606
6	1,29	2,004	10,38	1589,75	556,412	0,456	1,024	0,812	1,381
7	1,505	2,338	11,14	1481,17	518,411	0,396	0,889	0,705	1,198
8	1,72	2,672	11,91	1385,97	485,09	0,346	0,779	0,617	1,049
9	1,935	3,006	12,67	1301,9	455,664	0,306	0,687	0,545	0,926
10	2,15	3,34	13,45	1227,17	429,508	0,272	0,61	0,484	0,823
11	2,365	3,674	14,22	1160,35	406,121	0,243	0,546	0,433	0,735
12	2,58	4,008	15	1100,27	385,096	0,218	0,491	0,389	0,661
13	2,795	4,342	15,77	1045,99	366,098	0,197	0,443	0,352	0,598
14	3,01	4,676	16,55	996,727	348,854	0,179	0,403	0,319	0,543
15	3,225	5,01	17,34	951,818	333,136	0,163	0,367	0,291	0,495
16	3,44	5,344	18,12	910,723	318,753	0,15	0,336	0,267	0,453
17	3,655	5,678	18,9	872,983	305,544	0,137	0,309	0,245	0,416
18	3,87	6,012	19,68	838,208	293,373	0,127	0,285	0,226	0,384
19	4,085	6,346	20,47	806,066	282,123	0,117	0,263	0,209	0,355
20	4,3	6,68	21,26	776,272	271,695	0,109	0,244	0,194	0,329
21	4,515	7,014	22,04	748,581	262,003	0,101	0,227	0,18	0,306
22	4,73	7,348	22,83	722,779	252,973	0,094	0,212	0,168	0,285
23	4,945	7,682	23,62	698,682	244,539	0,088	0,198	0,157	0,267
24	5,16	8,016	24,4	676,127	236,645	0,082	0,185	0,147	0,25
25	5,375	8,35	25,19	654,972	229,24	0,077	0,174	0,138	0,234
26	5,59	8,684	25,98	635,091	222,282	0,073	0,163	0,13	0,22
27	5,805	9,018	26,77	616,374	215,731	0,069	0,154	0,122	0,208
28	6,02	9,352	27,56	598,722	209,553	0,065	0,145	0,115	0,196
29	6,235	9,686	28,35	582,046	203,716	0,061	0,137	0,109	0,185
30	6,45	10,02	29,14	566,269	198,194	0,058	0,13	0,103	0,175
31	6,665	10,354	29,93	551,321	192,962	0,055	0,123	0,098	0,166
32	6,88	10,688	30,72	537,137	187,998	0,052	0,117	0,093	0,158
33	7,095	11,022	31,51	523,661	183,281	0,049	0,111	0,088	0,15
34	7,31	11,356	32,3	510,842	178,795	0,047	0,106	0,084	0,143
35	7,525	11,69	33,09	498,633	174,522	0,045	0,101	0,08	0,136
36	7,74	12,024	33,88	486,992	170,447	0,043	0,096	0,076	0,13
37	7,955	12,358	34,67	475,879	166,558	0,041	0,092	0,073	0,124
38	8,17	12,692	35,46	465,26	162,841	0,039	0,088	0,07	0,118
39	8,385	13,026	36,26	455,104	159,286	0,037	0,084	0,067	0,113
40	8,6	13,36	37,05	445,379	155,883	0,036	0,08	0,064	0,108
41	8,815	13,694	37,84	436,06	152,621	0,034	0,077	0,061	0,104
42	9,03	14,028	38,63	427,122	149,493	0,033	0,074	0,059	0,1
43	9,245	14,362	39,42	418,542	146,49	0,032	0,071	0,056	0,096
44	9,46	14,696	40,21	410,299	143,605	0,03	0,068	0,054	0,092
45	9,675	15,03	41,01	402,373	140,831	0,029	0,066	0,052	0,088
46	9,89	15,364	41,8	394,747	138,161	0,028	0,063	0,05	0,085
47	10,105	15,698	42,59	387,404	135,591	0,027	0,061	0,048	0,082
48	10,32	16,032	43,38	380,328	133,115	0,026	0,059	0,046	0,079
49	10,535	16,366	44,18	373,506	130,727	0,025	0,057	0,045	0,076
50	10,75	16,7	44,97	366,923	128,423	0,024	0,055	0,043	0,074

Πίνακας 5.1.1-3: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 15MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,09\Omega$, $X_{M\Sigma} = 2,999\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{γρ}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}$, $X_{γρ}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$

t=0,25sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	45,76	360,568	126,199	0,023	0,053	0,042	0,071
52	11,18	17,368	46,55	354,429	124,05	0,023	0,051	0,04	0,069
53	11,395	17,702	47,35	348,495	121,973	0,022	0,049	0,039	0,066
54	11,61	18,036	48,14	342,756	119,965	0,021	0,048	0,038	0,064
55	11,825	18,37	48,93	337,202	118,021	0,021	0,046	0,037	0,062
56	12,04	18,704	49,72	331,826	116,139	0,02	0,045	0,035	0,06
57	12,255	19,038	50,52	326,617	114,316	0,019	0,043	0,034	0,058
58	12,47	19,372	51,31	321,57	112,549	0,019	0,042	0,033	0,056
59	12,685	19,706	52,1	316,676	110,836	0,018	0,041	0,032	0,055
60	12,9	20,04	52,9	311,928	109,175	0,018	0,039	0,031	0,053
61	13,115	20,374	53,69	307,32	107,562	0,017	0,038	0,03	0,052
62	13,33	20,708	54,48	302,846	105,996	0,017	0,037	0,029	0,05
63	13,545	21,042	55,28	298,501	104,475	0,016	0,036	0,029	0,049
64	13,76	21,376	56,07	294,278	102,997	0,016	0,035	0,028	0,047
65	13,975	21,71	56,86	290,173	101,56	0,015	0,034	0,027	0,046
66	14,19	22,044	57,66	286,18	100,163	0,015	0,033	0,026	0,045
67	14,405	22,378	58,45	282,296	98,8036	0,014	0,032	0,026	0,044
68	14,62	22,712	59,24	278,516	97,4805	0,014	0,031	0,025	0,042
69	14,835	23,046	60,04	274,835	96,1923	0,014	0,031	0,024	0,041
70	15,05	23,38	60,83	271,251	94,9377	0,013	0,03	0,024	0,04
71	15,265	23,714	61,62	267,758	93,7153	0,013	0,029	0,023	0,039
72	15,48	24,048	62,42	264,354	92,524	0,013	0,028	0,022	0,038
73	15,695	24,382	63,21	261,036	91,3626	0,012	0,028	0,022	0,037
74	15,91	24,716	64	257,8	90,2299	0,012	0,027	0,021	0,036
75	16,125	25,05	64,8	254,643	89,1249	0,012	0,026	0,021	0,035
76	16,34	25,384	65,59	251,562	88,0466	0,011	0,026	0,02	0,035
77	16,555	25,718	66,38	248,555	86,9941	0,011	0,025	0,02	0,034
78	16,77	26,052	67,18	245,618	85,9664	0,011	0,024	0,019	0,033
79	16,985	26,386	67,97	242,751	84,9627	0,011	0,024	0,019	0,032
80	17,2	26,72	68,76	239,949	83,9822	0,01	0,023	0,019	0,031
81	17,415	27,054	69,56	237,211	83,024	0,01	0,023	0,018	0,031
82	17,63	27,388	70,35	234,535	82,0874	0,01	0,022	0,018	0,03
83	17,845	27,722	71,15	231,919	81,1716	0,01	0,022	0,017	0,029
84	18,06	28,056	71,94	229,36	80,2761	0,009	0,021	0,017	0,029
85	18,275	28,39	72,73	226,857	79,4001	0,009	0,021	0,017	0,028
86	18,49	28,724	73,53	224,408	78,5429	0,009	0,02	0,016	0,028
87	18,705	29,058	74,32	222,012	77,7041	0,009	0,02	0,016	0,027
88	18,92	29,392	75,11	219,666	76,883	0,009	0,02	0,016	0,026
89	19,135	29,726	75,91	217,369	76,079	0,009	0,019	0,015	0,026
90	19,35	30,06	76,7	215,119	75,2917	0,008	0,019	0,015	0,025
91	19,565	30,394	77,5	212,916	74,5205	0,008	0,018	0,015	0,025
92	19,78	30,728	78,29	210,757	73,7649	0,008	0,018	0,014	0,024
93	19,995	31,062	79,08	208,641	73,0244	0,008	0,018	0,014	0,024
94	20,21	31,396	79,88	206,568	72,2987	0,008	0,017	0,014	0,023
95	20,425	31,73	80,67	204,535	71,5872	0,008	0,017	0,013	0,023
96	20,64	32,064	81,46	202,542	70,8896	0,007	0,017	0,013	0,022
97	20,855	32,398	82,26	200,587	70,2055	0,007	0,016	0,013	0,022
98	21,07	32,732	83,05	198,67	69,5344	0,007	0,016	0,013	0,022
99	21,285	33,066	83,85	196,789	68,876	0,007	0,016	0,012	0,021
100	21,5	33,4	84,64	194,943	68,23	0,007	0,015	0,012	0,021

Συνέχεια Πίνακα 5.1.1-3: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 15MVA, \text{ACSR}=95\text{ mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{M\Sigma} = 0,09\Omega, X_{M\Sigma} = 2,999\Omega$$

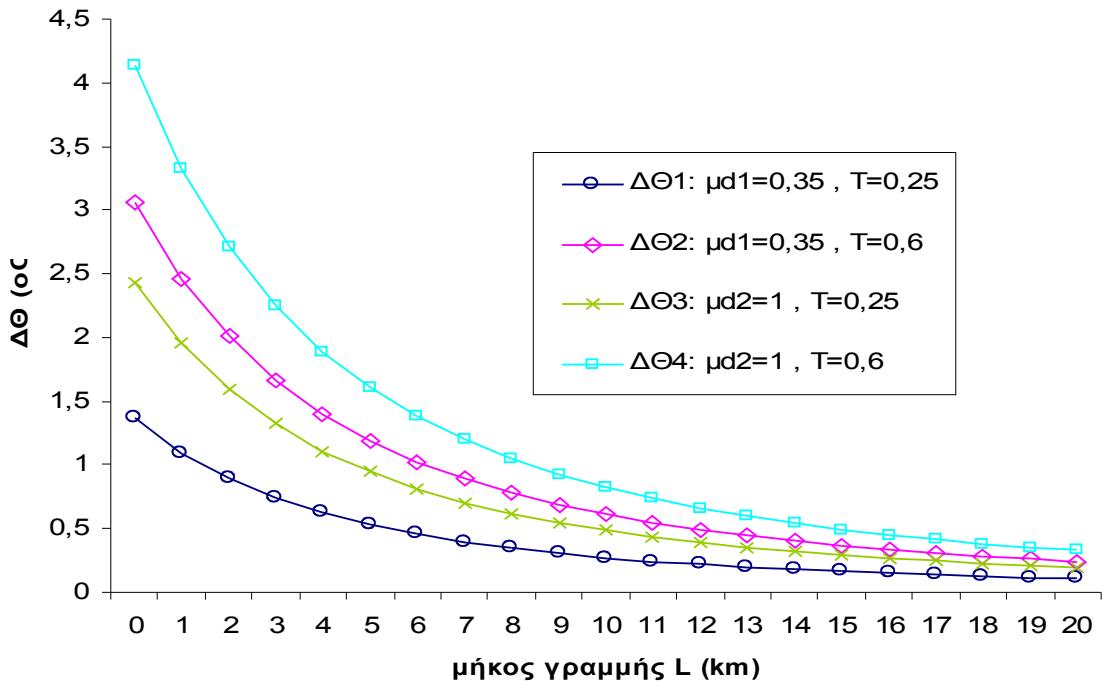
$$\text{Γραμμή: } A=95\text{mm}^2, R_{yρ}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{yρ}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,25\text{sec}, T=0,25\text{sec} \text{ (για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3 \text{) και } T=0,6\text{sec} \text{ (για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4 \text{)}$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta\theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_1$ (°C)	$2\Delta\theta_1$ (°C)	$\Delta\theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_2$ (°C)	$2\Delta\theta_2$ (°C)	$\Delta\theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_3$ (°C)	$2\Delta\theta_3$ (°C)	$\Delta\theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_4$ (°C)	$2\Delta\theta_4$ (°C)
0	1,364	1,929	2,728	3,065	4,334	6,13	2,43	3,437	4,86	4,131	5,842	8,262
1	1,096	1,55	2,192	2,463	3,483	4,926	1,953	2,762	3,906	3,32	4,695	6,64
2	0,895	1,266	1,79	2,011	2,844	4,023	1,595	2,255	3,189	2,711	3,834	5,422
3	0,742	1,049	1,484	1,667	2,358	3,334	1,322	1,869	2,644	2,247	3,178	4,494
4	0,623	0,882	1,247	1,401	1,981	2,802	1,111	1,571	2,221	1,888	2,67	3,776
5	0,53	0,75	1,06	1,191	1,685	2,383	0,945	1,336	1,889	1,606	2,271	3,212
6	0,456	0,645	0,912	1,024	1,449	2,049	0,812	1,148	1,624	1,381	1,952	2,761
7	0,396	0,56	0,791	0,889	1,257	1,778	0,705	0,997	1,41	1,198	1,695	2,397
8	0,346	0,49	0,693	0,779	1,101	1,557	0,617	0,873	1,234	1,049	1,484	2,099
9	0,306	0,432	0,611	0,687	0,971	1,374	0,545	0,77	1,089	0,926	1,309	1,852
10	0,272	0,384	0,543	0,61	0,863	1,221	0,484	0,684	0,968	0,823	1,163	1,645
11	0,243	0,343	0,486	0,546	0,772	1,091	0,433	0,612	0,865	0,735	1,04	1,471
12	0,218	0,309	0,437	0,491	0,694	0,981	0,389	0,55	0,778	0,661	0,935	1,323
13	0,197	0,279	0,395	0,443	0,627	0,887	0,352	0,497	0,703	0,598	0,845	1,195
14	0,179	0,253	0,358	0,403	0,569	0,805	0,319	0,451	0,638	0,543	0,767	1,085
15	0,163	0,231	0,327	0,367	0,519	0,734	0,291	0,412	0,582	0,495	0,7	0,99
16	0,15	0,212	0,299	0,336	0,475	0,672	0,267	0,377	0,533	0,453	0,641	0,906
17	0,137	0,194	0,275	0,309	0,437	0,618	0,245	0,346	0,49	0,416	0,589	0,833
18	0,127	0,179	0,253	0,285	0,403	0,569	0,226	0,319	0,452	0,384	0,543	0,768
19	0,117	0,166	0,234	0,263	0,372	0,527	0,209	0,295	0,418	0,355	0,502	0,71
20	0,109	0,154	0,217	0,244	0,345	0,488	0,194	0,274	0,387	0,329	0,466	0,658

Πίνακας 5.1.1-4 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη ΜΤ Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV
t=0.25sec, ℓ=0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.1-3 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV, t=0.25sec

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (° C)	Δ θ ₂ (° C)	Δ θ ₃ (° C)	Δ θ ₄ (° C)
0	0	0	6	2750	962,5	1,453	3,154	3,159	4,86
1	0,215	0,334	6,693	2465,21	862,822	1,168	2,535	2,539	3,906
2	0,43	0,668	7,407	2227,72	779,702	0,954	2,07	2,073	3,189
3	0,645	1,002	8,135	2028,22	709,877	0,79	1,716	1,718	2,644
4	0,86	1,336	8,875	1859,14	650,7	0,664	1,442	1,444	2,221
5	1,075	1,67	9,624	1714,53	600,086	0,565	1,226	1,228	1,889
6	1,29	2,004	10,38	1589,75	556,412	0,486	1,054	1,056	1,624
7	1,505	2,338	11,14	1481,17	518,411	0,422	0,915	0,916	1,41
8	1,72	2,672	11,91	1385,97	485,09	0,369	0,801	0,802	1,234
9	1,935	3,006	12,67	1301,9	455,664	0,326	0,707	0,708	1,089
10	2,15	3,34	13,45	1227,17	429,508	0,289	0,628	0,629	0,968
11	2,365	3,674	14,22	1160,35	406,121	0,259	0,562	0,562	0,865
12	2,58	4,008	15	1100,27	385,096	0,233	0,505	0,506	0,778
13	2,795	4,342	15,77	1045,99	366,098	0,21	0,456	0,457	0,703
14	3,01	4,676	16,55	996,727	348,854	0,191	0,414	0,415	0,638
15	3,225	5,01	17,34	951,818	333,136	0,174	0,378	0,378	0,582
16	3,44	5,344	18,12	910,723	318,753	0,159	0,346	0,346	0,533
17	3,655	5,678	18,9	872,983	305,544	0,146	0,318	0,318	0,49
18	3,87	6,012	19,68	838,208	293,373	0,135	0,293	0,293	0,452
19	4,085	6,346	20,47	806,066	282,123	0,125	0,271	0,271	0,418
20	4,3	6,68	21,26	776,272	271,695	0,116	0,251	0,252	0,387
21	4,515	7,014	22,04	748,581	262,003	0,108	0,234	0,234	0,36
22	4,73	7,348	22,83	722,779	252,973	0,1	0,218	0,218	0,336
23	4,945	7,682	23,62	698,682	244,539	0,094	0,204	0,204	0,314
24	5,16	8,016	24,4	676,127	236,645	0,088	0,191	0,191	0,294
25	5,375	8,35	25,19	654,972	229,24	0,082	0,179	0,179	0,276
26	5,59	8,684	25,98	635,091	222,282	0,078	0,168	0,168	0,259
27	5,805	9,018	26,77	616,374	215,731	0,073	0,158	0,159	0,244
28	6,02	9,352	27,56	598,722	209,553	0,069	0,15	0,15	0,23
29	6,235	9,686	28,35	582,046	203,716	0,065	0,141	0,142	0,218
30	6,45	10,02	29,14	566,269	198,194	0,062	0,134	0,134	0,206
31	6,665	10,354	29,93	551,321	192,962	0,058	0,127	0,127	0,195
32	6,88	10,688	30,72	537,137	187,998	0,055	0,12	0,121	0,185
33	7,095	11,022	31,51	523,661	183,281	0,053	0,114	0,115	0,176
34	7,31	11,356	32,3	510,842	178,795	0,05	0,109	0,109	0,168
35	7,525	11,69	33,09	498,633	174,522	0,048	0,104	0,104	0,16
36	7,74	12,024	33,88	486,992	170,447	0,046	0,099	0,099	0,152
37	7,955	12,358	34,67	475,879	166,558	0,044	0,094	0,095	0,146
38	8,17	12,692	35,46	465,26	162,841	0,042	0,09	0,09	0,139
39	8,385	13,026	36,26	455,104	159,286	0,04	0,086	0,087	0,133
40	8,6	13,36	37,05	445,379	155,883	0,038	0,083	0,083	0,127
41	8,815	13,694	37,84	436,06	152,621	0,037	0,079	0,079	0,122
42	9,03	14,028	38,63	427,122	149,493	0,035	0,076	0,076	0,117
43	9,245	14,362	39,42	418,542	146,49	0,034	0,073	0,073	0,113
44	9,46	14,696	40,21	410,299	143,605	0,032	0,07	0,07	0,108
45	9,675	15,03	41,01	402,373	140,831	0,031	0,068	0,068	0,104
46	9,89	15,364	41,8	394,747	138,161	0,03	0,065	0,065	0,1
47	10,105	15,698	42,59	387,404	135,591	0,029	0,063	0,063	0,096
48	10,32	16,032	43,38	380,328	133,115	0,028	0,06	0,06	0,093
49	10,535	16,366	44,18	373,506	130,727	0,027	0,058	0,058	0,09
50	10,75	16,7	44,97	366,923	128,423	0,026	0,056	0,056	0,087

Πίνακας 5.1.1-5: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 15MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,09\Omega$, $X_{M\Sigma} = 2,999\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{γρ}/km=0,215Ω/km, X_{γρ}/km=0,334Ω/km

t=0,4sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	45,76	360,568	126,199	0,025	0,054	0,054	0,084
52	11,18	17,368	46,55	354,429	124,05	0,024	0,052	0,052	0,081
53	11,395	17,702	47,35	348,495	121,973	0,023	0,051	0,051	0,078
54	11,61	18,036	48,14	342,756	119,965	0,023	0,049	0,049	0,076
55	11,825	18,37	48,93	337,202	118,021	0,022	0,047	0,047	0,073
56	12,04	18,704	49,72	331,826	116,139	0,021	0,046	0,046	0,071
57	12,255	19,038	50,52	326,617	114,316	0,02	0,044	0,045	0,069
58	12,47	19,372	51,31	321,57	112,549	0,02	0,043	0,043	0,066
59	12,685	19,706	52,1	316,676	110,836	0,019	0,042	0,042	0,064
60	12,9	20,04	52,9	311,928	109,175	0,019	0,041	0,041	0,063
61	13,115	20,374	53,69	307,32	107,562	0,018	0,039	0,039	0,061
62	13,33	20,708	54,48	302,846	105,996	0,018	0,038	0,038	0,059
63	13,545	21,042	55,28	298,501	104,475	0,017	0,037	0,037	0,057
64	13,76	21,376	56,07	294,278	102,997	0,017	0,036	0,036	0,056
65	13,975	21,71	56,86	290,173	101,56	0,016	0,035	0,035	0,054
66	14,19	22,044	57,66	286,18	100,163	0,016	0,034	0,034	0,053
67	14,405	22,378	58,45	282,296	98,8036	0,015	0,033	0,033	0,051
68	14,62	22,712	59,24	278,516	97,4805	0,015	0,032	0,032	0,05
69	14,835	23,046	60,04	274,835	96,1923	0,015	0,032	0,032	0,049
70	15,05	23,38	60,83	271,251	94,9377	0,014	0,031	0,031	0,047
71	15,265	23,714	61,62	267,758	93,7153	0,014	0,03	0,03	0,046
72	15,48	24,048	62,42	264,354	92,524	0,013	0,029	0,029	0,045
73	15,695	24,382	63,21	261,036	91,3626	0,013	0,028	0,028	0,044
74	15,91	24,716	64	257,8	90,2299	0,013	0,028	0,028	0,043
75	16,125	25,05	64,8	254,643	89,1249	0,012	0,027	0,027	0,042
76	16,34	25,384	65,59	251,562	88,0466	0,012	0,026	0,026	0,041
77	16,555	25,718	66,38	248,555	86,9941	0,012	0,026	0,026	0,04
78	16,77	26,052	67,18	245,618	85,9664	0,012	0,025	0,025	0,039
79	16,985	26,386	67,97	242,751	84,9627	0,011	0,025	0,025	0,038
80	17,2	26,72	68,76	239,949	83,9822	0,011	0,024	0,024	0,037
81	17,415	27,054	69,56	237,211	83,024	0,011	0,023	0,024	0,036
82	17,63	27,388	70,35	234,535	82,0874	0,011	0,023	0,023	0,035
83	17,845	27,722	71,15	231,919	81,1716	0,01	0,022	0,022	0,035
84	18,06	28,056	71,94	229,36	80,2761	0,01	0,022	0,022	0,034
85	18,275	28,39	72,73	226,857	79,4001	0,01	0,021	0,021	0,033
86	18,49	28,724	73,53	224,408	78,5429	0,01	0,021	0,021	0,032
87	18,705	29,058	74,32	222,012	77,7041	0,009	0,021	0,021	0,032
88	18,92	29,392	75,11	219,666	76,883	0,009	0,02	0,02	0,031
89	19,135	29,726	75,91	217,369	76,079	0,009	0,02	0,02	0,03
90	19,35	30,06	76,7	215,119	75,2917	0,009	0,019	0,019	0,03
91	19,565	30,394	77,5	212,916	74,5205	0,009	0,019	0,019	0,029
92	19,78	30,728	78,29	210,757	73,7649	0,009	0,019	0,019	0,029
93	19,995	31,062	79,08	208,641	73,0244	0,008	0,018	0,018	0,028
94	20,21	31,396	79,88	206,568	72,2987	0,008	0,018	0,018	0,027
95	20,425	31,73	80,67	204,535	71,5872	0,008	0,017	0,017	0,027
96	20,64	32,064	81,46	202,542	70,8896	0,008	0,017	0,017	0,026
97	20,855	32,398	82,26	200,587	70,2055	0,008	0,017	0,017	0,026
98	21,07	32,732	83,05	198,67	69,5344	0,008	0,016	0,016	0,025
99	21,285	33,066	83,85	196,789	68,876	0,007	0,016	0,016	0,025
100	21,5	33,4	84,64	194,943	68,23	0,007	0,016	0,016	0,024

Συνέχεια Πίνακα 5.1.1-5: Διφασικό βραχγυκύκλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 15MVA, \text{ ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,09\Omega, X_{\Sigma} = 2,999\Omega$$

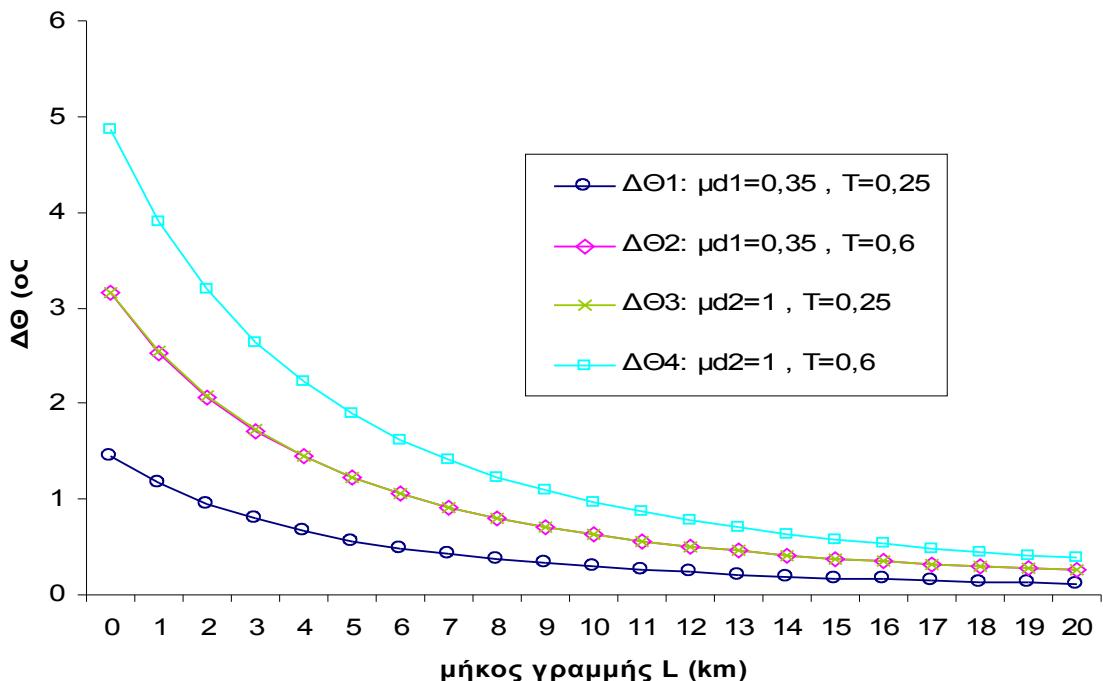
$$\text{Γραμμή: } A=95\text{mm}^2, R_{yρ}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{yρ}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,4\text{sec}, T=0,25\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4)$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	1,453	2,055	2,906	3,154	4,461	6,308	3,159	4,468	6,318	4,86	6,873	9,72
1	1,168	1,651	2,336	2,535	3,585	5,069	2,539	3,59	5,077	3,906	5,523	7,811
2	0,954	1,349	1,907	2,07	2,927	4,14	2,073	2,932	4,146	3,189	4,51	6,379
3	0,79	1,118	1,581	1,716	2,426	3,432	1,718	2,43	3,437	2,644	3,739	5,287
4	0,664	0,939	1,328	1,442	2,039	2,883	1,444	2,042	2,888	2,221	3,141	4,443
5	0,565	0,799	1,13	1,226	1,734	2,452	1,228	1,737	2,456	1,889	2,672	3,778
6	0,486	0,687	0,971	1,054	1,491	2,108	1,056	1,493	2,111	1,624	2,297	3,248
7	0,422	0,596	0,843	0,915	1,294	1,83	0,916	1,296	1,833	1,41	1,994	2,82
8	0,369	0,522	0,738	0,801	1,133	1,602	0,802	1,135	1,605	1,234	1,746	2,469
9	0,326	0,461	0,651	0,707	1	1,414	0,708	1,001	1,416	1,089	1,54	2,179
10	0,289	0,409	0,579	0,628	0,888	1,256	0,629	0,89	1,258	0,968	1,369	1,936
11	0,259	0,366	0,517	0,562	0,794	1,123	0,562	0,795	1,125	0,865	1,224	1,731
12	0,233	0,329	0,465	0,505	0,714	1,01	0,506	0,715	1,011	0,778	1,1	1,556
13	0,21	0,297	0,42	0,456	0,645	0,913	0,457	0,646	0,914	0,703	0,994	1,406
14	0,191	0,27	0,382	0,414	0,586	0,829	0,415	0,587	0,83	0,638	0,903	1,277
15	0,174	0,246	0,348	0,378	0,534	0,756	0,378	0,535	0,757	0,582	0,823	1,164
16	0,159	0,225	0,319	0,346	0,489	0,692	0,346	0,49	0,693	0,533	0,754	1,066
17	0,146	0,207	0,293	0,318	0,45	0,636	0,318	0,45	0,637	0,49	0,693	0,98
18	0,135	0,191	0,27	0,293	0,414	0,586	0,293	0,415	0,587	0,452	0,639	0,903
19	0,125	0,177	0,25	0,271	0,383	0,542	0,271	0,384	0,543	0,418	0,591	0,835
20	0,116	0,164	0,232	0,251	0,355	0,503	0,252	0,356	0,503	0,387	0,548	0,775

Πίνακας 5.1.1-6 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη ΜΤ Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, S_N=15MVA, MΣ 150kV/15kV
t=0.4sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.1-4 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=15MVA, MΣ 150kV/15kV, t=0.4sec

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (° C)	Δ θ ₂ (° C)	Δ θ ₃ (° C)	Δ θ ₄ (° C)
0	0	0	6	2750	962,5	1,81	3,511	6,075	7,776
1	0,215	0,334	6,693	2465,21	862,822	1,455	2,822	4,882	6,249
2	0,43	0,668	7,407	2227,72	779,702	1,188	2,304	3,987	5,103
3	0,645	1,002	8,135	2028,22	709,877	0,985	1,91	3,305	4,23
4	0,86	1,336	8,875	1859,14	650,7	0,827	1,605	2,777	3,554
5	1,075	1,67	9,624	1714,53	600,086	0,704	1,365	2,361	3,023
6	1,29	2,004	10,38	1589,75	556,412	0,605	1,173	2,03	2,599
7	1,505	2,338	11,14	1481,17	518,411	0,525	1,019	1,762	2,256
8	1,72	2,672	11,91	1385,97	485,09	0,46	0,892	1,543	1,975
9	1,935	3,006	12,67	1301,9	455,664	0,406	0,787	1,362	1,743
10	2,15	3,34	13,45	1227,17	429,508	0,361	0,699	1,21	1,548
11	2,365	3,674	14,22	1160,35	406,121	0,322	0,625	1,082	1,384
12	2,58	4,008	15	1100,27	385,096	0,29	0,562	0,973	1,245
13	2,795	4,342	15,77	1045,99	366,098	0,262	0,508	0,879	1,125
14	3,01	4,676	16,55	996,727	348,854	0,238	0,461	0,798	1,022
15	3,225	5,01	17,34	951,818	333,136	0,217	0,421	0,728	0,932
16	3,44	5,344	18,12	910,723	318,753	0,199	0,385	0,666	0,853
17	3,655	5,678	18,9	872,983	305,544	0,182	0,354	0,612	0,784
18	3,87	6,012	19,68	838,208	293,373	0,168	0,326	0,564	0,722
19	4,085	6,346	20,47	806,066	282,123	0,156	0,302	0,522	0,668
20	4,3	6,68	21,26	776,272	271,695	0,144	0,28	0,484	0,62
21	4,515	7,014	22,04	748,581	262,003	0,134	0,26	0,45	0,576
22	4,73	7,348	22,83	722,779	252,973	0,125	0,243	0,42	0,537
23	4,945	7,682	23,62	698,682	244,539	0,117	0,227	0,392	0,502
24	5,16	8,016	24,4	676,127	236,645	0,109	0,212	0,367	0,47
25	5,375	8,35	25,19	654,972	229,24	0,103	0,199	0,345	0,441
26	5,59	8,684	25,98	635,091	222,282	0,097	0,187	0,324	0,415
27	5,805	9,018	26,77	616,374	215,731	0,091	0,176	0,305	0,391
28	6,02	9,352	27,56	598,722	209,553	0,086	0,166	0,288	0,369
29	6,235	9,686	28,35	582,046	203,716	0,081	0,157	0,272	0,348
30	6,45	10,02	29,14	566,269	198,194	0,077	0,149	0,258	0,33
31	6,665	10,354	29,93	551,321	192,962	0,073	0,141	0,244	0,313
32	6,88	10,688	30,72	537,137	187,998	0,069	0,134	0,232	0,297
33	7,095	11,022	31,51	523,661	183,281	0,066	0,127	0,22	0,282
34	7,31	11,356	32,3	510,842	178,795	0,062	0,121	0,21	0,268
35	7,525	11,69	33,09	498,633	174,522	0,06	0,115	0,2	0,256
36	7,74	12,024	33,88	486,992	170,447	0,057	0,11	0,191	0,244
37	7,955	12,358	34,67	475,879	166,558	0,054	0,105	0,182	0,233
38	8,17	12,692	35,46	465,26	162,841	0,052	0,101	0,174	0,223
39	8,385	13,026	36,26	455,104	159,286	0,05	0,096	0,166	0,213
40	8,6	13,36	37,05	445,379	155,883	0,047	0,092	0,159	0,204
41	8,815	13,694	37,84	436,06	152,621	0,046	0,088	0,153	0,196
42	9,03	14,028	38,63	427,122	149,493	0,044	0,085	0,147	0,188
43	9,245	14,362	39,42	418,542	146,49	0,042	0,081	0,141	0,18
44	9,46	14,696	40,21	410,299	143,605	0,04	0,078	0,135	0,173
45	9,675	15,03	41,01	402,373	140,831	0,039	0,075	0,13	0,166
46	9,89	15,364	41,8	394,747	138,161	0,037	0,072	0,125	0,16
47	10,105	15,698	42,59	387,404	135,591	0,036	0,07	0,121	0,154
48	10,32	16,032	43,38	380,328	133,115	0,035	0,067	0,116	0,149
49	10,535	16,366	44,18	373,506	130,727	0,033	0,065	0,112	0,143
50	10,75	16,7	44,97	366,923	128,423	0,032	0,063	0,108	0,138

Πίνακας 5.1.1-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 15MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,09\Omega$, $X_{M\Sigma} = 2,999\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{yρ}/km=0,215Ω/km, X_{yρ}/km=0,334Ω/km

t=1sec, T=0,25sec (για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta \theta_2, \Delta \theta_4$)

για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_2, \Delta \theta_3, \Delta \theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	45,76	360,568	126,199	0,031	0,06	0,104	0,134
52	11,18	17,368	46,55	354,429	124,05	0,03	0,058	0,101	0,129
53	11,395	17,702	47,35	348,495	121,973	0,029	0,056	0,098	0,125
54	11,61	18,036	48,14	342,756	119,965	0,028	0,055	0,094	0,121
55	11,825	18,37	48,93	337,202	118,021	0,027	0,053	0,091	0,117
56	12,04	18,704	49,72	331,826	116,139	0,026	0,051	0,088	0,113
57	12,255	19,038	50,52	326,617	114,316	0,026	0,05	0,086	0,11
58	12,47	19,372	51,31	321,57	112,549	0,025	0,048	0,083	0,106
59	12,685	19,706	52,1	316,676	110,836	0,024	0,047	0,081	0,103
60	12,9	20,04	52,9	311,928	109,175	0,023	0,045	0,078	0,1
61	13,115	20,374	53,69	307,32	107,562	0,023	0,044	0,076	0,097
62	13,33	20,708	54,48	302,846	105,996	0,022	0,043	0,074	0,094
63	13,545	21,042	55,28	298,501	104,475	0,021	0,041	0,072	0,092
64	13,76	21,376	56,07	294,278	102,997	0,021	0,04	0,07	0,089
65	13,975	21,71	56,86	290,173	101,56	0,02	0,039	0,068	0,087
66	14,19	22,044	57,66	286,18	100,163	0,02	0,038	0,066	0,084
67	14,405	22,378	58,45	282,296	98,8036	0,019	0,037	0,064	0,082
68	14,62	22,712	59,24	278,516	97,4805	0,019	0,036	0,062	0,08
69	14,835	23,046	60,04	274,835	96,1923	0,018	0,035	0,061	0,078
70	15,05	23,38	60,83	271,251	94,9377	0,018	0,034	0,059	0,076
71	15,265	23,714	61,62	267,758	93,7153	0,017	0,033	0,058	0,074
72	15,48	24,048	62,42	264,354	92,524	0,017	0,032	0,056	0,072
73	15,695	24,382	63,21	261,036	91,3626	0,016	0,032	0,055	0,07
74	15,91	24,716	64	257,8	90,2299	0,016	0,031	0,053	0,068
75	16,125	25,05	64,8	254,643	89,1249	0,016	0,03	0,052	0,067
76	16,34	25,384	65,59	251,562	88,0466	0,015	0,029	0,051	0,065
77	16,555	25,718	66,38	248,555	86,9941	0,015	0,029	0,05	0,064
78	16,77	26,052	67,18	245,618	85,9664	0,014	0,028	0,048	0,062
79	16,985	26,386	67,97	242,751	84,9627	0,014	0,027	0,047	0,061
80	17,2	26,72	68,76	239,949	83,9822	0,014	0,027	0,046	0,059
81	17,415	27,054	69,56	237,211	83,024	0,013	0,026	0,045	0,058
82	17,63	27,388	70,35	234,535	82,0874	0,013	0,026	0,044	0,057
83	17,845	27,722	71,15	231,919	81,1716	0,013	0,025	0,043	0,055
84	18,06	28,056	71,94	229,36	80,2761	0,013	0,024	0,042	0,054
85	18,275	28,39	72,73	226,857	79,4001	0,012	0,024	0,041	0,053
86	18,49	28,724	73,53	224,408	78,5429	0,012	0,023	0,04	0,052
87	18,705	29,058	74,32	222,012	77,7041	0,012	0,023	0,04	0,051
88	18,92	29,392	75,11	219,666	76,883	0,012	0,022	0,039	0,05
89	19,135	29,726	75,91	217,369	76,079	0,011	0,022	0,038	0,049
90	19,35	30,06	76,7	215,119	75,2917	0,011	0,021	0,037	0,048
91	19,565	30,394	77,5	212,916	74,5205	0,011	0,021	0,036	0,047
92	19,78	30,728	78,29	210,757	73,7649	0,011	0,021	0,036	0,046
93	19,995	31,062	79,08	208,641	73,0244	0,01	0,02	0,035	0,045
94	20,21	31,396	79,88	206,568	72,2987	0,01	0,02	0,034	0,044
95	20,425	31,73	80,67	204,535	71,5872	0,01	0,019	0,034	0,043
96	20,64	32,064	81,46	202,542	70,8896	0,01	0,019	0,033	0,042
97	20,855	32,398	82,26	200,587	70,2055	0,01	0,019	0,032	0,041
98	21,07	32,732	83,05	198,67	69,5344	0,009	0,018	0,032	0,041
99	21,285	33,066	83,85	196,789	68,876	0,009	0,018	0,031	0,04
100	21,5	33,4	84,64	194,943	68,23	0,009	0,018	0,031	0,039

Συνέχεια Πίνακα 5.1.1-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 15MVA, \text{ ACSR=95 mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV: } R_{\Sigma} = 0,09\Omega, X_{\Sigma} = 2,999\Omega$$

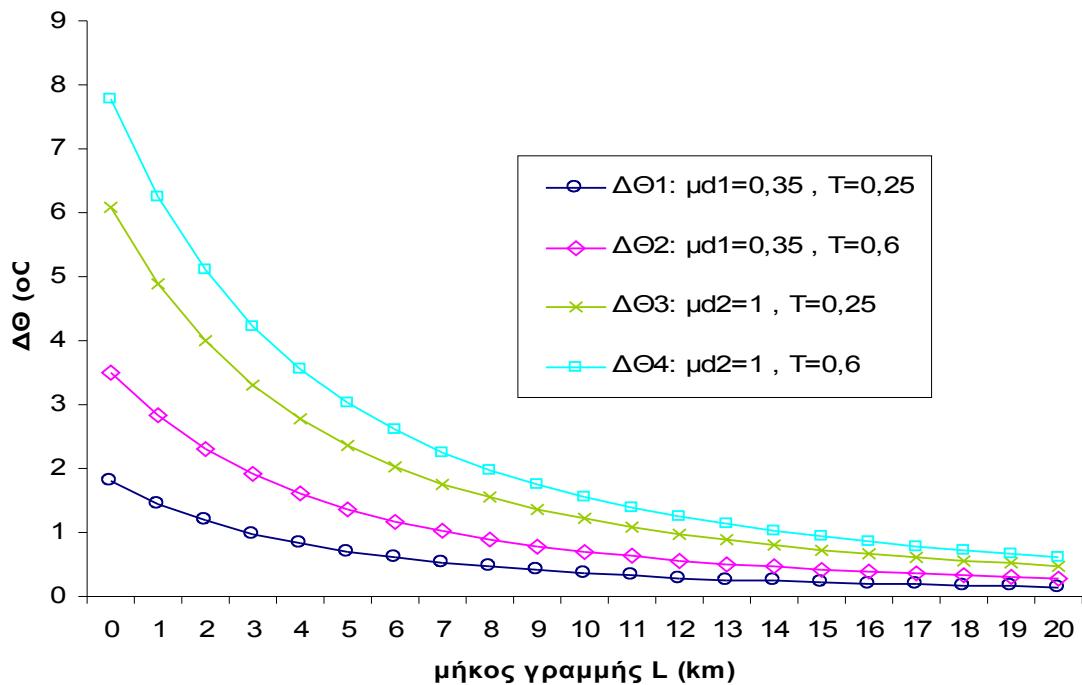
$$\text{Γραμμή: A=95mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=1\text{sec}, T=0,25\text{sec (για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec (για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4 \text{)}$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4, \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

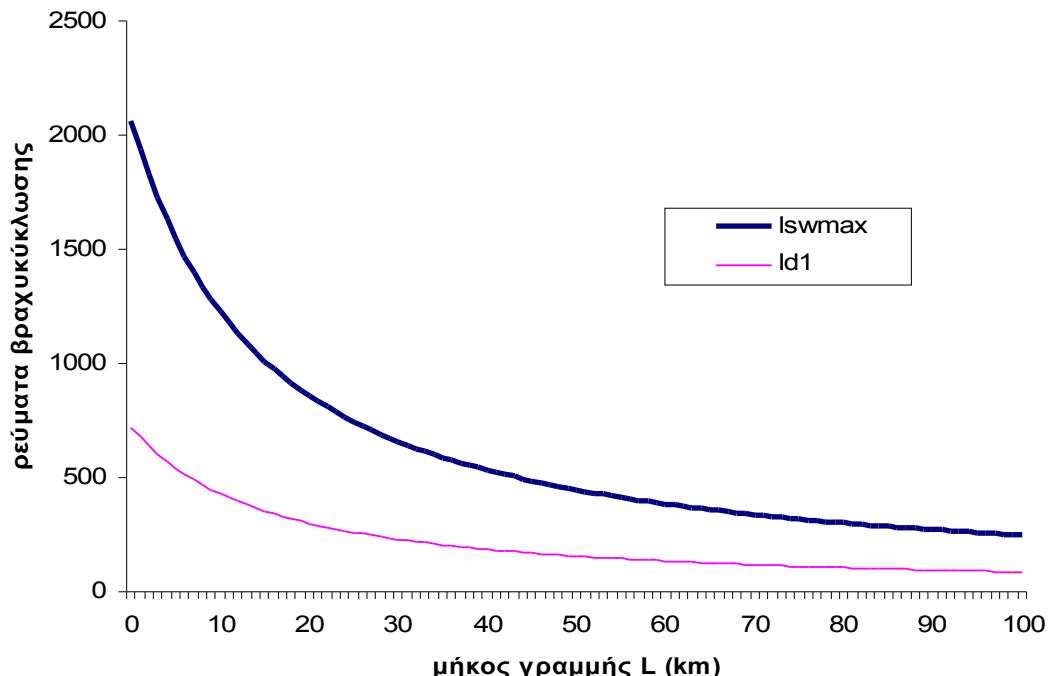
ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	1,81	2,56	3,621	3,511	4,966	7,023	6,075	8,592	12,15	7,776	11	15,55
1	1,455	2,057	2,91	2,822	3,991	5,644	4,882	6,904	9,764	6,249	8,837	12,5
2	1,188	1,68	2,376	2,304	3,259	4,609	3,987	5,638	7,973	5,103	7,217	10,21
3	0,985	1,393	1,97	1,91	2,701	3,82	3,305	4,673	6,609	4,23	5,982	8,46
4	0,827	1,17	1,655	1,605	2,27	3,21	2,777	3,927	5,553	3,554	5,026	7,108
5	0,704	0,995	1,407	1,365	1,93	2,73	2,361	3,34	4,723	3,023	4,275	6,045
6	0,605	0,856	1,21	1,173	1,66	2,347	2,03	2,871	4,06	2,599	3,675	5,197
7	0,525	0,743	1,05	1,019	1,441	2,037	1,762	2,492	3,525	2,256	3,19	4,512
8	0,46	0,65	0,92	0,892	1,261	1,784	1,543	2,182	3,086	1,975	2,793	3,95
9	0,406	0,574	0,812	0,787	1,113	1,574	1,362	1,926	2,723	1,743	2,465	3,486
10	0,361	0,51	0,721	0,699	0,989	1,398	1,21	1,711	2,42	1,548	2,19	3,097
11	0,322	0,456	0,645	0,625	0,884	1,25	1,082	1,53	2,163	1,384	1,958	2,769
12	0,29	0,41	0,58	0,562	0,795	1,124	0,973	1,375	1,945	1,245	1,76	2,49
13	0,262	0,37	0,524	0,508	0,718	1,016	0,879	1,243	1,758	1,125	1,591	2,25
14	0,238	0,336	0,476	0,461	0,652	0,923	0,798	1,129	1,596	1,022	1,445	2,043
15	0,217	0,307	0,434	0,421	0,595	0,841	0,728	1,029	1,456	0,932	1,317	1,863
16	0,199	0,281	0,397	0,385	0,545	0,77	0,666	0,942	1,333	0,853	1,206	1,706
17	0,182	0,258	0,365	0,354	0.5	0,708	0,612	0,866	1,224	0,784	1,108	1,567
18	0,168	0,238	0,336	0,326	0,461	0,652	0,564	0,798	1,129	0,722	1,022	1,445
19	0,156	0,22	0,311	0,302	0,427	0,603	0,522	0,738	1,044	0,668	0,945	1,336
20	0,144	0,204	0,289	0,28	0,396	0,56	0,484	0,685	0,968	0,62	0,876	1,239

Πίνακας 5.1.1-8 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη MT Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV t=1sec, ℓ=0-20km για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.1-4 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV, t=1sec

5.1.2. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.1.2-1 Τιμή ρεύματος βραχυκύκλωσης σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0,35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
0	0	0	10,667	2062,5	721,875	0,734	1,691	1,094	2,05
1	0,215	0,334	11,355	1937,53	678,136	0,647	1,492	0,965	1,809
2	0,43	0,668	12,056	1824,85	638,699	0,574	1,323	0,856	1,605
3	0,645	1,002	12,768	1723,09	603,08	0,512	1,18	0,763	1,431
4	0,86	1,336	13,489	1630,96	570,835	0,459	1,057	0,684	1,282
5	1,075	1,67	14,218	1547,33	541,565	0,413	0,951	0,615	1,154
6	1,29	2,004	14,954	1471,2	514,921	0,373	0,86	0,556	1,043
7	1,505	2,338	15,695	1401,7	490,596	0,339	0,781	0,505	0,947
8	1,72	2,672	16,442	1338,07	468,325	0,309	0,712	0,46	0,863
9	1,935	3,006	17,192	1279,65	447,876	0,282	0,651	0,421	0,789
10	2,15	3,34	17,947	1225,85	429,048	0,259	0,597	0,386	0,724
11	2,365	3,674	18,704	1176,19	411,666	0,239	0,55	0,356	0,667
12	2,58	4,008	19,465	1130,22	395,578	0,22	0,508	0,328	0,616
13	2,795	4,342	20,228	1087,58	380,652	0,204	0,47	0,304	0,57
14	3,01	4,676	20,994	1047,92	366,77	0,189	0,436	0,282	0,529
15	3,225	5,01	21,762	1010,95	353,832	0,176	0,406	0,263	0,493
16	3,44	5,344	22,531	976,422	341,748	0,164	0,379	0,245	0,46
17	3,655	5,678	23,302	944,107	330,438	0,154	0,354	0,229	0,43
18	3,87	6,012	24,075	913,806	319,832	0,144	0,332	0,215	0,402
19	4,085	6,346	24,849	885,34	309,869	0,135	0,311	0,201	0,378
20	4,3	6,68	25,625	858,552	300,493	0,127	0,293	0,189	0,355
21	4,515	7,014	26,401	833,302	291,656	0,12	0,276	0,179	0,335
22	4,73	7,348	27,178	809,464	283,312	0,113	0,26	0,168	0,316
23	4,945	7,682	27,957	786,925	275,424	0,107	0,246	0,159	0,298
24	5,16	8,016	28,736	765,584	267,954	0,101	0,233	0,151	0,283
25	5,375	8,35	29,516	745,349	260,872	0,096	0,221	0,143	0,268
26	5,59	8,684	30,297	726,139	254,148	0,091	0,21	0,136	0,254
27	5,805	9,018	31,079	707,878	247,757	0,086	0,199	0,129	0,242
28	6,02	9,352	31,861	690,499	241,675	0,082	0,189	0,123	0,23
29	6,235	9,686	32,644	673,941	235,879	0,078	0,18	0,117	0,219
30	6,45	10,02	33,427	658,148	230,352	0,075	0,172	0,111	0,209
31	6,665	10,354	34,211	643,068	225,074	0,071	0,164	0,106	0,199
32	6,88	10,688	34,995	628,656	220,03	0,068	0,157	0,102	0,19
33	7,095	11,022	35,78	614,867	215,204	0,065	0,15	0,097	0,182
34	7,31	11,356	36,565	601,664	210,582	0,062	0,144	0,093	0,174
35	7,525	11,69	37,351	589,009	206,153	0,06	0,138	0,089	0,167
36	7,74	12,024	38,137	576,871	201,905	0,057	0,132	0,086	0,16
37	7,955	12,358	38,923	565,217	197,826	0,055	0,127	0,082	0,154
38	8,17	12,692	39,71	554,021	193,907	0,053	0,122	0,079	0,148
39	8,385	13,026	40,497	543,255	190,139	0,051	0,117	0,076	0,142
40	8,6	13,36	41,284	532,896	186,514	0,049	0,113	0,073	0,137
41	8,815	13,694	42,071	522,922	183,023	0,047	0,109	0,07	0,132
42	9,03	14,028	42,859	513,311	179,659	0,045	0,105	0,068	0,127
43	9,245	14,362	43,647	504,044	176,415	0,044	0,101	0,065	0,122
44	9,46	14,696	44,435	495,103	173,286	0,042	0,097	0,063	0,118
45	9,675	15,03	45,224	486,471	170,265	0,041	0,094	0,061	0,114
46	9,89	15,364	46,012	478,133	167,347	0,039	0,091	0,059	0,11
47	10,105	15,698	46,801	470,074	164,526	0,038	0,088	0,057	0,107
48	10,32	16,032	47,59	462,281	161,798	0,037	0,085	0,055	0,103
49	10,535	16,366	48,379	454,74	159,159	0,036	0,082	0,053	0,1
50	10,75	16,7	49,169	447,439	156,604	0,035	0,08	0,051	0,096

Πίνακας 5.1.2-1: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 15MVA$,

ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/20kV: $R_{\text{ΜΣ}} = 0,16\Omega$, $X_{\text{ΜΣ}} = 5,331\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{γρ}/km=0,215Ω/km, X_{γρ}/km=0,334Ω/km

t=0,15sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{yp} (Ω)	X _{yp} (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	49,958	440,368	154,129	0,033	0,077	0,05	0,093
52	11,18	17,368	50,748	433,516	151,73	0,032	0,075	0,048	0,091
53	11,395	17,702	51,538	426,872	149,405	0,031	0,072	0,047	0,088
54	11,61	18,036	52,328	420,428	147,15	0,03	0,07	0,045	0,085
55	11,825	18,37	53,118	414,174	144,961	0,03	0,068	0,044	0,083
56	12,04	18,704	53,908	408,103	142,836	0,029	0,066	0,043	0,08
57	12,255	19,038	54,698	402,206	140,772	0,028	0,064	0,042	0,078
58	12,47	19,372	55,489	396,476	138,767	0,027	0,062	0,04	0,076
59	12,685	19,706	56,279	390,907	136,817	0,026	0,061	0,039	0,074
60	12,9	20,04	57,07	385,491	134,922	0,026	0,059	0,038	0,072
61	13,115	20,374	57,861	380,223	133,078	0,025	0,057	0,037	0,07
62	13,33	20,708	58,652	375,096	131,283	0,024	0,056	0,036	0,068
63	13,545	21,042	59,443	370,104	129,537	0,024	0,054	0,035	0,066
64	13,76	21,376	60,234	365,244	127,835	0,023	0,053	0,034	0,064
65	13,975	21,71	61,025	360,508	126,178	0,022	0,052	0,033	0,063
66	14,19	22,044	61,816	355,894	124,563	0,022	0,05	0,033	0,061
67	14,405	22,378	62,607	351,396	122,988	0,021	0,049	0,032	0,06
68	14,62	22,712	63,399	347,009	121,453	0,021	0,048	0,031	0,058
69	14,835	23,046	64,19	342,731	119,956	0,02	0,047	0,03	0,057
70	15,05	23,38	64,982	338,556	118,495	0,02	0,046	0,029	0,055
71	15,265	23,714	65,774	334,481	117,068	0,019	0,044	0,029	0,054
72	15,48	24,048	66,565	330,503	115,676	0,019	0,043	0,028	0,053
73	15,695	24,382	67,357	326,618	114,316	0,018	0,042	0,027	0,051
74	15,91	24,716	68,149	322,823	112,988	0,018	0,041	0,027	0,05
75	16,125	25,05	68,941	319,115	111,69	0,018	0,04	0,026	0,049
76	16,34	25,384	69,733	315,491	110,422	0,017	0,04	0,026	0,048
77	16,555	25,718	70,525	311,948	109,182	0,017	0,039	0,025	0,047
78	16,77	26,052	71,317	308,484	107,969	0,016	0,038	0,024	0,046
79	16,985	26,386	72,109	305,095	106,783	0,016	0,037	0,024	0,045
80	17,2	26,72	72,901	301,78	105,623	0,016	0,036	0,023	0,044
81	17,415	27,054	73,693	298,536	104,488	0,015	0,035	0,023	0,043
82	17,63	27,388	74,485	295,361	103,376	0,015	0,035	0,022	0,042
83	17,845	27,722	75,278	292,252	102,288	0,015	0,034	0,022	0,041
84	18,06	28,056	76,07	289,208	101,223	0,014	0,033	0,022	0,04
85	18,275	28,39	76,862	286,226	100,179	0,014	0,033	0,021	0,039
86	18,49	28,724	77,655	283,306	99,157	0,014	0,032	0,021	0,039
87	18,705	29,058	78,447	280,444	98,1553	0,014	0,031	0,02	0,038
88	18,92	29,392	79,24	277,639	97,1736	0,013	0,031	0,02	0,037
89	19,135	29,726	80,032	274,89	96,2114	0,013	0,03	0,019	0,036
90	19,35	30,06	80,825	272,194	95,2679	0,013	0,029	0,019	0,036
91	19,565	30,394	81,617	269,551	94,3427	0,013	0,029	0,019	0,035
92	19,78	30,728	82,41	266,958	93,4353	0,012	0,028	0,018	0,034
93	19,995	31,062	83,203	264,415	92,5451	0,012	0,028	0,018	0,034
94	20,21	31,396	83,995	261,919	91,6717	0,012	0,027	0,018	0,033
95	20,425	31,73	84,788	259,47	90,8146	0,012	0,027	0,017	0,032
96	20,64	32,064	85,581	257,067	89,9734	0,011	0,026	0,017	0,032
97	20,855	32,398	86,374	254,707	89,1475	0,011	0,026	0,017	0,031
98	21,07	32,732	87,167	252,391	88,3367	0,011	0,025	0,016	0,031
99	21,285	33,066	87,959	250,115	87,5404	0,011	0,025	0,016	0,03
100	21,5	33,4	88,752	247,881	86,7584	0,011	0,024	0,016	0,03

Συνέχεια Πίνακα 5.1.2-1: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 15MVA, \text{ ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,16\Omega, X_{\Sigma} = 5,331\Omega$$

$$\text{Γραμμή: } A=95\text{mm}^2, R_{yp}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{yp}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,15\text{sec}, T=0,25\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4)$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

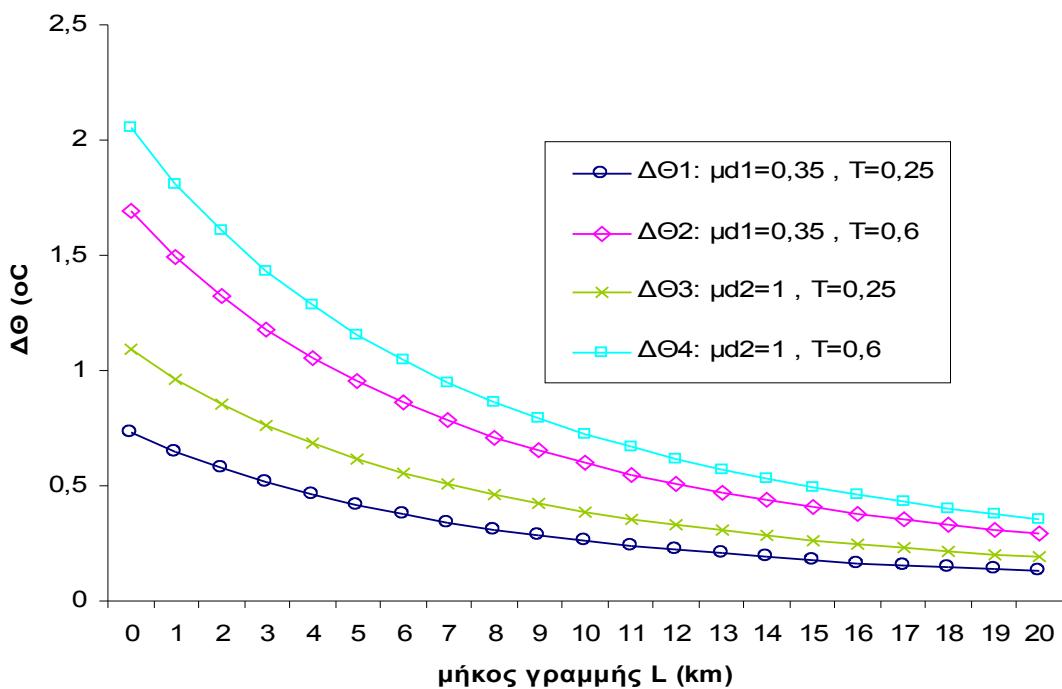
ON-OFF	1°	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	0,734	1,038	1,467	1,691	2,391	3,381	1,094	1,546	2,187	2,05	2,9	4,101
1	0,647	0,916	1,295	1,492	2,11	2,984	0,965	1,365	1,93	1,809	2,559	3,619
2	0,574	0,812	1,149	1,323	1,872	2,647	0,856	1,211	1,712	1,605	2,27	3,21
3	0,512	0,724	1,024	1,18	1,669	2,36	0,763	1,079	1,526	1,431	2,024	2,862
4	0,459	0,649	0,918	1,057	1,495	2,114	0,684	0,967	1,368	1,282	1,813	2,564
5	0,413	0,584	0,826	0,951	1,346	1,903	0,615	0,87	1,231	1,154	1,632	2,308
6	0,373	0,528	0,747	0,86	1,216	1,72	0,556	0,787	1,113	1,043	1,475	2,086
7	0,339	0,479	0,678	0,781	1,104	1,562	0,505	0,714	1,01	0,947	1,339	1,894
8	0,309	0,437	0,618	0,712	1,006	1,423	0,46	0,651	0,921	0,863	1,22	1,726
9	0,282	0,399	0,565	0,651	0,92	1,301	0,421	0,595	0,842	0,789	1,116	1,579
10	0,259	0,367	0,518	0,597	0,845	1,194	0,386	0,546	0,773	0,724	1,024	1,449
11	0,239	0,337	0,477	0,55	0,778	1,1	0,356	0,503	0,711	0,667	0,943	1,334
12	0,22	0,312	0,441	0,508	0,718	1,015	0,328	0,464	0,657	0,616	0,871	1,231
13	0,204	0,289	0,408	0,47	0,665	0,94	0,304	0,43	0,608	0,57	0,806	1,14
14	0,189	0,268	0,379	0,436	0,617	0,873	0,282	0,399	0,565	0,529	0,749	1,059
15	0,176	0,249	0,353	0,406	0,574	0,812	0,263	0,372	0,525	0,493	0,697	0,985
16	0,164	0,233	0,329	0,379	0,536	0,758	0,245	0,347	0,49	0,46	0,65	0,919
17	0,154	0,217	0,307	0,354	0,501	0,708	0,229	0,324	0,458	0,43	0,608	0,859
18	0,144	0,204	0,288	0,332	0,469	0,664	0,215	0,304	0,429	0,402	0,569	0,805
19	0,135	0,191	0,27	0,311	0,441	0,623	0,201	0,285	0,403	0,378	0,534	0,756
20	0,127	0,18	0,254	0,293	0,414	0,586	0,189	0,268	0,379	0,355	0,502	0,711

Πίνακας 5.1.2-2 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR

95mm² στη MT. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV

t=0,15sec, ℓ=0-20km

για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.2-2 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV, t=0,15sec

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	10,667	2062,5	721,875	0,767	1,724	1,367	2,324
1	0,215	0,334	11,355	1937,53	678,136	0,677	1,521	1,206	2,051
2	0,43	0,668	12,056	1824,85	638,699	0,601	1,35	1,07	1,819
3	0,645	1,002	12,768	1723,09	603,08	0,535	1,203	0,954	1,622
4	0,86	1,336	13,489	1630,96	570,835	0,48	1,078	0,855	1,453
5	1,075	1,67	14,218	1547,33	541,565	0,432	0,97	0,769	1,308
6	1,29	2,004	14,954	1471,2	514,921	0,39	0,877	0,695	1,182
7	1,505	2,338	15,695	1401,7	490,596	0,354	0,796	0,631	1,073
8	1,72	2,672	16,442	1338,07	468,325	0,323	0,726	0,575	0,978
9	1,935	3,006	17,192	1279,65	447,876	0,295	0,664	0,526	0,894
10	2,15	3,34	17,947	1225,85	429,048	0,271	0,609	0,483	0,821
11	2,365	3,674	18,704	1176,19	411,666	0,249	0,561	0,445	0,756
12	2,58	4,008	19,465	1130,22	395,578	0,23	0,518	0,41	0,698
13	2,795	4,342	20,228	1087,58	380,652	0,213	0,479	0,38	0,646
14	3,01	4,676	20,994	1047,92	366,77	0,198	0,445	0,353	0,6
15	3,225	5,01	21,762	1010,95	353,832	0,184	0,414	0,328	0,558
16	3,44	5,344	22,531	976,422	341,748	0,172	0,386	0,306	0,521
17	3,655	5,678	23,302	944,107	330,438	0,161	0,361	0,286	0,487
18	3,87	6,012	24,075	913,806	319,832	0,151	0,338	0,268	0,456
19	4,085	6,346	24,849	885,34	309,869	0,141	0,318	0,252	0,428
20	4,3	6,68	25,625	858,552	300,493	0,133	0,299	0,237	0,403
21	4,515	7,014	26,401	833,302	291,656	0,125	0,281	0,223	0,379
22	4,73	7,348	27,178	809,464	283,312	0,118	0,266	0,211	0,358
23	4,945	7,682	27,957	786,925	275,424	0,112	0,251	0,199	0,338
24	5,16	8,016	28,736	765,584	267,954	0,106	0,238	0,188	0,32
25	5,375	8,35	29,516	745,349	260,872	0,1	0,225	0,179	0,303
26	5,59	8,684	30,297	726,139	254,148	0,095	0,214	0,169	0,288
27	5,805	9,018	31,079	707,878	247,757	0,09	0,203	0,161	0,274
28	6,02	9,352	31,861	690,499	241,675	0,086	0,193	0,153	0,26
29	6,235	9,686	32,644	673,941	235,879	0,082	0,184	0,146	0,248
30	6,45	10,02	33,427	658,148	230,352	0,078	0,176	0,139	0,237
31	6,665	10,354	34,211	643,068	225,074	0,075	0,168	0,133	0,226
32	6,88	10,688	34,995	628,656	220,03	0,071	0,16	0,127	0,216
33	7,095	11,022	35,78	614,867	215,204	0,068	0,153	0,121	0,207
34	7,31	11,356	36,565	601,664	210,582	0,065	0,147	0,116	0,198
35	7,525	11,69	37,351	589,009	206,153	0,063	0,141	0,111	0,19
36	7,74	12,024	38,137	576,871	201,905	0,06	0,135	0,107	0,182
37	7,955	12,358	38,923	565,217	197,826	0,058	0,129	0,103	0,175
38	8,17	12,692	39,71	554,021	193,907	0,055	0,124	0,099	0,168
39	8,385	13,026	40,497	543,255	190,139	0,053	0,12	0,095	0,161
40	8,6	13,36	41,284	532,896	186,514	0,051	0,115	0,091	0,155
41	8,815	13,694	42,071	522,922	183,023	0,049	0,111	0,088	0,149
42	9,03	14,028	42,859	513,311	179,659	0,048	0,107	0,085	0,144
43	9,245	14,362	43,647	504,044	176,415	0,046	0,103	0,082	0,139
44	9,46	14,696	44,435	495,103	173,286	0,044	0,099	0,079	0,134
45	9,675	15,03	45,224	486,471	170,265	0,043	0,096	0,076	0,129
46	9,89	15,364	46,012	478,133	167,347	0,041	0,093	0,073	0,125
47	10,105	15,698	46,801	470,074	164,526	0,04	0,09	0,071	0,121
48	10,32	16,032	47,59	462,281	161,798	0,039	0,087	0,069	0,117
49	10,535	16,366	48,379	454,74	159,159	0,037	0,084	0,066	0,113
50	10,75	16,7	49,169	447,439	156,604	0,036	0,081	0,064	0,109

Πίνακας 5.1.2-3: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 15MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,16\Omega$, $X_{M\Sigma} = 5,331\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{γρ}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}$, $X_{γρ}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$

t=0,25sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	49,958	440,368	154,129	0,035	0,079	0,062	0,106
52	11,18	17,368	50,748	433,516	151,73	0,034	0,076	0,06	0,103
53	11,395	17,702	51,538	426,872	149,405	0,033	0,074	0,059	0,1
54	11,61	18,036	52,328	420,428	147,15	0,032	0,072	0,057	0,097
55	11,825	18,37	53,118	414,174	144,961	0,031	0,07	0,055	0,094
56	12,04	18,704	53,908	408,103	142,836	0,03	0,067	0,054	0,091
57	12,255	19,038	54,698	402,206	140,772	0,029	0,066	0,052	0,088
58	12,47	19,372	55,489	396,476	138,767	0,028	0,064	0,051	0,086
59	12,685	19,706	56,279	390,907	136,817	0,028	0,062	0,049	0,083
60	12,9	20,04	57,07	385,491	134,922	0,027	0,06	0,048	0,081
61	13,115	20,374	57,861	380,223	133,078	0,026	0,059	0,046	0,079
62	13,33	20,708	58,652	375,096	131,283	0,025	0,057	0,045	0,077
63	13,545	21,042	59,443	370,104	129,537	0,025	0,056	0,044	0,075
64	13,76	21,376	60,234	365,244	127,835	0,024	0,054	0,043	0,073
65	13,975	21,71	61,025	360,508	126,178	0,023	0,053	0,042	0,071
66	14,19	22,044	61,816	355,894	124,563	0,023	0,051	0,041	0,069
67	14,405	22,378	62,607	351,396	122,988	0,022	0,05	0,04	0,067
68	14,62	22,712	63,399	347,009	121,453	0,022	0,049	0,039	0,066
69	14,835	23,046	64,19	342,731	119,956	0,021	0,048	0,038	0,064
70	15,05	23,38	64,982	338,556	118,495	0,021	0,046	0,037	0,063
71	15,265	23,714	65,774	334,481	117,068	0,02	0,045	0,036	0,061
72	15,48	24,048	66,565	330,503	115,676	0,02	0,044	0,035	0,06
73	15,695	24,382	67,357	326,618	114,316	0,019	0,043	0,034	0,058
74	15,91	24,716	68,149	322,823	112,988	0,019	0,042	0,033	0,057
75	16,125	25,05	68,941	319,115	111,69	0,018	0,041	0,033	0,056
76	16,34	25,384	69,733	315,491	110,422	0,018	0,04	0,032	0,054
77	16,555	25,718	70,525	311,948	109,182	0,018	0,039	0,031	0,053
78	16,77	26,052	71,317	308,484	107,969	0,017	0,039	0,031	0,052
79	16,985	26,386	72,109	305,095	106,783	0,017	0,038	0,03	0,051
80	17,2	26,72	72,901	301,78	105,623	0,016	0,037	0,029	0,05
81	17,415	27,054	73,693	298,536	104,488	0,016	0,036	0,029	0,049
82	17,63	27,388	74,485	295,361	103,376	0,016	0,035	0,028	0,048
83	17,845	27,722	75,278	292,252	102,288	0,015	0,035	0,027	0,047
84	18,06	28,056	76,07	289,208	101,223	0,015	0,034	0,027	0,046
85	18,275	28,39	76,862	286,226	100,179	0,015	0,033	0,026	0,045
86	18,49	28,724	77,655	283,306	99,157	0,014	0,033	0,026	0,044
87	18,705	29,058	78,447	280,444	98,1553	0,014	0,032	0,025	0,043
88	18,92	29,392	79,24	277,639	97,1736	0,014	0,031	0,025	0,042
89	19,135	29,726	80,032	274,89	96,2114	0,014	0,031	0,024	0,041
90	19,35	30,06	80,825	272,194	95,2679	0,013	0,03	0,024	0,04
91	19,565	30,394	81,617	269,551	94,3427	0,013	0,029	0,023	0,04
92	19,78	30,728	82,41	266,958	93,4353	0,013	0,029	0,023	0,039
93	19,995	31,062	83,203	264,415	92,5451	0,013	0,028	0,022	0,038
94	20,21	31,396	83,995	261,919	91,6717	0,012	0,028	0,022	0,037
95	20,425	31,73	84,788	259,47	90,8146	0,012	0,027	0,022	0,037
96	20,64	32,064	85,581	257,067	89,9734	0,012	0,027	0,021	0,036
97	20,855	32,398	86,374	254,707	89,1475	0,012	0,026	0,021	0,035
98	21,07	32,732	87,167	252,391	88,3367	0,011	0,026	0,02	0,035
99	21,285	33,066	87,959	250,115	87,5404	0,011	0,025	0,02	0,034
100	21,5	33,4	88,752	247,881	86,7584	0,011	0,025	0,02	0,034

Συνέχεια Πίνακα 5.1.2-3: Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με

$$R_{\delta} = 0$$

$$P_N = 15MVA, \text{ ACSR=95 mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV: } R_{\Sigma} = 0,16\Omega, X_{\Sigma} = 5,331\Omega$$

$$\text{Γραμμή: } A=95\text{mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,25\text{sec}, T=0,25\text{sec} \text{ (για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3 \text{) και } T=0,6\text{sec} \text{ (για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4 \text{)}$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

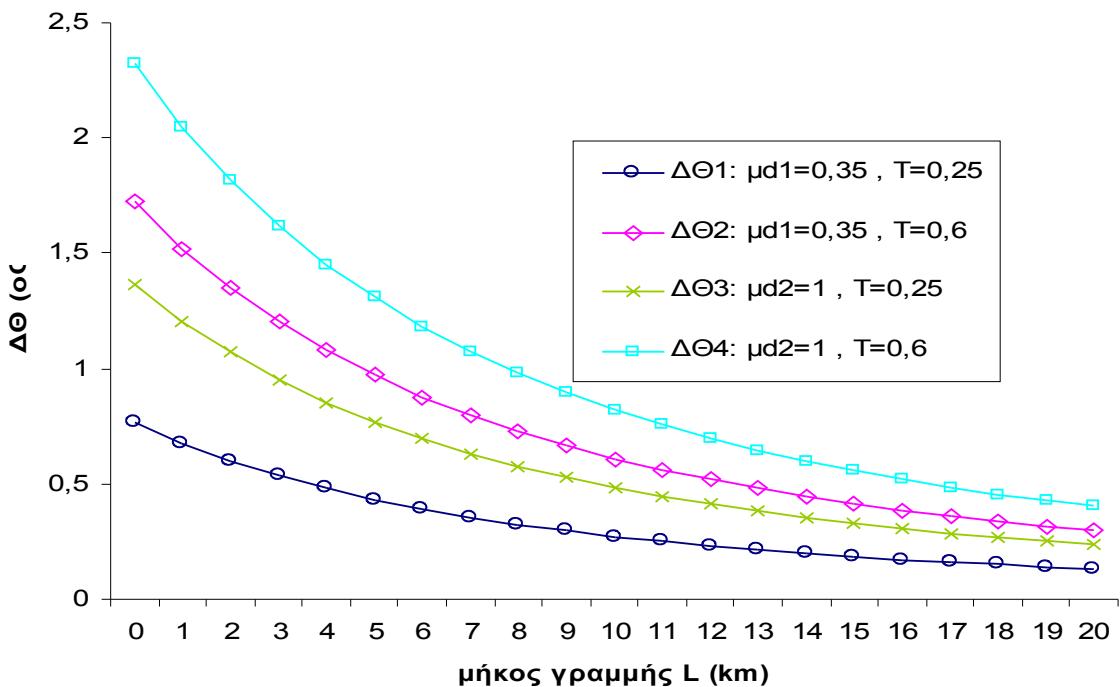
ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	0,767	1,085	1,534	1,724	2,438	3,448	1,367	1,933	2,734	2,324	3,286	4,647
1	0,677	0,957	1,354	1,521	2,152	3,043	1,206	1,706	2,413	2,051	2,9	4,101
2	0,601	0,849	1,201	1,35	1,909	2,699	1,07	1,513	2,14	1,819	2,573	3,638
3	0,535	0,757	1,071	1,203	1,702	2,407	0,954	1,349	1,908	1,622	2,294	3,244
4	0,48	0,678	0,959	1,078	1,525	2,156	0,855	1,209	1,709	1,453	2,055	2,906
5	0,432	0,611	0,864	0,97	1,372	1,941	0,769	1,088	1,539	1,308	1,85	2,616
6	0,39	0,552	0,781	0,877	1,241	1,754	0,695	0,984	1,391	1,182	1,672	2,365
7	0,354	0,501	0,709	0,796	1,126	1,593	0,631	0,893	1,263	1,073	1,518	2,147
8	0,323	0,457	0,646	0,726	1,026	1,451	0,575	0,814	1,151	0,978	1,383	1,956
9	0,295	0,418	0,591	0,664	0,939	1,327	0,526	0,744	1,052	0,894	1,265	1,789
10	0,271	0,383	0,542	0,609	0,861	1,218	0,483	0,683	0,966	0,821	1,161	1,642
11	0,249	0,353	0,499	0,561	0,793	1,121	0,445	0,629	0,889	0,756	1,069	1,511
12	0,23	0,326	0,461	0,518	0,732	1,035	0,41	0,58	0,821	0,698	0,987	1,396
13	0,213	0,302	0,427	0,479	0,678	0,959	0,38	0,538	0,76	0,646	0,914	1,292
14	0,198	0,28	0,396	0,445	0,629	0,89	0,353	0,499	0,706	0,6	0,848	1,2
15	0,184	0,261	0,369	0,414	0,586	0,828	0,328	0,464	0,657	0,558	0,79	1,117
16	0,172	0,243	0,344	0,386	0,546	0,773	0,306	0,433	0,613	0,521	0,737	1,042
17	0,161	0,227	0,321	0,361	0,511	0,722	0,286	0,405	0,573	0,487	0,689	0,974
18	0,151	0,213	0,301	0,338	0,479	0,677	0,268	0,379	0,537	0,456	0,645	0,912
19	0,141	0,2	0,283	0,318	0,449	0,635	0,252	0,356	0,504	0,428	0,606	0,856
20	0,133	0,188	0,266	0,299	0,422	0,597	0,237	0,335	0,474	0,403	0,569	0,805

Πίνακας 5.1.2-4 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR

95mm² στη ΜΤ. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV

t=0,25sec, ℓ=0-20km

για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.2-3 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV, t=0.25sec

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
0	0	0	10,667	2062,5	721,875	0,817	1,774	1,777	2,734
1	0,215	0,334	11,355	1937,53	678,136	0,721	1,566	1,568	2,413
2	0,43	0,668	12,056	1824,85	638,699	0,64	1,389	1,391	2,14
3	0,645	1,002	12,768	1723,09	603,08	0,571	1,238	1,24	1,908
4	0,86	1,336	13,489	1630,96	570,835	0,511	1,109	1,111	1,709
5	1,075	1,67	14,218	1547,33	541,565	0,46	0,999	1	1,539
6	1,29	2,004	14,954	1471,2	514,921	0,416	0,903	0,904	1,391
7	1,505	2,338	15,695	1401,7	490,596	0,378	0,819	0,821	1,263
8	1,72	2,672	16,442	1338,07	468,325	0,344	0,747	0,748	1,151
9	1,935	3,006	17,192	1279,65	447,876	0,315	0,683	0,684	1,052
10	2,15	3,34	17,947	1225,85	429,048	0,289	0,627	0,628	0,966
11	2,365	3,674	18,704	1176,19	411,666	0,266	0,577	0,578	0,889
12	2,58	4,008	19,465	1130,22	395,578	0,245	0,533	0,534	0,821
13	2,795	4,342	20,228	1087,58	380,652	0,227	0,493	0,494	0,76
14	3,01	4,676	20,994	1047,92	366,77	0,211	0,458	0,459	0,706
15	3,225	5,01	21,762	1010,95	353,832	0,196	0,426	0,427	0,657
16	3,44	5,344	22,531	976,422	341,748	0,183	0,398	0,398	0,613
17	3,655	5,678	23,302	944,107	330,438	0,171	0,372	0,372	0,573
18	3,87	6,012	24,075	913,806	319,832	0,16	0,348	0,349	0,537
19	4,085	6,346	24,849	885,34	309,869	0,151	0,327	0,327	0,504
20	4,3	6,68	25,625	858,552	300,493	0,142	0,307	0,308	0,474
21	4,515	7,014	26,401	833,302	291,656	0,133	0,29	0,29	0,446
22	4,73	7,348	27,178	809,464	283,312	0,126	0,273	0,274	0,421
23	4,945	7,682	27,957	786,925	275,424	0,119	0,258	0,259	0,398
24	5,16	8,016	28,736	765,584	267,954	0,113	0,244	0,245	0,377
25	5,375	8,35	29,516	745,349	260,872	0,107	0,232	0,232	0,357
26	5,59	8,684	30,297	726,139	254,148	0,101	0,22	0,22	0,339
27	5,805	9,018	31,079	707,878	247,757	0,096	0,209	0,209	0,322
28	6,02	9,352	31,861	690,499	241,675	0,092	0,199	0,199	0,306
29	6,235	9,686	32,644	673,941	235,879	0,087	0,189	0,19	0,292
30	6,45	10,02	33,427	658,148	230,352	0,083	0,181	0,181	0,278
31	6,665	10,354	34,211	643,068	225,074	0,079	0,172	0,173	0,266
32	6,88	10,688	34,995	628,656	220,03	0,076	0,165	0,165	0,254
33	7,095	11,022	35,78	614,867	215,204	0,073	0,158	0,158	0,243
34	7,31	11,356	36,565	601,664	210,582	0,07	0,151	0,151	0,233
35	7,525	11,69	37,351	589,009	206,153	0,067	0,145	0,145	0,223
36	7,74	12,024	38,137	576,871	201,905	0,064	0,139	0,139	0,214
37	7,955	12,358	38,923	565,217	197,826	0,061	0,133	0,133	0,205
38	8,17	12,692	39,71	554,021	193,907	0,059	0,128	0,128	0,197
39	8,385	13,026	40,497	543,255	190,139	0,057	0,123	0,123	0,19
40	8,6	13,36	41,284	532,896	186,514	0,055	0,118	0,119	0,183
41	8,815	13,694	42,071	522,922	183,023	0,053	0,114	0,114	0,176
42	9,03	14,028	42,859	513,311	179,659	0,051	0,11	0,11	0,169
43	9,245	14,362	43,647	504,044	176,415	0,049	0,106	0,106	0,163
44	9,46	14,696	44,435	495,103	173,286	0,047	0,102	0,102	0,158
45	9,675	15,03	45,224	486,471	170,265	0,045	0,099	0,099	0,152
46	9,89	15,364	46,012	478,133	167,347	0,044	0,095	0,095	0,147
47	10,105	15,698	46,801	470,074	164,526	0,042	0,092	0,092	0,142
48	10,32	16,032	47,59	462,281	161,798	0,041	0,089	0,089	0,137
49	10,535	16,366	48,379	454,74	159,159	0,04	0,086	0,086	0,133
50	10,75	16,7	49,169	447,439	156,604	0,038	0,084	0,084	0,129

Πίνακας 5.1.2-5: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 15MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,16\Omega$, $X_{M\Sigma} = 5,331\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{γρ}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}$, $X_{γρ}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$

t=0,4sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	49,958	440,368	154,129	0,037	0,081	0,081	0,125
52	11,18	17,368	50,748	433,516	151,73	0,036	0,078	0,079	0,121
53	11,395	17,702	51,538	426,872	149,405	0,035	0,076	0,076	0,117
54	11,61	18,036	52,328	420,428	147,15	0,034	0,074	0,074	0,114
55	11,825	18,37	53,118	414,174	144,961	0,033	0,072	0,072	0,11
56	12,04	18,704	53,908	408,103	142,836	0,032	0,069	0,07	0,107
57	12,255	19,038	54,698	402,206	140,772	0,031	0,067	0,068	0,104
58	12,47	19,372	55,489	396,476	138,767	0,03	0,066	0,066	0,101
59	12,685	19,706	56,279	390,907	136,817	0,029	0,064	0,064	0,098
60	12,9	20,04	57,07	385,491	134,922	0,029	0,062	0,062	0,096
61	13,115	20,374	57,861	380,223	133,078	0,028	0,06	0,06	0,093
62	13,33	20,708	58,652	375,096	131,283	0,027	0,059	0,059	0,09
63	13,545	21,042	59,443	370,104	129,537	0,026	0,057	0,057	0,088
64	13,76	21,376	60,234	365,244	127,835	0,026	0,056	0,056	0,086
65	13,975	21,71	61,025	360,508	126,178	0,025	0,054	0,054	0,084
66	14,19	22,044	61,816	355,894	124,563	0,024	0,053	0,053	0,081
67	14,405	22,378	62,607	351,396	122,988	0,024	0,052	0,052	0,079
68	14,62	22,712	63,399	347,009	121,453	0,023	0,05	0,05	0,077
69	14,835	23,046	64,19	342,731	119,956	0,023	0,049	0,049	0,075
70	15,05	23,38	64,982	338,556	118,495	0,022	0,048	0,048	0,074
71	15,265	23,714	65,774	334,481	117,068	0,021	0,047	0,047	0,072
72	15,48	24,048	66,565	330,503	115,676	0,021	0,046	0,046	0,07
73	15,695	24,382	67,357	326,618	114,316	0,02	0,044	0,045	0,069
74	15,91	24,716	68,149	322,823	112,988	0,02	0,043	0,044	0,067
75	16,125	25,05	68,941	319,115	111,69	0,02	0,042	0,043	0,065
76	16,34	25,384	69,733	315,491	110,422	0,019	0,042	0,042	0,064
77	16,555	25,718	70,525	311,948	109,182	0,019	0,041	0,041	0,063
78	16,77	26,052	71,317	308,484	107,969	0,018	0,04	0,04	0,061
79	16,985	26,386	72,109	305,095	106,783	0,018	0,039	0,039	0,06
80	17,2	26,72	72,901	301,78	105,623	0,017	0,038	0,038	0,059
81	17,415	27,054	73,693	298,536	104,488	0,017	0,037	0,037	0,057
82	17,63	27,388	74,485	295,361	103,376	0,017	0,036	0,036	0,056
83	17,845	27,722	75,278	292,252	102,288	0,016	0,036	0,036	0,055
84	18,06	28,056	76,07	289,208	101,223	0,016	0,035	0,035	0,054
85	18,275	28,39	76,862	286,226	100,179	0,016	0,034	0,034	0,053
86	18,49	28,724	77,655	283,306	99,157	0,015	0,033	0,034	0,052
87	18,705	29,058	78,447	280,444	98,1553	0,015	0,033	0,033	0,051
88	18,92	29,392	79,24	277,639	97,1736	0,015	0,032	0,032	0,05
89	19,135	29,726	80,032	274,89	96,2114	0,015	0,032	0,032	0,049
90	19,35	30,06	80,825	272,194	95,2679	0,014	0,031	0,031	0,048
91	19,565	30,394	81,617	269,551	94,3427	0,014	0,03	0,03	0,047
92	19,78	30,728	82,41	266,958	93,4353	0,014	0,03	0,03	0,046
93	19,995	31,062	83,203	264,415	92,5451	0,013	0,029	0,029	0,045
94	20,21	31,396	83,995	261,919	91,6717	0,013	0,029	0,029	0,044
95	20,425	31,73	84,788	259,47	90,8146	0,013	0,028	0,028	0,043
96	20,64	32,064	85,581	257,067	89,9734	0,013	0,028	0,028	0,042
97	20,855	32,398	86,374	254,707	89,1475	0,012	0,027	0,027	0,042
98	21,07	32,732	87,167	252,391	88,3367	0,012	0,027	0,027	0,041
99	21,285	33,066	87,959	250,115	87,5404	0,012	0,026	0,026	0,04
100	21,5	33,4	88,752	247,881	86,7584	0,012	0,026	0,026	0,039

Συνέχεια Πίνακα 5.1.2-5: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 15MVA, \text{ ACSR}=95 mm^2,$$

MΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,16\Omega$, $X_{M\Sigma} = 5,331\Omega$

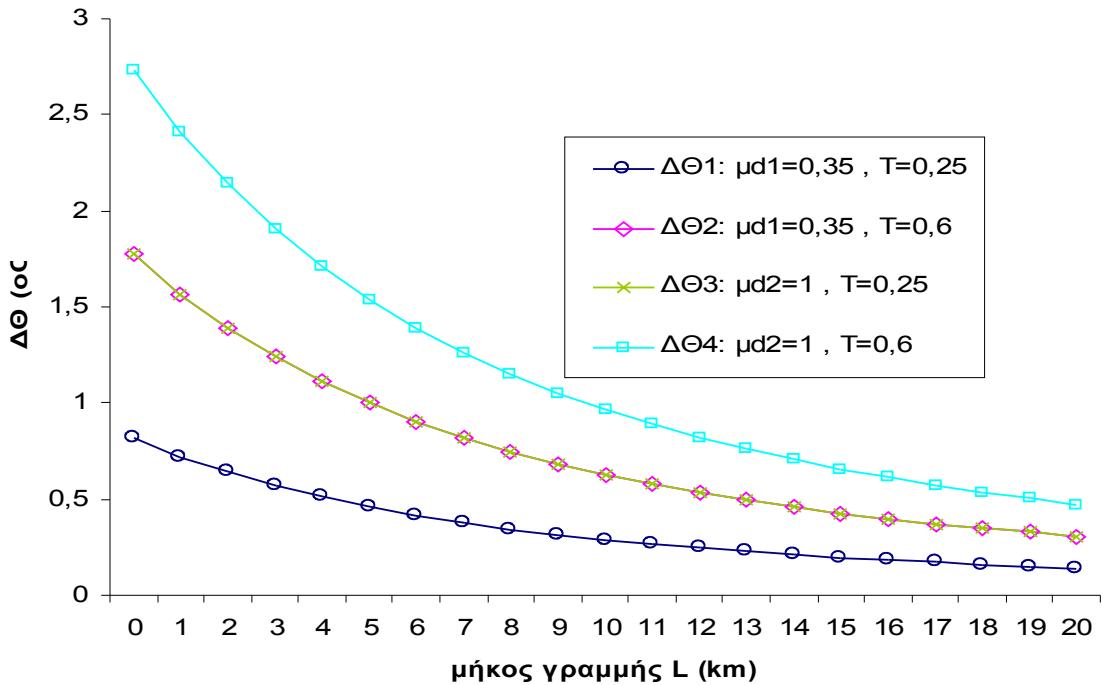
Γραμμή: $A=95mm^2$, $R_{γρ}/km=0,215\Omega/km$, $X_{γρ}/km=0,334\Omega/km$

$t=0,4sec$, $T=0,25sec$ (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και $T=0,6sec$ (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta\theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_1$ (°C)	$2\Delta\theta_1$ (°C)	$\Delta\theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_2$ (°C)	$2\Delta\theta_2$ (°C)	$\Delta\theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_3$ (°C)	$2\Delta\theta_3$ (°C)	$\Delta\theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_4$ (°C)	$2\Delta\theta_4$ (°C)
0	0,817	1,156	1,635	1,774	2,509	3,548	1,777	2,513	3,554	2,734	3,866	5,468
1	0,721	1,02	1,443	1,566	2,214	3,131	1,568	2,218	3,136	2,413	3,412	4,825
2	0,64	0,905	1,28	1,389	1,964	2,778	1,391	1,967	2,782	2,14	3,027	4,28
3	0,571	0,807	1,141	1,238	1,751	2,477	1,24	1,754	2,48	1,908	2,698	3,816
4	0,511	0,723	1,022	1,109	1,569	2,219	1,111	1,571	2,222	1,709	2,418	3,419
5	0,46	0,651	0,92	0,999	1,412	1,997	1	1,414	2	1,539	2,176	3,077
6	0,416	0,588	0,832	0,903	1,277	1,806	0,904	1,279	1,808	1,391	1,967	2,782
7	0,378	0,534	0,755	0,819	1,159	1,639	0,821	1,161	1,641	1,263	1,786	2,525
8	0,344	0,487	0,688	0,747	1,056	1,494	0,748	1,058	1,496	1,151	1,627	2,301
9	0,315	0,445	0,629	0,683	0,966	1,366	0,684	0,967	1,368	1,052	1,488	2,105
10	0,289	0,408	0,578	0,627	0,886	1,254	0,628	0,888	1,255	0,966	1,366	1,931
11	0,266	0,376	0,532	0,577	0,816	1,154	0,578	0,817	1,156	0,889	1,257	1,778
12	0,245	0,347	0,491	0,533	0,753	1,066	0,534	0,755	1,067	0,821	1,161	1,642
13	0,227	0,321	0,455	0,493	0,698	0,987	0,494	0,699	0,988	0,76	1,075	1,52
14	0,211	0,298	0,422	0,458	0,648	0,916	0,459	0,649	0,917	0,706	0,998	1,411
15	0,196	0,278	0,393	0,426	0,603	0,853	0,427	0,604	0,854	0,657	0,929	1,314
16	0,183	0,259	0,366	0,398	0,562	0,795	0,398	0,563	0,797	0,613	0,867	1,225
17	0,171	0,242	0,343	0,372	0,526	0,744	0,372	0,527	0,745	0,573	0,81	1,146
18	0,16	0,227	0,321	0,348	0,493	0,697	0,349	0,493	0,698	0,537	0,759	1,073
19	0,151	0,213	0,301	0,327	0,462	0,654	0,327	0,463	0,655	0,504	0,712	1,007
20	0,142	0,2	0,283	0,307	0,435	0,615	0,308	0,435	0,616	0,474	0,67	0,947

Πίνακας 5.1.2-6 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη MT. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV
t=0,4sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.2-4 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV,
t=0,4sec

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	10,667	2062,5	721,875	1,018	1,975	3,417	4,374
1	0,215	0,334	11,355	1937,53	678,136	0,899	1,743	3,016	3,86
2	0,43	0,668	12,056	1824,85	638,699	0,797	1,546	2,675	3,424
3	0,645	1,002	12,768	1723,09	603,08	0,711	1,379	2,385	3,053
4	0,86	1,336	13,489	1630,96	570,835	0,637	1,235	2,137	2,735
5	1,075	1,67	14,218	1547,33	541,565	0,573	1,112	1,923	2,462
6	1,29	2,004	14,954	1471,2	514,921	0,518	1,005	1,739	2,226
7	1,505	2,338	15,695	1401,7	490,596	0,47	0,912	1,578	2,02
8	1,72	2,672	16,442	1338,07	468,325	0,429	0,831	1,438	1,841
9	1,935	3,006	17,192	1279,65	447,876	0,392	0,76	1,315	1,684
10	2,15	3,34	17,947	1225,85	429,048	0,36	0,698	1,207	1,545
11	2,365	3,674	18,704	1176,19	411,666	0,331	0,642	1,111	1,423
12	2,58	4,008	19,465	1130,22	395,578	0,306	0,593	1,026	1,313
13	2,795	4,342	20,228	1087,58	380,652	0,283	0,549	0,95	1,216
14	3,01	4,676	20,994	1047,92	366,77	0,263	0,51	0,882	1,129
15	3,225	5,01	21,762	1010,95	353,832	0,245	0,475	0,821	1,051
16	3,44	5,344	22,531	976,422	341,748	0,228	0,443	0,766	0,98
17	3,655	5,678	23,302	944,107	330,438	0,213	0,414	0,716	0,917
18	3,87	6,012	24,075	913,806	319,832	0,2	0,388	0,671	0,859
19	4,085	6,346	24,849	885,34	309,869	0,188	0,364	0,63	0,806
20	4,3	6,68	25,625	858,552	300,493	0,176	0,342	0,592	0,758
21	4,515	7,014	26,401	833,302	291,656	0,166	0,322	0,558	0,714
22	4,73	7,348	27,178	809,464	283,312	0,157	0,304	0,526	0,674
23	4,945	7,682	27,957	786,925	275,424	0,148	0,288	0,497	0,637
24	5,16	8,016	28,736	765,584	267,954	0,14	0,272	0,471	0,603
25	5,375	8,35	29,516	745,349	260,872	0,133	0,258	0,446	0,571
26	5,59	8,684	30,297	726,139	254,148	0,126	0,245	0,424	0,542
27	5,805	9,018	31,079	707,878	247,757	0,12	0,233	0,403	0,515
28	6,02	9,352	31,861	690,499	241,675	0,114	0,221	0,383	0,49
29	6,235	9,686	32,644	673,941	235,879	0,109	0,211	0,365	0,467
30	6,45	10,02	33,427	658,148	230,352	0,104	0,201	0,348	0,445
31	6,665	10,354	34,211	643,068	225,074	0,099	0,192	0,332	0,425
32	6,88	10,688	34,995	628,656	220,03	0,095	0,184	0,317	0,406
33	7,095	11,022	35,78	614,867	215,204	0,091	0,176	0,304	0,389
34	7,31	11,356	36,565	601,664	210,582	0,087	0,168	0,291	0,372
35	7,525	11,69	37,351	589,009	206,153	0,083	0,161	0,279	0,357
36	7,74	12,024	38,137	576,871	201,905	0,08	0,155	0,267	0,342
37	7,955	12,358	38,923	565,217	197,826	0,076	0,148	0,257	0,328
38	8,17	12,692	39,71	554,021	193,907	0,073	0,143	0,247	0,316
39	8,385	13,026	40,497	543,255	190,139	0,071	0,137	0,237	0,303
40	8,6	13,36	41,284	532,896	186,514	0,068	0,132	0,228	0,292
41	8,815	13,694	42,071	522,922	183,023	0,065	0,127	0,22	0,281
42	9,03	14,028	42,859	513,311	179,659	0,063	0,122	0,212	0,271
43	9,245	14,362	43,647	504,044	176,415	0,061	0,118	0,204	0,261
44	9,46	14,696	44,435	495,103	173,286	0,059	0,114	0,197	0,252
45	9,675	15,03	45,224	486,471	170,265	0,057	0,11	0,19	0,243
46	9,89	15,364	46,012	478,133	167,347	0,055	0,106	0,184	0,235
47	10,105	15,698	46,801	470,074	164,526	0,053	0,103	0,178	0,227
48	10,32	16,032	47,59	462,281	161,798	0,051	0,099	0,172	0,22
49	10,535	16,366	48,379	454,74	159,159	0,05	0,096	0,166	0,213
50	10,75	16,7	49,169	447,439	156,604	0,048	0,093	0,161	0,206

Πίνακας 5.1.2-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 15MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,16\Omega$, $X_{M\Sigma} = 5,331\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{yρ}/km=0,215\Omega/km$, $X_{yρ}/km=0,334\Omega/km$

t=1sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	49,958	440,368	154,129	0,046	0,09	0,156	0,199
52	11,18	17,368	50,748	433,516	151,73	0,045	0,087	0,151	0,193
53	11,395	17,702	51,538	426,872	149,405	0,044	0,085	0,146	0,187
54	11,61	18,036	52,328	420,428	147,15	0,042	0,082	0,142	0,182
55	11,825	18,37	53,118	414,174	144,961	0,041	0,08	0,138	0,176
56	12,04	18,704	53,908	408,103	142,836	0,04	0,077	0,134	0,171
57	12,255	19,038	54,698	402,206	140,772	0,039	0,075	0,13	0,166
58	12,47	19,372	55,489	396,476	138,767	0,038	0,073	0,126	0,162
59	12,685	19,706	56,279	390,907	136,817	0,037	0,071	0,123	0,157
60	12,9	20,04	57,07	385,491	134,922	0,036	0,069	0,119	0,153
61	13,115	20,374	57,861	380,223	133,078	0,035	0,067	0,116	0,149
62	13,33	20,708	58,652	375,096	131,283	0,034	0,065	0,113	0,145
63	13,545	21,042	59,443	370,104	129,537	0,033	0,064	0,11	0,141
64	13,76	21,376	60,234	365,244	127,835	0,032	0,062	0,107	0,137
65	13,975	21,71	61,025	360,508	126,178	0,031	0,06	0,104	0,134
66	14,19	22,044	61,816	355,894	124,563	0,03	0,059	0,102	0,13
67	14,405	22,378	62,607	351,396	122,988	0,03	0,057	0,099	0,127
68	14,62	22,712	63,399	347,009	121,453	0,029	0,056	0,097	0,124
69	14,835	23,046	64,19	342,731	119,956	0,028	0,055	0,094	0,121
70	15,05	23,38	64,982	338,556	118,495	0,027	0,053	0,092	0,118
71	15,265	23,714	65,774	334,481	117,068	0,027	0,052	0,09	0,115
72	15,48	24,048	66,565	330,503	115,676	0,026	0,051	0,088	0,112
73	15,695	24,382	67,357	326,618	114,316	0,026	0,05	0,086	0,11
74	15,91	24,716	68,149	322,823	112,988	0,025	0,048	0,084	0,107
75	16,125	25,05	68,941	319,115	111,69	0,024	0,047	0,082	0,105
76	16,34	25,384	69,733	315,491	110,422	0,024	0,046	0,08	0,102
77	16,555	25,718	70,525	311,948	109,182	0,023	0,045	0,078	0,1
78	16,77	26,052	71,317	308,484	107,969	0,023	0,044	0,076	0,098
79	16,985	26,386	72,109	305,095	106,783	0,022	0,043	0,075	0,096
80	17,2	26,72	72,901	301,78	105,623	0,022	0,042	0,073	0,094
81	17,415	27,054	73,693	298,536	104,488	0,021	0,041	0,072	0,092
82	17,63	27,388	74,485	295,361	103,376	0,021	0,041	0,07	0,09
83	17,845	27,722	75,278	292,252	102,288	0,02	0,04	0,069	0,088
84	18,06	28,056	76,07	289,208	101,223	0,02	0,039	0,067	0,086
85	18,275	28,39	76,862	286,226	100,179	0,02	0,038	0,066	0,084
86	18,49	28,724	77,655	283,306	99,157	0,019	0,037	0,064	0,083
87	18,705	29,058	78,447	280,444	98,1553	0,019	0,037	0,063	0,081
88	18,92	29,392	79,24	277,639	97,1736	0,018	0,036	0,062	0,079
89	19,135	29,726	80,032	274,89	96,2114	0,018	0,035	0,061	0,078
90	19,35	30,06	80,825	272,194	95,2679	0,018	0,034	0,06	0,076
91	19,565	30,394	81,617	269,551	94,3427	0,017	0,034	0,058	0,075
92	19,78	30,728	82,41	266,958	93,4353	0,017	0,033	0,057	0,073
93	19,995	31,062	83,203	264,415	92,5451	0,017	0,032	0,056	0,072
94	20,21	31,396	83,995	261,919	91,6717	0,016	0,032	0,055	0,071
95	20,425	31,73	84,788	259,47	90,8146	0,016	0,031	0,054	0,069
96	20,64	32,064	85,581	257,067	89,9734	0,016	0,031	0,053	0,068
97	20,855	32,398	86,374	254,707	89,1475	0,016	0,03	0,052	0,067
98	21,07	32,732	87,167	252,391	88,3367	0,015	0,03	0,051	0,066
99	21,285	33,066	87,959	250,115	87,5404	0,015	0,029	0,05	0,064
100	21,5	33,4	88,752	247,881	86,7584	0,015	0,029	0,049	0,063

Συνέχεια Πίνακα 5.1.2-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 15MVA, \text{ ACSR}=95 mm^2,$$

MΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,16\Omega$, $X_{M\Sigma} = 5,331\Omega$

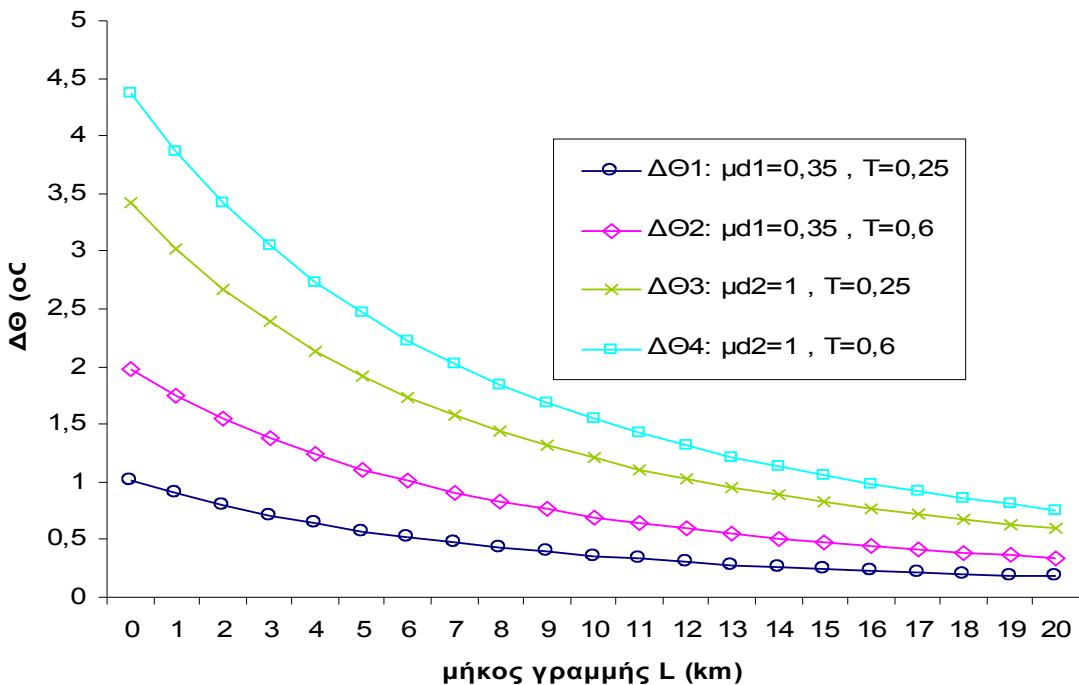
Γραμμή: $A=95mm^2$, $R_{γρ}/km=0,215\Omega/km$, $X_{γρ}/km=0,334\Omega/km$

t=1sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

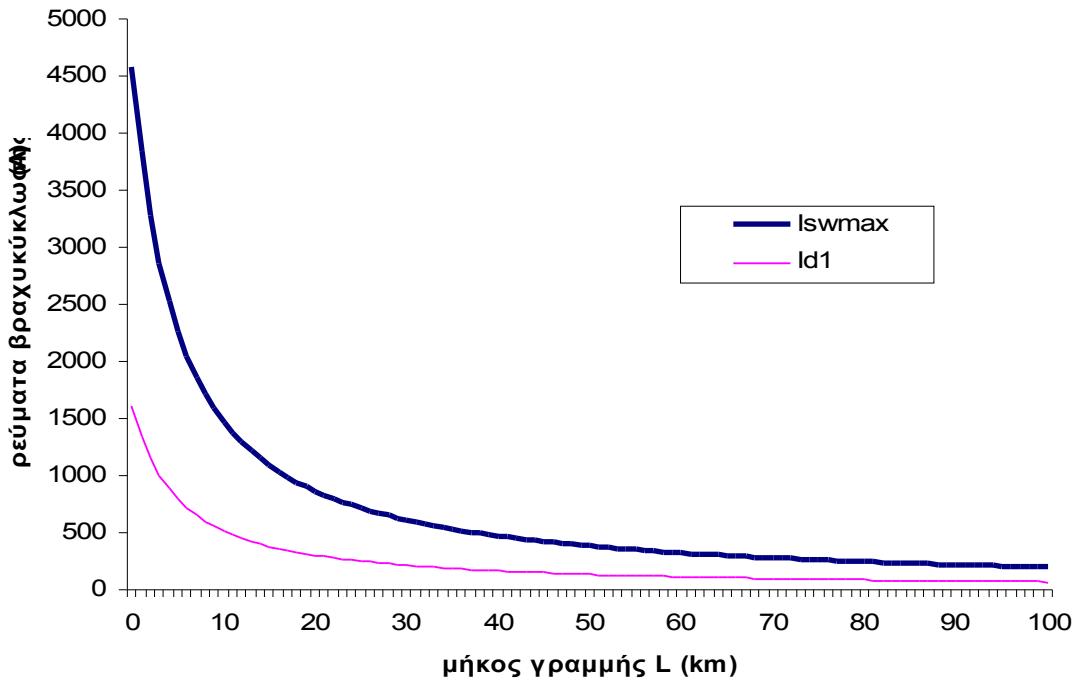
ON-OFF	1°	2α	3α	1α	2α	3α	1α	2α	3α	1α	2α	3α
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	1,018	1,44	2,037	1,975	2,793	3,95	3,417	4,833	6,835	4,374	6,186	8,748
1	0,899	1,271	1,797	1,743	2,465	3,486	3,016	4,265	6,031	3,86	5,459	7,72
2	0,797	1,127	1,594	1,546	2,187	3,092	2,675	3,783	5,35	3,424	4,843	6,848
3	0,711	1,005	1,422	1,379	1,95	2,757	2,385	3,373	4,77	3,053	4,317	6,106
4	0,637	0,901	1,274	1,235	1,747	2,47	2,137	3,022	4,274	2,735	3,868	5,47
5	0,573	0,811	1,146	1,112	1,572	2,223	1,923	2,72	3,847	2,462	3,482	4,924
6	0,518	0,733	1,036	1,005	1,421	2,01	1,739	2,459	3,477	2,226	3,147	4,451
7	0,47	0,665	0,941	0,912	1,29	1,825	1,578	2,232	3,157	2,02	2,857	4,041
8	0,429	0,606	0,857	0,831	1,176	1,663	1,438	2,034	2,877	1,841	2,604	3,682
9	0,392	0,554	0,784	0,76	1,075	1,521	1,315	1,86	2,631	1,684	2,381	3,368
10	0,36	0,509	0,719	0,698	0,987	1,395	1,207	1,707	2,414	1,545	2,185	3,09
11	0,331	0,468	0,662	0,642	0,908	1,285	1,111	1,572	2,223	1,423	2,012	2,845
12	0,306	0,432	0,612	0,593	0,839	1,186	1,026	1,451	2,052	1,313	1,858	2,627
13	0,283	0,4	0,566	0,549	0,777	1,098	0,95	1,344	1,9	1,216	1,72	2,432
14	0,263	0,372	0,526	0,51	0,721	1,02	0,882	1,248	1,764	1,129	1,597	2,258
15	0,245	0,346	0,489	0,475	0,671	0,949	0,821	1,161	1,642	1,051	1,486	2,102
16	0,228	0,323	0,456	0,443	0,626	0,885	0,766	1,083	1,532	0,98	1,386	1,961
17	0,213	0,302	0,427	0,414	0,585	0,828	0,716	1,013	1,432	0,917	1,296	1,833
18	0,2	0,283	0,4	0,388	0,548	0,775	0,671	0,949	1,342	0,859	1,214	1,717
19	0,188	0,265	0,375	0,364	0,515	0,728	0,63	0,89	1,259	0,806	1,14	1,612
20	0,176	0,25	0,353	0,342	0,484	0,685	0,592	0,837	1,184	0,758	1,072	1,516

Πίνακας 5.1.2-8 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη MT. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV
t=1sec, ℓ=0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.2-5 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV, t=1sec

5.1.3. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.1.3-1 Τιμή ρεύματος βραχυκύκλωσης σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	3,6	4583,33	1604,17	3,623	8,348	5,4	10,13
1	0,215	0,334	4,3	3837,06	1342,97	2,539	5,851	3,785	7,096
2	0,43	0,668	5,028	3281,34	1148,47	1,857	4,279	2,768	5,19
3	0,645	1,002	5,774	2857,55	1000,14	1,408	3,245	2,099	3,936
4	0,86	1,336	6,531	2526,26	884,19	1,101	2,536	1,641	3,076
5	1,075	1,67	7,297	2261,34	791,47	0,882	2,032	1,315	2,465
6	1,29	2,004	8,067	2045,28	715,847	0,721	1,662	1,075	2,016
7	1,505	2,338	8,842	1866,02	653,106	0,601	1,384	0,895	1,678
8	1,72	2,672	9,621	1715,08	600,279	0,507	1,169	0,756	1,418
9	1,935	3,006	10,4	1586,36	555,227	0,434	1	0,647	1,213
10	2,15	3,34	11,18	1475,36	516,376	0,375	0,865	0,56	1,049
11	2,365	3,674	11,97	1378,69	482,543	0,328	0,755	0,489	0,916
12	2,58	4,008	12,75	1293,79	452,825	0,289	0,665	0,43	0,807
13	2,795	4,342	13,54	1218,64	426,523	0,256	0,59	0,382	0,716
14	3,01	4,676	14,33	1151,67	403,083	0,229	0,527	0,341	0,639
15	3,225	5,01	15,12	1091,62	382,067	0,206	0,474	0,306	0,574
16	3,44	5,344	15,9	1037,48	363,119	0,186	0,428	0,277	0,519
17	3,655	5,678	16,69	988,431	345,951	0,169	0,388	0,251	0,471
18	3,87	6,012	17,48	943,782	330,324	0,154	0,354	0,229	0,429
19	4,085	6,346	18,27	902,973	316,04	0,141	0,324	0,21	0,393
20	4,3	6,68	19,06	865,53	302,935	0,129	0,298	0,193	0,361
21	4,515	7,014	19,85	831,055	290,869	0,119	0,274	0,178	0,333
22	4,73	7,348	20,65	799,211	279,724	0,11	0,254	0,164	0,308
23	4,945	7,682	21,44	769,708	269,398	0,102	0,235	0,152	0,286
24	5,16	8,016	22,23	742,299	259,805	0,095	0,219	0,142	0,266
25	5,375	8,35	23,02	716,768	250,869	0,089	0,204	0,132	0,248
26	5,59	8,684	23,81	692,93	242,525	0,083	0,191	0,123	0,231
27	5,805	9,018	24,6	670,622	234,718	0,078	0,179	0,116	0,217
28	6,02	9,352	25,4	649,702	227,396	0,073	0,168	0,109	0,203
29	6,235	9,686	26,19	630,044	220,516	0,068	0,158	0,102	0,191
30	6,45	10,02	26,98	611,539	214,039	0,065	0,149	0,096	0,18
31	6,665	10,354	27,77	594,087	207,93	0,061	0,14	0,091	0,17
32	6,88	10,688	28,57	577,601	202,16	0,058	0,133	0,086	0,161
33	7,095	11,022	29,36	562,004	196,701	0,054	0,126	0,081	0,152
34	7,31	11,356	30,15	547,225	191,529	0,052	0,119	0,077	0,144
35	7,525	11,69	30,95	533,203	186,621	0,049	0,113	0,073	0,137
36	7,74	12,024	31,74	519,88	181,958	0,047	0,107	0,069	0,13
37	7,955	12,358	32,53	507,205	177,522	0,044	0,102	0,066	0,124
38	8,17	12,692	33,32	495,133	173,296	0,042	0,097	0,063	0,118
39	8,385	13,026	34,12	483,621	169,267	0,04	0,093	0,06	0,113
40	8,6	13,36	34,91	472,632	165,421	0,039	0,089	0,057	0,108
41	8,815	13,694	35,7	462,13	161,746	0,037	0,085	0,055	0,103
42	9,03	14,028	36,5	452,084	158,23	0,035	0,081	0,053	0,099
43	9,245	14,362	37,29	442,466	154,863	0,034	0,078	0,05	0,094
44	9,46	14,696	38,08	433,247	151,636	0,032	0,075	0,048	0,09
45	9,675	15,03	38,88	424,404	148,542	0,031	0,072	0,046	0,087
46	9,89	15,364	39,67	415,915	145,57	0,03	0,069	0,044	0,083
47	10,105	15,698	40,47	407,758	142,715	0,029	0,066	0,043	0,08
48	10,32	16,032	41,26	399,915	139,97	0,028	0,064	0,041	0,077
49	10,535	16,366	42,05	392,368	137,329	0,027	0,061	0,04	0,074
50	10,75	16,7	42,85	385,099	134,785	0,026	0,059	0,038	0,071

Πίνακας 5.1.3-1: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_{\delta} = 0$, $P_N = 25MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{MS} = 0,054\Omega$, $X_{MS} = 1,799\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{γρ}/km=0,215\Omega/km$, $X_{γρ}/km=0,334\Omega/km$

t=0,15sec, T=0,25sec (για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta \theta_2, \Delta \theta_4$)

για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_2, \Delta \theta_3, \Delta \theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	43,64	378,095	132,333	0,025	0,057	0,037	0,069
52	11,18	17,368	44,43	371,341	129,97	0,024	0,055	0,035	0,066
53	11,395	17,702	45,23	364,824	127,689	0,023	0,053	0,034	0,064
54	11,61	18,036	46,02	358,532	125,486	0,022	0,051	0,033	0,062
55	11,825	18,37	46,81	352,452	123,358	0,021	0,049	0,032	0,06
56	12,04	18,704	47,61	346,576	121,302	0,021	0,048	0,031	0,058
57	12,255	19,038	48,4	340,892	119,312	0,02	0,046	0,03	0,056
58	12,47	19,372	49,2	335,391	117,387	0,019	0,045	0,029	0,054
59	12,685	19,706	49,99	330,065	115,523	0,019	0,043	0,028	0,053
60	12,9	20,04	50,78	324,905	113,717	0,018	0,042	0,027	0,051
61	13,115	20,374	51,58	319,904	111,966	0,018	0,041	0,026	0,049
62	13,33	20,708	52,37	315,054	110,269	0,017	0,039	0,026	0,048
63	13,545	21,042	53,17	310,349	108,622	0,017	0,038	0,025	0,046
64	13,76	21,376	53,96	305,783	107,024	0,016	0,037	0,024	0,045
65	13,975	21,71	54,75	301,349	105,472	0,016	0,036	0,023	0,044
66	14,19	22,044	55,55	297,042	103,965	0,015	0,035	0,023	0,043
67	14,405	22,378	56,34	292,855	102,499	0,015	0,034	0,022	0,041
68	14,62	22,712	57,14	288,786	101,075	0,014	0,033	0,021	0,04
69	14,835	23,046	57,93	284,827	99,6896	0,014	0,032	0,021	0,039
70	15,05	23,38	58,72	280,976	98,3417	0,014	0,031	0,02	0,038
71	15,265	23,714	59,52	277,228	97,0297	0,013	0,031	0,02	0,037
72	15,48	24,048	60,31	273,578	95,7522	0,013	0,03	0,019	0,036
73	15,695	24,382	61,11	270,023	94,5079	0,013	0,029	0,019	0,035
74	15,91	24,716	61,9	266,559	93,2955	0,012	0,028	0,018	0,034
75	16,125	25,05	62,69	263,182	92,1139	0,012	0,028	0,018	0,033
76	16,34	25,384	63,49	259,891	90,9617	0,012	0,027	0,017	0,033
77	16,555	25,718	64,28	256,68	89,8381	0,011	0,026	0,017	0,032
78	16,77	26,052	65,08	253,548	88,7418	0,011	0,026	0,017	0,031
79	16,985	26,386	65,87	250,491	87,672	0,011	0,025	0,016	0,03
80	17,2	26,72	66,66	247,507	86,6276	0,011	0,024	0,016	0,03
81	17,415	27,054	67,46	244,594	85,6078	0,01	0,024	0,015	0,029
82	17,63	27,388	68,25	241,748	84,6117	0,01	0,023	0,015	0,028
83	17,845	27,722	69,05	238,967	83,6386	0,01	0,023	0,015	0,028
84	18,06	28,056	69,84	236,25	82,6875	0,01	0,022	0,014	0,027
85	18,275	28,39	70,64	233,594	81,7579	0,009	0,022	0,014	0,026
86	18,49	28,724	71,43	230,997	80,8489	0,009	0,021	0,014	0,026
87	18,705	29,058	72,22	228,457	79,9599	0,009	0,021	0,013	0,025
88	18,92	29,392	73,02	225,972	79,0902	0,009	0,02	0,013	0,025
89	19,135	29,726	73,81	223,541	78,2392	0,009	0,02	0,013	0,024
90	19,35	30,06	74,61	221,161	77,4064	0,008	0,019	0,013	0,024
91	19,565	30,394	75,4	218,832	76,5911	0,008	0,019	0,012	0,023
92	19,78	30,728	76,19	216,551	75,7927	0,008	0,019	0,012	0,023
93	19,995	31,062	76,99	214,317	75,0109	0,008	0,018	0,012	0,022
94	20,21	31,396	77,78	212,129	74,245	0,008	0,018	0,012	0,022
95	20,425	31,73	78,58	209,984	73,4946	0,008	0,018	0,011	0,021
96	20,64	32,064	79,37	207,883	72,7591	0,007	0,017	0,011	0,021
97	20,855	32,398	80,17	205,824	72,0383	0,007	0,017	0,011	0,02
98	21,07	32,732	80,96	203,805	71,3316	0,007	0,017	0,011	0,02
99	21,285	33,066	81,75	201,825	70,6386	0,007	0,016	0,01	0,02
100	21,5	33,4	82,55	199,883	69,959	0,007	0,016	0,01	0,019

Συνέχεια Πίνακα 5.1.3-1: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 25MVA, \text{ACSR}=95 \text{ mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,054\Omega, X_{\Sigma} = 1,799\Omega$$

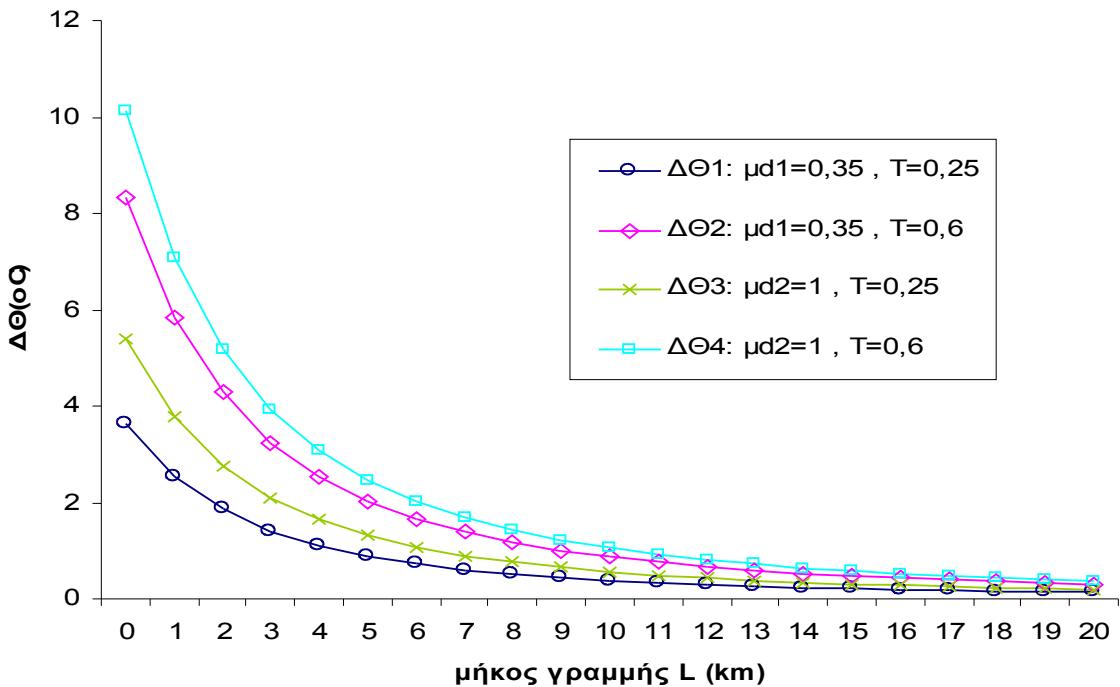
$$\text{Γραμμή: A=95mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,15\text{sec}, T=0,25\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4)$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	3,623	5,124	7,246	8,348	11,81	16,7	5,4	7,637	10,8	10,13	14,32	20,25
1	2,539	3,591	5,079	5,851	8,275	11,7	3,785	5,352	7,57	7,096	10,04	14,19
2	1,857	2,626	3,714	4,279	6,051	8,558	2,768	3,914	5,536	5,19	7,339	10,38
3	1,408	1,992	2,817	3,245	4,589	6,49	2,099	2,969	4,198	3,936	5,566	7,872
4	1,101	1,557	2,201	2,536	3,587	5,072	1,641	2,32	3,281	3,076	4,35	6,152
5	0,882	1,247	1,764	2,032	2,874	4,064	1,315	1,859	2,629	2,465	3,486	4,93
6	0,721	1,02	1,443	1,662	2,351	3,325	1,075	1,521	2,151	2,016	2,851	4,033
7	0,601	0,849	1,201	1,384	1,957	2,768	0,895	1,266	1,79	1,678	2,373	3,357
8	0,507	0,717	1,015	1,169	1,653	2,338	0,756	1,069	1,512	1,418	2,005	2,836
9	0,434	0,614	0,868	1	1,414	2	0,647	0,915	1,294	1,213	1,715	2,426
10	0,375	0,531	0,751	0,865	1,223	1,73	0,56	0,791	1,119	1,049	1,484	2,098
11	0,328	0,464	0,656	0,755	1,068	1,511	0,489	0,691	0,977	0,916	1,296	1,832
12	0,289	0,408	0,577	0,665	0,941	1,33	0,43	0,609	0,861	0,807	1,141	1,614
13	0,256	0,362	0,512	0,59	0,835	1,18	0,382	0,54	0,764	0,716	1,012	1,432
14	0,229	0,324	0,458	0,527	0,745	1,054	0,341	0,482	0,682	0,639	0,904	1,279
15	0,206	0,291	0,411	0,474	0,67	0,947	0,306	0,433	0,613	0,574	0,812	1,149
16	0,186	0,263	0,371	0,428	0,605	0,856	0,277	0,391	0,553	0,519	0,734	1,038
17	0,169	0,238	0,337	0,388	0,549	0,777	0,251	0,355	0,502	0,471	0,666	0,942
18	0,154	0,217	0,307	0,354	0,501	0,708	0,229	0,324	0,458	0,429	0,607	0,859
19	0,141	0,199	0,281	0,324	0,458	0,648	0,21	0,296	0,419	0,393	0,556	0,786
20	0,129	0,183	0,258	0,298	0,421	0,595	0,193	0,272	0,385	0,361	0,511	0,722

Πίνακας 5.1.3-2 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη MT. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV
t=0,15sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.3-2 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV, t=0.15sec

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	3,6	4583,33	1604,17	3,789	8,514	6,75	11,48
1	0,215	0,334	4,3	3837,06	1342,97	2,655	5,967	4,731	8,043
2	0,43	0,668	5,028	3281,34	1148,47	1,942	4,364	3,46	5,882
3	0,645	1,002	5,774	2857,55	1000,14	1,473	3,309	2,624	4,461
4	0,86	1,336	6,531	2526,26	884,19	1,151	2,586	2,051	3,486
5	1,075	1,67	7,297	2261,34	791,47	0,922	2,072	1,643	2,793
6	1,29	2,004	8,067	2045,28	715,847	0,754	1,695	1,344	2,285
7	1,505	2,338	8,842	1866,02	653,106	0,628	1,411	1,119	1,902
8	1,72	2,672	9,621	1715,08	600,279	0,53	1,192	0,945	1,607
9	1,935	3,006	10,4	1586,36	555,227	0,454	1,02	0,809	1,375
10	2,15	3,34	11,18	1475,36	516,376	0,393	0,882	0,699	1,189
11	2,365	3,674	11,97	1378,69	482,543	0,343	0,77	0,611	1,038
12	2,58	4,008	12,75	1293,79	452,825	0,302	0,678	0,538	0,914
13	2,795	4,342	13,54	1218,64	426,523	0,268	0,602	0,477	0,811
14	3,01	4,676	14,33	1151,67	403,083	0,239	0,538	0,426	0,725
15	3,225	5,01	15,12	1091,62	382,067	0,215	0,483	0,383	0,651
16	3,44	5,344	15,9	1037,48	363,119	0,194	0,436	0,346	0,588
17	3,655	5,678	16,69	988,431	345,951	0,176	0,396	0,314	0,534
18	3,87	6,012	17,48	943,782	330,324	0,161	0,361	0,286	0,487
19	4,085	6,346	18,27	902,973	316,04	0,147	0,33	0,262	0,445
20	4,3	6,68	19,06	865,53	302,935	0,135	0,304	0,241	0,409
21	4,515	7,014	19,85	831,055	290,869	0,125	0,28	0,222	0,377
22	4,73	7,348	20,65	799,211	279,724	0,115	0,259	0,205	0,349
23	4,945	7,682	21,44	769,708	269,398	0,107	0,24	0,19	0,324
24	5,16	8,016	22,23	742,299	259,805	0,099	0,223	0,177	0,301
25	5,375	8,35	23,02	716,768	250,869	0,093	0,208	0,165	0,281
26	5,59	8,684	23,81	692,93	242,525	0,087	0,195	0,154	0,262
27	5,805	9,018	24,6	670,622	234,718	0,081	0,182	0,145	0,246
28	6,02	9,352	25,4	649,702	227,396	0,076	0,171	0,136	0,231
29	6,235	9,686	26,19	630,044	220,516	0,072	0,161	0,128	0,217
30	6,45	10,02	26,98	611,539	214,039	0,067	0,152	0,12	0,204
31	6,665	10,354	27,77	594,087	207,93	0,064	0,143	0,113	0,193
32	6,88	10,688	28,57	577,601	202,16	0,06	0,135	0,107	0,182
33	7,095	11,022	29,36	562,004	196,701	0,057	0,128	0,101	0,173
34	7,31	11,356	30,15	547,225	191,529	0,054	0,121	0,096	0,164
35	7,525	11,69	30,95	533,203	186,621	0,051	0,115	0,091	0,155
36	7,74	12,024	31,74	519,88	181,958	0,049	0,11	0,087	0,148
37	7,955	12,358	32,53	507,205	177,522	0,046	0,104	0,083	0,141
38	8,17	12,692	33,32	495,133	173,296	0,044	0,099	0,079	0,134
39	8,385	13,026	34,12	483,621	169,267	0,042	0,095	0,075	0,128
40	8,6	13,36	34,91	472,632	165,421	0,04	0,091	0,072	0,122
41	8,815	13,694	35,7	462,13	161,746	0,039	0,087	0,069	0,117
42	9,03	14,028	36,5	452,084	158,23	0,037	0,083	0,066	0,112
43	9,245	14,362	37,29	442,466	154,863	0,035	0,079	0,063	0,107
44	9,46	14,696	38,08	433,247	151,636	0,034	0,076	0,06	0,103
45	9,675	15,03	38,88	424,404	148,542	0,032	0,073	0,058	0,098
46	9,89	15,364	39,67	415,915	145,57	0,031	0,07	0,056	0,094
47	10,105	15,698	40,47	407,758	142,715	0,03	0,067	0,053	0,091
48	10,32	16,032	41,26	399,915	139,97	0,029	0,065	0,051	0,087
49	10,535	16,366	42,05	392,368	137,329	0,028	0,062	0,049	0,084
50	10,75	16,7	42,85	385,099	134,785	0,027	0,06	0,048	0,081

Πίνακας 5.1.3-3: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 25MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,054\Omega$, $X_{M\Sigma} = 1,799\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{yρ}/km=0,215\Omega/km$, $X_{yρ}/km=0,334\Omega/km$

t=0,25sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	43,64	378,095	132,333	0,026	0,058	0,046	0,078
52	11,18	17,368	44,43	371,341	129,97	0,025	0,056	0,044	0,075
53	11,395	17,702	45,23	364,824	127,689	0,024	0,054	0,043	0,073
54	11,61	18,036	46,02	358,532	125,486	0,023	0,052	0,041	0,07
55	11,825	18,37	46,81	352,452	123,358	0,022	0,05	0,04	0,068
56	12,04	18,704	47,61	346,576	121,302	0,022	0,049	0,039	0,066
57	12,255	19,038	48,4	340,892	119,312	0,021	0,047	0,037	0,063
58	12,47	19,372	49,2	335,391	117,387	0,02	0,046	0,036	0,061
59	12,685	19,706	49,99	330,065	115,523	0,02	0,044	0,035	0,06
60	12,9	20,04	50,78	324,905	113,717	0,019	0,043	0,034	0,058
61	13,115	20,374	51,58	319,904	111,966	0,018	0,041	0,033	0,056
62	13,33	20,708	52,37	315,054	110,269	0,018	0,04	0,032	0,054
63	13,545	21,042	53,17	310,349	108,622	0,017	0,039	0,031	0,053
64	13,76	21,376	53,96	305,783	107,024	0,017	0,038	0,03	0,051
65	13,975	21,71	54,75	301,349	105,472	0,016	0,037	0,029	0,05
66	14,19	22,044	55,55	297,042	103,965	0,016	0,036	0,028	0,048
67	14,405	22,378	56,34	292,855	102,499	0,015	0,035	0,028	0,047
68	14,62	22,712	57,14	288,786	101,075	0,015	0,034	0,027	0,046
69	14,835	23,046	57,93	284,827	99,6896	0,015	0,033	0,026	0,044
70	15,05	23,38	58,72	280,976	98,3417	0,014	0,032	0,025	0,043
71	15,265	23,714	59,52	277,228	97,0297	0,014	0,031	0,025	0,042
72	15,48	24,048	60,31	273,578	95,7522	0,013	0,03	0,024	0,041
73	15,695	24,382	61,11	270,023	94,5079	0,013	0,03	0,023	0,04
74	15,91	24,716	61,9	266,559	93,2955	0,013	0,029	0,023	0,039
75	16,125	25,05	62,69	263,182	92,1139	0,012	0,028	0,022	0,038
76	16,34	25,384	63,49	259,891	90,9617	0,012	0,027	0,022	0,037
77	16,555	25,718	64,28	256,68	89,8381	0,012	0,027	0,021	0,036
78	16,77	26,052	65,08	253,548	88,7418	0,012	0,026	0,021	0,035
79	16,985	26,386	65,87	250,491	87,672	0,011	0,025	0,02	0,034
80	17,2	26,72	66,66	247,507	86,6276	0,011	0,025	0,02	0,033
81	17,415	27,054	67,46	244,594	85,6078	0,011	0,024	0,019	0,033
82	17,63	27,388	68,25	241,748	84,6117	0,011	0,024	0,019	0,032
83	17,845	27,722	69,05	238,967	83,6386	0,01	0,023	0,018	0,031
84	18,06	28,056	69,84	236,25	82,6875	0,01	0,023	0,018	0,03
85	18,275	28,39	70,64	233,594	81,7579	0,01	0,022	0,018	0,03
86	18,49	28,724	71,43	230,997	80,8489	0,01	0,022	0,017	0,029
87	18,705	29,058	72,22	228,457	79,9599	0,009	0,021	0,017	0,029
88	18,92	29,392	73,02	225,972	79,0902	0,009	0,021	0,016	0,028
89	19,135	29,726	73,81	223,541	78,2392	0,009	0,02	0,016	0,027
90	19,35	30,06	74,61	221,161	77,4064	0,009	0,02	0,016	0,027
91	19,565	30,394	75,4	218,832	76,5911	0,009	0,019	0,015	0,026
92	19,78	30,728	76,19	216,551	75,7927	0,008	0,019	0,015	0,026
93	19,995	31,062	76,99	214,317	75,0109	0,008	0,019	0,015	0,025
94	20,21	31,396	77,78	212,129	74,245	0,008	0,018	0,014	0,025
95	20,425	31,73	78,58	209,984	73,4946	0,008	0,018	0,014	0,024
96	20,64	32,064	79,37	207,883	72,7591	0,008	0,018	0,014	0,024
97	20,855	32,398	80,17	205,824	72,0383	0,008	0,017	0,014	0,023
98	21,07	32,732	80,96	203,805	71,3316	0,007	0,017	0,013	0,023
99	21,285	33,066	81,75	201,825	70,6386	0,007	0,017	0,013	0,022
100	21,5	33,4	82,55	199,883	69,959	0,007	0,016	0,013	0,022

Συνέχεια Πίνακα 5.1.3-3: Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$P_N = 25MVA$, ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,054\Omega$, $X_{M\Sigma} = 1,799\Omega$

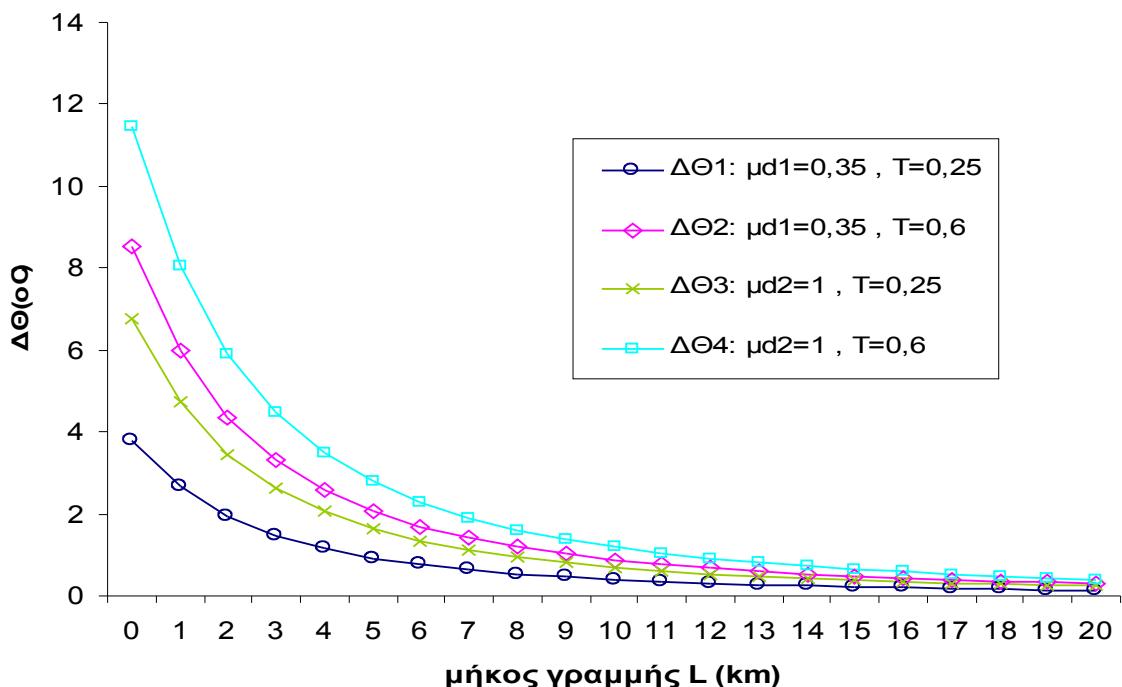
Γραμμή: $A=95\text{mm}^2$, $R_{γρ}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}$, $X_{γρ}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$

$t=0,25\text{sec}$, $T=0,25\text{sec}$ (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και $T=0,6\text{sec}$ (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta\theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_1$ (°C)	$2\Delta\theta_1$ (°C)	$\Delta\theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_2$ (°C)	$2\Delta\theta_2$ (°C)	$\Delta\theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_3$ (°C)	$2\Delta\theta_3$ (°C)	$\Delta\theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_4$ (°C)	$2\Delta\theta_4$ (°C)
0	3,789	5,358	7,577	8,514	12,04	17,03	6,75	9,546	13,5	11,48	16,23	22,95
1	2,655	3,755	5,31	5,967	8,438	11,93	4,731	6,691	9,462	8,043	11,37	16,09
2	1,942	2,746	3,884	4,364	6,171	8,727	3,46	4,893	6,92	5,882	8,318	11,76
3	1,473	2,083	2,945	3,309	4,68	6,619	2,624	3,711	5,248	4,461	6,308	8,921
4	1,151	1,628	2,302	2,586	3,658	5,173	2,051	2,9	4,101	3,486	4,93	6,972
5	0,922	1,304	1,844	2,072	2,931	4,145	1,643	2,324	3,286	2,793	3,95	5,587
6	0,754	1,067	1,509	1,695	2,398	3,391	1,344	1,901	2,688	2,285	3,232	4,57
7	0,628	0,888	1,256	1,411	1,996	2,822	1,119	1,582	2,238	1,902	2,69	3,804
8	0,53	0,75	1,061	1,192	1,686	2,384	0,945	1,337	1,89	1,607	2,272	3,214
9	0,454	0,642	0,908	1,02	1,442	2,04	0,809	1,144	1,617	1,375	1,944	2,749
10	0,393	0,555	0,785	0,882	1,248	1,764	0,699	0,989	1,399	1,189	1,682	2,378
11	0,343	0,485	0,686	0,77	1,089	1,541	0,611	0,864	1,222	1,038	1,468	2,077
12	0,302	0,427	0,604	0,678	0,959	1,357	0,538	0,761	1,076	0,914	1,293	1,829
13	0,268	0,379	0,536	0,602	0,851	1,204	0,477	0,675	0,954	0,811	1,147	1,622
14	0,239	0,338	0,478	0,538	0,76	1,075	0,426	0,603	0,852	0,725	1,025	1,449
15	0,215	0,304	0,43	0,483	0,683	0,966	0,383	0,542	0,766	0,651	0,921	1,302
16	0,194	0,275	0,388	0,436	0,617	0,872	0,346	0,489	0,692	0,588	0,832	1,176
17	0,176	0,249	0,352	0,396	0,56	0,792	0,314	0,444	0,628	0,534	0,755	1,067
18	0,161	0,227	0,321	0,361	0,511	0,722	0,286	0,405	0,572	0,487	0,688	0,973
19	0,147	0,208	0,294	0,33	0,467	0,661	0,262	0,371	0,524	0,445	0,63	0,891
20	0,135	0,191	0,27	0,304	0,429	0,607	0,241	0,34	0,481	0,409	0,579	0,818

Πίνακας 5.1.3-4 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη MT. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV
t=0,25sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.3-3 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV, t=0.25sec

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	3,6	4583,33	1604,17	4,037	8,762	8,775	13,5
1	0,215	0,334	4,3	3837,06	1342,97	2,829	6,141	6,15	9,462
2	0,43	0,668	5,028	3281,34	1148,47	2,069	4,491	4,498	6,92
3	0,645	1,002	5,774	2857,55	1000,14	1,569	3,406	3,411	5,248
4	0,86	1,336	6,531	2526,26	884,19	1,226	2,662	2,666	4,101
5	1,075	1,67	7,297	2261,34	791,47	0,983	2,133	2,136	3,286
6	1,29	2,004	8,067	2045,28	715,847	0,804	1,745	1,747	2,688
7	1,505	2,338	8,842	1866,02	653,106	0,669	1,452	1,455	2,238
8	1,72	2,672	9,621	1715,08	600,279	0,565	1,227	1,229	1,89
9	1,935	3,006	10,4	1586,36	555,227	0,484	1,05	1,051	1,617
10	2,15	3,34	11,18	1475,36	516,376	0,418	0,908	0,909	1,399
11	2,365	3,674	11,97	1378,69	482,543	0,365	0,793	0,794	1,222
12	2,58	4,008	12,75	1293,79	452,825	0,322	0,698	0,699	1,076
13	2,795	4,342	13,54	1218,64	426,523	0,285	0,619	0,62	0,954
14	3,01	4,676	14,33	1151,67	403,083	0,255	0,553	0,554	0,852
15	3,225	5,01	15,12	1091,62	382,067	0,229	0,497	0,498	0,766
16	3,44	5,344	15,9	1037,48	363,119	0,207	0,449	0,45	0,692
17	3,655	5,678	16,69	988,431	345,951	0,188	0,407	0,408	0,628
18	3,87	6,012	17,48	943,782	330,324	0,171	0,372	0,372	0,572
19	4,085	6,346	18,27	902,973	316,04	0,157	0,34	0,341	0,524
20	4,3	6,68	19,06	865,53	302,935	0,144	0,312	0,313	0,481
21	4,515	7,014	19,85	831,055	290,869	0,133	0,288	0,289	0,444
22	4,73	7,348	20,65	799,211	279,724	0,123	0,266	0,267	0,41
23	4,945	7,682	21,44	769,708	269,398	0,114	0,247	0,247	0,381
24	5,16	8,016	22,23	742,299	259,805	0,106	0,23	0,23	0,354
25	5,375	8,35	23,02	716,768	250,869	0,099	0,214	0,215	0,33
26	5,59	8,684	23,81	692,93	242,525	0,092	0,2	0,201	0,309
27	5,805	9,018	24,6	670,622	234,718	0,086	0,188	0,188	0,289
28	6,02	9,352	25,4	649,702	227,396	0,081	0,176	0,176	0,271
29	6,235	9,686	26,19	630,044	220,516	0,076	0,166	0,166	0,255
30	6,45	10,02	26,98	611,539	214,039	0,072	0,156	0,156	0,24
31	6,665	10,354	27,77	594,087	207,93	0,068	0,147	0,147	0,227
32	6,88	10,688	28,57	577,601	202,16	0,064	0,139	0,139	0,214
33	7,095	11,022	29,36	562,004	196,701	0,061	0,132	0,132	0,203
34	7,31	11,356	30,15	547,225	191,529	0,058	0,125	0,125	0,192
35	7,525	11,69	30,95	533,203	186,621	0,055	0,119	0,119	0,183
36	7,74	12,024	31,74	519,88	181,958	0,052	0,113	0,113	0,174
37	7,955	12,358	32,53	507,205	177,522	0,049	0,107	0,107	0,165
38	8,17	12,692	33,32	495,133	173,296	0,047	0,102	0,102	0,158
39	8,385	13,026	34,12	483,621	169,267	0,045	0,098	0,098	0,15
40	8,6	13,36	34,91	472,632	165,421	0,043	0,093	0,093	0,144
41	8,815	13,694	35,7	462,13	161,746	0,041	0,089	0,089	0,137
42	9,03	14,028	36,5	452,084	158,23	0,039	0,085	0,085	0,131
43	9,245	14,362	37,29	442,466	154,863	0,038	0,082	0,082	0,126
44	9,46	14,696	38,08	433,247	151,636	0,036	0,078	0,078	0,121
45	9,675	15,03	38,88	424,404	148,542	0,035	0,075	0,075	0,116
46	9,89	15,364	39,67	415,915	145,57	0,033	0,072	0,072	0,111
47	10,105	15,698	40,47	407,758	142,715	0,032	0,069	0,069	0,107
48	10,32	16,032	41,26	399,915	139,97	0,031	0,067	0,067	0,103
49	10,535	16,366	42,05	392,368	137,329	0,03	0,064	0,064	0,099
50	10,75	16,7	42,85	385,099	134,785	0,028	0,062	0,062	0,095

Πίνακας 5.1.3-5: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 25MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,054\Omega$, $X_{M\Sigma} = 1,799\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{γρ}/km=0,215\Omega/km$, $X_{γρ}/km=0,334\Omega/km$

t=0,4sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	43,64	378,095	132,333	0,027	0,06	0,06	0,092
52	11,18	17,368	44,43	371,341	129,97	0,026	0,058	0,058	0,089
53	11,395	17,702	45,23	364,824	127,689	0,026	0,056	0,056	0,086
54	11,61	18,036	46,02	358,532	125,486	0,025	0,054	0,054	0,083
55	11,825	18,37	46,81	352,452	123,358	0,024	0,052	0,052	0,08
56	12,04	18,704	47,61	346,576	121,302	0,023	0,05	0,05	0,077
57	12,255	19,038	48,4	340,892	119,312	0,022	0,048	0,049	0,075
58	12,47	19,372	49,2	335,391	117,387	0,022	0,047	0,047	0,072
59	12,685	19,706	49,99	330,065	115,523	0,021	0,045	0,046	0,07
60	12,9	20,04	50,78	324,905	113,717	0,02	0,044	0,044	0,068
61	13,115	20,374	51,58	319,904	111,966	0,02	0,043	0,043	0,066
62	13,33	20,708	52,37	315,054	110,269	0,019	0,041	0,041	0,064
63	13,545	21,042	53,17	310,349	108,622	0,019	0,04	0,04	0,062
64	13,76	21,376	53,96	305,783	107,024	0,018	0,039	0,039	0,06
65	13,975	21,71	54,75	301,349	105,472	0,017	0,038	0,038	0,058
66	14,19	22,044	55,55	297,042	103,965	0,017	0,037	0,037	0,057
67	14,405	22,378	56,34	292,855	102,499	0,016	0,036	0,036	0,055
68	14,62	22,712	57,14	288,786	101,075	0,016	0,035	0,035	0,054
69	14,835	23,046	57,93	284,827	99,6896	0,016	0,034	0,034	0,052
70	15,05	23,38	58,72	280,976	98,3417	0,015	0,033	0,033	0,051
71	15,265	23,714	59,52	277,228	97,0297	0,015	0,032	0,032	0,049
72	15,48	24,048	60,31	273,578	95,7522	0,014	0,031	0,031	0,048
73	15,695	24,382	61,11	270,023	94,5079	0,014	0,03	0,03	0,047
74	15,91	24,716	61,9	266,559	93,2955	0,014	0,03	0,03	0,046
75	16,125	25,05	62,69	263,182	92,1139	0,013	0,029	0,029	0,045
76	16,34	25,384	63,49	259,891	90,9617	0,013	0,028	0,028	0,043
77	16,555	25,718	64,28	256,68	89,8381	0,013	0,027	0,028	0,042
78	16,77	26,052	65,08	253,548	88,7418	0,012	0,027	0,027	0,041
79	16,985	26,386	65,87	250,491	87,672	0,012	0,026	0,026	0,04
80	17,2	26,72	66,66	247,507	86,6276	0,012	0,026	0,026	0,039
81	17,415	27,054	67,46	244,594	85,6078	0,011	0,025	0,025	0,038
82	17,63	27,388	68,25	241,748	84,6117	0,011	0,024	0,024	0,038
83	17,845	27,722	69,05	238,967	83,6386	0,011	0,024	0,024	0,037
84	18,06	28,056	69,84	236,25	82,6875	0,011	0,023	0,023	0,036
85	18,275	28,39	70,64	233,594	81,7579	0,01	0,023	0,023	0,035
86	18,49	28,724	71,43	230,997	80,8489	0,01	0,022	0,022	0,034
87	18,705	29,058	72,22	228,457	79,9599	0,01	0,022	0,022	0,034
88	18,92	29,392	73,02	225,972	79,0902	0,01	0,021	0,021	0,033
89	19,135	29,726	73,81	223,541	78,2392	0,01	0,021	0,021	0,032
90	19,35	30,06	74,61	221,161	77,4064	0,009	0,02	0,02	0,031
91	19,565	30,394	75,4	218,832	76,5911	0,009	0,02	0,02	0,031
92	19,78	30,728	76,19	216,551	75,7927	0,009	0,02	0,02	0,03
93	19,995	31,062	76,99	214,317	75,0109	0,009	0,019	0,019	0,03
94	20,21	31,396	77,78	212,129	74,245	0,009	0,019	0,019	0,029
95	20,425	31,73	78,58	209,984	73,4946	0,008	0,018	0,018	0,028
96	20,64	32,064	79,37	207,883	72,7591	0,008	0,018	0,018	0,028
97	20,855	32,398	80,17	205,824	72,0383	0,008	0,018	0,018	0,027
98	21,07	32,732	80,96	203,805	71,3316	0,008	0,017	0,017	0,027
99	21,285	33,066	81,75	201,825	70,6386	0,008	0,017	0,017	0,026
100	21,5	33,4	82,55	199,883	69,959	0,008	0,017	0,017	0,026

Συνέχεια Πίνακα 5.1.3-5: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 25MVA, \text{ACSR}=95\text{ mm}^2,$$

MΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,054\Omega$, $X_{M\Sigma} = 1,799\Omega$

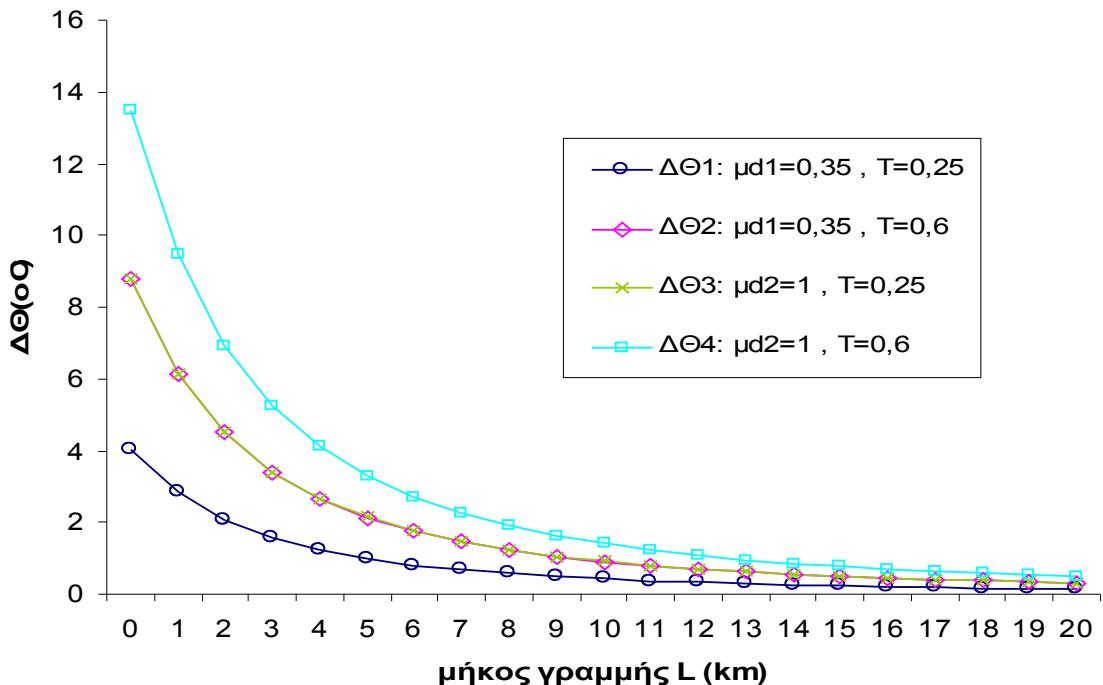
Γραμμή: $A=95\text{mm}^2$, $R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}$, $X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$

$t=0,4\text{sec}$, $T=0,25\text{sec}$ (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και $T=0,6\text{sec}$ (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta\theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_1$ (°C)	$2\Delta\theta_1$ (°C)	$\Delta\theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_2$ (°C)	$2\Delta\theta_2$ (°C)	$\Delta\theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_3$ (°C)	$2\Delta\theta_3$ (°C)	$\Delta\theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_4$ (°C)	$2\Delta\theta_4$ (°C)
0	4,037	5,709	8,073	8,762	12,39	17,52	8,775	12,41	17,55	13,5	19,09	27
1	2,829	4,001	5,658	6,141	8,684	12,28	6,15	8,698	12,3	9,462	13,38	18,92
2	2,069	2,926	4,138	4,491	6,351	8,982	4,498	6,361	8,996	6,92	9,786	13,84
3	1,569	2,219	3,138	3,406	4,816	6,812	3,411	4,824	6,822	5,248	7,421	10,5
4	1,226	1,734	2,453	2,662	3,764	5,324	2,666	3,77	5,332	4,101	5,8	8,203
5	0,983	1,39	1,965	2,133	3,016	4,266	2,136	3,021	4,272	3,286	4,648	6,573
6	0,804	1,137	1,608	1,745	2,467	3,489	1,747	2,471	3,495	2,688	3,802	5,377
7	0,669	0,946	1,338	1,452	2,054	2,905	1,455	2,057	2,909	2,238	3,165	4,476
8	0,565	0,799	1,13	1,227	1,735	2,454	1,229	1,738	2,458	1,89	2,673	3,781
9	0,484	0,684	0,967	1,05	1,484	2,099	1,051	1,487	2,102	1,617	2,287	3,235
10	0,418	0,592	0,837	0,908	1,284	1,816	0,909	1,286	1,819	1,399	1,978	2,798
11	0,365	0,517	0,73	0,793	1,121	1,586	0,794	1,123	1,588	1,222	1,728	2,443
12	0,322	0,455	0,643	0,698	0,987	1,396	0,699	0,989	1,398	1,076	1,521	2,151
13	0,285	0,404	0,571	0,619	0,876	1,239	0,62	0,877	1,241	0,954	1,35	1,909
14	0,255	0,36	0,51	0,553	0,782	1,106	0,554	0,784	1,108	0,852	1,205	1,705
15	0,229	0,324	0,458	0,497	0,703	0,994	0,498	0,704	0,996	0,766	1,083	1,532
16	0,207	0,293	0,414	0,449	0,635	0,898	0,45	0,636	0,899	0,692	0,978	1,383
17	0,188	0,265	0,375	0,407	0,576	0,815	0,408	0,577	0,816	0,628	0,888	1,256
18	0,171	0,242	0,342	0,372	0,525	0,743	0,372	0,526	0,744	0,572	0,81	1,145
19	0,157	0,222	0,313	0,34	0,481	0,68	0,341	0,482	0,681	0,524	0,741	1,048
20	0,144	0,204	0,288	0,312	0,442	0,625	0,313	0,443	0,626	0,481	0,681	0,963

Πίνακας 5.1.3-6 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη MT. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV
t=0,4sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.3-4 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV,
t=0.4sec

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	3,6	4583,33	1604,17	5,029	9,754	16,88	21,6
1	0,215	0,334	4,3	3837,06	1342,97	3,525	6,836	11,83	15,14
2	0,43	0,668	5,028	3281,34	1148,47	2,578	4,999	8,65	11,07
3	0,645	1,002	5,774	2857,55	1000,14	1,955	3,791	6,56	8,396
4	0,86	1,336	6,531	2526,26	884,19	1,528	2,963	5,127	6,562
5	1,075	1,67	7,297	2261,34	791,47	1,224	2,374	4,108	5,258
6	1,29	2,004	8,067	2045,28	715,847	1,001	1,942	3,36	4,301
7	1,505	2,338	8,842	1866,02	653,106	0,834	1,617	2,797	3,58
8	1,72	2,672	9,621	1715,08	600,279	0,704	1,366	2,363	3,025
9	1,935	3,006	10,4	1586,36	555,227	0,602	1,168	2,022	2,588
10	2,15	3,34	11,18	1475,36	516,376	0,521	1,011	1,749	2,238
11	2,365	3,674	11,97	1378,69	482,543	0,455	0,883	1,527	1,955
12	2,58	4,008	12,75	1293,79	452,825	0,401	0,777	1,345	1,721
13	2,795	4,342	13,54	1218,64	426,523	0,356	0,69	1,193	1,527
14	3,01	4,676	14,33	1151,67	403,083	0,318	0,616	1,065	1,364
15	3,225	5,01	15,12	1091,62	382,067	0,285	0,553	0,957	1,225
16	3,44	5,344	15,9	1037,48	363,119	0,258	0,5	0,865	1,107
17	3,655	5,678	16,69	988,431	345,951	0,234	0,454	0,785	1,005
18	3,87	6,012	17,48	943,782	330,324	0,213	0,414	0,716	0,916
19	4,085	6,346	18,27	902,973	316,04	0,195	0,379	0,655	0,838
20	4,3	6,68	19,06	865,53	302,935	0,179	0,348	0,602	0,77
21	4,515	7,014	19,85	831,055	290,869	0,165	0,321	0,555	0,71
22	4,73	7,348	20,65	799,211	279,724	0,153	0,297	0,513	0,657
23	4,945	7,682	21,44	769,708	269,398	0,142	0,275	0,476	0,609
24	5,16	8,016	22,23	742,299	259,805	0,132	0,256	0,443	0,567
25	5,375	8,35	23,02	716,768	250,869	0,123	0,239	0,413	0,528
26	5,59	8,684	23,81	692,93	242,525	0,115	0,223	0,386	0,494
27	5,805	9,018	24,6	670,622	234,718	0,108	0,209	0,361	0,462
28	6,02	9,352	25,4	649,702	227,396	0,101	0,196	0,339	0,434
29	6,235	9,686	26,19	630,044	220,516	0,095	0,184	0,319	0,408
30	6,45	10,02	26,98	611,539	214,039	0,09	0,174	0,3	0,385
31	6,665	10,354	27,77	594,087	207,93	0,084	0,164	0,284	0,363
32	6,88	10,688	28,57	577,601	202,16	0,08	0,155	0,268	0,343
33	7,095	11,022	29,36	562,004	196,701	0,076	0,147	0,254	0,325
34	7,31	11,356	30,15	547,225	191,529	0,072	0,139	0,241	0,308
35	7,525	11,69	30,95	533,203	186,621	0,068	0,132	0,228	0,292
36	7,74	12,024	31,74	519,88	181,958	0,065	0,125	0,217	0,278
37	7,955	12,358	32,53	507,205	177,522	0,062	0,119	0,207	0,265
38	8,17	12,692	33,32	495,133	173,296	0,059	0,114	0,197	0,252
39	8,385	13,026	34,12	483,621	169,267	0,056	0,109	0,188	0,24
40	8,6	13,36	34,91	472,632	165,421	0,053	0,104	0,179	0,23
41	8,815	13,694	35,7	462,13	161,746	0,051	0,099	0,172	0,22
42	9,03	14,028	36,5	452,084	158,23	0,049	0,095	0,164	0,21
43	9,245	14,362	37,29	442,466	154,863	0,047	0,091	0,157	0,201
44	9,46	14,696	38,08	433,247	151,636	0,045	0,087	0,151	0,193
45	9,675	15,03	38,88	424,404	148,542	0,043	0,084	0,145	0,185
46	9,89	15,364	39,67	415,915	145,57	0,041	0,08	0,139	0,178
47	10,105	15,698	40,47	407,758	142,715	0,04	0,077	0,134	0,171
48	10,32	16,032	41,26	399,915	139,97	0,038	0,074	0,128	0,164
49	10,535	16,366	42,05	392,368	137,329	0,037	0,071	0,124	0,158
50	10,75	16,7	42,85	385,099	134,785	0,036	0,069	0,119	0,152

Πίνακας 5.1.3-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 25MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{\Sigma} = 0,054\Omega$, $X_{\Sigma} = 1,799\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{yρ}/km=0,215Ω/km, X_{yρ}/km=0,334Ω/km

t=1sec, T=0,25sec (για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta \theta_2, \Delta \theta_4$)

για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_2, \Delta \theta_3, \Delta \theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	43,64	378,095	132,333	0,034	0,066	0,115	0,147
52	11,18	17,368	44,43	371,341	129,97	0,033	0,064	0,111	0,142
53	11,395	17,702	45,23	364,824	127,689	0,032	0,062	0,107	0,137
54	11,61	18,036	46,02	358,532	125,486	0,031	0,06	0,103	0,132
55	11,825	18,37	46,81	352,452	123,358	0,03	0,058	0,1	0,128
56	12,04	18,704	47,61	346,576	121,302	0,029	0,056	0,096	0,124
57	12,255	19,038	48,4	340,892	119,312	0,028	0,054	0,093	0,119
58	12,47	19,372	49,2	335,391	117,387	0,027	0,052	0,09	0,116
59	12,685	19,706	49,99	330,065	115,523	0,026	0,051	0,088	0,112
60	12,9	20,04	50,78	324,905	113,717	0,025	0,049	0,085	0,109
61	13,115	20,374	51,58	319,904	111,966	0,024	0,048	0,082	0,105
62	13,33	20,708	52,37	315,054	110,269	0,024	0,046	0,08	0,102
63	13,545	21,042	53,17	310,349	108,622	0,023	0,045	0,077	0,099
64	13,76	21,376	53,96	305,783	107,024	0,022	0,043	0,075	0,096
65	13,975	21,71	54,75	301,349	105,472	0,022	0,042	0,073	0,093
66	14,19	22,044	55,55	297,042	103,965	0,021	0,041	0,071	0,091
67	14,405	22,378	56,34	292,855	102,499	0,021	0,04	0,069	0,088
68	14,62	22,712	57,14	288,786	101,075	0,02	0,039	0,067	0,086
69	14,835	23,046	57,93	284,827	99,6896	0,019	0,038	0,065	0,083
70	15,05	23,38	58,72	280,976	98,3417	0,019	0,037	0,063	0,081
71	15,265	23,714	59,52	277,228	97,0297	0,018	0,036	0,062	0,079
72	15,48	24,048	60,31	273,578	95,7522	0,018	0,035	0,06	0,077
73	15,695	24,382	61,11	270,023	94,5079	0,017	0,034	0,059	0,075
74	15,91	24,716	61,9	266,559	93,2955	0,017	0,033	0,057	0,073
75	16,125	25,05	62,69	263,182	92,1139	0,017	0,032	0,056	0,071
76	16,34	25,384	63,49	259,891	90,9617	0,016	0,031	0,054	0,069
77	16,555	25,718	64,28	256,68	89,8381	0,016	0,031	0,053	0,068
78	16,77	26,052	65,08	253,548	88,7418	0,015	0,03	0,052	0,066
79	16,985	26,386	65,87	250,491	87,672	0,015	0,029	0,05	0,065
80	17,2	26,72	66,66	247,507	86,6276	0,015	0,028	0,049	0,063
81	17,415	27,054	67,46	244,594	85,6078	0,014	0,028	0,048	0,062
82	17,63	27,388	68,25	241,748	84,6117	0,014	0,027	0,047	0,06
83	17,845	27,722	69,05	238,967	83,6386	0,014	0,027	0,046	0,059
84	18,06	28,056	69,84	236,25	82,6875	0,013	0,026	0,045	0,057
85	18,275	28,39	70,64	233,594	81,7579	0,013	0,025	0,044	0,056
86	18,49	28,724	71,43	230,997	80,8489	0,013	0,025	0,043	0,055
87	18,705	29,058	72,22	228,457	79,9599	0,012	0,024	0,042	0,054
88	18,92	29,392	73,02	225,972	79,0902	0,012	0,024	0,041	0,053
89	19,135	29,726	73,81	223,541	78,2392	0,012	0,023	0,04	0,051
90	19,35	30,06	74,61	221,161	77,4064	0,012	0,023	0,039	0,05
91	19,565	30,394	75,4	218,832	76,5911	0,011	0,022	0,038	0,049
92	19,78	30,728	76,19	216,551	75,7927	0,011	0,022	0,038	0,048
93	19,995	31,062	76,99	214,317	75,0109	0,011	0,021	0,037	0,047
94	20,21	31,396	77,78	212,129	74,245	0,011	0,021	0,036	0,046
95	20,425	31,73	78,58	209,984	73,4946	0,011	0,02	0,035	0,045
96	20,64	32,064	79,37	207,883	72,7591	0,01	0,02	0,035	0,044
97	20,855	32,398	80,17	205,824	72,0383	0,01	0,02	0,034	0,044
98	21,07	32,732	80,96	203,805	71,3316	0,01	0,019	0,033	0,043
99	21,285	33,066	81,75	201,825	70,6386	0,01	0,019	0,033	0,042
100	21,5	33,4	82,55	199,883	69,959	0,01	0,019	0,032	0,041

Συνέχεια Πίνακα 5.1.3-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_{\delta} = 0$,

$$P_N = 25MVA, ACSR=95mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{M\Sigma} = 0,054\Omega, X_{M\Sigma} = 1,799\Omega$$

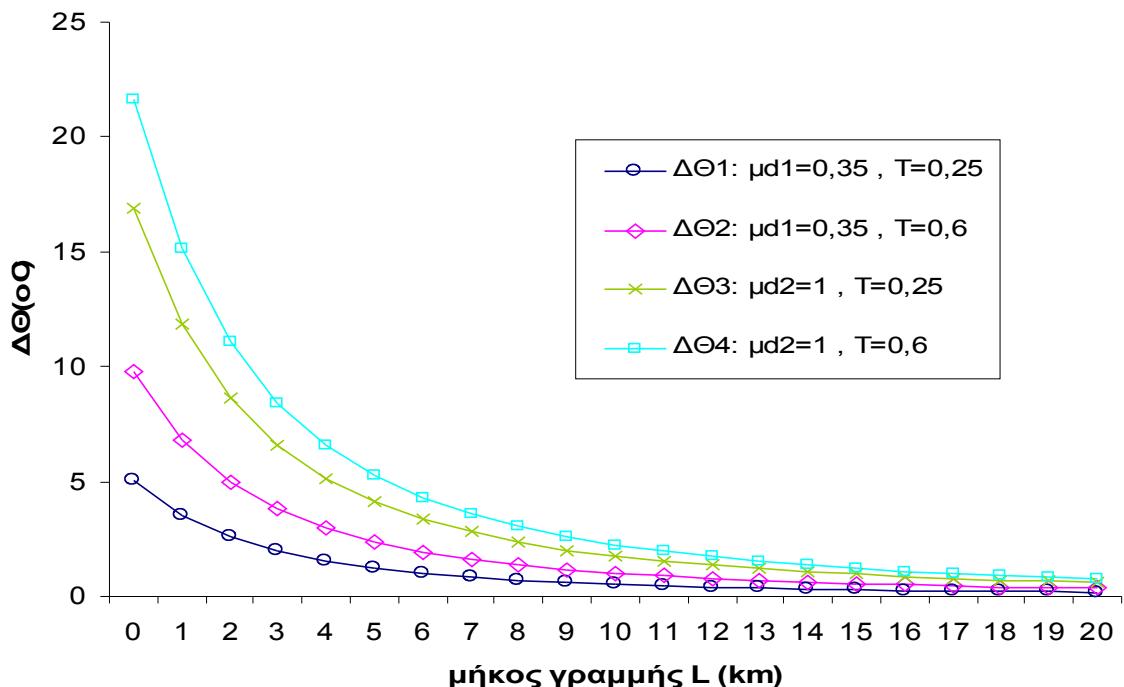
$$\text{Γραμμή: } A=95\text{mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=1\text{sec}, T=0,25\text{sec} \text{ (για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3 \text{) και } T=0,6\text{sec} \text{ (για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4 \text{)}$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

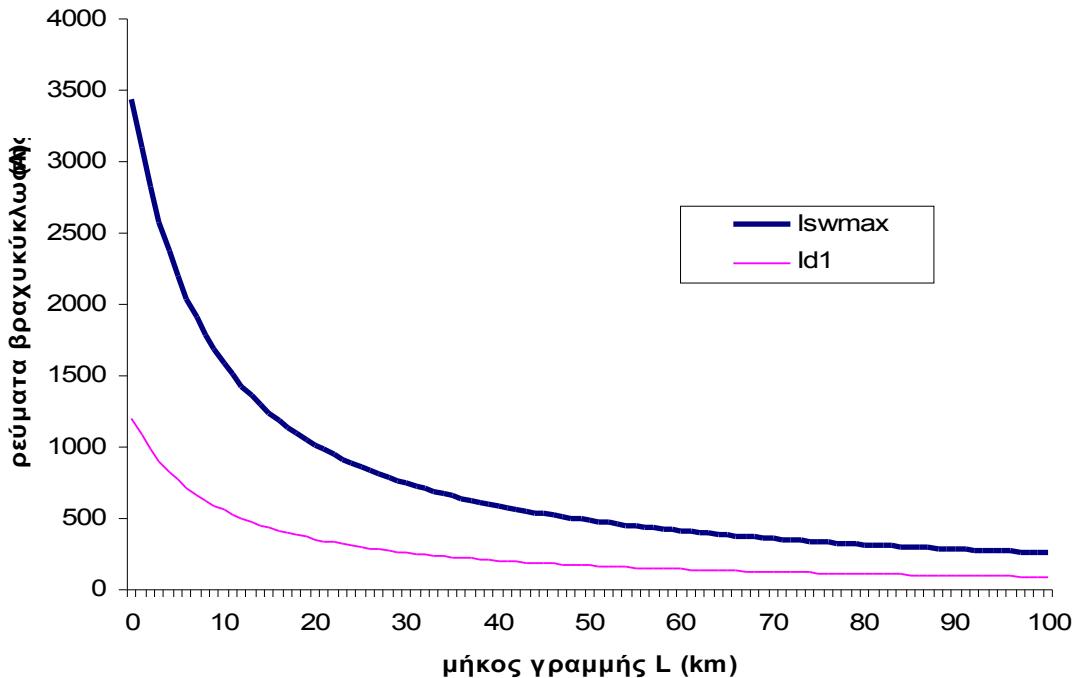
ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	5,029	7,112	10,06	9,754	13,79	19,51	16,88	23,87	33,75	21,6	30,55	43,2
1	3,525	4,984	7,049	6,836	9,668	13,67	11,83	16,73	23,65	15,14	21,41	30,28
2	2,578	3,645	5,155	4,999	7,07	9,999	8,65	12,23	17,3	11,07	15,66	22,14
3	1,955	2,764	3,91	3,791	5,362	7,583	6,56	9,277	13,12	8,396	11,87	16,79
4	1,528	2,161	3,056	2,963	4,191	5,927	5,127	7,25	10,25	6,562	9,28	13,12
5	1,224	1,731	2,448	2,374	3,358	4,749	4,108	5,809	8,216	5,258	7,436	10,52
6	1,001	1,416	2,003	1,942	2,747	3,885	3,36	4,752	6,721	4,301	6,083	8,603
7	0,834	1,179	1,667	1,617	2,286	3,234	2,797	3,956	5,594	3,58	5,063	7,161
8	0,704	0,996	1,408	1,366	1,932	2,732	2,363	3,342	4,726	3,025	4,277	6,049
9	0,602	0,852	1,205	1,168	1,652	2,337	2,022	2,859	4,043	2,588	3,659	5,175
10	0,521	0,737	1,042	1,011	1,429	2,021	1,749	2,473	3,497	2,238	3,165	4,476
11	0,455	0,644	0,91	0,883	1,248	1,765	1,527	2,159	3,054	1,955	2,764	3,909
12	0,401	0,567	0,801	0,777	1,099	1,554	1,345	1,902	2,689	1,721	2,434	3,442
13	0,356	0,503	0,711	0,69	0,975	1,379	1,193	1,687	2,386	1,527	2,16	3,054
14	0,318	0,449	0,635	0,616	0,871	1,232	1,065	1,507	2,131	1,364	1,929	2,728
15	0,285	0,403	0,571	0,553	0,782	1,107	0,957	1,354	1,915	1,225	1,733	2,451
16	0,258	0,364	0,515	0,5	0,707	1	0,865	1,223	1,729	1,107	1,565	2,214
17	0,234	0,331	0,468	0,454	0,642	0,907	0,785	1,11	1,57	1,005	1,421	2,009
18	0,213	0,302	0,426	0,414	0,585	0,827	0,716	1,012	1,431	0,916	1,295	1,832
19	0,195	0,276	0,39	0,379	0,535	0,757	0,655	0,926	1,31	0,838	1,186	1,677
20	0,179	0,254	0,359	0,348	0,492	0,696	0,602	0,851	1,204	0,77	1,089	1,541

Πίνακας 5.1.3-8 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη MT. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV t=1sec, ℓ =0-20km για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.3-4 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV, t=1sec

5.1.4. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.1.4-1 Τιμή ρεύματος βραχυκύκλωσης σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	6,4	3437,5	1203,13	2,038	4,696	3,038	5,695
1	0,215	0,334	7,092	3101,89	1085,66	1,659	3,824	2,473	4,638
2	0,43	0,668	7,804	2818,94	986,63	1,371	3,158	2,043	3,83
3	0,645	1,002	8,531	2578,88	902,608	1,147	2,643	1,71	3,206
4	0,86	1,336	9,268	2373,64	830,773	0,972	2,239	1,448	2,716
5	1,075	1,67	10,01	2196,75	768,861	0,832	1,918	1,241	2,326
6	1,29	2,004	10,77	2043,08	715,08	0,72	1,659	1,073	2,012
7	1,505	2,338	11,53	1908,6	668,009	0,628	1,448	0,936	1,756
8	1,72	2,672	12,29	1790,07	626,523	0,553	1,273	0,824	1,544
9	1,935	3,006	13,06	1684,92	589,721	0,49	1,128	0,73	1,368
10	2,15	3,34	13,83	1591,08	556,877	0,437	1,006	0,651	1,22
11	2,365	3,674	14,6	1506,87	527,404	0,392	0,902	0,584	1,094
12	2,58	4,008	15,37	1430,92	500,822	0,353	0,814	0,526	0,987
13	2,795	4,342	16,15	1362,1	476,735	0,32	0,737	0,477	0,894
14	3,01	4,676	16,93	1299,47	454,815	0,291	0,671	0,434	0,814
15	3,225	5,01	17,71	1242,25	434,787	0,266	0,613	0,397	0,744
16	3,44	5,344	18,49	1189,77	416,42	0,244	0,563	0,364	0,682
17	3,655	5,678	19,27	1141,49	399,52	0,225	0,518	0,335	0,628
18	3,87	6,012	20,06	1096,91	383,92	0,208	0,478	0,309	0,58
19	4,085	6,346	20,84	1055,65	369,477	0,192	0,443	0,286	0,537
20	4,3	6,68	21,63	1017,34	356,068	0,179	0,411	0,266	0,499
21	4,515	7,014	22,41	981,682	343,589	0,166	0,383	0,248	0,464
22	4,73	7,348	23,2	948,416	331,946	0,155	0,357	0,231	0,434
23	4,945	7,682	23,98	917,309	321,058	0,145	0,334	0,216	0,406
24	5,16	8,016	24,77	888,161	310,856	0,136	0,313	0,203	0,38
25	5,375	8,35	25,56	860,792	301,277	0,128	0,294	0,19	0,357
26	5,59	8,684	26,35	835,046	292,266	0,12	0,277	0,179	0,336
27	5,805	9,018	27,13	810,785	283,775	0,113	0,261	0,169	0,317
28	6,02	9,352	27,92	787,884	275,759	0,107	0,247	0,16	0,299
29	6,235	9,686	28,71	766,233	268,181	0,101	0,233	0,151	0,283
30	6,45	10,02	29,5	745,732	261,006	0,096	0,221	0,143	0,268
31	6,665	10,354	30,29	726,293	254,203	0,091	0,21	0,136	0,254
32	6,88	10,688	31,08	707,837	247,743	0,086	0,199	0,129	0,241
33	7,095	11,022	31,87	690,29	241,601	0,082	0,189	0,122	0,23
34	7,31	11,356	32,66	673,588	235,756	0,078	0,18	0,117	0,219
35	7,525	11,69	33,45	657,671	230,185	0,075	0,172	0,111	0,208
36	7,74	12,024	34,24	642,485	224,87	0,071	0,164	0,106	0,199
37	7,955	12,358	35,03	627,982	219,794	0,068	0,157	0,101	0,19
38	8,17	12,692	35,82	614,116	214,941	0,065	0,15	0,097	0,182
39	8,385	13,026	36,61	600,847	210,297	0,062	0,143	0,093	0,174
40	8,6	13,36	37,41	588,137	205,848	0,06	0,137	0,089	0,167
41	8,815	13,694	38,2	575,952	201,583	0,057	0,132	0,085	0,16
42	9,03	14,028	38,99	564,26	197,491	0,055	0,127	0,082	0,153
43	9,245	14,362	39,78	553,031	193,561	0,053	0,122	0,079	0,147
44	9,46	14,696	40,57	542,239	189,784	0,051	0,117	0,076	0,142
45	9,675	15,03	41,36	531,859	186,151	0,049	0,112	0,073	0,136
46	9,89	15,364	42,16	521,867	182,654	0,047	0,108	0,07	0,131
47	10,105	15,698	42,95	512,243	179,285	0,045	0,104	0,067	0,126
48	10,32	16,032	43,74	502,967	176,038	0,044	0,101	0,065	0,122
49	10,535	16,366	44,53	494,019	172,907	0,042	0,097	0,063	0,118
50	10,75	16,7	45,32	485,384	169,884	0,041	0,094	0,061	0,114

Πίνακας 5.1.4-1: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 25MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,096\Omega$, $X_{M\Sigma} = 3,199\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{yρ}/km=0,215\Omega/km$, $X_{yρ}/km=0,334\Omega/km$

t=0,15sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	46,12	477,044	166,965	0,039	0,09	0,059	0,11
52	11,18	17,368	46,91	468,985	164,145	0,038	0,087	0,057	0,106
53	11,395	17,702	47,7	461,194	161,418	0,037	0,085	0,055	0,103
54	11,61	18,036	48,49	453,657	158,78	0,035	0,082	0,053	0,099
55	11,825	18,37	49,29	446,361	156,226	0,034	0,079	0,051	0,096
56	12,04	18,704	50,08	439,296	153,754	0,033	0,077	0,05	0,093
57	12,255	19,038	50,87	432,451	151,358	0,032	0,074	0,048	0,09
58	12,47	19,372	51,67	425,815	149,035	0,031	0,072	0,047	0,087
59	12,685	19,706	52,46	419,379	146,783	0,03	0,07	0,045	0,085
60	12,9	20,04	53,25	413,135	144,597	0,029	0,068	0,044	0,082
61	13,115	20,374	54,04	407,074	142,476	0,029	0,066	0,043	0,08
62	13,33	20,708	54,84	401,187	140,415	0,028	0,064	0,041	0,078
63	13,545	21,042	55,63	395,468	138,414	0,027	0,062	0,04	0,075
64	13,76	21,376	56,42	389,91	136,468	0,026	0,06	0,039	0,073
65	13,975	21,71	57,22	384,505	134,577	0,025	0,059	0,038	0,071
66	14,19	22,044	58,01	379,248	132,737	0,025	0,057	0,037	0,069
67	14,405	22,378	58,8	374,132	130,946	0,024	0,056	0,036	0,067
68	14,62	22,712	59,6	369,153	129,204	0,024	0,054	0,035	0,066
69	14,835	23,046	60,39	364,304	127,506	0,023	0,053	0,034	0,064
70	15,05	23,38	61,18	359,581	125,853	0,022	0,051	0,033	0,062
71	15,265	23,714	61,98	354,978	124,242	0,022	0,05	0,032	0,061
72	15,48	24,048	62,77	350,491	122,672	0,021	0,049	0,032	0,059
73	15,695	24,382	63,56	346,117	121,141	0,021	0,048	0,031	0,058
74	15,91	24,716	64,36	341,85	119,647	0,02	0,046	0,03	0,056
75	16,125	25,05	65,15	337,687	118,19	0,02	0,045	0,029	0,055
76	16,34	25,384	65,94	333,624	116,768	0,019	0,044	0,029	0,054
77	16,555	25,718	66,74	329,657	115,38	0,019	0,043	0,028	0,052
78	16,77	26,052	67,53	325,784	114,024	0,018	0,042	0,027	0,051
79	16,985	26,386	68,32	322	112,7	0,018	0,041	0,027	0,05
80	17,2	26,72	69,12	318,303	111,406	0,017	0,04	0,026	0,049
81	17,415	27,054	69,91	314,69	110,142	0,017	0,039	0,025	0,048
82	17,63	27,388	70,7	311,158	108,905	0,017	0,038	0,025	0,047
83	17,845	27,722	71,5	307,705	107,697	0,016	0,038	0,024	0,046
84	18,06	28,056	72,29	304,327	106,514	0,016	0,037	0,024	0,045
85	18,275	28,39	73,08	301,022	105,358	0,016	0,036	0,023	0,044
86	18,49	28,724	73,88	297,788	104,226	0,015	0,035	0,023	0,043
87	18,705	29,058	74,67	294,623	103,118	0,015	0,034	0,022	0,042
88	18,92	29,392	75,47	291,525	102,034	0,015	0,034	0,022	0,041
89	19,135	29,726	76,26	288,491	100,972	0,014	0,033	0,021	0,04
90	19,35	30,06	77,05	285,519	99,9316	0,014	0,032	0,021	0,039
91	19,565	30,394	77,85	282,608	98,9127	0,014	0,032	0,021	0,038
92	19,78	30,728	78,64	279,755	97,9144	0,013	0,031	0,02	0,038
93	19,995	31,062	79,43	276,96	96,936	0,013	0,03	0,02	0,037
94	20,21	31,396	80,23	274,22	95,9769	0,013	0,03	0,019	0,036
95	20,425	31,73	81,02	271,533	95,0367	0,013	0,029	0,019	0,036
96	20,64	32,064	81,82	268,899	94,1146	0,012	0,029	0,019	0,035
97	20,855	32,398	82,61	266,315	93,2102	0,012	0,028	0,018	0,034
98	21,07	32,732	83,4	263,78	92,3231	0,012	0,028	0,018	0,034
99	21,285	33,066	84,2	261,293	91,4527	0,012	0,027	0,018	0,033
100	21,5	33,4	84,99	258,853	90,5985	0,012	0,027	0,017	0,032

Συνέχεια Πίνακα 5.1.4-1: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 25MVA, \text{ACSR}=95\text{mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,096\Omega, X_{\Sigma} = 3,199\Omega$$

$$\text{Γραμμή: } A=95\text{mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,15\text{sec}, T=0,25\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4)$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

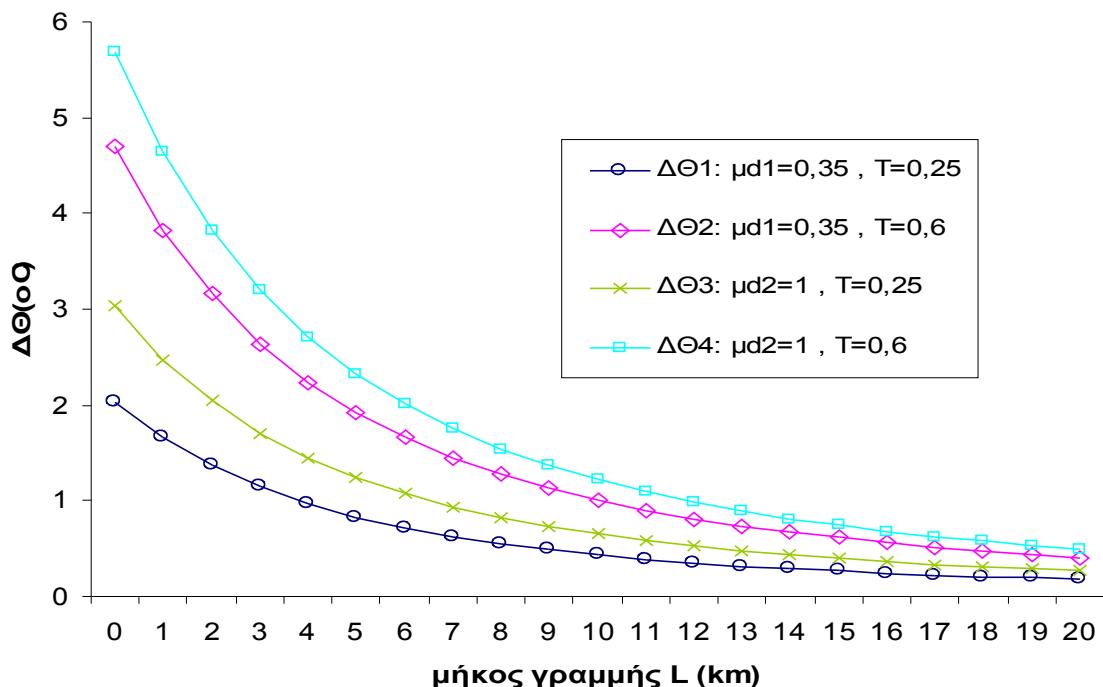
ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	2,038	2,882	4,076	4,696	6,641	9,392	3,038	4,296	6,075	5,695	8,055	11,39
1	1,659	2,347	3,319	3,824	5,408	7,647	2,473	3,498	4,947	4,638	6,559	9,275
2	1,371	1,938	2,741	3,158	4,466	6,316	2,043	2,889	4,085	3,83	5,417	7,66
3	1,147	1,622	2,294	2,643	3,738	5,286	1,71	2,418	3,419	3,206	4,533	6,411
4	0,972	1,374	1,943	2,239	3,166	4,478	1,448	2,048	2,897	2,716	3,84	5,431
5	0,832	1,177	1,665	1,918	2,712	3,836	1,241	1,754	2,481	2,326	3,289	4,652
6	0,72	1,018	1,44	1,659	2,346	3,318	1,073	1,517	2,146	2,012	2,845	4,024
7	0,628	0,889	1,257	1,448	2,047	2,895	0,936	1,324	1,873	1,756	2,483	3,512
8	0,553	0,782	1,105	1,273	1,801	2,547	0,824	1,165	1,647	1,544	2,184	3,089
9	0,49	0,692	0,979	1,128	1,596	2,256	0,73	1,032	1,46	1,368	1,935	2,737
10	0,437	0,617	0,873	1,006	1,423	2,012	0,651	0,92	1,302	1,22	1,726	2,44
11	0,392	0,554	0,783	0,902	1,276	1,805	0,584	0,825	1,167	1,094	1,548	2,189
12	0,353	0,499	0,706	0,814	1,151	1,627	0,526	0,744	1,053	0,987	1,396	1,974
13	0,32	0,453	0,64	0,737	1,043	1,475	0,477	0,674	0,954	0,894	1,265	1,789
14	0,291	0,412	0,582	0,671	0,949	1,342	0,434	0,614	0,868	0,814	1,151	1,628
15	0,266	0,376	0,532	0,613	0,867	1,227	0,397	0,561	0,793	0,744	1,052	1,488
16	0,244	0,345	0,488	0,563	0,796	1,125	0,364	0,515	0,728	0,682	0,965	1,365
17	0,225	0,318	0,449	0,518	0,732	1,036	0,335	0,474	0,67	0,628	0,888	1,256
18	0,208	0,293	0,415	0,478	0,676	0,956	0,309	0,437	0,619	0,58	0,82	1,16
19	0,192	0,272	0,384	0,443	0,626	0,886	0,286	0,405	0,573	0,537	0,76	1,074
20	0,179	0,252	0,357	0,411	0,582	0,823	0,266	0,376	0,532	0,499	0,705	0,998

Πίνακας 5.1.4-2 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR

95mm² στη MT. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV

t=0,15sec, ℓ=0-20km

για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.4-2 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV, t=0.15sec

L (km)	R _{yp} (Ω)	X _{yp} (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	6,4	3437,5	1203,13	2,131	4,789	3,797	6,455
1	0,215	0,334	7,092	3101,89	1085,66	1,735	3,899	3,092	5,256
2	0,43	0,668	7,804	2818,94	986,63	1,433	3,221	2,553	4,341
3	0,645	1,002	8,531	2578,88	902,608	1,199	2,695	2,137	3,633
4	0,86	1,336	9,268	2373,64	830,773	1,016	2,283	1,81	3,078
5	1,075	1,67	10,01	2196,75	768,861	0,87	1,956	1,551	2,636
6	1,29	2,004	10,77	2043,08	715,08	0,753	1,692	1,341	2,28
7	1,505	2,338	11,53	1908,6	668,009	0,657	1,476	1,171	1,99
8	1,72	2,672	12,29	1790,07	626,523	0,578	1,299	1,03	1,75
9	1,935	3,006	13,06	1684,92	589,721	0,512	1,151	0,912	1,551
10	2,15	3,34	13,83	1591,08	556,877	0,457	1,026	0,813	1,383
11	2,365	3,674	14,6	1506,87	527,404	0,41	0,92	0,73	1,24
12	2,58	4,008	15,37	1430,92	500,822	0,369	0,83	0,658	1,118
13	2,795	4,342	16,15	1362,1	476,735	0,335	0,752	0,596	1,013
14	3,01	4,676	16,93	1299,47	454,815	0,305	0,684	0,543	0,922
15	3,225	5,01	17,71	1242,25	434,787	0,278	0,625	0,496	0,843
16	3,44	5,344	18,49	1189,77	416,42	0,255	0,574	0,455	0,773
17	3,655	5,678	19,27	1141,49	399,52	0,235	0,528	0,419	0,712
18	3,87	6,012	20,06	1096,91	383,92	0,217	0,488	0,387	0,657
19	4,085	6,346	20,84	1055,65	369,477	0,201	0,452	0,358	0,609
20	4,3	6,68	21,63	1017,34	356,068	0,187	0,419	0,333	0,565
21	4,515	7,014	22,41	981,682	343,589	0,174	0,391	0,31	0,526
22	4,73	7,348	23,2	948,416	331,946	0,162	0,365	0,289	0,491
23	4,945	7,682	23,98	917,309	321,058	0,152	0,341	0,27	0,46
24	5,16	8,016	24,77	888,161	310,856	0,142	0,32	0,253	0,431
25	5,375	8,35	25,56	860,792	301,277	0,134	0,3	0,238	0,405
26	5,59	8,684	26,35	835,046	292,266	0,126	0,283	0,224	0,381
27	5,805	9,018	27,13	810,785	283,775	0,119	0,266	0,211	0,359
28	6,02	9,352	27,92	787,884	275,759	0,112	0,252	0,199	0,339
29	6,235	9,686	28,71	766,233	268,181	0,106	0,238	0,189	0,321
30	6,45	10,02	29,5	745,732	261,006	0,1	0,225	0,179	0,304
31	6,665	10,354	30,29	726,293	254,203	0,095	0,214	0,17	0,288
32	6,88	10,688	31,08	707,837	247,743	0,09	0,203	0,161	0,274
33	7,095	11,022	31,87	690,29	241,601	0,086	0,193	0,153	0,26
34	7,31	11,356	32,66	673,588	235,756	0,082	0,184	0,146	0,248
35	7,525	11,69	33,45	657,671	230,185	0,078	0,175	0,139	0,236
36	7,74	12,024	34,24	642,485	224,87	0,074	0,167	0,133	0,225
37	7,955	12,358	35,03	627,982	219,794	0,071	0,16	0,127	0,215
38	8,17	12,692	35,82	614,116	214,941	0,068	0,153	0,121	0,206
39	8,385	13,026	36,61	600,847	210,297	0,065	0,146	0,116	0,197
40	8,6	13,36	37,41	588,137	205,848	0,062	0,14	0,111	0,189
41	8,815	13,694	38,2	575,952	201,583	0,06	0,134	0,107	0,181
42	9,03	14,028	38,99	564,26	197,491	0,057	0,129	0,102	0,174
43	9,245	14,362	39,78	553,031	193,561	0,055	0,124	0,098	0,167
44	9,46	14,696	40,57	542,239	189,784	0,053	0,119	0,094	0,161
45	9,675	15,03	41,36	531,859	186,151	0,051	0,115	0,091	0,155
46	9,89	15,364	42,16	521,867	182,654	0,049	0,11	0,088	0,149
47	10,105	15,698	42,95	512,243	179,285	0,047	0,106	0,084	0,143
48	10,32	16,032	43,74	502,967	176,038	0,046	0,103	0,081	0,138
49	10,535	16,366	44,53	494,019	172,907	0,044	0,099	0,078	0,133
50	10,75	16,7	45,32	485,384	169,884	0,042	0,095	0,076	0,129

Πίνακας 5.1.4-3: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 25MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,096\Omega$, $X_{M\Sigma} = 3,199\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{yp}/km=0,215Ω/km, X_{yp}/km=0,334Ω/km

t=0,25sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	46,12	477,044	166,965	0,041	0,092	0,073	0,124
52	11,18	17,368	46,91	468,985	164,145	0,04	0,089	0,071	0,12
53	11,395	17,702	47,7	461,194	161,418	0,038	0,086	0,068	0,116
54	11,61	18,036	48,49	453,657	158,78	0,037	0,083	0,066	0,112
55	11,825	18,37	49,29	446,361	156,226	0,036	0,081	0,064	0,109
56	12,04	18,704	50,08	439,296	153,754	0,035	0,078	0,062	0,105
57	12,255	19,038	50,87	432,451	151,358	0,034	0,076	0,06	0,102
58	12,47	19,372	51,67	425,815	149,035	0,033	0,073	0,058	0,099
59	12,685	19,706	52,46	419,379	146,783	0,032	0,071	0,057	0,096
60	12,9	20,04	53,25	413,135	144,597	0,031	0,069	0,055	0,093
61	13,115	20,374	54,04	407,074	142,476	0,03	0,067	0,053	0,091
62	13,33	20,708	54,84	401,187	140,415	0,029	0,065	0,052	0,088
63	13,545	21,042	55,63	395,468	138,414	0,028	0,063	0,05	0,085
64	13,76	21,376	56,42	389,91	136,468	0,027	0,062	0,049	0,083
65	13,975	21,71	57,22	384,505	134,577	0,027	0,06	0,048	0,081
66	14,19	22,044	58,01	379,248	132,737	0,026	0,058	0,046	0,079
67	14,405	22,378	58,8	374,132	130,946	0,025	0,057	0,045	0,076
68	14,62	22,712	59,6	369,153	129,204	0,025	0,055	0,044	0,074
69	14,835	23,046	60,39	364,304	127,506	0,024	0,054	0,043	0,072
70	15,05	23,38	61,18	359,581	125,853	0,023	0,052	0,042	0,071
71	15,265	23,714	61,98	354,978	124,242	0,023	0,051	0,04	0,069
72	15,48	24,048	62,77	350,491	122,672	0,022	0,05	0,039	0,067
73	15,695	24,382	63,56	346,117	121,141	0,022	0,049	0,038	0,065
74	15,91	24,716	64,36	341,85	119,647	0,021	0,047	0,038	0,064
75	16,125	25,05	65,15	337,687	118,19	0,021	0,046	0,037	0,062
76	16,34	25,384	65,94	333,624	116,768	0,02	0,045	0,036	0,061
77	16,555	25,718	66,74	329,657	115,38	0,02	0,044	0,035	0,059
78	16,77	26,052	67,53	325,784	114,024	0,019	0,043	0,034	0,058
79	16,985	26,386	68,32	322	112,7	0,019	0,042	0,033	0,057
80	17,2	26,72	69,12	318,303	111,406	0,018	0,041	0,033	0,055
81	17,415	27,054	69,91	314,69	110,142	0,018	0,04	0,032	0,054
82	17,63	27,388	70,7	311,158	108,905	0,017	0,039	0,031	0,053
83	17,845	27,722	71,5	307,705	107,697	0,017	0,038	0,03	0,052
84	18,06	28,056	72,29	304,327	106,514	0,017	0,038	0,03	0,051
85	18,275	28,39	73,08	301,022	105,358	0,016	0,037	0,029	0,049
86	18,49	28,724	73,88	297,788	104,226	0,016	0,036	0,028	0,048
87	18,705	29,058	74,67	294,623	103,118	0,016	0,035	0,028	0,047
88	18,92	29,392	75,47	291,525	102,034	0,015	0,034	0,027	0,046
89	19,135	29,726	76,26	288,491	100,972	0,015	0,034	0,027	0,045
90	19,35	30,06	77,05	285,519	99,9316	0,015	0,033	0,026	0,045
91	19,565	30,394	77,85	282,608	98,9127	0,014	0,032	0,026	0,044
92	19,78	30,728	78,64	279,755	97,9144	0,014	0,032	0,025	0,043
93	19,995	31,062	79,43	276,96	96,936	0,014	0,031	0,025	0,042
94	20,21	31,396	80,23	274,22	95,9769	0,014	0,03	0,024	0,041
95	20,425	31,73	81,02	271,533	95,0367	0,013	0,03	0,024	0,04
96	20,64	32,064	81,82	268,899	94,1146	0,013	0,029	0,023	0,039
97	20,855	32,398	82,61	266,315	93,2102	0,013	0,029	0,023	0,039
98	21,07	32,732	83,4	263,78	92,3231	0,013	0,028	0,022	0,038
99	21,285	33,066	84,2	261,293	91,4527	0,012	0,028	0,022	0,037
100	21,5	33,4	84,99	258,853	90,5985	0,012	0,027	0,022	0,037

Συνέχεια Πίνακα 5.1.4-3: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 25MVA, \text{ ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,096\Omega, X_{\Sigma} = 3,199\Omega$$

$$\text{Γραμμή: } A=95\text{mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,25\text{sec}, T=0,25\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4)$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

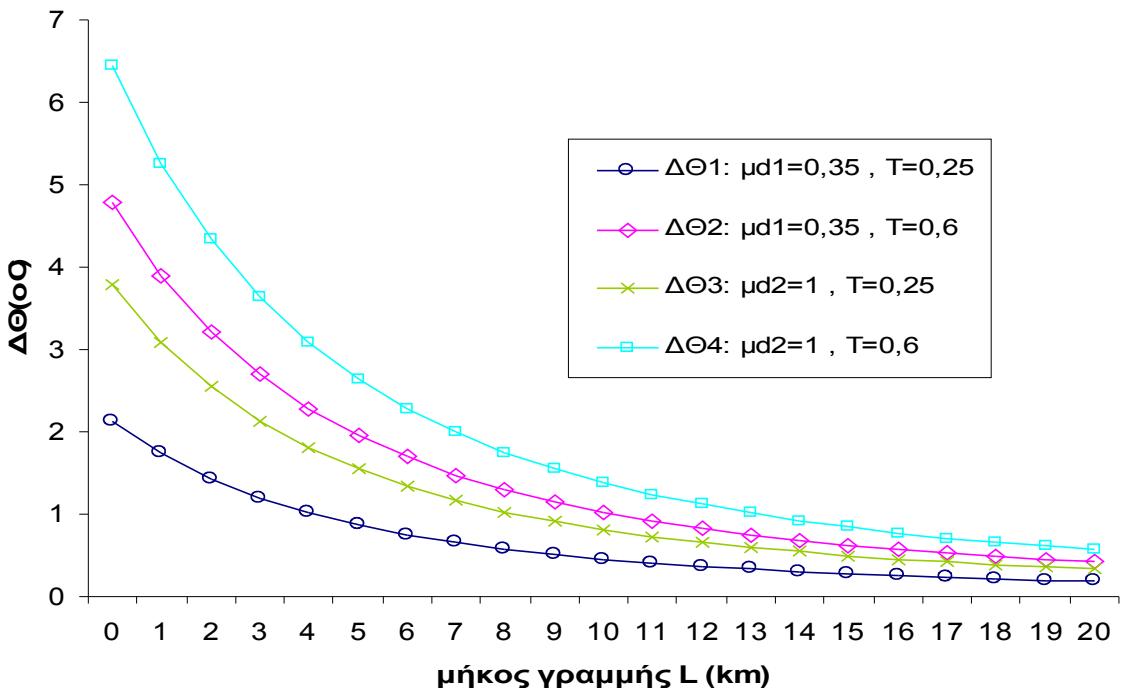
ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	2,131	3,014	4,262	4,789	6,773	9,578	3,797	5,37	7,594	6,455	9,129	12,91
1	1,735	2,454	3,47	3,899	5,515	7,799	3,092	4,372	6,183	5,256	7,433	10,51
2	1,433	2,027	2,866	3,221	4,554	6,441	2,553	3,611	5,107	4,341	6,139	8,682
3	1,199	1,696	2,399	2,695	3,812	5,391	2,137	3,022	4,274	3,633	5,138	7,266
4	1,016	1,437	2,032	2,283	3,229	4,567	1,81	2,56	3,621	3,078	4,353	6,155
5	0,87	1,231	1,741	1,956	2,766	3,911	1,551	2,193	3,101	2,636	3,728	5,272
6	0,753	1,065	1,506	1,692	2,392	3,383	1,341	1,897	2,683	2,28	3,225	4,56
7	0,657	0,929	1,314	1,476	2,088	2,953	1,171	1,655	2,341	1,99	2,814	3,98
8	0,578	0,817	1,156	1,299	1,837	2,597	1,03	1,456	2,059	1,75	2,475	3,501
9	0,512	0,724	1,024	1,151	1,627	2,301	0,912	1,29	1,824	1,551	2,193	3,102
10	0,457	0,646	0,913	1,026	1,451	2,052	0,813	1,15	1,627	1,383	1,956	2,766
11	0,41	0,579	0,819	0,92	1,301	1,84	0,73	1,032	1,459	1,24	1,754	2,481
12	0,369	0,522	0,739	0,83	1,174	1,66	0,658	0,93	1,316	1,118	1,582	2,237
13	0,335	0,473	0,669	0,752	1,063	1,504	0,596	0,843	1,192	1,013	1,433	2,027
14	0,305	0,431	0,609	0,684	0,968	1,369	0,543	0,767	1,085	0,922	1,305	1,845
15	0,278	0,394	0,557	0,625	0,884	1,251	0,496	0,701	0,992	0,843	1,192	1,686
16	0,255	0,361	0,511	0,574	0,811	1,147	0,455	0,643	0,91	0,773	1,094	1,547
17	0,235	0,332	0,47	0,528	0,747	1,056	0,419	0,592	0,837	0,712	1,007	1,424
18	0,217	0,307	0,434	0,488	0,69	0,975	0,387	0,547	0,773	0,657	0,93	1,315
19	0,201	0,284	0,402	0,452	0,639	0,903	0,358	0,506	0,716	0,609	0,861	1,217
20	0,187	0,264	0,373	0,419	0,593	0,839	0,333	0,47	0,665	0,565	0,8	1,131

Πίνακας 5.1.4-4 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR

95mm² στη ΜΤ. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV

t=0,25sec, ℓ=0-20km

για $\Delta\theta_1$, $\Delta\theta_2$, $\Delta\theta_3$, $\Delta\theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.4-3 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος

Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=25MVA,

ΜΣ 150kV/20kV,

t=0.25sec

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	6,4	3437,5	1203,13	2,271	4,928	4,936	7,594
1	0,215	0,334	7,092	3101,89	1085,66	1,849	4,013	4,019	6,183
2	0,43	0,668	7,804	2818,94	986,63	1,527	3,314	3,319	5,107
3	0,645	1,002	8,531	2578,88	902,608	1,278	2,774	2,778	4,274
4	0,86	1,336	9,268	2373,64	830,773	1,083	2,35	2,354	3,621
5	1,075	1,67	10,01	2196,75	768,861	0,927	2,013	2,016	3,101
6	1,29	2,004	10,77	2043,08	715,08	0,802	1,741	1,744	2,683
7	1,505	2,338	11,53	1908,6	668,009	0,7	1,519	1,522	2,341
8	1,72	2,672	12,29	1790,07	626,523	0,616	1,336	1,339	2,059
9	1,935	3,006	13,06	1684,92	589,721	0,546	1,184	1,186	1,824
10	2,15	3,34	13,83	1591,08	556,877	0,486	1,056	1,057	1,627
11	2,365	3,674	14,6	1506,87	527,404	0,436	0,947	0,949	1,459
12	2,58	4,008	15,37	1430,92	500,822	0,393	0,854	0,855	1,316
13	2,795	4,342	16,15	1362,1	476,735	0,357	0,774	0,775	1,192
14	3,01	4,676	16,93	1299,47	454,815	0,324	0,704	0,705	1,085
15	3,225	5,01	17,71	1242,25	434,787	0,297	0,644	0,645	0,992
16	3,44	5,344	18,49	1189,77	416,42	0,272	0,59	0,591	0,91
17	3,655	5,678	19,27	1141,49	399,52	0,25	0,543	0,544	0,837
18	3,87	6,012	20,06	1096,91	383,92	0,231	0,502	0,503	0,773
19	4,085	6,346	20,84	1055,65	369,477	0,214	0,465	0,466	0,716
20	4,3	6,68	21,63	1017,34	356,068	0,199	0,432	0,432	0,665
21	4,515	7,014	22,41	981,682	343,589	0,185	0,402	0,403	0,619
22	4,73	7,348	23,2	948,416	331,946	0,173	0,375	0,376	0,578
23	4,945	7,682	23,98	917,309	321,058	0,162	0,351	0,352	0,541
24	5,16	8,016	24,77	888,161	310,856	0,152	0,329	0,33	0,507
25	5,375	8,35	25,56	860,792	301,277	0,142	0,309	0,31	0,476
26	5,59	8,684	26,35	835,046	292,266	0,134	0,291	0,291	0,448
27	5,805	9,018	27,13	810,785	283,775	0,126	0,274	0,275	0,422
28	6,02	9,352	27,92	787,884	275,759	0,119	0,259	0,259	0,399
29	6,235	9,686	28,71	766,233	268,181	0,113	0,245	0,245	0,377
30	6,45	10,02	29,5	745,732	261,006	0,107	0,232	0,232	0,357
31	6,665	10,354	30,29	726,293	254,203	0,101	0,22	0,22	0,339
32	6,88	10,688	31,08	707,837	247,743	0,096	0,209	0,209	0,322
33	7,095	11,022	31,87	690,29	241,601	0,092	0,199	0,199	0,306
34	7,31	11,356	32,66	673,588	235,756	0,087	0,189	0,19	0,292
35	7,525	11,69	33,45	657,671	230,185	0,083	0,18	0,181	0,278
36	7,74	12,024	34,24	642,485	224,87	0,079	0,172	0,172	0,265
37	7,955	12,358	35,03	627,982	219,794	0,076	0,164	0,165	0,253
38	8,17	12,692	35,82	614,116	214,941	0,072	0,157	0,158	0,242
39	8,385	13,026	36,61	600,847	210,297	0,069	0,151	0,151	0,232
40	8,6	13,36	37,41	588,137	205,848	0,066	0,144	0,144	0,222
41	8,815	13,694	38,2	575,952	201,583	0,064	0,138	0,139	0,213
42	9,03	14,028	38,99	564,26	197,491	0,061	0,133	0,133	0,205
43	9,245	14,362	39,78	553,031	193,561	0,059	0,128	0,128	0,197
44	9,46	14,696	40,57	542,239	189,784	0,056	0,123	0,123	0,189
45	9,675	15,03	41,36	531,859	186,151	0,054	0,118	0,118	0,182
46	9,89	15,364	42,16	521,867	182,654	0,052	0,114	0,114	0,175
47	10,105	15,698	42,95	512,243	179,285	0,05	0,109	0,11	0,169
48	10,32	16,032	43,74	502,967	176,038	0,049	0,106	0,106	0,163
49	10,535	16,366	44,53	494,019	172,907	0,047	0,102	0,102	0,157
50	10,75	16,7	45,32	485,384	169,884	0,045	0,098	0,098	0,151

Πίνακας 5.1.4-5: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 25MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{\text{ΜΣ}} = 0,096\Omega$, $X_{\text{ΜΣ}} = 3,199\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}$, $X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$

t=0,4sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	46,12	477,044	166,965	0,044	0,095	0,095	0,146
52	11,18	17,368	46,91	468,985	164,145	0,042	0,092	0,092	0,141
53	11,395	17,702	47,7	461,194	161,418	0,041	0,089	0,089	0,137
54	11,61	18,036	48,49	453,657	158,78	0,04	0,086	0,086	0,132
55	11,825	18,37	49,29	446,361	156,226	0,038	0,083	0,083	0,128
56	12,04	18,704	50,08	439,296	153,754	0,037	0,08	0,081	0,124
57	12,255	19,038	50,87	432,451	151,358	0,036	0,078	0,078	0,12
58	12,47	19,372	51,67	425,815	149,035	0,035	0,076	0,076	0,117
59	12,685	19,706	52,46	419,379	146,783	0,034	0,073	0,073	0,113
60	12,9	20,04	53,25	413,135	144,597	0,033	0,071	0,071	0,11
61	13,115	20,374	54,04	407,074	142,476	0,032	0,069	0,069	0,106
62	13,33	20,708	54,84	401,187	140,415	0,031	0,067	0,067	0,103
63	13,545	21,042	55,63	395,468	138,414	0,03	0,065	0,065	0,101
64	13,76	21,376	56,42	389,91	136,468	0,029	0,063	0,064	0,098
65	13,975	21,71	57,22	384,505	134,577	0,028	0,062	0,062	0,095
66	14,19	22,044	58,01	379,248	132,737	0,028	0,06	0,06	0,092
67	14,405	22,378	58,8	374,132	130,946	0,027	0,058	0,058	0,09
68	14,62	22,712	59,6	369,153	129,204	0,026	0,057	0,057	0,088
69	14,835	23,046	60,39	364,304	127,506	0,026	0,055	0,055	0,085
70	15,05	23,38	61,18	359,581	125,853	0,025	0,054	0,054	0,083
71	15,265	23,714	61,98	354,978	124,242	0,024	0,053	0,053	0,081
72	15,48	24,048	62,77	350,491	122,672	0,024	0,051	0,051	0,079
73	15,695	24,382	63,56	346,117	121,141	0,023	0,05	0,05	0,077
74	15,91	24,716	64,36	341,85	119,647	0,022	0,049	0,049	0,075
75	16,125	25,05	65,15	337,687	118,19	0,022	0,048	0,048	0,073
76	16,34	25,384	65,94	333,624	116,768	0,021	0,046	0,046	0,072
77	16,555	25,718	66,74	329,657	115,38	0,021	0,045	0,045	0,07
78	16,77	26,052	67,53	325,784	114,024	0,02	0,044	0,044	0,068
79	16,985	26,386	68,32	322	112,7	0,02	0,043	0,043	0,067
80	17,2	26,72	69,12	318,303	111,406	0,019	0,042	0,042	0,065
81	17,415	27,054	69,91	314,69	110,142	0,019	0,041	0,041	0,064
82	17,63	27,388	70,7	311,158	108,905	0,019	0,04	0,04	0,062
83	17,845	27,722	71,5	307,705	107,697	0,018	0,039	0,04	0,061
84	18,06	28,056	72,29	304,327	106,514	0,018	0,039	0,039	0,06
85	18,275	28,39	73,08	301,022	105,358	0,017	0,038	0,038	0,058
86	18,49	28,724	73,88	297,788	104,226	0,017	0,037	0,037	0,057
87	18,705	29,058	74,67	294,623	103,118	0,017	0,036	0,036	0,056
88	18,92	29,392	75,47	291,525	102,034	0,016	0,035	0,036	0,055
89	19,135	29,726	76,26	288,491	100,972	0,016	0,035	0,035	0,053
90	19,35	30,06	77,05	285,519	99,9316	0,016	0,034	0,034	0,052
91	19,565	30,394	77,85	282,608	98,9127	0,015	0,033	0,033	0,051
92	19,78	30,728	78,64	279,755	97,9144	0,015	0,033	0,033	0,05
93	19,995	31,062	79,43	276,96	96,936	0,015	0,032	0,032	0,049
94	20,21	31,396	80,23	274,22	95,9769	0,014	0,031	0,031	0,048
95	20,425	31,73	81,02	271,533	95,0367	0,014	0,031	0,031	0,047
96	20,64	32,064	81,82	268,899	94,1146	0,014	0,03	0,03	0,046
97	20,855	32,398	82,61	266,315	93,2102	0,014	0,03	0,03	0,046
98	21,07	32,732	83,4	263,78	92,3231	0,013	0,029	0,029	0,045
99	21,285	33,066	84,2	261,293	91,4527	0,013	0,028	0,029	0,044
100	21,5	33,4	84,99	258,853	90,5985	0,013	0,028	0,028	0,043

Συνέχεια Πίνακας 5.1.4-5: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_{\delta} = 0$,

$$P_N = 25MVA, \text{ACSR}=95 \text{ mm}^2,$$

ΜΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,096\Omega$, $X_{M\Sigma} = 3,199\Omega$

Γραμμή: $A=95\text{mm}^2$, $R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}$, $X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$

$t=0,4\text{sec}$, $T=0,25\text{sec}$ (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και $T=0,6\text{sec}$ (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

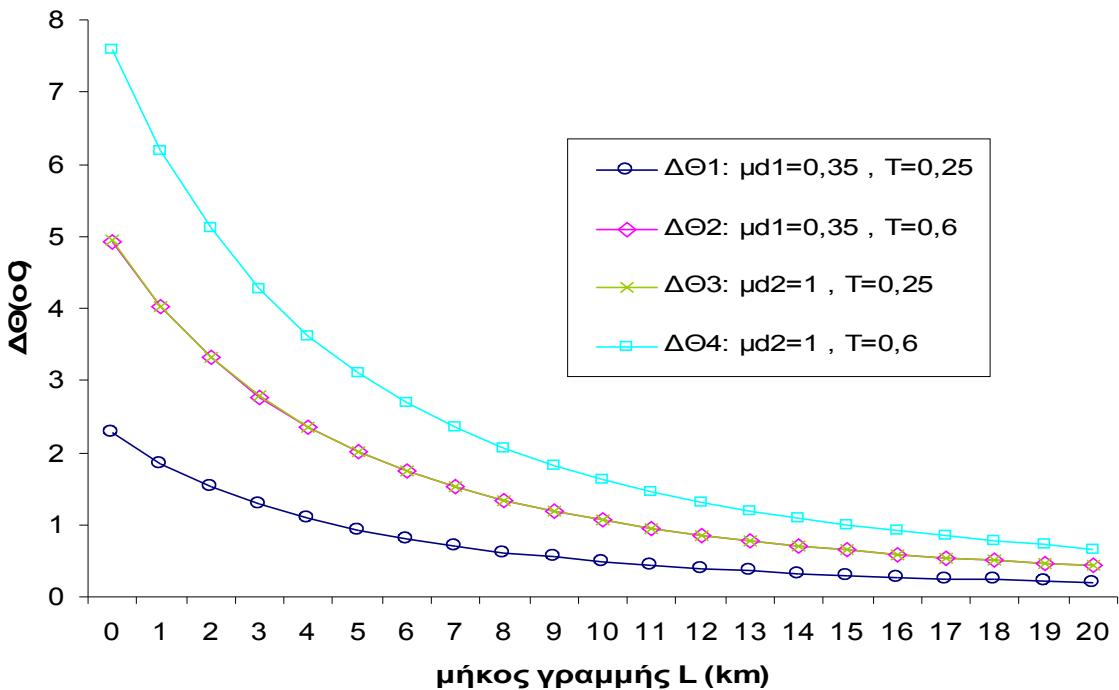
ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta\theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_1$ (°C)	$2\Delta\theta_1$ (°C)	$\Delta\theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_2$ (°C)	$2\Delta\theta_2$ (°C)	$\Delta\theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_3$ (°C)	$2\Delta\theta_3$ (°C)	$\Delta\theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_4$ (°C)	$2\Delta\theta_4$ (°C)
0	2,271	3,211	4,541	4,928	6,97	9,857	4,936	6,981	9,872	7,594	10,74	15,19
1	1,849	2,615	3,698	4,013	5,675	8,026	4,019	5,684	8,039	6,183	8,745	12,37
2	1,527	2,159	3,054	3,314	4,687	6,629	3,319	4,694	6,639	5,107	7,222	10,21
3	1,278	1,807	2,556	2,774	3,923	5,548	2,778	3,929	5,556	4,274	6,044	8,548
4	1,083	1,531	2,165	2,35	3,323	4,7	2,354	3,328	4,707	3,621	5,121	7,242
5	0,927	1,311	1,855	2,013	2,846	4,025	2,016	2,851	4,032	3,101	4,386	6,203
6	0,802	1,134	1,604	1,741	2,462	3,482	1,744	2,466	3,487	2,683	3,794	5,365
7	0,7	0,99	1,4	1,519	2,149	3,039	1,522	2,152	3,043	2,341	3,311	4,682
8	0,616	0,871	1,231	1,336	1,89	2,673	1,339	1,893	2,677	2,059	2,912	4,119
9	0,546	0,771	1,091	1,184	1,675	2,368	1,186	1,677	2,372	1,824	2,58	3,649
10	0,486	0,688	0,973	1,056	1,493	2,112	1,057	1,496	2,115	1,627	2,301	3,254
11	0,436	0,617	0,873	0,947	1,339	1,894	0,949	1,341	1,897	1,459	2,064	2,919
12	0,393	0,556	0,787	0,854	1,208	1,708	0,855	1,21	1,711	1,316	1,861	2,632
13	0,357	0,504	0,713	0,774	1,094	1,548	0,775	1,096	1,55	1,192	1,686	2,385
14	0,324	0,459	0,649	0,704	0,996	1,409	0,705	0,998	1,411	1,085	1,535	2,17
15	0,297	0,419	0,593	0,644	0,91	1,287	0,645	0,912	1,289	0,992	1,403	1,983
16	0,272	0,385	0,544	0,59	0,835	1,181	0,591	0,836	1,183	0,91	1,287	1,819
17	0,25	0,354	0,501	0,543	0,769	1,087	0,544	0,77	1,089	0,837	1,184	1,675
18	0,231	0,327	0,462	0,502	0,71	1,004	0,503	0,711	1,005	0,773	1,094	1,547
19	0,214	0,303	0,428	0,465	0,657	0,93	0,466	0,658	0,931	0,716	1,013	1,432
20	0,199	0,281	0,398	0,432	0,61	0,863	0,432	0,611	0,865	0,665	0,941	1,33

Πίνακας 5.1.4-6 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR

95mm² στη ΜΤ. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV

t=0,4sec, ℓ=0-20km

για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.4-4 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος

Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=25MVA,

ΜΣ 150kV/20kV,

t=0.4sec

L (km)	R _{yp} (Ω)	X _{yp} (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	6,4	3437,5	1203,13	2,829	5,487	9,492	12,15
1	0,215	0,334	7,092	3101,89	1085,66	2,303	4,468	7,729	9,894
2	0,43	0,668	7,804	2818,94	986,63	1,902	3,69	6,384	8,171
3	0,645	1,002	8,531	2578,88	902,608	1,592	3,088	5,343	6,839
4	0,86	1,336	9,268	2373,64	830,773	1,349	2,616	4,526	5,793
5	1,075	1,67	10,01	2196,75	768,861	1,155	2,241	3,877	4,962
6	1,29	2,004	10,77	2043,08	715,08	0,999	1,938	3,353	4,292
7	1,505	2,338	11,53	1908,6	668,009	0,872	1,691	2,926	3,746
8	1,72	2,672	12,29	1790,07	626,523	0,767	1,488	2,574	3,295
9	1,935	3,006	13,06	1684,92	589,721	0,68	1,318	2,281	2,919
10	2,15	3,34	13,83	1591,08	556,877	0,606	1,175	2,034	2,603
11	2,365	3,674	14,6	1506,87	527,404	0,544	1,054	1,824	2,335
12	2,58	4,008	15,37	1430,92	500,822	0,49	0,951	1,645	2,105
13	2,795	4,342	16,15	1362,1	476,735	0,444	0,861	1,49	1,908
14	3,01	4,676	16,93	1299,47	454,815	0,404	0,784	1,357	1,736
15	3,225	5,01	17,71	1242,25	434,787	0,369	0,717	1,24	1,587
16	3,44	5,344	18,49	1189,77	416,42	0,339	0,657	1,137	1,456
17	3,655	5,678	19,27	1141,49	399,52	0,312	0,605	1,047	1,34
18	3,87	6,012	20,06	1096,91	383,92	0,288	0,559	0,967	1,237
19	4,085	6,346	20,84	1055,65	369,477	0,267	0,517	0,895	1,146
20	4,3	6,68	21,63	1017,34	356,068	0,248	0,481	0,831	1,064
21	4,515	7,014	22,41	981,682	343,589	0,231	0,447	0,774	0,991
22	4,73	7,348	23,2	948,416	331,946	0,215	0,418	0,723	0,925
23	4,945	7,682	23,98	917,309	321,058	0,201	0,391	0,676	0,865
24	5,16	8,016	24,77	888,161	310,856	0,189	0,366	0,634	0,811
25	5,375	8,35	25,56	860,792	301,277	0,177	0,344	0,595	0,762
26	5,59	8,684	26,35	835,046	292,266	0,167	0,324	0,56	0,717
27	5,805	9,018	27,13	810,785	283,775	0,157	0,305	0,528	0,676
28	6,02	9,352	27,92	787,884	275,759	0,149	0,288	0,499	0,638
29	6,235	9,686	28,71	766,233	268,181	0,141	0,273	0,472	0,604
30	6,45	10,02	29,5	745,732	261,006	0,133	0,258	0,447	0,572
31	6,665	10,354	30,29	726,293	254,203	0,126	0,245	0,424	0,542
32	6,88	10,688	31,08	707,837	247,743	0,12	0,233	0,402	0,515
33	7,095	11,022	31,87	690,29	241,601	0,114	0,221	0,383	0,49
34	7,31	11,356	32,66	673,588	235,756	0,109	0,211	0,364	0,467
35	7,525	11,69	33,45	657,671	230,185	0,104	0,201	0,347	0,445
36	7,74	12,024	34,24	642,485	224,87	0,099	0,192	0,332	0,424
37	7,955	12,358	35,03	627,982	219,794	0,094	0,183	0,317	0,406
38	8,17	12,692	35,82	614,116	214,941	0,09	0,175	0,303	0,388
39	8,385	13,026	36,61	600,847	210,297	0,086	0,168	0,29	0,371
40	8,6	13,36	37,41	588,137	205,848	0,083	0,161	0,278	0,356
41	8,815	13,694	38,2	575,952	201,583	0,079	0,154	0,266	0,341
42	9,03	14,028	38,99	564,26	197,491	0,076	0,148	0,256	0,327
43	9,245	14,362	39,78	553,031	193,561	0,073	0,142	0,246	0,314
44	9,46	14,696	40,57	542,239	189,784	0,07	0,137	0,236	0,302
45	9,675	15,03	41,36	531,859	186,151	0,068	0,131	0,227	0,291
46	9,89	15,364	42,16	521,867	182,654	0,065	0,126	0,219	0,28
47	10,105	15,698	42,95	512,243	179,285	0,063	0,122	0,211	0,27
48	10,32	16,032	43,74	502,967	176,038	0,061	0,117	0,203	0,26
49	10,535	16,366	44,53	494,019	172,907	0,058	0,113	0,196	0,251
50	10,75	16,7	45,32	485,384	169,884	0,056	0,109	0,189	0,242

Πίνακας 5.1.4-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 25MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,096\Omega$, $X_{M\Sigma} = 3,199\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{yp}/km=0,215Ω/km, X_{yp}/km=0,334Ω/km

t=1sec, T=0,25sec (για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta \theta_2, \Delta \theta_4$)

για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_2, \Delta \theta_3, \Delta \theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	46,12	477,044	166,965	0,054	0,106	0,183	0,234
52	11,18	17,368	46,91	468,985	164,145	0,053	0,102	0,177	0,226
53	11,395	17,702	47,7	461,194	161,418	0,051	0,099	0,171	0,219
54	11,61	18,036	48,49	453,657	158,78	0,049	0,096	0,165	0,212
55	11,825	18,37	49,29	446,361	156,226	0,048	0,093	0,16	0,205
56	12,04	18,704	50,08	439,296	153,754	0,046	0,09	0,155	0,198
57	12,255	19,038	50,87	432,451	151,358	0,045	0,087	0,15	0,192
58	12,47	19,372	51,67	425,815	149,035	0,043	0,084	0,146	0,186
59	12,685	19,706	52,46	419,379	146,783	0,042	0,082	0,141	0,181
60	12,9	20,04	53,25	413,135	144,597	0,041	0,079	0,137	0,176
61	13,115	20,374	54,04	407,074	142,476	0,04	0,077	0,133	0,17
62	13,33	20,708	54,84	401,187	140,415	0,039	0,075	0,129	0,165
63	13,545	21,042	55,63	395,468	138,414	0,037	0,073	0,126	0,161
64	13,76	21,376	56,42	389,91	136,468	0,036	0,071	0,122	0,156
65	13,975	21,71	57,22	384,505	134,577	0,035	0,069	0,119	0,152
66	14,19	22,044	58,01	379,248	132,737	0,034	0,067	0,116	0,148
67	14,405	22,378	58,8	374,132	130,946	0,034	0,065	0,112	0,144
68	14,62	22,712	59,6	369,153	129,204	0,033	0,063	0,109	0,14
69	14,835	23,046	60,39	364,304	127,506	0,032	0,062	0,107	0,136
70	15,05	23,38	61,18	359,581	125,853	0,031	0,06	0,104	0,133
71	15,265	23,714	61,98	354,978	124,242	0,03	0,059	0,101	0,13
72	15,48	24,048	62,77	350,491	122,672	0,029	0,057	0,099	0,126
73	15,695	24,382	63,56	346,117	121,141	0,029	0,056	0,096	0,123
74	15,91	24,716	64,36	341,85	119,647	0,028	0,054	0,094	0,12
75	16,125	25,05	65,15	337,687	118,19	0,027	0,053	0,092	0,117
76	16,34	25,384	65,94	333,624	116,768	0,027	0,052	0,089	0,114
77	16,555	25,718	66,74	329,657	115,38	0,026	0,05	0,087	0,112
78	16,77	26,052	67,53	325,784	114,024	0,025	0,049	0,085	0,109
79	16,985	26,386	68,32	322	112,7	0,025	0,048	0,083	0,107
80	17,2	26,72	69,12	318,303	111,406	0,024	0,047	0,081	0,104
81	17,415	27,054	69,91	314,69	110,142	0,024	0,046	0,08	0,102
82	17,63	27,388	70,7	311,158	108,905	0,023	0,045	0,078	0,1
83	17,845	27,722	71,5	307,705	107,697	0,023	0,044	0,076	0,097
84	18,06	28,056	72,29	304,327	106,514	0,022	0,043	0,074	0,095
85	18,275	28,39	73,08	301,022	105,358	0,022	0,042	0,073	0,093
86	18,49	28,724	73,88	297,788	104,226	0,021	0,041	0,071	0,091
87	18,705	29,058	74,67	294,623	103,118	0,021	0,04	0,07	0,089
88	18,92	29,392	75,47	291,525	102,034	0,02	0,039	0,068	0,087
89	19,135	29,726	76,26	288,491	100,972	0,02	0,039	0,067	0,086
90	19,35	30,06	77,05	285,519	99,9316	0,02	0,038	0,065	0,084
91	19,565	30,394	77,85	282,608	98,9127	0,019	0,037	0,064	0,082
92	19,78	30,728	78,64	279,755	97,9144	0,019	0,036	0,063	0,08
93	19,995	31,062	79,43	276,96	96,936	0,018	0,036	0,062	0,079
94	20,21	31,396	80,23	274,22	95,9769	0,018	0,035	0,06	0,077
95	20,425	31,73	81,02	271,533	95,0367	0,018	0,034	0,059	0,076
96	20,64	32,064	81,82	268,899	94,1146	0,017	0,034	0,058	0,074
97	20,855	32,398	82,61	266,315	93,2102	0,017	0,033	0,057	0,073
98	21,07	32,732	83,4	263,78	92,3231	0,017	0,032	0,056	0,072
99	21,285	33,066	84,2	261,293	91,4527	0,016	0,032	0,055	0,07
100	21,5	33,4	84,99	258,853	90,5985	0,016	0,031	0,054	0,069

Συνέχεια Πίνακα 5.1.4-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με

$$R_\delta = 0$$

$$P_N = 25MVA, \text{ACSR}=95\text{ mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,096\Omega, X_{\Sigma} = 3,199\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=1\text{sec}, T=0,25\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4)$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

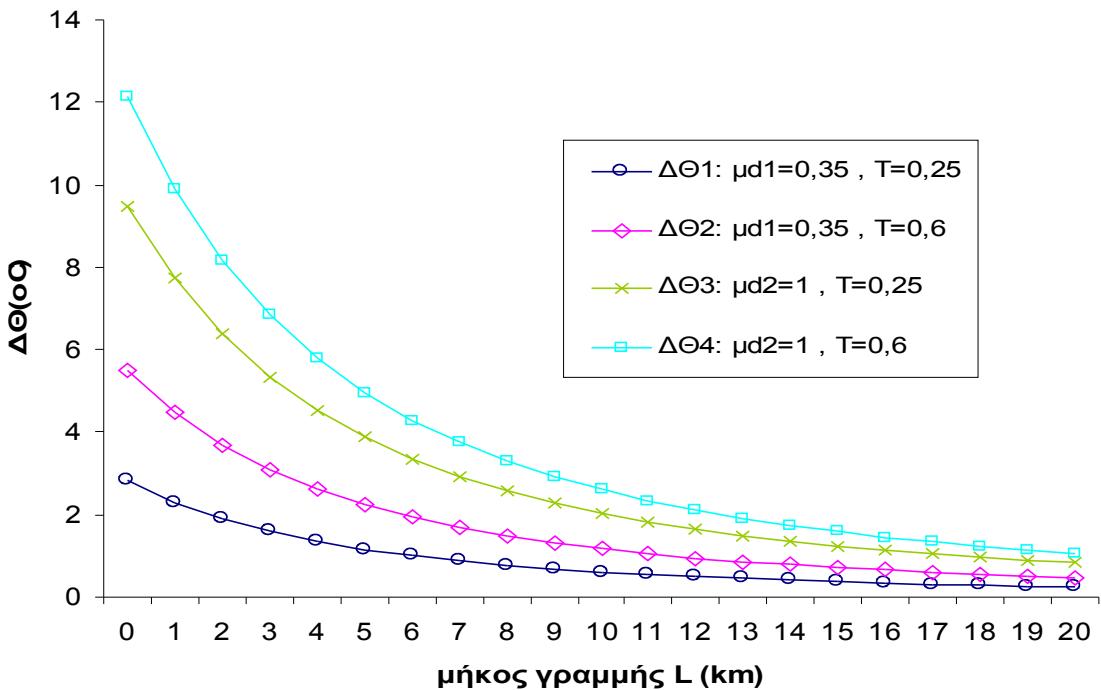
ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	2,829	4	5,657	5,487	7,759	10,97	9,492	13,42	18,98	12,15	17,18	24,3
1	2,303	3,257	4,607	4,468	6,318	8,935	7,729	10,93	15,46	9,894	13,99	19,79
2	1,902	2,69	3,805	3,69	5,218	7,379	6,384	9,028	12,77	8,171	11,56	16,34
3	1,592	2,252	3,184	3,088	4,367	6,176	5,343	7,556	10,69	6,839	9,671	13,68
4	1,349	1,907	2,698	2,616	3,7	5,232	4,526	6,401	9,052	5,793	8,193	11,59
5	1,155	1,634	2,31	2,241	3,169	4,481	3,877	5,482	7,753	4,962	7,017	9,924
6	0,999	1,413	1,999	1,938	2,741	3,876	3,353	4,742	6,706	4,292	6,07	8,584
7	0,872	1,233	1,744	1,691	2,392	3,383	2,926	4,138	5,853	3,746	5,297	7,491
8	0,767	1,085	1,534	1,488	2,104	2,976	2,574	3,64	5,148	3,295	4,66	6,59
9	0,68	0,961	1,359	1,318	1,864	2,636	2,281	3,225	4,561	2,919	4,128	5,838
10	0,606	0,857	1,212	1,175	1,662	2,351	2,034	2,876	4,067	2,603	3,681	5,206
11	0,544	0,769	1,087	1,054	1,491	2,109	1,824	2,58	3,648	2,335	3,302	4,67
12	0,49	0,693	0,98	0,951	1,345	1,901	1,645	2,326	3,29	2,105	2,977	4,211
13	0,444	0,628	0,888	0,861	1,218	1,723	1,49	2,108	2,981	1,908	2,698	3,815
14	0,404	0,572	0,808	0,784	1,109	1,568	1,357	1,918	2,713	1,736	2,456	3,473
15	0,369	0,522	0,739	0,717	1,013	1,433	1,24	1,753	2,479	1,587	2,244	3,174
16	0,339	0,479	0,678	0,657	0,93	1,315	1,137	1,608	2,274	1,456	2,058	2,911
17	0,312	0,441	0,624	0,605	0,856	1,21	1,047	1,48	2,093	1,34	1,895	2,68
18	0,288	0,407	0,576	0,559	0,79	1,117	0,967	1,367	1,933	1,237	1,75	2,474
19	0,267	0,377	0,534	0,517	0,732	1,035	0,895	1,266	1,79	1,146	1,621	2,292
20	0,248	0,35	0,496	0,481	0,68	0,961	0,831	1,176	1,663	1,064	1,505	2,128

Πίνακας 5.1.4-8 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR

95mm² στη ΜΤ. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV

t=1sec, ℓ=0-20km

για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



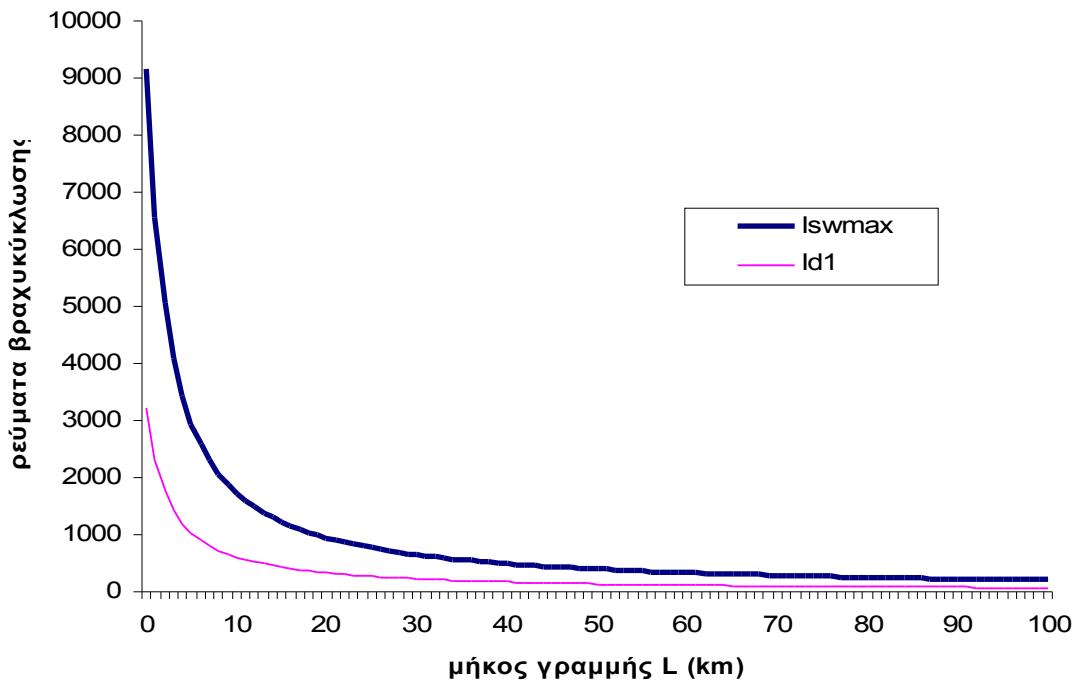
Σχήμα 5.1.4-5 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος

Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=25MVA,

ΜΣ 150kV/20kV,

t=1sec

5.1.5. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.1.5-1 Τιμή ρεύματος βραχυκύκλωσης σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV

L (km)	R _{yp} (Ω)	X _{yp} (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	1,8	9166,67	3208,33	14,49	33,39	21,6	40,5
1	0,215	0,334	2,514	6562,68	2296,94	7,428	17,12	11,07	20,76
2	0,43	0,668	3,266	5052,51	1768,38	4,403	10,14	6,562	12,3
3	0,645	1,002	4,034	4090,56	1431,69	2,886	6,65	4,301	8,065
4	0,86	1,336	4,81	3430,17	1200,56	2,029	4,676	3,025	5,671
5	1,075	1,67	5,592	2950,72	1032,75	1,502	3,46	2,238	4,197
6	1,29	2,004	6,377	2587,57	905,651	1,155	2,661	1,721	3,227
7	1,505	2,338	7,164	2303,33	806,167	0,915	2,108	1,364	2,557
8	1,72	2,672	7,952	2074,97	726,239	0,743	1,711	1,107	2,075
9	1,935	3,006	8,741	1887,56	660,648	0,615	1,416	0,916	1,717
10	2,15	3,34	9,532	1731,06	605,871	0,517	1,191	0,77	1,444
11	2,365	3,674	10,32	1598,42	559,448	0,441	1,015	0,657	1,231
12	2,58	4,008	11,11	1484,6	519,609	0,38	0,876	0,567	1,062
13	2,795	4,342	11,91	1385,86	485,051	0,331	0,763	0,494	0,926
14	3,01	4,676	12,7	1299,4	454,791	0,291	0,671	0,434	0,814
15	3,225	5,01	13,49	1223,08	428,077	0,258	0,594	0,385	0,721
16	3,44	5,344	14,28	1155,2	404,321	0,23	0,53	0,343	0,643
17	3,655	5,678	15,08	1094,45	383,058	0,207	0,476	0,308	0,577
18	3,87	6,012	15,87	1039,76	363,916	0,186	0,43	0,278	0,521
19	4,085	6,346	16,66	990,266	346,593	0,169	0,39	0,252	0,473
20	4,3	6,68	17,46	945,263	330,842	0,154	0,355	0,23	0,431
21	4,515	7,014	18,25	904,169	316,459	0,141	0,325	0,21	0,394
22	4,73	7,348	19,04	866,494	303,273	0,129	0,298	0,193	0,362
23	4,945	7,682	19,84	831,83	291,141	0,119	0,275	0,178	0,334
24	5,16	8,016	20,63	799,83	279,941	0,11	0,254	0,164	0,308
25	5,375	8,35	21,42	770,199	269,57	0,102	0,236	0,152	0,286
26	5,59	8,684	22,22	742,683	259,939	0,095	0,219	0,142	0,266
27	5,805	9,018	23,01	717,064	250,972	0,089	0,204	0,132	0,248
28	6,02	9,352	23,8	693,152	242,603	0,083	0,191	0,124	0,232
29	6,235	9,686	24,6	670,782	234,774	0,078	0,179	0,116	0,217
30	6,45	10,02	25,39	649,81	227,433	0,073	0,168	0,109	0,204
31	6,665	10,354	26,19	630,108	220,538	0,068	0,158	0,102	0,191
32	6,88	10,688	26,98	611,566	214,048	0,065	0,149	0,096	0,18
33	7,095	11,022	27,77	594,083	207,929	0,061	0,14	0,091	0,17
34	7,31	11,356	28,57	577,571	202,15	0,058	0,133	0,086	0,161
35	7,525	11,69	29,36	561,952	196,683	0,054	0,125	0,081	0,152
36	7,74	12,024	30,16	547,155	191,504	0,052	0,119	0,077	0,144
37	7,955	12,358	30,95	533,117	186,591	0,049	0,113	0,073	0,137
38	8,17	12,692	31,74	519,781	181,923	0,047	0,107	0,069	0,13
39	8,385	13,026	32,54	507,096	177,484	0,044	0,102	0,066	0,124
40	8,6	13,36	33,33	495,015	173,255	0,042	0,097	0,063	0,118
41	8,815	13,694	34,13	483,496	169,223	0,04	0,093	0,06	0,113
42	9,03	14,028	34,92	472,5	165,375	0,039	0,089	0,057	0,108
43	9,245	14,362	35,71	461,994	161,698	0,037	0,085	0,055	0,103
44	9,46	14,696	36,51	451,944	158,18	0,035	0,081	0,053	0,098
45	9,675	15,03	37,3	442,322	154,813	0,034	0,078	0,05	0,094
46	9,89	15,364	38,1	433,101	151,585	0,032	0,075	0,048	0,09
47	10,105	15,698	38,89	424,257	148,49	0,031	0,072	0,046	0,087
48	10,32	16,032	39,69	415,767	145,518	0,03	0,069	0,044	0,083
49	10,535	16,366	40,48	407,609	142,663	0,029	0,066	0,043	0,08
50	10,75	16,7	41,27	399,766	139,918	0,028	0,064	0,041	0,077

Πίνακας 5.1.5-1: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 50MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{\Sigma} = 0,027\Omega$, $X_{\Sigma} = 0,9\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{yp}/km=0,215Ω/km, X_{yp}/km=0,334Ω/km

t=0,15sec, T=0,25sec (για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta \theta_2, \Delta \theta_4$)

για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_2, \Delta \theta_3, \Delta \theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{yp} (Ω)	X _{yp} (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	42,07	392,218	137,276	0,027	0,061	0,04	0,074
52	11,18	17,368	42,86	384,95	134,733	0,026	0,059	0,038	0,071
53	11,395	17,702	43,66	377,947	132,281	0,025	0,057	0,037	0,069
54	11,61	18,036	44,45	371,194	129,918	0,024	0,055	0,035	0,066
55	11,825	18,37	45,25	364,678	127,637	0,023	0,053	0,034	0,064
56	12,04	18,704	46,04	358,386	125,435	0,022	0,051	0,033	0,062
57	12,255	19,038	46,83	352,308	123,308	0,021	0,049	0,032	0,06
58	12,47	19,372	47,63	346,433	121,252	0,021	0,048	0,031	0,058
59	12,685	19,706	48,42	340,75	119,263	0,02	0,046	0,03	0,056
60	12,9	20,04	49,22	335,251	117,338	0,019	0,045	0,029	0,054
61	13,115	20,374	50,01	329,927	115,474	0,019	0,043	0,028	0,052
62	13,33	20,708	50,81	324,769	113,669	0,018	0,042	0,027	0,051
63	13,545	21,042	51,6	319,769	111,919	0,018	0,041	0,026	0,049
64	13,76	21,376	52,39	314,921	110,222	0,017	0,039	0,025	0,048
65	13,975	21,71	53,19	310,218	108,576	0,017	0,038	0,025	0,046
66	14,19	22,044	53,98	305,654	106,979	0,016	0,037	0,024	0,045
67	14,405	22,378	54,78	301,221	105,428	0,016	0,036	0,023	0,044
68	14,62	22,712	55,57	296,916	103,921	0,015	0,035	0,023	0,042
69	14,835	23,046	56,37	292,732	102,456	0,015	0,034	0,022	0,041
70	15,05	23,38	57,16	288,664	101,032	0,014	0,033	0,021	0,04
71	15,265	23,714	57,95	284,707	99,6475	0,014	0,032	0,021	0,039
72	15,48	24,048	58,75	280,858	98,3002	0,014	0,031	0,02	0,038
73	15,695	24,382	59,54	277,111	96,9888	0,013	0,031	0,02	0,037
74	15,91	24,716	60,34	273,463	95,712	0,013	0,03	0,019	0,036
75	16,125	25,05	61,13	269,909	94,4683	0,013	0,029	0,019	0,035
76	16,34	25,384	61,93	266,447	93,2565	0,012	0,028	0,018	0,034
77	16,555	25,718	62,72	263,073	92,0754	0,012	0,028	0,018	0,033
78	16,77	26,052	63,51	259,783	90,9239	0,012	0,027	0,017	0,033
79	16,985	26,386	64,31	256,574	89,8008	0,011	0,026	0,017	0,032
80	17,2	26,72	65,1	253,443	88,7051	0,011	0,026	0,017	0,031
81	17,415	27,054	65,9	250,388	87,6358	0,011	0,025	0,016	0,03
82	17,63	27,388	66,69	247,406	86,592	0,011	0,024	0,016	0,03
83	17,845	27,722	67,49	244,494	85,5728	0,01	0,024	0,015	0,029
84	18,06	28,056	68,28	241,649	84,5772	0,01	0,023	0,015	0,028
85	18,275	28,39	69,08	238,87	83,6046	0,01	0,023	0,015	0,028
86	18,49	28,724	69,87	236,155	82,6541	0,01	0,022	0,014	0,027
87	18,705	29,058	70,66	233,5	81,7249	0,009	0,022	0,014	0,026
88	18,92	29,392	71,46	230,904	80,8164	0,009	0,021	0,014	0,026
89	19,135	29,726	72,25	228,366	79,9279	0,009	0,021	0,013	0,025
90	19,35	30,06	73,05	225,882	79,0587	0,009	0,02	0,013	0,025
91	19,565	30,394	73,84	223,452	78,2082	0,009	0,02	0,013	0,024
92	19,78	30,728	74,64	221,074	77,3758	0,008	0,019	0,013	0,024
93	19,995	31,062	75,43	218,746	76,561	0,008	0,019	0,012	0,023
94	20,21	31,396	76,22	216,466	75,7631	0,008	0,019	0,012	0,023
95	20,425	31,73	77,02	214,233	74,9817	0,008	0,018	0,012	0,022
96	20,64	32,064	77,81	212,046	74,2162	0,008	0,018	0,012	0,022
97	20,855	32,398	78,61	209,903	73,4662	0,008	0,018	0,011	0,021
98	21,07	32,732	79,4	207,803	72,7312	0,007	0,017	0,011	0,021
99	21,285	33,066	80,2	205,745	72,0108	0,007	0,017	0,011	0,02
100	21,5	33,4	80,99	203,727	71,3045	0,007	0,016	0,011	0,02

Συνέχεια Πίνακα 5.1.5-1: Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 50MVA, \text{ACSR}=95mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,027\Omega, X_{\Sigma} = 0,9\Omega$$

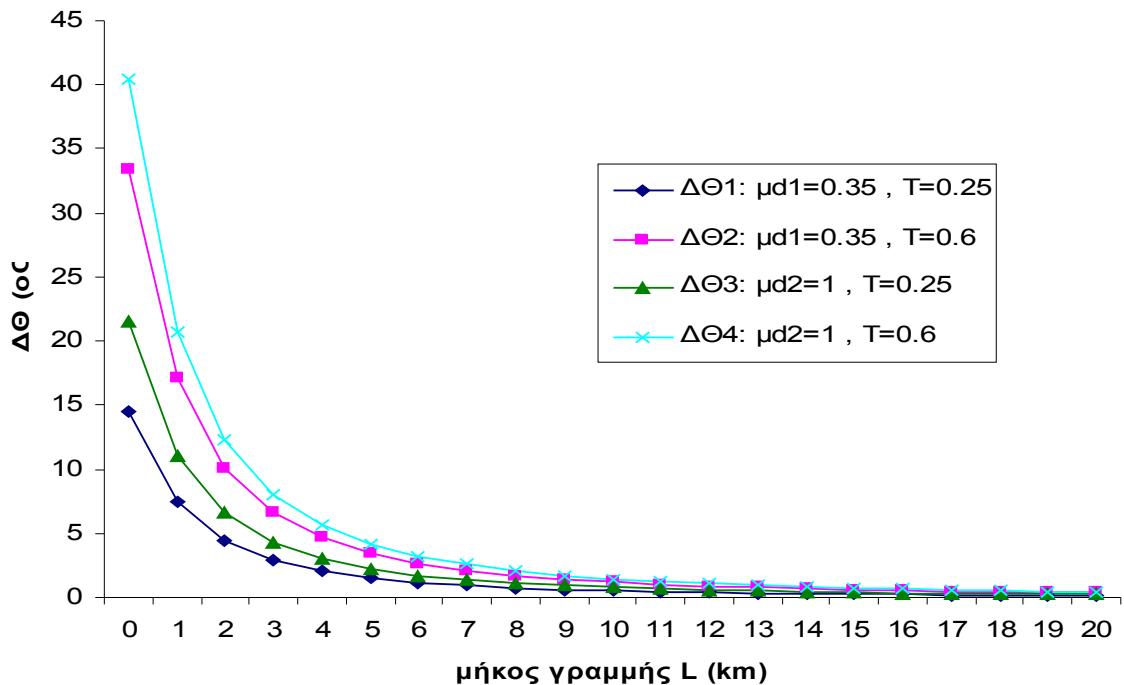
$$\text{Γραμμή: } A=95\text{mm}^2, R_{yp}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{yp}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,15\text{sec}, T=0,25\text{sec} \text{ (για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3 \text{) και } T=0,6\text{sec} \text{ (για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4 \text{)}$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	14,49	20,5	28,99	33,39	47,22	66,79	21,6	30,55	43,2	40,5	57,28	81
1	7,428	10,51	14,86	17,12	24,21	34,23	11,07	15,66	22,14	20,76	29,36	41,52
2	4,403	6,227	8,806	10,14	14,35	20,29	6,562	9,28	13,12	12,3	17,4	24,61
3	2,886	4,081	5,772	6,65	9,404	13,3	4,301	6,083	8,603	8,065	11,41	16,13
4	2,029	2,87	4,059	4,676	6,613	9,352	3,025	4,277	6,049	5,671	8,02	11,34
5	1,502	2,124	3,003	3,46	4,893	6,92	2,238	3,165	4,476	4,197	5,935	8,393
6	1,155	1,633	2,31	2,661	3,763	5,322	1,721	2,434	3,442	3,227	4,564	6,454
7	0,915	1,294	1,83	2,108	2,982	4,217	1,364	1,929	2,728	2,557	3,616	5,114
8	0,743	1,05	1,485	1,711	2,42	3,422	1,107	1,565	2,214	2,075	2,935	4,15
9	0,615	0,869	1,229	1,416	2,002	2,832	0,916	1,295	1,832	1,717	2,429	3,435
10	0,517	0,731	1,034	1,191	1,684	2,382	0,77	1,089	1,541	1,444	2,043	2,889
11	0,441	0,623	0,881	1,015	1,436	2,031	0,657	0,929	1,314	1,231	1,742	2,463
12	0,38	0,538	0,76	0,876	1,239	1,752	0,567	0,801	1,133	1,062	1,502	2,125
13	0,331	0,468	0,663	0,763	1,079	1,527	0,494	0,698	0,987	0,926	1,309	1,851
14	0,291	0,412	0,582	0,671	0,949	1,342	0,434	0,614	0,868	0,814	1,151	1,628
15	0,258	0,365	0,516	0,594	0,841	1,189	0,385	0,544	0,769	0,721	1,02	1,442
16	0,23	0,326	0,46	0,53	0,75	1,061	0,343	0,485	0,686	0,643	0,91	1,286
17	0,207	0,292	0,413	0,476	0,673	0,952	0,308	0,435	0,616	0,577	0,816	1,155
18	0,186	0,264	0,373	0,43	0,608	0,859	0,278	0,393	0,556	0,521	0,737	1,042
19	0,169	0,239	0,338	0,39	0,551	0,779	0,252	0,356	0,504	0,473	0,668	0,945
20	0,154	0,218	0,308	0,355	0,502	0,71	0,23	0,325	0,459	0,431	0,609	0,861

Πίνακας 5.1.5-2 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη MT. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, $S_N=50, $MΣ 150kV/15kV$, $t=0,15sec$, $\ell=0-20km$
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40$



Σχήμα 5.1.5-2 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², $S_N=50, $MΣ 150kV/15kV$, $t=0.15sec$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	1,8	9166,67	3208,33	15,15	34,05	27	45,9
1	0,215	0,334	2,514	6562,68	2296,94	7,767	17,45	13,84	23,53
2	0,43	0,668	3,266	5052,51	1768,38	4,604	10,35	8,203	13,94
3	0,645	1,002	4,034	4090,56	1431,69	3,018	6,781	5,377	9,14
4	0,86	1,336	4,81	3430,17	1200,56	2,122	4,769	3,781	6,427
5	1,075	1,67	5,592	2950,72	1032,75	1,57	3,529	2,798	4,756
6	1,29	2,004	6,377	2587,57	905,651	1,208	2,714	2,151	3,658
7	1,505	2,338	7,164	2303,33	806,167	0,957	2,15	1,705	2,898
8	1,72	2,672	7,952	2074,97	726,239	0,776	1,745	1,383	2,352
9	1,935	3,006	8,741	1887,56	660,648	0,643	1,444	1,145	1,946
10	2,15	3,34	9,532	1731,06	605,871	0,54	1,214	0,963	1,637
11	2,365	3,674	10,32	1598,42	559,448	0,461	1,035	0,821	1,396
12	2,58	4,008	11,11	1484,6	519,609	0,397	0,893	0,708	1,204
13	2,795	4,342	11,91	1385,86	485,051	0,346	0,778	0,617	1,049
14	3,01	4,676	12,7	1299,4	454,791	0,305	0,684	0,543	0,922
15	3,225	5,01	13,49	1223,08	428,077	0,27	0,606	0,481	0,817
16	3,44	5,344	14,28	1155,2	404,321	0,241	0,541	0,429	0,729
17	3,655	5,678	15,08	1094,45	383,058	0,216	0,485	0,385	0,654
18	3,87	6,012	15,87	1039,76	363,916	0,195	0,438	0,347	0,591
19	4,085	6,346	16,66	990,266	346,593	0,177	0,397	0,315	0,536
20	4,3	6,68	17,46	945,263	330,842	0,161	0,362	0,287	0,488
21	4,515	7,014	18,25	904,169	316,459	0,147	0,331	0,263	0,447
22	4,73	7,348	19,04	866,494	303,273	0,135	0,304	0,241	0,41
23	4,945	7,682	19,84	831,83	291,141	0,125	0,28	0,222	0,378
24	5,16	8,016	20,63	799,83	279,941	0,115	0,259	0,206	0,349
25	5,375	8,35	21,42	770,199	269,57	0,107	0,24	0,191	0,324
26	5,59	8,684	22,22	742,683	259,939	0,099	0,224	0,177	0,301
27	5,805	9,018	23,01	717,064	250,972	0,093	0,208	0,165	0,281
28	6,02	9,352	23,8	693,152	242,603	0,087	0,195	0,154	0,262
29	6,235	9,686	24,6	670,782	234,774	0,081	0,182	0,145	0,246
30	6,45	10,02	25,39	649,81	227,433	0,076	0,171	0,136	0,231
31	6,665	10,354	26,19	630,108	220,538	0,072	0,161	0,128	0,217
32	6,88	10,688	26,98	611,566	214,048	0,067	0,152	0,12	0,204
33	7,095	11,022	27,77	594,083	207,929	0,064	0,143	0,113	0,193
34	7,31	11,356	28,57	577,571	202,15	0,06	0,135	0,107	0,182
35	7,525	11,69	29,36	561,952	196,683	0,057	0,128	0,101	0,173
36	7,74	12,024	30,16	547,155	191,504	0,054	0,121	0,096	0,164
37	7,955	12,358	30,95	533,117	186,591	0,051	0,115	0,091	0,155
38	8,17	12,692	31,74	519,781	181,923	0,049	0,109	0,087	0,148
39	8,385	13,026	32,54	507,096	177,484	0,046	0,104	0,083	0,14
40	8,6	13,36	33,33	495,015	173,255	0,044	0,099	0,079	0,134
41	8,815	13,694	34,13	483,496	169,223	0,042	0,095	0,075	0,128
42	9,03	14,028	34,92	472,5	165,375	0,04	0,09	0,072	0,122
43	9,245	14,362	35,71	461,994	161,698	0,038	0,087	0,069	0,117
44	9,46	14,696	36,51	451,944	158,18	0,037	0,083	0,066	0,112
45	9,675	15,03	37,3	442,322	154,813	0,035	0,079	0,063	0,107
46	9,89	15,364	38,1	433,101	151,585	0,034	0,076	0,06	0,102
47	10,105	15,698	38,89	424,257	148,49	0,032	0,073	0,058	0,098
48	10,32	16,032	39,69	415,767	145,518	0,031	0,07	0,056	0,094
49	10,535	16,366	40,48	407,609	142,663	0,03	0,067	0,053	0,091
50	10,75	16,7	41,27	399,766	139,918	0,029	0,065	0,051	0,087

Πίνακας 5.1.5-3: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 50MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,027\Omega$, $X_{M\Sigma} = 0,9\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{γρ}/km=0,215\Omega/km$, $X_{γρ}/km=0,334\Omega/km$

t=0,25sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	42,07	392,218	137,276	0,028	0,062	0,049	0,084
52	11,18	17,368	42,86	384,95	134,733	0,027	0,06	0,048	0,081
53	11,395	17,702	43,66	377,947	132,281	0,026	0,058	0,046	0,078
54	11,61	18,036	44,45	371,194	129,918	0,025	0,056	0,044	0,075
55	11,825	18,37	45,25	364,678	127,637	0,024	0,054	0,043	0,073
56	12,04	18,704	46,04	358,386	125,435	0,023	0,052	0,041	0,07
57	12,255	19,038	46,83	352,308	123,308	0,022	0,05	0,04	0,068
58	12,47	19,372	47,63	346,433	121,252	0,022	0,049	0,039	0,066
59	12,685	19,706	48,42	340,75	119,263	0,021	0,047	0,037	0,063
60	12,9	20,04	49,22	335,251	117,338	0,02	0,046	0,036	0,061
61	13,115	20,374	50,01	329,927	115,474	0,02	0,044	0,035	0,059
62	13,33	20,708	50,81	324,769	113,669	0,019	0,043	0,034	0,058
63	13,545	21,042	51,6	319,769	111,919	0,018	0,041	0,033	0,056
64	13,76	21,376	52,39	314,921	110,222	0,018	0,04	0,032	0,054
65	13,975	21,71	53,19	310,218	108,576	0,017	0,039	0,031	0,053
66	14,19	22,044	53,98	305,654	106,979	0,017	0,038	0,03	0,051
67	14,405	22,378	54,78	301,221	105,428	0,016	0,037	0,029	0,05
68	14,62	22,712	55,57	296,916	103,921	0,016	0,036	0,028	0,048
69	14,835	23,046	56,37	292,732	102,456	0,015	0,035	0,028	0,047
70	15,05	23,38	57,16	288,664	101,032	0,015	0,034	0,027	0,046
71	15,265	23,714	57,95	284,707	99,6475	0,015	0,033	0,026	0,044
72	15,48	24,048	58,75	280,858	98,3002	0,014	0,032	0,025	0,043
73	15,695	24,382	59,54	277,111	96,9888	0,014	0,031	0,025	0,042
74	15,91	24,716	60,34	273,463	95,712	0,013	0,03	0,024	0,041
75	16,125	25,05	61,13	269,909	94,4683	0,013	0,03	0,023	0,04
76	16,34	25,384	61,93	266,447	93,2565	0,013	0,029	0,023	0,039
77	16,555	25,718	62,72	263,073	92,0754	0,012	0,028	0,022	0,038
78	16,77	26,052	63,51	259,783	90,9239	0,012	0,027	0,022	0,037
79	16,985	26,386	64,31	256,574	89,8008	0,012	0,027	0,021	0,036
80	17,2	26,72	65,1	253,443	88,7051	0,012	0,026	0,021	0,035
81	17,415	27,054	65,9	250,388	87,6358	0,011	0,025	0,02	0,034
82	17,63	27,388	66,69	247,406	86,592	0,011	0,025	0,02	0,033
83	17,845	27,722	67,49	244,494	85,5728	0,011	0,024	0,019	0,033
84	18,06	28,056	68,28	241,649	84,5772	0,011	0,024	0,019	0,032
85	18,275	28,39	69,08	238,87	83,6046	0,01	0,023	0,018	0,031
86	18,49	28,724	69,87	236,155	82,6541	0,01	0,023	0,018	0,03
87	18,705	29,058	70,66	233,5	81,7249	0,01	0,022	0,018	0,03
88	18,92	29,392	71,46	230,904	80,8164	0,01	0,022	0,017	0,029
89	19,135	29,726	72,25	228,366	79,9279	0,009	0,021	0,017	0,028
90	19,35	30,06	73,05	225,882	79,0587	0,009	0,021	0,016	0,028
91	19,565	30,394	73,84	223,452	78,2082	0,009	0,02	0,016	0,027
92	19,78	30,728	74,64	221,074	77,3758	0,009	0,02	0,016	0,027
93	19,995	31,062	75,43	218,746	76,561	0,009	0,019	0,015	0,026
94	20,21	31,396	76,22	216,466	75,7631	0,008	0,019	0,015	0,026
95	20,425	31,73	77,02	214,233	74,9817	0,008	0,019	0,015	0,025
96	20,64	32,064	77,81	212,046	74,2162	0,008	0,018	0,014	0,025
97	20,855	32,398	78,61	209,903	73,4662	0,008	0,018	0,014	0,024
98	21,07	32,732	79,4	207,803	72,7312	0,008	0,018	0,014	0,024
99	21,285	33,066	80,2	205,745	72,0108	0,008	0,017	0,014	0,023
100	21,5	33,4	80,99	203,727	71,3045	0,007	0,017	0,013	0,023

Συνέχεια Πίνακα 5.1.5-3: Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 50MVA, \text{ACSR}=95\text{mm}^2,$$

ΜΣ 150kV/15kV: $R_{MS} = 0,027\Omega$, $X_{MS} = 0,9\Omega$

Γραμμή: $A=95\text{mm}^2$, $R_{γρ}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}$, $X_{γρ}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$

$t=0,25\text{sec}$, $T=0,25\text{sec}$ (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και $T=0,6\text{sec}$ (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

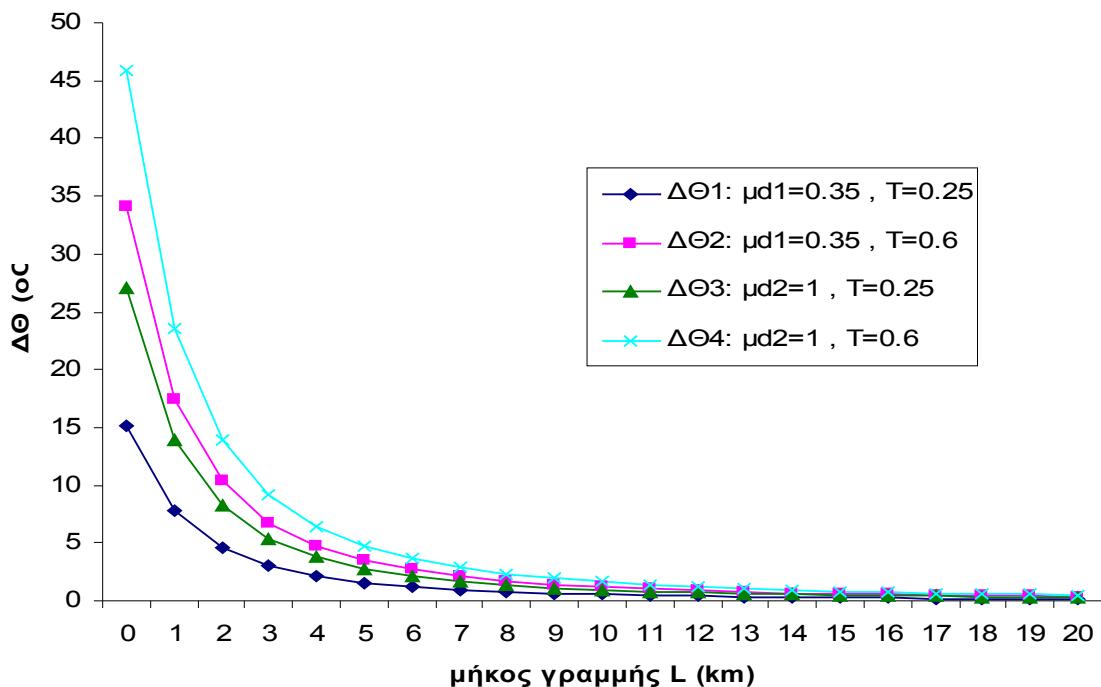
ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	15,15	21,43	30,31	34,05	48,16	68,11	27	38,18	54	45,9	64,91	91,8
1	7,767	10,98	15,53	17,45	24,68	34,91	13,84	19,57	27,68	23,53	33,27	47,05
2	4,604	6,511	9,208	10,35	14,63	20,69	8,203	11,6	16,41	13,94	19,72	27,89
3	3,018	4,268	6,035	6,781	9,59	13,56	5,377	7,604	10,75	9,14	12,93	18,28
4	2,122	3,001	4,244	4,769	6,744	9,537	3,781	5,347	7,562	6,427	9,09	12,85
5	1,57	2,221	3,14	3,529	4,99	7,057	2,798	3,957	5,595	4,756	6,726	9,512
6	1,208	1,708	2,415	2,714	3,838	5,427	2,151	3,043	4,303	3,658	5,172	7,315
7	0,957	1,353	1,914	2,15	3,041	4,3	1,705	2,411	3,41	2,898	4,099	5,796
8	0,776	1,098	1,553	1,745	2,468	3,49	1,383	1,957	2,767	2,352	3,326	4,704
9	0,643	0,909	1,285	1,444	2,042	2,888	1,145	1,619	2,29	1,946	2,752	3,893
10	0,54	0,764	1,081	1,214	1,717	2,429	0,963	1,362	1,926	1,637	2,315	3,274
11	0,461	0,652	0,922	1,035	1,464	2,071	0,821	1,161	1,642	1,396	1,974	2,791
12	0,397	0,562	0,795	0,893	1,263	1,786	0,708	1,002	1,416	1,204	1,703	2,408
13	0,346	0,49	0,693	0,778	1,101	1,557	0,617	0,873	1,234	1,049	1,484	2,098
14	0,305	0,431	0,609	0,684	0,968	1,369	0,543	0,767	1,085	0,922	1,304	1,845
15	0,27	0,382	0,54	0,606	0,857	1,213	0,481	0,68	0,961	0,817	1,156	1,634
16	0,241	0,34	0,481	0,541	0,765	1,082	0,429	0,606	0,858	0,729	1,031	1,458
17	0,216	0,306	0,432	0,485	0,687	0,971	0,385	0,544	0,77	0,654	0,925	1,309
18	0,195	0,276	0,39	0,438	0,62	0,876	0,347	0,491	0,695	0,591	0,835	1,181
19	0,177	0,25	0,354	0,397	0,562	0,795	0,315	0,446	0,63	0,536	0,758	1,071
20	0,161	0,228	0,322	0,362	0,512	0,724	0,287	0,406	0,574	0,488	0,69	0,976

Πίνακας 5.1.5-4 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR

95mm² στη MT. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV

t=0,25sec, ℓ=0-20km

για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.5-3 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV, t=0.25sec

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	1,8	9166,67	3208,33	16,15	35,05	35,1	54
1	0,215	0,334	2,514	6562,68	2296,94	8,276	17,96	17,99	27,68
2	0,43	0,668	3,266	5052,51	1768,38	4,905	10,65	10,66	16,41
3	0,645	1,002	4,034	4090,56	1431,69	3,215	6,979	6,99	10,75
4	0,86	1,336	4,81	3430,17	1200,56	2,261	4,907	4,915	7,562
5	1,075	1,67	5,592	2950,72	1032,75	1,673	3,631	3,637	5,595
6	1,29	2,004	6,377	2587,57	905,651	1,287	2,793	2,797	4,303
7	1,505	2,338	7,164	2303,33	806,167	1,019	2,213	2,216	3,41
8	1,72	2,672	7,952	2074,97	726,239	0,827	1,796	1,799	2,767
9	1,935	3,006	8,741	1887,56	660,648	0,685	1,486	1,488	2,29
10	2,15	3,34	9,532	1731,06	605,871	0,576	1,25	1,252	1,926
11	2,365	3,674	10,32	1598,42	559,448	0,491	1,066	1,067	1,642
12	2,58	4,008	11,11	1484,6	519,609	0,424	0,919	0,921	1,416
13	2,795	4,342	11,91	1385,86	485,051	0,369	0,801	0,802	1,234
14	3,01	4,676	12,7	1299,4	454,791	0,324	0,704	0,705	1,085
15	3,225	5,01	13,49	1223,08	428,077	0,287	0,624	0,625	0,961
16	3,44	5,344	14,28	1155,2	404,321	0,256	0,557	0,557	0,858
17	3,655	5,678	15,08	1094,45	383,058	0,23	0,5	0,5	0,77
18	3,87	6,012	15,87	1039,76	363,916	0,208	0,451	0,452	0,695
19	4,085	6,346	16,66	990,266	346,593	0,188	0,409	0,41	0,63
20	4,3	6,68	17,46	945,263	330,842	0,172	0,373	0,373	0,574
21	4,515	7,014	18,25	904,169	316,459	0,157	0,341	0,342	0,525
22	4,73	7,348	19,04	866,494	303,273	0,144	0,313	0,314	0,483
23	4,945	7,682	19,84	831,83	291,141	0,133	0,289	0,289	0,445
24	5,16	8,016	20,63	799,83	279,941	0,123	0,267	0,267	0,411
25	5,375	8,35	21,42	770,199	269,57	0,114	0,247	0,248	0,381
26	5,59	8,684	22,22	742,683	259,939	0,106	0,23	0,23	0,354
27	5,805	9,018	23,01	717,064	250,972	0,099	0,214	0,215	0,33
28	6,02	9,352	23,8	693,152	242,603	0,092	0,2	0,201	0,309
29	6,235	9,686	24,6	670,782	234,774	0,086	0,188	0,188	0,289
30	6,45	10,02	25,39	649,81	227,433	0,081	0,176	0,176	0,271
31	6,665	10,354	26,19	630,108	220,538	0,076	0,166	0,166	0,255
32	6,88	10,688	26,98	611,566	214,048	0,072	0,156	0,156	0,24
33	7,095	11,022	27,77	594,083	207,929	0,068	0,147	0,147	0,227
34	7,31	11,356	28,57	577,571	202,15	0,064	0,139	0,139	0,214
35	7,525	11,69	29,36	561,952	196,683	0,061	0,132	0,132	0,203
36	7,74	12,024	30,16	547,155	191,504	0,058	0,125	0,125	0,192
37	7,955	12,358	30,95	533,117	186,591	0,055	0,119	0,119	0,183
38	8,17	12,692	31,74	519,781	181,923	0,052	0,113	0,113	0,174
39	8,385	13,026	32,54	507,096	177,484	0,049	0,107	0,107	0,165
40	8,6	13,36	33,33	495,015	173,255	0,047	0,102	0,102	0,157
41	8,815	13,694	34,13	483,496	169,223	0,045	0,098	0,098	0,15
42	9,03	14,028	34,92	472,5	165,375	0,043	0,093	0,093	0,143
43	9,245	14,362	35,71	461,994	161,698	0,041	0,089	0,089	0,137
44	9,46	14,696	36,51	451,944	158,18	0,039	0,085	0,085	0,131
45	9,675	15,03	37,3	442,322	154,813	0,038	0,082	0,082	0,126
46	9,89	15,364	38,1	433,101	151,585	0,036	0,078	0,078	0,121
47	10,105	15,698	38,89	424,257	148,49	0,035	0,075	0,075	0,116
48	10,32	16,032	39,69	415,767	145,518	0,033	0,072	0,072	0,111
49	10,535	16,366	40,48	407,609	142,663	0,032	0,069	0,069	0,107
50	10,75	16,7	41,27	399,766	139,918	0,031	0,067	0,067	0,103

Πίνακας 5.1.5-5: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 50MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,027\Omega$, $X_{M\Sigma} = 0,9\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{yρ}/km=0,215Ω/km, X_{yρ}/km=0,334Ω/km

t=0,4sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	42,07	392,218	137,276	0,03	0,064	0,064	0,099
52	11,18	17,368	42,86	384,95	134,733	0,028	0,062	0,062	0,095
53	11,395	17,702	43,66	377,947	132,281	0,027	0,06	0,06	0,092
54	11,61	18,036	44,45	371,194	129,918	0,026	0,057	0,058	0,089
55	11,825	18,37	45,25	364,678	127,637	0,026	0,055	0,056	0,085
56	12,04	18,704	46,04	358,386	125,435	0,025	0,054	0,054	0,083
57	12,255	19,038	46,83	352,308	123,308	0,024	0,052	0,052	0,08
58	12,47	19,372	47,63	346,433	121,252	0,023	0,05	0,05	0,077
59	12,685	19,706	48,42	340,75	119,263	0,022	0,048	0,049	0,075
60	12,9	20,04	49,22	335,251	117,338	0,022	0,047	0,047	0,072
61	13,115	20,374	50,01	329,927	115,474	0,021	0,045	0,045	0,07
62	13,33	20,708	50,81	324,769	113,669	0,02	0,044	0,044	0,068
63	13,545	21,042	51,6	319,769	111,919	0,02	0,043	0,043	0,066
64	13,76	21,376	52,39	314,921	110,222	0,019	0,041	0,041	0,064
65	13,975	21,71	53,19	310,218	108,576	0,018	0,04	0,04	0,062
66	14,19	22,044	53,98	305,654	106,979	0,018	0,039	0,039	0,06
67	14,405	22,378	54,78	301,221	105,428	0,017	0,038	0,038	0,058
68	14,62	22,712	55,57	296,916	103,921	0,017	0,037	0,037	0,057
69	14,835	23,046	56,37	292,732	102,456	0,016	0,036	0,036	0,055
70	15,05	23,38	57,16	288,664	101,032	0,016	0,035	0,035	0,054
71	15,265	23,714	57,95	284,707	99,6475	0,016	0,034	0,034	0,052
72	15,48	24,048	58,75	280,858	98,3002	0,015	0,033	0,033	0,051
73	15,695	24,382	59,54	277,111	96,9888	0,015	0,032	0,032	0,049
74	15,91	24,716	60,34	273,463	95,712	0,014	0,031	0,031	0,048
75	16,125	25,05	61,13	269,909	94,4683	0,014	0,03	0,03	0,047
76	16,34	25,384	61,93	266,447	93,2565	0,014	0,03	0,03	0,046
77	16,555	25,718	62,72	263,073	92,0754	0,013	0,029	0,029	0,044
78	16,77	26,052	63,51	259,783	90,9239	0,013	0,028	0,028	0,043
79	16,985	26,386	64,31	256,574	89,8008	0,013	0,027	0,027	0,042
80	17,2	26,72	65,1	253,443	88,7051	0,012	0,027	0,027	0,041
81	17,415	27,054	65,9	250,388	87,6358	0,012	0,026	0,026	0,04
82	17,63	27,388	66,69	247,406	86,592	0,012	0,026	0,026	0,039
83	17,845	27,722	67,49	244,494	85,5728	0,011	0,025	0,025	0,038
84	18,06	28,056	68,28	241,649	84,5772	0,011	0,024	0,024	0,038
85	18,275	28,39	69,08	238,87	83,6046	0,011	0,024	0,024	0,037
86	18,49	28,724	69,87	236,155	82,6541	0,011	0,023	0,023	0,036
87	18,705	29,058	70,66	233,5	81,7249	0,01	0,023	0,023	0,035
88	18,92	29,392	71,46	230,904	80,8164	0,01	0,022	0,022	0,034
89	19,135	29,726	72,25	228,366	79,9279	0,01	0,022	0,022	0,034
90	19,35	30,06	73,05	225,882	79,0587	0,01	0,021	0,021	0,033
91	19,565	30,394	73,84	223,452	78,2082	0,01	0,021	0,021	0,032
92	19,78	30,728	74,64	221,074	77,3758	0,009	0,02	0,02	0,031
93	19,995	31,062	75,43	218,746	76,561	0,009	0,02	0,02	0,031
94	20,21	31,396	76,22	216,466	75,7631	0,009	0,02	0,02	0,03
95	20,425	31,73	77,02	214,233	74,9817	0,009	0,019	0,019	0,029
96	20,64	32,064	77,81	212,046	74,2162	0,009	0,019	0,019	0,029
97	20,855	32,398	78,61	209,903	73,4662	0,008	0,018	0,018	0,028
98	21,07	32,732	79,4	207,803	72,7312	0,008	0,018	0,018	0,028
99	21,285	33,066	80,2	205,745	72,0108	0,008	0,018	0,018	0,027
100	21,5	33,4	80,99	203,727	71,3045	0,008	0,017	0,017	0,027

Συνέχεια Πίνακα 5.1.5-5: Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 50MVA, \text{ACSR}=95mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,027\Omega, X_{\Sigma} = 0,9\Omega$$

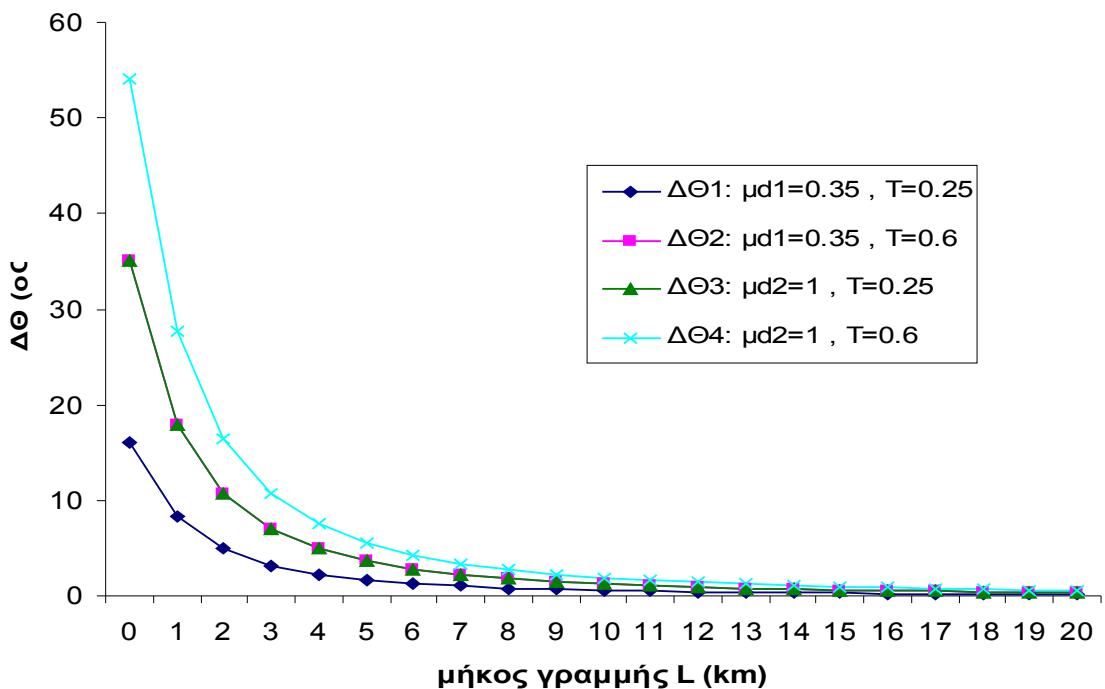
$$\text{Γραμμή: A=95mm}^2, R_{yρ}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{yρ}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,4\text{sec}, T=0,25\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4)$$

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta\theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_1$ (°C)	$2\Delta\theta_1$ (°C)	$\Delta\theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_2$ (°C)	$2\Delta\theta_2$ (°C)	$\Delta\theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_3$ (°C)	$2\Delta\theta_3$ (°C)	$\Delta\theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta\theta_4$ (°C)	$2\Delta\theta_4$ (°C)
0	16,15	22,83	32,29	35,05	49,56	70,09	35,1	49,64	70,2	54	76,37	108
1	8,276	11,7	16,55	17,96	25,4	35,93	17,99	25,44	35,98	27,68	39,14	55,36
2	4,905	6,937	9,811	10,65	15,06	21,29	10,66	15,08	21,33	16,41	23,2	32,81
3	3,215	4,547	6,431	6,979	9,87	13,96	6,99	9,885	13,98	10,75	15,21	21,51
4	2,261	3,197	4,522	4,907	6,94	9,815	4,915	6,951	9,83	7,562	10,69	15,12
5	1,673	2,366	3,346	3,631	5,136	7,263	3,637	5,144	7,274	5,595	7,913	11,19
6	1,287	1,82	2,573	2,793	3,949	5,585	2,797	3,955	5,594	4,303	6,085	8,606
7	1,019	1,442	2,039	2,213	3,129	4,426	2,216	3,134	4,432	3,41	4,822	6,819
8	0,827	1,17	1,655	1,796	2,54	3,592	1,799	2,544	3,597	2,767	3,913	5,534
9	0,685	0,968	1,369	1,486	2,102	2,972	1,488	2,105	2,977	2,29	3,238	4,579
10	0,576	0,814	1,152	1,25	1,768	2,5	1,252	1,77	2,504	1,926	2,723	3,852
11	0,491	0,694	0,982	1,066	1,507	2,131	1,067	1,509	2,135	1,642	2,322	3,284
12	0,424	0,599	0,847	0,919	1,3	1,839	0,921	1,302	1,841	1,416	2,003	2,833
13	0,369	0,522	0,738	0,801	1,133	1,602	0,802	1,135	1,605	1,234	1,746	2,469
14	0,324	0,459	0,649	0,704	0,996	1,408	0,705	0,997	1,411	1,085	1,535	2,17
15	0,287	0,407	0,575	0,624	0,882	1,248	0,625	0,884	1,25	0,961	1,36	1,923
16	0,256	0,363	0,513	0,557	0,787	1,113	0,557	0,788	1,115	0,858	1,213	1,715
17	0,23	0,326	0,46	0,5	0,707	0,999	0,5	0,708	1,001	0,77	1,089	1,54
18	0,208	0,294	0,415	0,451	0,638	0,902	0,452	0,639	0,903	0,695	0,983	1,39
19	0,188	0,266	0,377	0,409	0,578	0,818	0,41	0,579	0,819	0,63	0,891	1,26
20	0,172	0,243	0,343	0,373	0,527	0,745	0,373	0,528	0,747	0,574	0,812	1,148

Πίνακας 5.1.5-6 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη ΜΤ. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV
t=0,4sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.5-4 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV, t=0.4sec

L (km)	R _{yp} (Ω)	X _{yp} (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	1,8	9166,67	3208,33	20,12	39,02	67,5	86,4
1	0,215	0,334	2,514	6562,68	2296,94	10,31	20	34,6	44,29
2	0,43	0,668	3,266	5052,51	1768,38	6,111	11,85	20,51	26,25
3	0,645	1,002	4,034	4090,56	1431,69	4,006	7,769	13,44	17,21
4	0,86	1,336	4,81	3430,17	1200,56	2,817	5,463	9,452	12,1
5	1,075	1,67	5,592	2950,72	1032,75	2,084	4,043	6,994	8,953
6	1,29	2,004	6,377	2587,57	905,651	1,603	3,109	5,379	6,885
7	1,505	2,338	7,164	2303,33	806,167	1,27	2,463	4,262	5,455
8	1,72	2,672	7,952	2074,97	726,239	1,031	1,999	3,459	4,427
9	1,935	3,006	8,741	1887,56	660,648	0,853	1,654	2,862	3,664
10	2,15	3,34	9,532	1731,06	605,871	0,717	1,391	2,407	3,081
11	2,365	3,674	10,32	1598,42	559,448	0,612	1,186	2,052	2,627
12	2,58	4,008	11,11	1484,6	519,609	0,528	1,023	1,771	2,266
13	2,795	4,342	11,91	1385,86	485,051	0,46	0,892	1,543	1,975
14	3,01	4,676	12,7	1299,4	454,791	0,404	0,784	1,356	1,736
15	3,225	5,01	13,49	1223,08	428,077	0,358	0,695	1,202	1,538
16	3,44	5,344	14,28	1155,2	404,321	0,319	0,62	1,072	1,372
17	3,655	5,678	15,08	1094,45	383,058	0,287	0,556	0,962	1,232
18	3,87	6,012	15,87	1039,76	363,916	0,259	0,502	0,868	1,112
19	4,085	6,346	16,66	990,266	346,593	0,235	0,455	0,788	1,008
20	4,3	6,68	17,46	945,263	330,842	0,214	0,415	0,718	0,919
21	4,515	7,014	18,25	904,169	316,459	0,196	0,38	0,657	0,841
22	4,73	7,348	19,04	866,494	303,273	0,18	0,349	0,603	0,772
23	4,945	7,682	19,84	831,83	291,141	0,166	0,321	0,556	0,711
24	5,16	8,016	20,63	799,83	279,941	0,153	0,297	0,514	0,658
25	5,375	8,35	21,42	770,199	269,57	0,142	0,275	0,477	0,61
26	5,59	8,684	22,22	742,683	259,939	0,132	0,256	0,443	0,567
27	5,805	9,018	23,01	717,064	250,972	0,123	0,239	0,413	0,529
28	6,02	9,352	23,8	693,152	242,603	0,115	0,223	0,386	0,494
29	6,235	9,686	24,6	670,782	234,774	0,108	0,209	0,361	0,463
30	6,45	10,02	25,39	649,81	227,433	0,101	0,196	0,339	0,434
31	6,665	10,354	26,19	630,108	220,538	0,095	0,184	0,319	0,408
32	6,88	10,688	26,98	611,566	214,048	0,09	0,174	0,3	0,385
33	7,095	11,022	27,77	594,083	207,929	0,084	0,164	0,284	0,363
34	7,31	11,356	28,57	577,571	202,15	0,08	0,155	0,268	0,343
35	7,525	11,69	29,36	561,952	196,683	0,076	0,147	0,254	0,325
36	7,74	12,024	30,16	547,155	191,504	0,072	0,139	0,24	0,308
37	7,955	12,358	30,95	533,117	186,591	0,068	0,132	0,228	0,292
38	8,17	12,692	31,74	519,781	181,923	0,065	0,125	0,217	0,278
39	8,385	13,026	32,54	507,096	177,484	0,062	0,119	0,207	0,264
40	8,6	13,36	33,33	495,015	173,255	0,059	0,114	0,197	0,252
41	8,815	13,694	34,13	483,496	169,223	0,056	0,109	0,188	0,24
42	9,03	14,028	34,92	472,5	165,375	0,053	0,104	0,179	0,23
43	9,245	14,362	35,71	461,994	161,698	0,051	0,099	0,171	0,219
44	9,46	14,696	36,51	451,944	158,18	0,049	0,095	0,164	0,21
45	9,675	15,03	37,3	442,322	154,813	0,047	0,091	0,157	0,201
46	9,89	15,364	38,1	433,101	151,585	0,045	0,087	0,151	0,193
47	10,105	15,698	38,89	424,257	148,49	0,043	0,084	0,145	0,185
48	10,32	16,032	39,69	415,767	145,518	0,041	0,08	0,139	0,178
49	10,535	16,366	40,48	407,609	142,663	0,04	0,077	0,133	0,171
50	10,75	16,7	41,27	399,766	139,918	0,038	0,074	0,128	0,164

Πίνακας 5.1.5-7: Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 50MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/15kV: $R_{\Sigma} = 0,027\Omega$, $X_{\Sigma} = 0,9\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{yp}/km=0,215Ω/km, X_{yp}/km=0,334Ω/km

t=1sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	42,07	392,218	137,276	0,037	0,071	0,124	0,158
52	11,18	17,368	42,86	384,95	134,733	0,035	0,069	0,119	0,152
53	11,395	17,702	43,66	377,947	132,281	0,034	0,066	0,115	0,147
54	11,61	18,036	44,45	371,194	129,918	0,033	0,064	0,111	0,142
55	11,825	18,37	45,25	364,678	127,637	0,032	0,062	0,107	0,137
56	12,04	18,704	46,04	358,386	125,435	0,031	0,06	0,103	0,132
57	12,255	19,038	46,83	352,308	123,308	0,03	0,058	0,1	0,128
58	12,47	19,372	47,63	346,433	121,252	0,029	0,056	0,096	0,123
59	12,685	19,706	48,42	340,75	119,263	0,028	0,054	0,093	0,119
60	12,9	20,04	49,22	335,251	117,338	0,027	0,052	0,09	0,116
61	13,115	20,374	50,01	329,927	115,474	0,026	0,051	0,087	0,112
62	13,33	20,708	50,81	324,769	113,669	0,025	0,049	0,085	0,108
63	13,545	21,042	51,6	319,769	111,919	0,024	0,047	0,082	0,105
64	13,76	21,376	52,39	314,921	110,222	0,024	0,046	0,08	0,102
65	13,975	21,71	53,19	310,218	108,576	0,023	0,045	0,077	0,099
66	14,19	22,044	53,98	305,654	106,979	0,022	0,043	0,075	0,096
67	14,405	22,378	54,78	301,221	105,428	0,022	0,042	0,073	0,093
68	14,62	22,712	55,57	296,916	103,921	0,021	0,041	0,071	0,091
69	14,835	23,046	56,37	292,732	102,456	0,021	0,04	0,069	0,088
70	15,05	23,38	57,16	288,664	101,032	0,02	0,039	0,067	0,086
71	15,265	23,714	57,95	284,707	99,6475	0,019	0,038	0,065	0,083
72	15,48	24,048	58,75	280,858	98,3002	0,019	0,037	0,063	0,081
73	15,695	24,382	59,54	277,111	96,9888	0,018	0,036	0,062	0,079
74	15,91	24,716	60,34	273,463	95,712	0,018	0,035	0,06	0,077
75	16,125	25,05	61,13	269,909	94,4683	0,017	0,034	0,059	0,075
76	16,34	25,384	61,93	266,447	93,2565	0,017	0,033	0,057	0,073
77	16,555	25,718	62,72	263,073	92,0754	0,017	0,032	0,056	0,071
78	16,77	26,052	63,51	259,783	90,9239	0,016	0,031	0,054	0,069
79	16,985	26,386	64,31	256,574	89,8008	0,016	0,031	0,053	0,068
80	17,2	26,72	65,1	253,443	88,7051	0,015	0,03	0,052	0,066
81	17,415	27,054	65,9	250,388	87,6358	0,015	0,029	0,05	0,064
82	17,63	27,388	66,69	247,406	86,592	0,015	0,028	0,049	0,063
83	17,845	27,722	67,49	244,494	85,5728	0,014	0,028	0,048	0,061
84	18,06	28,056	68,28	241,649	84,5772	0,014	0,027	0,047	0,06
85	18,275	28,39	69,08	238,87	83,6046	0,014	0,026	0,046	0,059
86	18,49	28,724	69,87	236,155	82,6541	0,013	0,026	0,045	0,057
87	18,705	29,058	70,66	233,5	81,7249	0,013	0,025	0,044	0,056
88	18,92	29,392	71,46	230,904	80,8164	0,013	0,025	0,043	0,055
89	19,135	29,726	72,25	228,366	79,9279	0,012	0,024	0,042	0,054
90	19,35	30,06	73,05	225,882	79,0587	0,012	0,024	0,041	0,052
91	19,565	30,394	73,84	223,452	78,2082	0,012	0,023	0,04	0,051
92	19,78	30,728	74,64	221,074	77,3758	0,012	0,023	0,039	0,05
93	19,995	31,062	75,43	218,746	76,561	0,011	0,022	0,038	0,049
94	20,21	31,396	76,22	216,466	75,7631	0,011	0,022	0,038	0,048
95	20,425	31,73	77,02	214,233	74,9817	0,011	0,021	0,037	0,047
96	20,64	32,064	77,81	212,046	74,2162	0,011	0,021	0,036	0,046
97	20,855	32,398	78,61	209,903	73,4662	0,011	0,02	0,035	0,045
98	21,07	32,732	79,4	207,803	72,7312	0,01	0,02	0,035	0,044
99	21,285	33,066	80,2	205,745	72,0108	0,01	0,02	0,034	0,044
100	21,5	33,4	80,99	203,727	71,3045	0,01	0,019	0,033	0,043

Συνέγεια Πίνακα 5.1.5-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με

$$R_\delta = 0$$

$$P_N = 50MVA, \text{ACSR}=95mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,027\Omega, X_{\Sigma} = 0,9\Omega$$

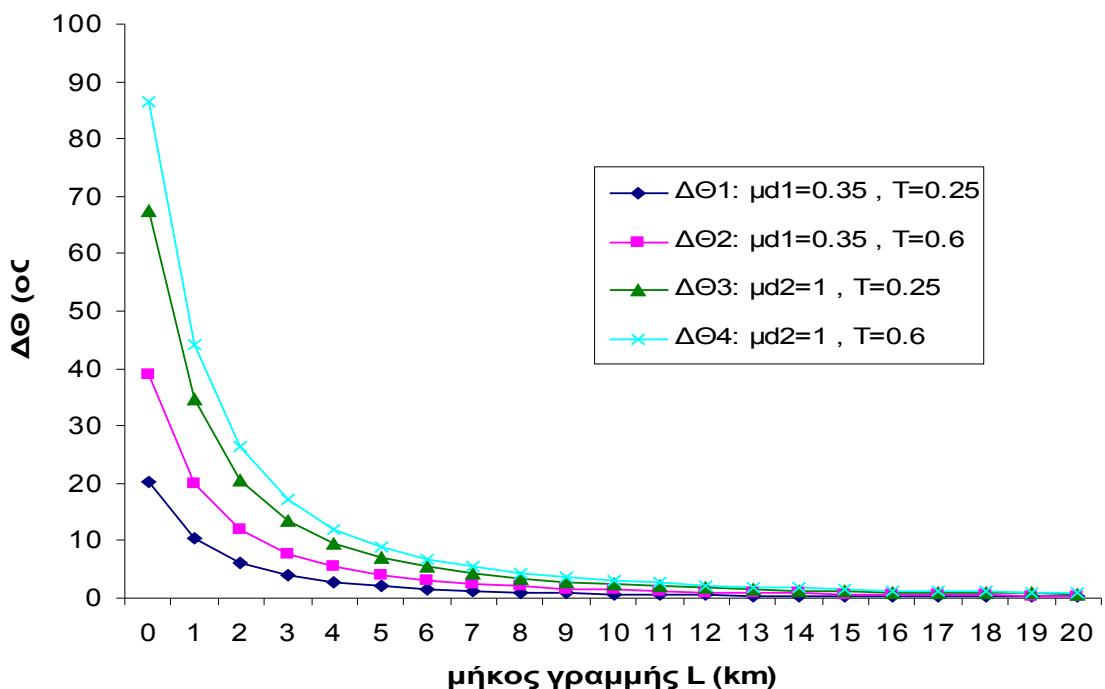
$$\text{Γραμμή: A=95mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=1\text{sec}, T=0,25\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4)$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

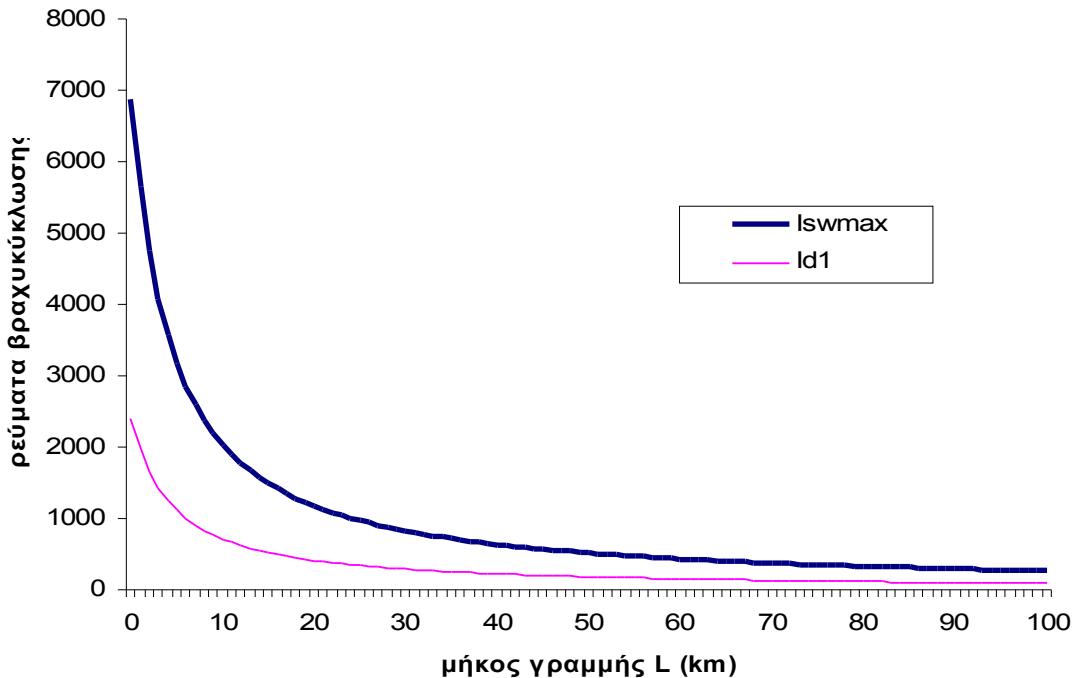
ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	20,12	28,45	40,23	39,02	55,18	78,03	67,5	95,46	135	86,4	122,2	172,8
1	10,31	14,58	20,62	20	28,28	40	34,6	48,93	69,2	44,29	62,63	88,57
2	6,111	8,642	12,22	11,85	16,76	23,71	20,51	29	41,01	26,25	37,12	52,5
3	4,006	5,665	8,011	7,769	10,99	15,54	13,44	19,01	26,88	17,21	24,33	34,41
4	2,817	3,983	5,633	5,463	7,726	10,93	9,452	13,37	18,9	12,1	17,11	24,2
5	2,084	2,948	4,169	4,043	5,717	8,085	6,994	9,891	13,99	8,953	12,66	17,91
6	1,603	2,267	3,206	3,109	4,397	6,218	5,379	7,607	10,76	6,885	9,736	13,77
7	1,27	1,796	2,54	2,463	3,484	4,927	4,262	6,027	8,524	5,455	7,715	10,91
8	1,031	1,458	2,061	1,999	2,827	3,998	3,459	4,891	6,917	4,427	6,261	8,854
9	0,853	1,206	1,706	1,654	2,34	3,309	2,862	4,048	5,724	3,664	5,181	7,327
10	0,717	1,014	1,435	1,391	1,968	2,783	2,407	3,404	4,814	3,081	4,358	6,162
11	0,612	0,865	1,223	1,186	1,678	2,373	2,052	2,903	4,105	2,627	3,715	5,254
12	0,528	0,746	1,055	1,023	1,447	2,047	1,771	2,504	3,541	2,266	3,205	4,533
13	0,46	0,65	0,92	0,892	1,261	1,784	1,543	2,182	3,086	1,975	2,793	3,95
14	0,404	0,572	0,808	0,784	1,109	1,568	1,356	1,918	2,713	1,736	2,455	3,472
15	0,358	0,506	0,716	0,695	0,982	1,389	1,202	1,699	2,403	1,538	2,175	3,076
16	0,319	0,452	0,639	0,62	0,876	1,239	1,072	1,516	2,144	1,372	1,941	2,744
17	0,287	0,406	0,573	0,556	0,787	1,112	0,962	1,361	1,924	1,232	1,742	2,463
18	0,259	0,366	0,518	0,502	0,71	1,004	0,868	1,228	1,737	1,112	1,572	2,223
19	0,235	0,332	0,47	0,455	0,644	0,911	0,788	1,114	1,576	1,008	1,426	2,017
20	0,214	0,303	0,428	0,415	0,587	0,83	0,718	1,015	1,436	0,919	1,299	1,838

Πίνακας 5.1.5-8 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη ΜΤ. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV
t=1sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.5-5 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV,
t=1sec

5.1.6. Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.1.6-1 Τιμή ρεύματος βραχυκύκλωσης σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος
Διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα στη MT, ACSR 95mm², S_N=50MVA,
ΜΣ 150kV/20kV

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	3,2	6875	2406,3	8,152	18,78	12,15	22,78
1	0,215	0,334	3,9022	5637,88	1973,3	5,482	12,63	8,171	15,32
2	0,43	0,668	4,6342	4747,27	1661,5	3,887	8,956	5,793	10,86
3	0,645	1,002	5,384	4086,17	1430,2	2,88	6,635	4,292	8,048
4	0,86	1,336	6,145	3580,13	1253	2,211	5,094	3,295	6,178
5	1,075	1,67	6,9136	3182,15	1113,8	1,746	4,024	2,603	4,881
6	1,29	2,004	7,6874	2861,84	1001,6	1,413	3,255	2,105	3,948
7	1,505	2,338	8,465	2598,94	909,63	1,165	2,684	1,736	3,256
8	1,72	2,672	9,2455	2379,55	832,84	0,977	2,25	1,456	2,729
9	1,935	3,006	10,028	2193,83	767,84	0,83	1,913	1,237	2,32
10	2,15	3,34	10,813	2034,68	712,14	0,714	1,645	1,064	1,995
11	2,365	3,674	11,598	1896,83	663,89	0,621	1,43	0,925	1,734
12	2,58	4,008	12,385	1776,32	621,71	0,544	1,254	0,811	1,521
13	2,795	4,342	13,173	1670,09	584,53	0,481	1,108	0,717	1,344
14	3,01	4,676	13,961	1575,77	551,52	0,428	0,987	0,638	1,197
15	3,225	5,01	14,751	1491,46	522,01	0,384	0,884	0,572	1,072
16	3,44	5,344	15,54	1415,67	495,49	0,346	0,796	0,515	0,966
17	3,655	5,678	16,33	1347,18	471,51	0,313	0,721	0,467	0,875
18	3,87	6,012	17,121	1284,97	449,74	0,285	0,656	0,424	0,796
19	4,085	6,346	17,912	1228,23	429,88	0,26	0,6	0,388	0,727
20	4,3	6,68	18,703	1176,27	411,7	0,239	0,55	0,356	0,667
21	4,515	7,014	19,495	1128,52	394,98	0,22	0,506	0,327	0,614
22	4,73	7,348	20,286	1084,48	379,57	0,203	0,467	0,302	0,567
23	4,945	7,682	21,078	1043,73	365,31	0,188	0,433	0,28	0,525
24	5,16	8,016	21,87	1005,93	352,08	0,175	0,402	0,26	0,488
25	5,375	8,35	22,662	970,767	339,77	0,163	0,375	0,242	0,454
26	5,59	8,684	23,455	937,971	328,29	0,152	0,35	0,226	0,424
27	5,805	9,018	24,247	907,313	317,56	0,142	0,327	0,212	0,397
28	6,02	9,352	25,04	878,592	307,51	0,133	0,307	0,198	0,372
29	6,235	9,686	25,833	851,63	298,07	0,125	0,288	0,186	0,35
30	6,45	10,02	26,626	826,27	289,19	0,118	0,271	0,176	0,329
31	6,665	10,354	27,419	802,374	280,83	0,111	0,256	0,165	0,31
32	6,88	10,688	28,212	779,819	272,94	0,105	0,242	0,156	0,293
33	7,095	11,022	29,005	758,496	265,47	0,099	0,229	0,148	0,277
34	7,31	11,356	29,798	738,306	258,41	0,094	0,217	0,14	0,263
35	7,525	11,69	30,591	719,161	251,71	0,089	0,206	0,133	0,249
36	7,74	12,024	31,384	700,983	245,34	0,085	0,195	0,126	0,237
37	7,955	12,358	32,178	683,7	239,29	0,081	0,186	0,12	0,225
38	8,17	12,692	32,971	667,248	233,54	0,077	0,177	0,114	0,215
39	8,385	13,026	33,765	651,567	228,05	0,073	0,169	0,109	0,205
40	8,6	13,36	34,558	636,607	222,81	0,07	0,161	0,104	0,195
41	8,815	13,694	35,352	622,317	217,81	0,067	0,154	0,1	0,187
42	9,03	14,028	36,145	608,653	213,03	0,064	0,147	0,095	0,179
43	9,245	14,362	36,939	595,577	208,45	0,061	0,141	0,091	0,171
44	9,46	14,696	37,733	583,049	204,07	0,059	0,135	0,087	0,164
45	9,675	15,03	38,526	571,038	199,86	0,056	0,13	0,084	0,157
46	9,89	15,364	39,32	559,511	195,83	0,054	0,124	0,08	0,151
47	10,105	15,698	40,114	548,44	191,95	0,052	0,12	0,077	0,145
48	10,32	16,032	40,908	537,798	188,23	0,05	0,115	0,074	0,139
49	10,535	16,366	41,701	527,561	184,65	0,048	0,111	0,072	0,134
50	10,75	16,7	42,495	517,706	181,2	0,046	0,107	0,069	0,129

Πίνακας 5.1.6-1: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 50MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{\Sigma} = 0,048\Omega$, $X_{\Sigma} = 1,599\Omega$

Γραμμή: A=95mm², $R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}$, $X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$

t=0,15sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	43,289	508,212	177,87	0,045	0,103	0,066	0,124
52	11,18	17,368	44,083	499,06	174,67	0,043	0,099	0,064	0,12
53	11,395	17,702	44,877	490,231	171,58	0,041	0,096	0,062	0,116
54	11,61	18,036	45,671	481,709	168,6	0,04	0,092	0,06	0,112
55	11,825	18,37	46,465	473,479	165,72	0,039	0,089	0,058	0,108
56	12,04	18,704	47,259	465,524	162,93	0,037	0,086	0,056	0,104
57	12,255	19,038	48,053	457,832	160,24	0,036	0,083	0,054	0,101
58	12,47	19,372	48,846	450,391	157,64	0,035	0,081	0,052	0,098
59	12,685	19,706	49,64	443,187	155,12	0,034	0,078	0,05	0,095
60	12,9	20,04	50,434	436,21	152,67	0,033	0,076	0,049	0,092
61	13,115	20,374	51,228	429,449	150,31	0,032	0,073	0,047	0,089
62	13,33	20,708	52,023	422,894	148,01	0,031	0,071	0,046	0,086
63	13,545	21,042	52,817	416,536	145,79	0,03	0,069	0,045	0,084
64	13,76	21,376	53,611	410,367	143,63	0,029	0,067	0,043	0,081
65	13,975	21,71	54,405	404,377	141,53	0,028	0,065	0,042	0,079
66	14,19	22,044	55,199	398,56	139,5	0,027	0,063	0,041	0,077
67	14,405	22,378	55,993	392,907	137,52	0,027	0,061	0,04	0,074
68	14,62	22,712	56,787	387,413	135,59	0,026	0,06	0,039	0,072
69	14,835	23,046	57,581	382,07	133,72	0,025	0,058	0,038	0,07
70	15,05	23,38	58,375	376,873	131,91	0,024	0,056	0,037	0,068
71	15,265	23,714	59,169	371,815	130,14	0,024	0,055	0,036	0,067
72	15,48	24,048	59,963	366,891	128,41	0,023	0,053	0,035	0,065
73	15,695	24,382	60,758	362,095	126,73	0,023	0,052	0,034	0,063
74	15,91	24,716	61,552	357,423	125,1	0,022	0,051	0,033	0,062
75	16,125	25,05	62,346	352,871	123,5	0,021	0,049	0,032	0,06
76	16,34	25,384	63,14	348,432	121,95	0,021	0,048	0,031	0,059
77	16,555	25,718	63,934	344,104	120,44	0,02	0,047	0,03	0,057
78	16,77	26,052	64,728	339,882	118,96	0,02	0,046	0,03	0,056
79	16,985	26,386	65,522	335,763	117,52	0,019	0,045	0,029	0,054
80	17,2	26,72	66,317	331,742	116,11	0,019	0,044	0,028	0,053
81	17,415	27,054	67,111	327,816	114,74	0,019	0,043	0,028	0,052
82	17,63	27,388	67,905	323,982	113,39	0,018	0,042	0,027	0,051
83	17,845	27,722	68,699	320,236	112,08	0,018	0,041	0,026	0,049
84	18,06	28,056	69,493	316,577	110,8	0,017	0,04	0,026	0,048
85	18,275	28,39	70,288	312,999	109,55	0,017	0,039	0,025	0,047
86	18,49	28,724	71,082	309,502	108,33	0,017	0,038	0,025	0,046
87	18,705	29,058	71,876	306,082	107,13	0,016	0,037	0,024	0,045
88	18,92	29,392	72,67	302,737	105,96	0,016	0,036	0,024	0,044
89	19,135	29,726	73,465	299,464	104,81	0,015	0,036	0,023	0,043
90	19,35	30,06	74,259	296,261	103,69	0,015	0,035	0,023	0,042
91	19,565	30,394	75,053	293,126	102,59	0,015	0,034	0,022	0,041
92	19,78	30,728	75,847	290,057	101,52	0,015	0,033	0,022	0,041
93	19,995	31,062	76,642	287,051	100,47	0,014	0,033	0,021	0,04
94	20,21	31,396	77,436	284,106	99,437	0,014	0,032	0,021	0,039
95	20,425	31,73	78,23	281,222	98,428	0,014	0,031	0,02	0,038
96	20,64	32,064	79,024	278,395	97,438	0,013	0,031	0,02	0,037
97	20,855	32,398	79,819	275,625	96,469	0,013	0,03	0,02	0,037
98	21,07	32,732	80,613	272,909	95,518	0,013	0,03	0,019	0,036
99	21,285	33,066	81,407	270,247	94,586	0,013	0,029	0,019	0,035
100	21,5	33,4	82,201	267,635	93,672	0,012	0,028	0,018	0,035

Συνέχεια Πίνακα 5.1.6-1: Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_{\delta} = 0$,

$$P_N = 50MVA, \text{ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{M\Sigma} = 0,048\Omega, X_{M\Sigma} = 1,599\Omega$$

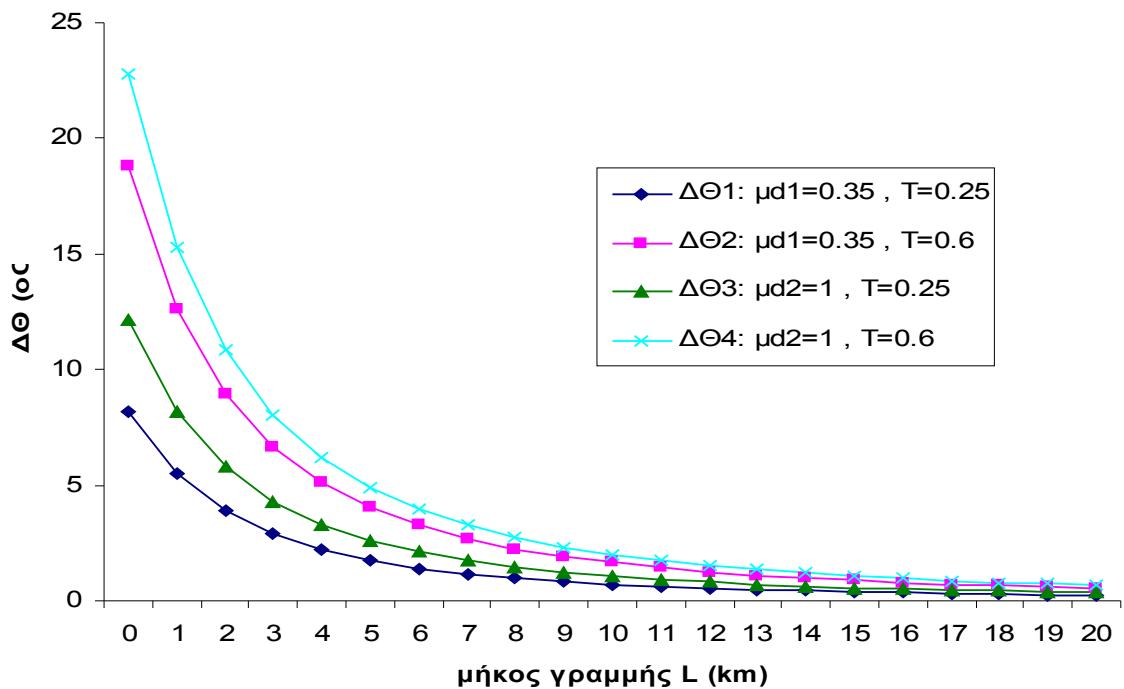
Γραμμή: A=95mm², R_{γρ}/km=0,215Ω/km, X_{γρ}/km=0,334Ω/km

t=0,15sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	8,152	11,53	16,3	18,78	26,56	37,57	12,15	17,18	24,3	22,78	32,22	45,56
1	5,482	7,753	10,96	12,63	17,86	25,26	8,171	11,56	16,34	15,32	21,67	30,64
2	3,887	5,497	7,774	8,956	12,67	17,91	5,793	8,193	11,59	10,86	15,36	21,73
3	2,88	4,073	5,76	6,635	9,384	13,27	4,292	6,07	8,584	8,048	11,38	16,1
4	2,211	3,126	4,421	5,094	7,204	10,19	3,295	4,66	6,59	6,178	8,737	12,36
5	1,746	2,47	3,493	4,024	5,691	8,048	2,603	3,681	5,206	4,881	6,902	9,761
6	1,413	1,998	2,825	3,255	4,603	6,51	2,105	2,977	4,211	3,948	5,583	7,895
7	1,165	1,648	2,33	2,684	3,796	5,369	1,736	2,456	3,473	3,256	4,604	6,511
8	0,977	1,381	1,953	2,25	3,182	4,5	1,456	2,058	2,911	2,729	3,86	5,458
9	0,83	1,174	1,66	1,913	2,705	3,825	1,237	1,75	2,474	2,32	3,281	4,64
10	0,714	1,01	1,428	1,645	2,327	3,29	1,064	1,505	2,128	1,995	2,822	3,991
11	0,621	0,878	1,241	1,43	2,022	2,86	0,925	1,308	1,85	1,734	2,453	3,468
12	0,544	0,77	1,088	1,254	1,773	2,508	0,811	1,147	1,622	1,521	2,151	3,042
13	0,481	0,68	0,962	1,108	1,568	2,217	0,717	1,014	1,434	1,344	1,901	2,689
14	0,428	0,606	0,857	0,987	1,396	1,974	0,638	0,903	1,277	1,197	1,693	2,394
15	0,384	0,543	0,767	0,884	1,25	1,768	0,572	0,809	1,144	1,072	1,516	2,144
16	0,346	0,489	0,691	0,796	1,126	1,593	0,515	0,729	1,03	0,966	1,366	1,932
17	0,313	0,443	0,626	0,721	1,02	1,442	0,467	0,66	0,933	0,875	1,237	1,75
18	0,285	0,403	0,57	0,656	0,928	1,312	0,424	0,6	0,849	0,796	1,125	1,592
19	0,26	0,368	0,52	0,6	0,848	1,199	0,388	0,548	0,776	0,727	1,028	1,454
20	0,239	0,337	0,477	0,55	0,778	1,1	0,356	0,503	0,711	0,667	0,943	1,334

Πίνακας 5.1.6-2 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη ΜΤ. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV
t=0,15sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.6-2 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV, t=0.15sec

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	3,2	6875	2406,3	8,524	19,16	15,19	25,82
1	0,215	0,334	3,9022	5637,88	1973,3	5,732	12,88	10,21	17,36
2	0,43	0,668	4,6342	4747,27	1661,5	4,064	9,134	7,242	12,31
3	0,645	1,002	5,384	4086,17	1430,2	3,011	6,767	5,365	9,121
4	0,86	1,336	6,145	3580,13	1253	2,312	5,195	4,119	7,002
5	1,075	1,67	6,9136	3182,15	1113,8	1,826	4,104	3,254	5,531
6	1,29	2,004	7,6874	2861,84	1001,6	1,477	3,319	2,632	4,474
7	1,505	2,338	8,465	2598,94	909,63	1,218	2,737	2,17	3,69
8	1,72	2,672	9,2455	2379,55	832,84	1,021	2,295	1,819	3,093
9	1,935	3,006	10,028	2193,83	767,84	0,868	1,951	1,547	2,629
10	2,15	3,34	10,813	2034,68	712,14	0,747	1,678	1,33	2,261
11	2,365	3,674	11,598	1896,83	663,89	0,649	1,458	1,156	1,965
12	2,58	4,008	12,385	1776,32	621,71	0,569	1,279	1,014	1,724
13	2,795	4,342	13,173	1670,09	584,53	0,503	1,13	0,896	1,524
14	3,01	4,676	13,961	1575,77	551,52	0,448	1,006	0,798	1,356
15	3,225	5,01	14,751	1491,46	522,01	0,401	0,902	0,715	1,215
16	3,44	5,344	15,54	1415,67	495,49	0,361	0,812	0,644	1,095
17	3,655	5,678	16,33	1347,18	471,51	0,327	0,736	0,583	0,991
18	3,87	6,012	17,121	1284,97	449,74	0,298	0,669	0,531	0,902
19	4,085	6,346	17,912	1228,23	429,88	0,272	0,611	0,485	0,824
20	4,3	6,68	18,703	1176,27	411,7	0,25	0,561	0,445	0,756
21	4,515	7,014	19,495	1128,52	394,98	0,23	0,516	0,409	0,696
22	4,73	7,348	20,286	1084,48	379,57	0,212	0,477	0,378	0,642
23	4,945	7,682	21,078	1043,73	365,31	0,196	0,442	0,35	0,595
24	5,16	8,016	21,87	1005,93	352,08	0,182	0,41	0,325	0,553
25	5,375	8,35	22,662	970,767	339,77	0,17	0,382	0,303	0,515
26	5,59	8,684	23,455	937,971	328,29	0,159	0,357	0,283	0,481
27	5,805	9,018	24,247	907,313	317,56	0,148	0,334	0,265	0,45
28	6,02	9,352	25,04	878,592	307,51	0,139	0,313	0,248	0,422
29	6,235	9,686	25,833	851,63	298,07	0,131	0,294	0,233	0,396
30	6,45	10,02	26,626	826,27	289,19	0,123	0,277	0,219	0,373
31	6,665	10,354	27,419	802,374	280,83	0,116	0,261	0,207	0,352
32	6,88	10,688	28,212	779,819	272,94	0,11	0,246	0,195	0,332
33	7,095	11,022	29,005	758,496	265,47	0,104	0,233	0,185	0,314
34	7,31	11,356	29,798	738,306	258,41	0,098	0,221	0,175	0,298
35	7,525	11,69	30,591	719,161	251,71	0,093	0,21	0,166	0,283
36	7,74	12,024	31,384	700,983	245,34	0,089	0,199	0,158	0,268
37	7,955	12,358	32,178	683,7	239,29	0,084	0,189	0,15	0,255
38	8,17	12,692	32,971	667,248	233,54	0,08	0,18	0,143	0,243
39	8,385	13,026	33,765	651,567	228,05	0,077	0,172	0,136	0,232
40	8,6	13,36	34,558	636,607	222,81	0,073	0,164	0,13	0,221
41	8,815	13,694	35,352	622,317	217,81	0,07	0,157	0,124	0,212
42	9,03	14,028	36,145	608,653	213,03	0,067	0,15	0,119	0,202
43	9,245	14,362	36,939	595,577	208,45	0,064	0,144	0,114	0,194
44	9,46	14,696	37,733	583,049	204,07	0,061	0,138	0,109	0,186
45	9,675	15,03	38,526	571,038	199,86	0,059	0,132	0,105	0,178
46	9,89	15,364	39,32	559,511	195,83	0,056	0,127	0,101	0,171
47	10,105	15,698	40,114	548,44	191,95	0,054	0,122	0,097	0,164
48	10,32	16,032	40,908	537,798	188,23	0,052	0,117	0,093	0,158
49	10,535	16,366	41,701	527,561	184,65	0,05	0,113	0,089	0,152
50	10,75	16,7	42,495	517,706	181,2	0,048	0,109	0,086	0,146

Πίνακας 5.1.6-3: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 50MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{\text{ΜΣ}} = 0,048\Omega$, $X_{\text{ΜΣ}} = 1,599\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{yρ}/km=0,215Ω/km, X_{yρ}/km=0,334Ω/km

t=0,25sec, T=0,25sec (για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta \theta_2, \Delta \theta_4$)

για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_2, \Delta \theta_3, \Delta \theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	43,289	508,212	177,87	0,047	0,105	0,083	0,141
52	11,18	17,368	44,083	499,06	174,67	0,045	0,101	0,08	0,136
53	11,395	17,702	44,877	490,231	171,58	0,043	0,097	0,077	0,131
54	11,61	18,036	45,671	481,709	168,6	0,042	0,094	0,075	0,127
55	11,825	18,37	46,465	473,479	165,72	0,04	0,091	0,072	0,122
56	12,04	18,704	47,259	465,524	162,93	0,039	0,088	0,07	0,118
57	12,255	19,038	48,053	457,832	160,24	0,038	0,085	0,067	0,115
58	12,47	19,372	48,846	450,391	157,64	0,037	0,082	0,065	0,111
59	12,685	19,706	49,64	443,187	155,12	0,035	0,08	0,063	0,107
60	12,9	20,04	50,434	436,21	152,67	0,034	0,077	0,061	0,104
61	13,115	20,374	51,228	429,449	150,31	0,033	0,075	0,059	0,101
62	13,33	20,708	52,023	422,894	148,01	0,032	0,072	0,057	0,098
63	13,545	21,042	52,817	416,536	145,79	0,031	0,07	0,056	0,095
64	13,76	21,376	53,611	410,367	143,63	0,03	0,068	0,054	0,092
65	13,975	21,71	54,405	404,377	141,53	0,029	0,066	0,053	0,089
66	14,19	22,044	55,199	398,56	139,5	0,029	0,064	0,051	0,087
67	14,405	22,378	55,993	392,907	137,52	0,028	0,063	0,05	0,084
68	14,62	22,712	56,787	387,413	135,59	0,027	0,061	0,048	0,082
69	14,835	23,046	57,581	382,07	133,72	0,026	0,059	0,047	0,08
70	15,05	23,38	58,375	376,873	131,91	0,026	0,058	0,046	0,078
71	15,265	23,714	59,169	371,815	130,14	0,025	0,056	0,044	0,076
72	15,48	24,048	59,963	366,891	128,41	0,024	0,055	0,043	0,074
73	15,695	24,382	60,758	362,095	126,73	0,024	0,053	0,042	0,072
74	15,91	24,716	61,552	357,423	125,1	0,023	0,052	0,041	0,07
75	16,125	25,05	62,346	352,871	123,5	0,022	0,05	0,04	0,068
76	16,34	25,384	63,14	348,432	121,95	0,022	0,049	0,039	0,066
77	16,555	25,718	63,934	344,104	120,44	0,021	0,048	0,038	0,065
78	16,77	26,052	64,728	339,882	118,96	0,021	0,047	0,037	0,063
79	16,985	26,386	65,522	335,763	117,52	0,02	0,046	0,036	0,062
80	17,2	26,72	66,317	331,742	116,11	0,02	0,045	0,035	0,06
81	17,415	27,054	67,111	327,816	114,74	0,019	0,044	0,035	0,059
82	17,63	27,388	67,905	323,982	113,39	0,019	0,043	0,034	0,057
83	17,845	27,722	68,699	320,236	112,08	0,018	0,042	0,033	0,056
84	18,06	28,056	69,493	316,577	110,8	0,018	0,041	0,032	0,055
85	18,275	28,39	70,288	312,999	109,55	0,018	0,04	0,031	0,054
86	18,49	28,724	71,082	309,502	108,33	0,017	0,039	0,031	0,052
87	18,705	29,058	71,876	306,082	107,13	0,017	0,038	0,03	0,051
88	18,92	29,392	72,67	302,737	105,96	0,017	0,037	0,029	0,05
89	19,135	29,726	73,465	299,464	104,81	0,016	0,036	0,029	0,049
90	19,35	30,06	74,259	296,261	103,69	0,016	0,036	0,028	0,048
91	19,565	30,394	75,053	293,126	102,59	0,015	0,035	0,028	0,047
92	19,78	30,728	75,847	290,057	101,52	0,015	0,034	0,027	0,046
93	19,995	31,062	76,642	287,051	100,47	0,015	0,033	0,026	0,045
94	20,21	31,396	77,436	284,106	99,437	0,015	0,033	0,026	0,044
95	20,425	31,73	78,23	281,222	98,428	0,014	0,032	0,025	0,043
96	20,64	32,064	79,024	278,395	97,438	0,014	0,031	0,025	0,042
97	20,855	32,398	79,819	275,625	96,469	0,014	0,031	0,024	0,041
98	21,07	32,732	80,613	272,909	95,518	0,013	0,03	0,024	0,041
99	21,285	33,066	81,407	270,247	94,586	0,013	0,03	0,023	0,04
100	21,5	33,4	82,201	267,635	93,672	0,013	0,029	0,023	0,039

Συνέχεια Πίνακα 5.1.6-3: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με

$$R_{\delta} = 0$$

$$P_N = 50MVA, \text{ACSR}=95mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,048\Omega, X_{\Sigma} = 1,599\Omega$$

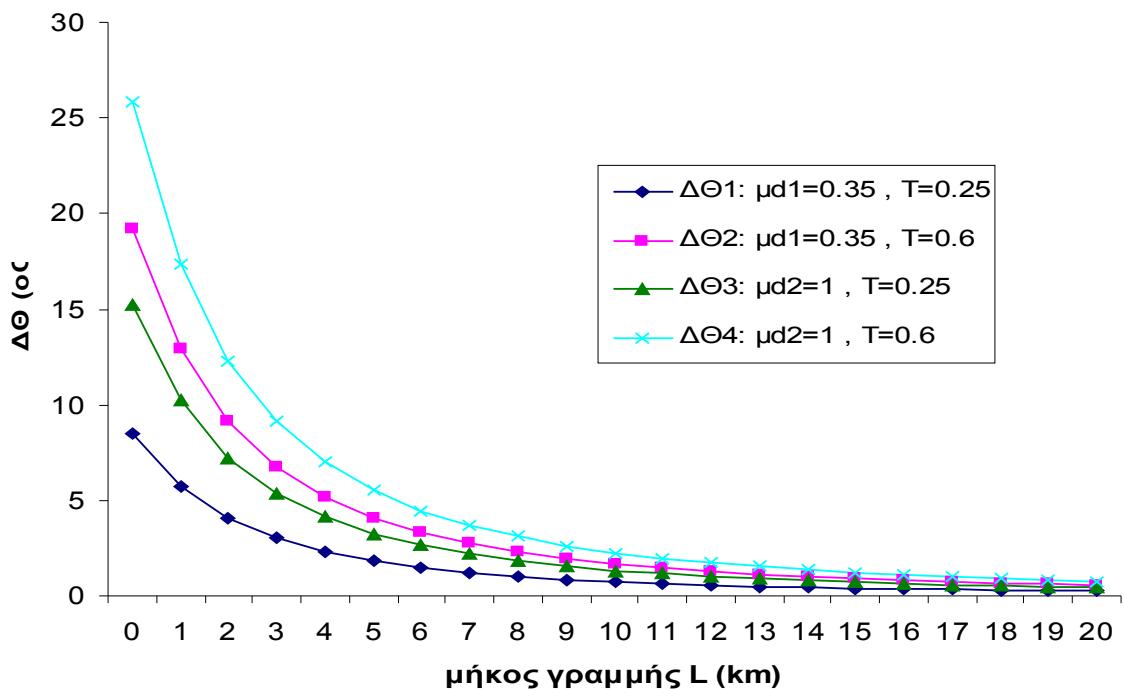
$$\text{Γραμμή: A=95mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$$

$$t=0,25\text{sec}, T=0,25\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_3) \text{ και } T=0,6\text{sec} (\text{για } \Delta\theta_2, \Delta\theta_4)$$

$$\text{για } \Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4 \text{ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40}$$

ON-OFF	1°	$2\circ$	$3\circ$	$1o$	$2o$	$3o$	$1o$	$2o$	$3o$	$1o$	$2o$	$3o$
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	8,524	12,06	17,05	19,16	27,09	38,31	15,19	21,48	30,38	25,82	36,51	51,64
1	5,732	8,107	11,46	12,88	18,22	25,76	10,21	14,44	20,43	17,36	24,56	34,73
2	4,064	5,748	8,129	9,134	12,92	18,27	7,242	10,24	14,48	12,31	17,41	24,62
3	3,011	4,258	6,022	6,767	9,57	13,53	5,365	7,587	10,73	9,121	12,9	18,24
4	2,312	3,269	4,623	5,195	7,346	10,39	4,119	5,825	8,237	7,002	9,902	14
5	1,826	2,583	3,652	4,104	5,804	8,208	3,254	4,602	6,508	5,531	7,823	11,06
6	1,477	2,089	2,954	3,319	4,694	6,639	2,632	3,722	5,263	4,474	6,327	8,948
7	1,218	1,723	2,436	2,737	3,871	5,475	2,17	3,069	4,341	3,69	5,218	7,379
8	1,021	1,444	2,042	2,295	3,245	4,59	1,819	2,573	3,639	3,093	4,374	6,186
9	0,868	1,228	1,736	1,951	2,758	3,901	1,547	2,187	3,093	2,629	3,718	5,258
10	0,747	1,056	1,493	1,678	2,373	3,356	1,33	1,881	2,661	2,261	3,198	4,523
11	0,649	0,918	1,298	1,458	2,062	2,916	1,156	1,635	2,312	1,965	2,78	3,931
12	0,569	0,805	1,138	1,279	1,808	2,558	1,014	1,434	2,028	1,724	2,438	3,447
13	0,503	0,711	1,006	1,13	1,599	2,261	0,896	1,267	1,793	1,524	2,155	3,047
14	0,448	0,633	0,896	1,006	1,423	2,013	0,798	1,128	1,596	1,356	1,918	2,713
15	0,401	0,567	0,802	0,902	1,275	1,803	0,715	1,011	1,43	1,215	1,718	2,43
16	0,361	0,511	0,723	0,812	1,149	1,624	0,644	0,911	1,288	1,095	1,548	2,19
17	0,327	0,463	0,655	0,736	1,04	1,471	0,583	0,825	1,166	0,991	1,402	1,983
18	0,298	0,421	0,596	0,669	0,946	1,338	0,531	0,75	1,061	0,902	1,276	1,804
19	0,272	0,385	0,544	0,611	0,865	1,223	0,485	0,686	0,969	0,824	1,165	1,648
20	0,25	0,353	0,499	0,561	0,793	1,122	0,445	0,629	0,889	0,756	1,069	1,512

Πίνακας 5.1.6-4 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη ΜΤ. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV
t=0,25sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.6-3 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV, t=0.25sec

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
0	0	0	3,2	6875	2406,3	9,082	19,71	19,74	30,38
1	0,215	0,334	3,9022	5637,88	1973,3	6,108	13,26	13,28	20,43
2	0,43	0,668	4,6342	4747,27	1661,5	4,331	9,4	9,414	14,48
3	0,645	1,002	5,384	4086,17	1430,2	3,208	6,964	6,975	10,73
4	0,86	1,336	6,145	3580,13	1253	2,463	5,346	5,354	8,237
5	1,075	1,67	6,9136	3182,15	1113,8	1,946	4,223	4,23	6,508
6	1,29	2,004	7,6874	2861,84	1001,6	1,574	3,416	3,421	5,263
7	1,505	2,338	8,465	2598,94	909,63	1,298	2,817	2,822	4,341
8	1,72	2,672	9,2455	2379,55	832,84	1,088	2,362	2,365	3,639
9	1,935	3,006	10,028	2193,83	767,84	0,925	2,007	2,01	3,093
10	2,15	3,34	10,813	2034,68	712,14	0,796	1,727	1,729	2,661
11	2,365	3,674	11,598	1896,83	663,89	0,691	1,501	1,503	2,312
12	2,58	4,008	12,385	1776,32	621,71	0,606	1,316	1,318	2,028
13	2,795	4,342	13,173	1670,09	584,53	0,536	1,163	1,165	1,793
14	3,01	4,676	13,961	1575,77	551,52	0,477	1,036	1,037	1,596
15	3,225	5,01	14,751	1491,46	522,01	0,427	0,928	0,929	1,43
16	3,44	5,344	15,54	1415,67	495,49	0,385	0,836	0,837	1,288
17	3,655	5,678	16,33	1347,18	471,51	0,349	0,757	0,758	1,166
18	3,87	6,012	17,121	1284,97	449,74	0,317	0,689	0,69	1,061
19	4,085	6,346	17,912	1228,23	429,88	0,29	0,629	0,63	0,969
20	4,3	6,68	18,703	1176,27	411,7	0,266	0,577	0,578	0,889
21	4,515	7,014	19,495	1128,52	394,98	0,245	0,531	0,532	0,818
22	4,73	7,348	20,286	1084,48	379,57	0,226	0,491	0,491	0,756
23	4,945	7,682	21,078	1043,73	365,31	0,209	0,454	0,455	0,7
24	5,16	8,016	21,87	1005,93	352,08	0,194	0,422	0,423	0,65
25	5,375	8,35	22,662	970,767	339,77	0,181	0,393	0,394	0,606
26	5,59	8,684	23,455	937,971	328,29	0,169	0,367	0,368	0,565
27	5,805	9,018	24,247	907,313	317,56	0,158	0,343	0,344	0,529
28	6,02	9,352	25,04	878,592	307,51	0,148	0,322	0,322	0,496
29	6,235	9,686	25,833	851,63	298,07	0,139	0,303	0,303	0,466
30	6,45	10,02	26,626	826,27	289,19	0,131	0,285	0,285	0,439
31	6,665	10,354	27,419	802,374	280,83	0,124	0,269	0,269	0,414
32	6,88	10,688	28,212	779,819	272,94	0,117	0,254	0,254	0,391
33	7,095	11,022	29,005	758,496	265,47	0,111	0,24	0,24	0,37
34	7,31	11,356	29,798	738,306	258,41	0,105	0,227	0,228	0,35
35	7,525	11,69	30,591	719,161	251,71	0,099	0,216	0,216	0,332
36	7,74	12,024	31,384	700,983	245,34	0,094	0,205	0,205	0,316
37	7,955	12,358	32,178	683,7	239,29	0,09	0,195	0,195	0,3
38	8,17	12,692	32,971	667,248	233,54	0,086	0,186	0,186	0,286
39	8,385	13,026	33,765	651,567	228,05	0,082	0,177	0,177	0,273
40	8,6	13,36	34,558	636,607	222,81	0,078	0,169	0,169	0,26
41	8,815	13,694	35,352	622,317	217,81	0,074	0,162	0,162	0,249
42	9,03	14,028	36,145	608,653	213,03	0,071	0,155	0,155	0,238
43	9,245	14,362	36,939	595,577	208,45	0,068	0,148	0,148	0,228
44	9,46	14,696	37,733	583,049	204,07	0,065	0,142	0,142	0,218
45	9,675	15,03	38,526	571,038	199,86	0,063	0,136	0,136	0,21
46	9,89	15,364	39,32	559,511	195,83	0,06	0,131	0,131	0,201
47	10,105	15,698	40,114	548,44	191,95	0,058	0,125	0,126	0,193
48	10,32	16,032	40,908	537,798	188,23	0,056	0,121	0,121	0,186
49	10,535	16,366	41,701	527,561	184,65	0,053	0,116	0,116	0,179
50	10,75	16,7	42,495	517,706	181,2	0,052	0,112	0,112	0,172

Πίνακας 5.1.6-5: Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 50MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{\Sigma} = 0,048\Omega$, $X_{\Sigma} = 1,599\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{γρ}/km=0,215Ω/km, X_{γρ}/km=0,334Ω/km

t=0,4sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	43,289	508,212	177,87	0,05	0,108	0,108	0,166
52	11,18	17,368	44,083	499,06	174,67	0,048	0,104	0,104	0,16
53	11,395	17,702	44,877	490,231	171,58	0,046	0,1	0,1	0,154
54	11,61	18,036	45,671	481,709	168,6	0,045	0,097	0,097	0,149
55	11,825	18,37	46,465	473,479	165,72	0,043	0,094	0,094	0,144
56	12,04	18,704	47,259	465,524	162,93	0,042	0,09	0,091	0,139
57	12,255	19,038	48,053	457,832	160,24	0,04	0,087	0,088	0,135
58	12,47	19,372	48,846	450,391	157,64	0,039	0,085	0,085	0,13
59	12,685	19,706	49,64	443,187	155,12	0,038	0,082	0,082	0,126
60	12,9	20,04	50,434	436,21	152,67	0,037	0,079	0,079	0,122
61	13,115	20,374	51,228	429,449	150,31	0,035	0,077	0,077	0,119
62	13,33	20,708	52,023	422,894	148,01	0,034	0,075	0,075	0,115
63	13,545	21,042	52,817	416,536	145,79	0,033	0,072	0,072	0,112
64	13,76	21,376	53,611	410,367	143,63	0,032	0,07	0,07	0,108
65	13,975	21,71	54,405	404,377	141,53	0,031	0,068	0,068	0,105
66	14,19	22,044	55,199	398,56	139,5	0,031	0,066	0,066	0,102
67	14,405	22,378	55,993	392,907	137,52	0,03	0,064	0,064	0,099
68	14,62	22,712	56,787	387,413	135,59	0,029	0,063	0,063	0,096
69	14,835	23,046	57,581	382,07	133,72	0,028	0,061	0,061	0,094
70	15,05	23,38	58,375	376,873	131,91	0,027	0,059	0,059	0,091
71	15,265	23,714	59,169	371,815	130,14	0,027	0,058	0,058	0,089
72	15,48	24,048	59,963	366,891	128,41	0,026	0,056	0,056	0,087
73	15,695	24,382	60,758	362,095	126,73	0,025	0,055	0,055	0,084
74	15,91	24,716	61,552	357,423	125,1	0,025	0,053	0,053	0,082
75	16,125	25,05	62,346	352,871	123,5	0,024	0,052	0,052	0,08
76	16,34	25,384	63,14	348,432	121,95	0,023	0,051	0,051	0,078
77	16,555	25,718	63,934	344,104	120,44	0,023	0,049	0,049	0,076
78	16,77	26,052	64,728	339,882	118,96	0,022	0,048	0,048	0,074
79	16,985	26,386	65,522	335,763	117,52	0,022	0,047	0,047	0,072
80	17,2	26,72	66,317	331,742	116,11	0,021	0,046	0,046	0,071
81	17,415	27,054	67,111	327,816	114,74	0,021	0,045	0,045	0,069
82	17,63	27,388	67,905	323,982	113,39	0,02	0,044	0,044	0,067
83	17,845	27,722	68,699	320,236	112,08	0,02	0,043	0,043	0,066
84	18,06	28,056	69,493	316,577	110,8	0,019	0,042	0,042	0,064
85	18,275	28,39	70,288	312,999	109,55	0,019	0,041	0,041	0,063
86	18,49	28,724	71,082	309,502	108,33	0,018	0,04	0,04	0,062
87	18,705	29,058	71,876	306,082	107,13	0,018	0,039	0,039	0,06
88	18,92	29,392	72,67	302,737	105,96	0,018	0,038	0,038	0,059
89	19,135	29,726	73,465	299,464	104,81	0,017	0,037	0,037	0,058
90	19,35	30,06	74,259	296,261	103,69	0,017	0,037	0,037	0,056
91	19,565	30,394	75,053	293,126	102,59	0,017	0,036	0,036	0,055
92	19,78	30,728	75,847	290,057	101,52	0,016	0,035	0,035	0,054
93	19,995	31,062	76,642	287,051	100,47	0,016	0,034	0,034	0,053
94	20,21	31,396	77,436	284,106	99,437	0,016	0,034	0,034	0,052
95	20,425	31,73	78,23	281,222	98,428	0,015	0,033	0,033	0,051
96	20,64	32,064	79,024	278,395	97,438	0,015	0,032	0,032	0,05
97	20,855	32,398	79,819	275,625	96,469	0,015	0,032	0,032	0,049
98	21,07	32,732	80,613	272,909	95,518	0,014	0,031	0,031	0,048
99	21,285	33,066	81,407	270,247	94,586	0,014	0,03	0,031	0,047
100	21,5	33,4	82,201	267,635	93,672	0,014	0,03	0,03	0,046

Συνέχεια Πίνακα 5.1.6-5: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_{\delta} = 0$,

$$P_N = 50 \text{MVA}, \text{ACSR}=95 \text{mm}^2,$$

ΜΣ 150kV/20kV: $R_{\Sigma} = 0,048\Omega$, $X_{\Sigma} = 1,599\Omega$

Γραμμή: $A=95\text{mm}^2$, $R_{\gamma\rho}/\text{km}=0,215\Omega/\text{km}$, $X_{\gamma\rho}/\text{km}=0,334\Omega/\text{km}$

t=0,4sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

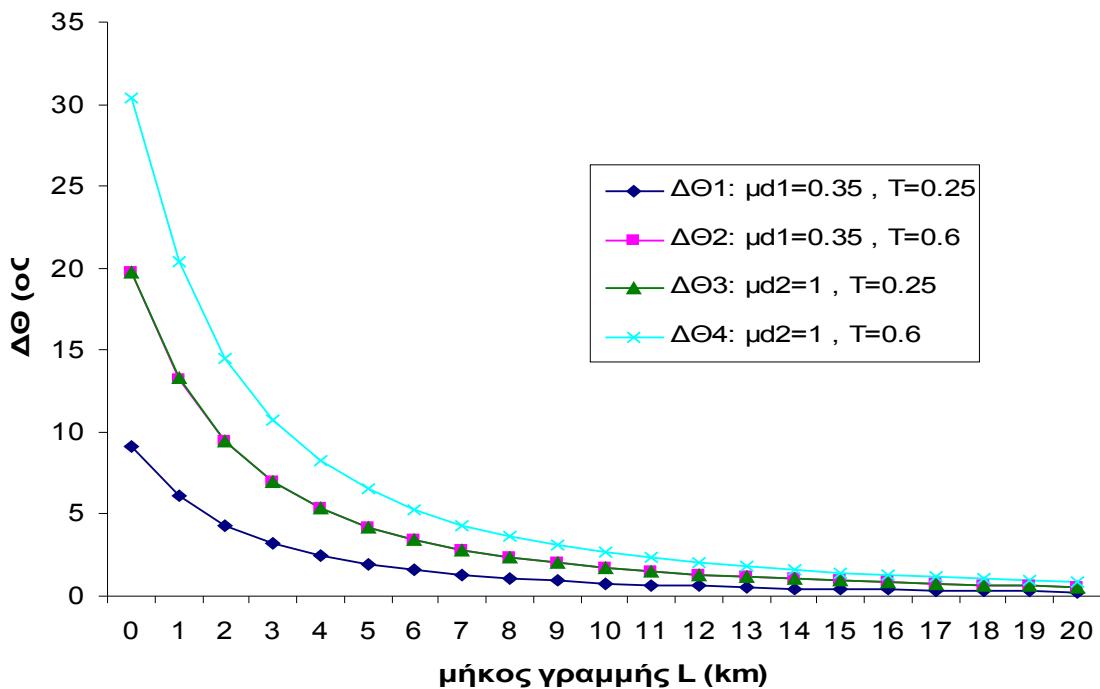
ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	9,082	12,84	18,16	19,71	27,88	39,43	19,74	27,92	39,49	30,38	42,96	60,75
1	6,108	8,638	12,22	13,26	18,75	26,51	13,28	18,78	26,56	20,43	28,89	40,85
2	4,331	6,124	8,661	9,4	13,29	18,8	9,414	13,31	18,83	14,48	20,48	28,97
3	3,208	4,537	6,417	6,964	9,849	13,93	6,975	9,864	13,95	10,73	15,17	21,46
4	2,463	3,483	4,926	5,346	7,56	10,69	5,354	7,572	10,71	8,237	11,65	16,47
5	1,946	2,752	3,892	4,223	5,973	8,447	4,23	5,982	8,46	6,508	9,203	13,02
6	1,574	2,226	3,148	3,416	4,831	6,832	3,421	4,838	6,843	5,263	7,444	10,53
7	1,298	1,836	2,596	2,817	3,984	5,634	2,822	3,99	5,643	4,341	6,139	8,682
8	1,088	1,539	2,176	2,362	3,34	4,723	2,365	3,345	4,731	3,639	5,146	7,278
9	0,925	1,308	1,85	2,007	2,839	4,015	2,01	2,843	4,021	3,093	4,374	6,186
10	0,796	1,125	1,591	1,727	2,442	3,453	1,729	2,446	3,459	2,661	3,763	5,321
11	0,691	0,978	1,383	1,501	2,122	3,001	1,503	2,126	3,006	2,312	3,27	4,625
12	0,606	0,857	1,213	1,316	1,861	2,632	1,318	1,864	2,636	2,028	2,868	4,056
13	0,536	0,758	1,072	1,163	1,645	2,327	1,165	1,648	2,33	1,793	2,535	3,585
14	0,477	0,675	0,954	1,036	1,465	2,071	1,037	1,467	2,074	1,596	2,257	3,192
15	0,427	0,604	0,855	0,928	1,312	1,856	0,929	1,314	1,858	1,43	2,022	2,859
16	0,385	0,545	0,77	0,836	1,182	1,672	0,837	1,184	1,674	1,288	1,821	2,576
17	0,349	0,493	0,697	0,757	1,071	1,514	0,758	1,072	1,516	1,166	1,649	2,333
18	0,317	0,449	0,635	0,689	0,974	1,377	0,69	0,975	1,379	1,061	1,501	2,122
19	0,29	0,41	0,58	0,629	0,89	1,258	0,63	0,891	1,26	0,969	1,371	1,939
20	0,266	0,376	0,532	0,577	0,816	1,154	0,578	0,817	1,156	0,889	1,258	1,778

Πίνακας 5.1.6-6 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR

95mm² στη ΜΤ. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα, S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV

t=0,4sec, ℓ=0-20km

για $\Delta\theta_1$, $\Delta\theta_2$, $\Delta\theta_3$, $\Delta\theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.6-4 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος

Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=50MVA,

ΜΣ 150kV/20kV,

t=0.4sec

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0,35I _{d2} (A)	Δ θ ₁ (°C)	Δ θ ₂ (°C)	Δ θ ₃ (°C)	Δ θ ₄ (°C)
0	0	0	3,2	6875	2406,3	11,31	21,95	37,97	48,6
1	0,215	0,334	3,9022	5637,88	1973,3	7,609	14,76	25,53	32,68
2	0,43	0,668	4,6342	4747,27	1661,5	5,395	10,46	18,1	23,17
3	0,645	1,002	5,384	4086,17	1430,2	3,997	7,753	13,41	17,17
4	0,86	1,336	6,145	3580,13	1253	3,068	5,951	10,3	13,18
5	1,075	1,67	6,9136	3182,15	1113,8	2,424	4,702	8,135	10,41
6	1,29	2,004	7,6874	2861,84	1001,6	1,961	3,803	6,579	8,422
7	1,505	2,338	8,465	2598,94	909,63	1,617	3,136	5,426	6,945
8	1,72	2,672	9,2455	2379,55	832,84	1,355	2,629	4,549	5,822
9	1,935	3,006	10,028	2193,83	767,84	1,152	2,235	3,866	4,949
10	2,15	3,34	10,813	2034,68	712,14	0,991	1,922	3,326	4,257
11	2,365	3,674	11,598	1896,83	663,89	0,861	1,671	2,89	3,7
12	2,58	4,008	12,385	1776,32	621,71	0,755	1,465	2,535	3,244
13	2,795	4,342	13,173	1670,09	584,53	0,668	1,295	2,241	2,868
14	3,01	4,676	13,961	1575,77	551,52	0,594	1,153	1,995	2,553
15	3,225	5,01	14,751	1491,46	522,01	0,533	1,033	1,787	2,287
16	3,44	5,344	15,54	1415,67	495,49	0,48	0,931	1,61	2,061
17	3,655	5,678	16,33	1347,18	471,51	0,434	0,843	1,458	1,866
18	3,87	6,012	17,121	1284,97	449,74	0,395	0,767	1,326	1,698
19	4,085	6,346	17,912	1228,23	429,88	0,361	0,7	1,212	1,551
20	4,3	6,68	18,703	1176,27	411,7	0,331	0,642	1,111	1,423
21	4,515	7,014	19,495	1128,52	394,98	0,305	0,591	1,023	1,31
22	4,73	7,348	20,286	1084,48	379,57	0,282	0,546	0,945	1,209
23	4,945	7,682	21,078	1043,73	365,31	0,261	0,506	0,875	1,12
24	5,16	8,016	21,87	1005,93	352,08	0,242	0,47	0,813	1,04
25	5,375	8,35	22,662	970,767	339,77	0,226	0,438	0,757	0,969
26	5,59	8,684	23,455	937,971	328,29	0,211	0,409	0,707	0,905
27	5,805	9,018	24,247	907,313	317,56	0,197	0,382	0,661	0,846
28	6,02	9,352	25,04	878,592	307,51	0,185	0,358	0,62	0,794
29	6,235	9,686	25,833	851,63	298,07	0,174	0,337	0,583	0,746
30	6,45	10,02	26,626	826,27	289,19	0,163	0,317	0,548	0,702
31	6,665	10,354	27,419	802,374	280,83	0,154	0,299	0,517	0,662
32	6,88	10,688	28,212	779,819	272,94	0,146	0,282	0,489	0,625
33	7,095	11,022	29,005	758,496	265,47	0,138	0,267	0,462	0,592
34	7,31	11,356	29,798	738,306	258,41	0,13	0,253	0,438	0,56
35	7,525	11,69	30,591	719,161	251,71	0,124	0,24	0,415	0,532
36	7,74	12,024	31,384	700,983	245,34	0,118	0,228	0,395	0,505
37	7,955	12,358	32,178	683,7	239,29	0,112	0,217	0,376	0,481
38	8,17	12,692	32,971	667,248	233,54	0,107	0,207	0,358	0,458
39	8,385	13,026	33,765	651,567	228,05	0,102	0,197	0,341	0,437
40	8,6	13,36	34,558	636,607	222,81	0,097	0,188	0,326	0,417
41	8,815	13,694	35,352	622,317	217,81	0,093	0,18	0,311	0,398
42	9,03	14,028	36,145	608,653	213,03	0,089	0,172	0,298	0,381
43	9,245	14,362	36,939	595,577	208,45	0,085	0,165	0,285	0,365
44	9,46	14,696	37,733	583,049	204,07	0,081	0,158	0,273	0,35
45	9,675	15,03	38,526	571,038	199,86	0,078	0,151	0,262	0,335
46	9,89	15,364	39,32	559,511	195,83	0,075	0,145	0,251	0,322
47	10,105	15,698	40,114	548,44	191,95	0,072	0,14	0,242	0,309
48	10,32	16,032	40,908	537,798	188,23	0,069	0,134	0,232	0,297
49	10,535	16,366	41,701	527,561	184,65	0,067	0,129	0,224	0,286
50	10,75	16,7	42,495	517,706	181,2	0,064	0,124	0,215	0,276

Πίνακας 5.1.6-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$, $P_N = 50MVA$,

ACSR=95 mm², ΜΣ 150kV/20kV: $R_{\Sigma} = 0,048\Omega$, $X_{\Sigma} = 1,599\Omega$

Γραμμή: A=95mm², R_{yρ}/km=0,215Ω/km, X_{yρ}/km=0,334Ω/km

t=1sec, T=0,25sec (για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta \theta_2, \Delta \theta_4$)

για $\Delta \theta_1, \Delta \theta_2, \Delta \theta_3, \Delta \theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	I _{d1} = 0.35I _{d2} (A)	Δθ ₁ (°C)	Δθ ₂ (°C)	Δθ ₃ (°C)	Δθ ₄ (°C)
51	10,965	17,034	43,289	508,212	177,87	0,062	0,12	0,207	0,266
52	11,18	17,368	44,083	499,06	174,67	0,06	0,116	0,2	0,256
53	11,395	17,702	44,877	490,231	171,58	0,058	0,112	0,193	0,247
54	11,61	18,036	45,671	481,709	168,6	0,056	0,108	0,186	0,239
55	11,825	18,37	46,465	473,479	165,72	0,054	0,104	0,18	0,231
56	12,04	18,704	47,259	465,524	162,93	0,052	0,101	0,174	0,223
57	12,255	19,038	48,053	457,832	160,24	0,05	0,097	0,168	0,216
58	12,47	19,372	48,846	450,391	157,64	0,049	0,094	0,163	0,209
59	12,685	19,706	49,64	443,187	155,12	0,047	0,091	0,158	0,202
60	12,9	20,04	50,434	436,21	152,67	0,046	0,088	0,153	0,196
61	13,115	20,374	51,228	429,449	150,31	0,044	0,086	0,148	0,19
62	13,33	20,708	52,023	422,894	148,01	0,043	0,083	0,144	0,184
63	13,545	21,042	52,817	416,536	145,79	0,042	0,081	0,139	0,178
64	13,76	21,376	53,611	410,367	143,63	0,04	0,078	0,135	0,173
65	13,975	21,71	54,405	404,377	141,53	0,039	0,076	0,131	0,168
66	14,19	22,044	55,199	398,56	139,5	0,038	0,074	0,128	0,163
67	14,405	22,378	55,993	392,907	137,52	0,037	0,072	0,124	0,159
68	14,62	22,712	56,787	387,413	135,59	0,036	0,07	0,121	0,154
69	14,835	23,046	57,581	382,07	133,72	0,035	0,068	0,117	0,15
70	15,05	23,38	58,375	376,873	131,91	0,034	0,066	0,114	0,146
71	15,265	23,714	59,169	371,815	130,14	0,033	0,064	0,111	0,142
72	15,48	24,048	59,963	366,891	128,41	0,032	0,063	0,108	0,138
73	15,695	24,382	60,758	362,095	126,73	0,031	0,061	0,105	0,135
74	15,91	24,716	61,552	357,423	125,1	0,031	0,059	0,103	0,131
75	16,125	25,05	62,346	352,871	123,5	0,03	0,058	0,1	0,128
76	16,34	25,384	63,14	348,432	121,95	0,029	0,056	0,098	0,125
77	16,555	25,718	63,934	344,104	120,44	0,028	0,055	0,095	0,122
78	16,77	26,052	64,728	339,882	118,96	0,028	0,054	0,093	0,119
79	16,985	26,386	65,522	335,763	117,52	0,027	0,052	0,091	0,116
80	17,2	26,72	66,317	331,742	116,11	0,026	0,051	0,088	0,113
81	17,415	27,054	67,111	327,816	114,74	0,026	0,05	0,086	0,11
82	17,63	27,388	67,905	323,982	113,39	0,025	0,049	0,084	0,108
83	17,845	27,722	68,699	320,236	112,08	0,025	0,048	0,082	0,105
84	18,06	28,056	69,493	316,577	110,8	0,024	0,047	0,081	0,103
85	18,275	28,39	70,288	312,999	109,55	0,023	0,045	0,079	0,101
86	18,49	28,724	71,082	309,502	108,33	0,023	0,044	0,077	0,098
87	18,705	29,058	71,876	306,082	107,13	0,022	0,044	0,075	0,096
88	18,92	29,392	72,67	302,737	105,96	0,022	0,043	0,074	0,094
89	19,135	29,726	73,465	299,464	104,81	0,021	0,042	0,072	0,092
90	19,35	30,06	74,259	296,261	103,69	0,021	0,041	0,071	0,09
91	19,565	30,394	75,053	293,126	102,59	0,021	0,04	0,069	0,088
92	19,78	30,728	75,847	290,057	101,52	0,02	0,039	0,068	0,087
93	19,995	31,062	76,642	287,051	100,47	0,02	0,038	0,066	0,085
94	20,21	31,396	77,436	284,106	99,437	0,019	0,037	0,065	0,083
95	20,425	31,73	78,23	281,222	98,428	0,019	0,037	0,064	0,081
96	20,64	32,064	79,024	278,395	97,438	0,019	0,036	0,062	0,08
97	20,855	32,398	79,819	275,625	96,469	0,018	0,035	0,061	0,078
98	21,07	32,732	80,613	272,909	95,518	0,018	0,035	0,06	0,077
99	21,285	33,066	81,407	270,247	94,586	0,017	0,034	0,059	0,075
100	21,5	33,4	82,201	267,635	93,672	0,017	0,033	0,058	0,074

Συνέχεια Πίνακα 5.1.6-7: Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος ή στον αέρα με $R_\delta = 0$,

$$P_N = 50MVA, \text{ACSR}=95mm^2,$$

ΜΣ 150kV/20kV: $R_{\Sigma} = 0,048\Omega$, $X_{\Sigma} = 1,599\Omega$

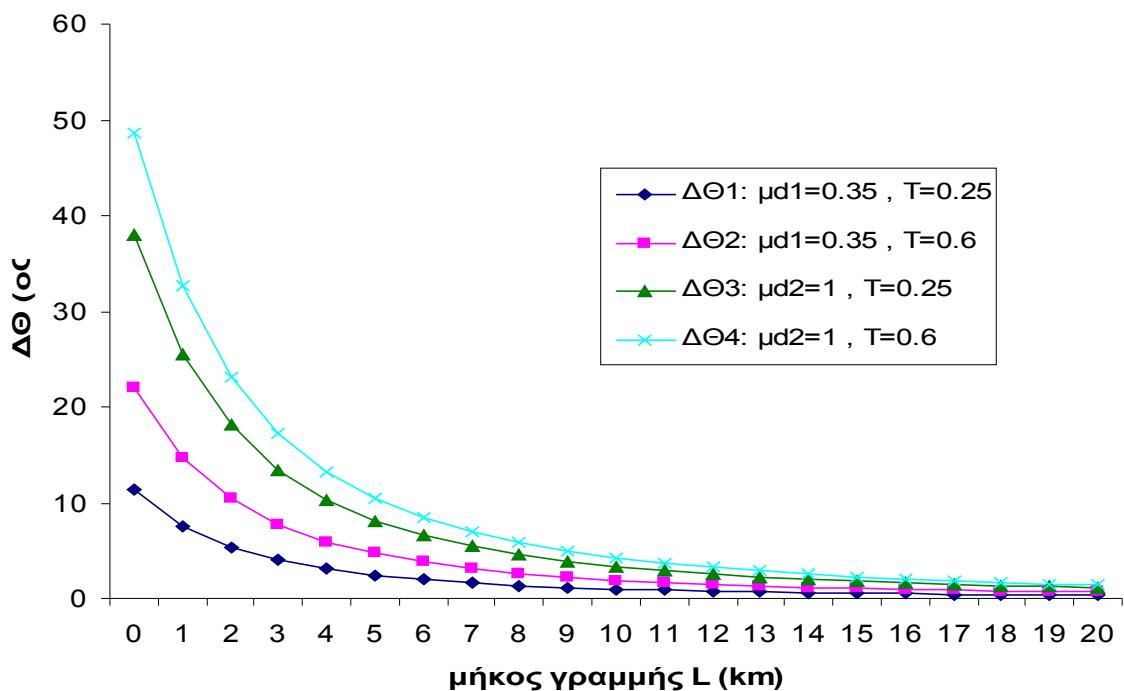
Γραμμή: $A=95mm^2$, $R_{\gamma\rho}/km=0,215\Omega/km$, $X_{\gamma\rho}/km=0,334\Omega/km$

t=1sec, T=0,25sec (για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_3$) και T=0,6sec (για $\Delta\theta_2, \Delta\theta_4$)

για $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ βλ. σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40

ON-OFF	1°	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o	1o	2o	3o
ℓ (km)	$\Delta \theta_1$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_1$ (°C)	$2\Delta \theta_1$ (°C)	$\Delta \theta_2$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_2$ (°C)	$2\Delta \theta_2$ (°C)	$\Delta \theta_3$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_3$ (°C)	$2\Delta \theta_3$ (°C)	$\Delta \theta_4$ (°C)	$\sqrt{2}\Delta \theta_4$ (°C)	$2\Delta \theta_4$ (°C)
0	11,31	16	22,63	21,95	31,04	43,89	37,97	53,7	75,94	48,6	68,73	97,2
1	7,609	10,76	15,22	14,76	20,87	29,52	25,53	36,11	51,07	32,68	46,22	65,37
2	5,395	7,63	10,79	10,46	14,8	20,93	18,1	25,6	36,21	23,17	32,77	46,35
3	3,997	5,653	7,994	7,753	10,96	15,51	13,41	18,97	26,83	17,17	24,28	34,34
4	3,068	4,339	6,137	5,951	8,417	11,9	10,3	14,56	20,59	13,18	18,64	26,36
5	2,424	3,428	4,848	4,702	6,649	9,404	8,135	11,5	16,27	10,41	14,73	20,82
6	1,961	2,773	3,921	3,803	5,378	7,606	6,579	9,305	13,16	8,422	11,91	16,84
7	1,617	2,287	3,234	3,136	4,435	6,273	5,426	7,674	10,85	6,945	9,822	13,89
8	1,355	1,917	2,711	2,629	3,718	5,258	4,549	6,433	9,097	5,822	8,234	11,64
9	1,152	1,629	2,304	2,235	3,16	4,469	3,866	5,468	7,733	4,949	6,999	9,898
10	0,991	1,402	1,982	1,922	2,718	3,844	3,326	4,703	6,651	4,257	6,02	8,514
11	0,861	1,218	1,723	1,671	2,363	3,341	2,89	4,088	5,781	3,7	5,232	7,399
12	0,755	1,068	1,511	1,465	2,072	2,93	2,535	3,585	5,069	3,244	4,588	6,489
13	0,668	0,944	1,335	1,295	1,832	2,59	2,241	3,169	4,481	2,868	4,056	5,736
14	0,594	0,841	1,189	1,153	1,63	2,306	1,995	2,821	3,989	2,553	3,611	5,106
15	0,533	0,753	1,065	1,033	1,461	2,066	1,787	2,527	3,574	2,287	3,235	4,575
16	0,48	0,678	0,96	0,931	1,316	1,861	1,61	2,277	3,22	2,061	2,914	4,122
17	0,434	0,614	0,869	0,843	1,192	1,685	1,458	2,062	2,916	1,866	2,639	3,732
18	0,395	0,559	0,791	0,767	1,084	1,533	1,326	1,876	2,653	1,698	2,401	3,396
19	0,361	0,511	0,722	0,7	0,991	1,401	1,212	1,714	2,424	1,551	2,194	3,102
20	0,331	0,468	0,662	0,642	0,909	1,285	1,111	1,572	2,223	1,423	2,012	2,845

Πίνακας 5.1.6-8 Επίδραση των διακοπών αυτόματης επαναφοράς στη θερμική καταπόνηση αγωγών ACSR 95mm² στη ΜΤ. Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV
t=1sec, ℓ =0-20km
για $\Delta\Theta_1$, $\Delta\Theta_2$, $\Delta\Theta_3$, $\Delta\Theta_4$ βλέπε σελ.34 (Πίνακας 4.3-1 και Σχέση 4.3-4) & σελ.39-40



Σχήμα 5.1.6-5 Θερμική καταπόνηση αγωγών σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στον αέρα στη ΜΤ, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV, t=1sec

5.2. Ροή ρεύματος στο έδαφος μέσω της αντίστασης R_δ του εδάφους κατά την αποκοπή αγωγών και πτώση τους στο έδαφος

Σε αυτήν την περίπτωση οι δυο αγωγοί δε βρίσκονται σε άμεση επαφή, αλλά κλείνουν κύκλωμα μέσω της αντίστασης R_δ του εδάφους. Συνεπώς, η αντίσταση Z_{eq} σε αυτήν την περίπτωση είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη αντίσταση στην περίπτωση άμεσης επαφής των δυο αγωγών, οπότε το ρεύμα που τους διαρρέει θα είναι μικρότερο.

Για τη ροή ρεύματος στο έδαφος μέσω της αντίστασης R_δ του εδάφους αρκεί να υπολογιστεί το ρεύμα προς γη I_{\max} και στη συνέχεια να βρεθεί η θερμική καταπόνηση $\Delta\theta$ των αγωγών για αυτό το ρεύμα από τις καμπύλες για το διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα ή στο έδαφος με άμεση επαφή (Παράγραφος 5.1).

Διαδικασία που ακολουθείται:

1. Για χαρακτηριστικές τιμές $R_\delta=10, 50, 100, 200, 1000, 2000, 3000 \Omega$ και από τους **Πίνακες 4.2.1-1, 4.2.1-2** και τις **Σχέσεις (4.2.2-3), (4.2.2-4)** υπολογίζεται η μέγιστη ενεργός τιμή του ρεύματος προς γη I_{\max} και το διαρκές ρεύμα I_d από τη **Σχέση (4.3-5)**, για τις οριακές τιμές του μ_d (0.35 και 1).
2. Στη συνέχεια, από τις καμπύλες $\ell - I_d$ για το διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα ή στο έδαφος με άμεση επαφή (Παράγραφος 5.1), προσδιορίζεται το αντίστοιχο μήκος ℓ , από το ΜΣ μέχρι το σημείο των αγωγών που συμβαίνει το βραχυκύκλωμα.
3. Τέλος, για αυτό το μήκος ℓ προσδιορίζεται από τις καμπύλες $\ell - \Delta\theta$ της Παραγράφου 5.1 η θερμική καταπόνηση του αγωγού.

5.2.1. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R_δ του εδάφους κατά την αποκοπή δυο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm², $S_N=15MVA$, ΜΣ 150kV/15kV

5.2.1.1. Πίνακες

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	$I_{sw\max} = I_{d2}$ (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	$I_{sw\max} = I_{d2}$ (A)
1	0	0	11,815	1396,5	51	10,965	17,034	51,345	321,357
1	0,215	0,334	12,53	1316,85	52	11,18	17,368	52,135	316,486
2	0,43	0,668	13,254	1244,94	53	11,395	17,702	52,925	311,76
3	0,645	1,002	13,985	1179,83	54	11,61	18,036	53,716	307,172
4	0,86	1,336	14,723	1120,7	55	11,825	18,37	54,506	302,717
5	1,075	1,67	15,467	1066,82	56	12,04	18,704	55,297	298,388
6	1,29	2,004	16,215	1017,58	57	12,255	19,038	56,088	294,181
7	1,505	2,338	16,967	972,448	58	12,47	19,372	56,879	290,09
8	1,72	2,672	17,724	930,957	59	12,685	19,706	57,67	286,112
9	1,935	3,006	18,483	892,706	60	12,9	20,04	58,461	282,24
10	2,15	3,34	19,245	857,349	61	13,115	20,374	59,252	278,471
11	2,365	3,674	20,01	824,583	62	13,33	20,708	60,043	274,801
12	2,58	4,008	20,777	794,143	63	13,545	21,042	60,835	271,227
13	2,795	4,342	21,546	765,801	64	13,76	21,376	61,626	267,743
14	3,01	4,676	22,317	739,352	65	13,975	21,71	62,418	264,348
15	3,225	5,01	23,089	714,62	66	14,19	22,044	63,209	261,038
16	3,44	5,344	23,863	691,447	67	14,405	22,378	64,001	257,809
17	3,655	5,678	24,638	669,694	68	14,62	22,712	64,793	254,659
18	3,87	6,012	25,414	649,237	69	14,835	23,046	65,584	251,584
19	4,085	6,346	26,192	629,967	70	15,05	23,38	66,376	248,583
20	4,3	6,68	26,97	611,786	71	15,265	23,714	67,168	245,652
21	4,515	7,014	27,75	594,605	72	15,48	24,048	67,96	242,789
22	4,73	7,348	28,53	578,345	73	15,695	24,382	68,752	239,992
23	4,945	7,682	29,311	562,937	74	15,91	24,716	69,544	237,259
24	5,16	8,016	30,092	548,315	75	16,125	25,05	70,336	234,587
25	5,375	8,35	30,874	534,422	76	16,34	25,384	71,129	231,974
26	5,59	8,684	31,657	521,206	77	16,555	25,718	71,921	229,419
27	5,805	9,018	32,441	508,619	78	16,77	26,052	72,713	226,919
28	6,02	9,352	33,225	496,618	79	16,985	26,386	73,505	224,473
29	6,235	9,686	34,009	485,163	80	17,2	26,72	74,298	222,079
30	6,45	10,02	34,794	474,219	81	17,415	27,054	75,09	219,736
31	6,665	10,354	35,579	463,752	82	17,63	27,388	75,883	217,441
32	6,88	10,688	36,365	453,732	83	17,845	27,722	76,675	215,193
33	7,095	11,022	37,151	444,131	84	18,06	28,056	77,468	212,992
34	7,31	11,356	37,938	434,924	85	18,275	28,39	78,26	210,835
35	7,525	11,69	38,724	426,088	86	18,49	28,724	79,053	208,721
36	7,74	12,024	39,511	417,6	87	18,705	29,058	79,846	206,649
37	7,955	12,358	40,299	409,441	88	18,92	29,392	80,638	204,617
38	8,17	12,692	41,086	401,592	89	19,135	29,726	81,431	202,625
39	8,385	13,026	41,874	394,036	90	19,35	30,06	82,224	200,672
40	8,6	13,36	42,662	386,757	91	19,565	30,394	83,017	198,755
41	8,815	13,694	43,451	379,74	92	19,78	30,728	83,809	196,875
42	9,03	14,028	44,239	372,971	93	19,995	31,062	84,602	195,03
43	9,245	14,362	45,028	366,437	94	20,21	31,396	85,395	193,219
44	9,46	14,696	45,817	360,127	95	20,425	31,73	86,188	191,442
45	9,675	15,03	46,606	354,029	96	20,64	32,064	86,981	189,697
46	9,89	15,364	47,396	348,133	97	20,855	32,398	87,774	187,983
47	10,105	15,698	48,185	342,429	98	21,07	32,732	88,567	186,3
48	10,32	16,032	48,975	336,908	99	21,285	33,066	89,36	184,647
49	10,535	16,366	49,765	331,561	100	21,5	33,4	90,153	183,022
50	10,75	16,7	50,555	326,38					

Πίνακας 5.2.1-1: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_\delta = 10\Omega$$

του εδάφους, $S_N = 15MVA$, ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,09\Omega$, $X_{M\Sigma} = 2,999\Omega$

Γραμμή: $A=95\text{ mm}^2$, $R_{\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\rho}/km = 0,334\Omega/km$

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	50,537	326,493	51	10,965	17,034	82,493	200,017
1	0,215	0,334	51,047	323,231	52	11,18	17,368	83,194	198,331
2	0,43	0,668	51,564	319,99	53	11,395	17,702	83,897	196,67
3	0,645	1,002	52,088	316,77	54	11,61	18,036	84,601	195,032
4	0,86	1,336	52,619	313,575	55	11,825	18,37	85,307	193,418
5	1,075	1,67	53,157	310,404	56	12,04	18,704	86,015	191,827
6	1,29	2,004	53,7	307,261	57	12,255	19,038	86,724	190,259
7	1,505	2,338	54,25	304,146	58	12,47	19,372	87,435	188,713
8	1,72	2,672	54,806	301,06	59	12,685	19,706	88,147	187,188
9	1,935	3,006	55,368	298,006	60	12,9	20,04	88,86	185,686
10	2,15	3,34	55,936	294,982	61	13,115	20,374	89,575	184,204
11	2,365	3,674	56,508	291,992	62	13,33	20,708	90,291	182,743
12	2,58	4,008	57,087	289,034	63	13,545	21,042	91,008	181,303
13	2,795	4,342	57,67	286,11	64	13,76	21,376	91,727	179,882
14	3,01	4,676	58,258	283,221	65	13,975	21,71	92,447	178,481
15	3,225	5,01	58,852	280,366	66	14,19	22,044	93,168	177,1
16	3,44	5,344	59,449	277,546	67	14,405	22,378	93,89	175,738
17	3,655	5,678	60,052	274,762	68	14,62	22,712	94,613	174,394
18	3,87	6,012	60,659	272,013	69	14,835	23,046	95,338	173,069
19	4,085	6,346	61,27	269,3	70	15,05	23,38	96,064	171,761
20	4,3	6,68	61,885	266,622	71	15,265	23,714	96,79	170,472
21	4,515	7,014	62,505	263,98	72	15,48	24,048	97,518	169,199
22	4,73	7,348	63,128	261,374	73	15,695	24,382	98,247	167,944
23	4,945	7,682	63,755	258,803	74	15,91	24,716	98,977	166,706
24	5,16	8,016	64,386	256,267	75	16,125	25,05	99,708	165,484
25	5,375	8,35	65,02	253,767	76	16,34	25,384	100,44	164,278
26	5,59	8,684	65,658	251,302	77	16,555	25,718	101,17	163,088
27	5,805	9,018	66,299	248,871	78	16,77	26,052	101,91	161,914
28	6,02	9,352	66,944	246,475	79	16,985	26,386	102,64	160,755
29	6,235	9,686	67,592	244,113	80	17,2	26,72	103,38	159,612
30	6,45	10,02	68,242	241,785	81	17,415	27,054	104,11	158,483
31	6,665	10,354	68,896	239,491	82	17,63	27,388	104,85	157,369
32	6,88	10,688	69,553	237,229	83	17,845	27,722	105,59	156,269
33	7,095	11,022	70,213	235,001	84	18,06	28,056	106,33	155,183
34	7,31	11,356	70,875	232,804	85	18,275	28,39	107,07	154,111
35	7,525	11,69	71,54	230,64	86	18,49	28,724	107,81	153,052
36	7,74	12,024	72,208	228,507	87	18,705	29,058	108,55	152,007
37	7,955	12,358	72,878	226,406	88	18,92	29,392	109,29	150,976
38	8,17	12,692	73,551	224,335	89	19,135	29,726	110,03	149,957
39	8,385	13,026	74,226	222,295	90	19,35	30,06	110,78	148,95
40	8,6	13,36	74,903	220,284	91	19,565	30,394	111,52	147,956
41	8,815	13,694	75,583	218,303	92	19,78	30,728	112,26	146,975
42	9,03	14,028	76,265	216,351	93	19,995	31,062	113,01	146,005
43	9,245	14,362	76,949	214,428	94	20,21	31,396	113,76	145,048
44	9,46	14,696	77,635	212,533	95	20,425	31,73	114,5	144,102
45	9,675	15,03	78,323	210,665	96	20,64	32,064	115,25	143,167
46	9,89	15,364	79,014	208,825	97	20,855	32,398	116	142,244
47	10,105	15,698	79,706	207,011	98	21,07	32,732	116,75	141,332
48	10,32	16,032	80,4	205,224	99	21,285	33,066	117,5	140,431
49	10,535	16,366	81,096	203,463	100	21,5	33,4	118,25	139,54
50	10,75	16,7	81,793	201,728					

Πίνακας 5.2.1-2: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης του εδάφους,

$R_\delta = 50\Omega$

$$S_N = 15MVA, \text{ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\text{ΜΣ}} = 0,09\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 2,999\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{y\rho}/\text{km} = 0,215\Omega/\text{km}, X_{y\rho}/\text{km} = 0,334\Omega/\text{km}$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	100,359	164,409	51	10,965	17,034	128,515	128,39
1	0,215	0,334	100,831	163,641	52	11,18	17,368	129,133	127,776
2	0,43	0,668	101,306	162,873	53	11,395	17,702	129,752	127,165
3	0,645	1,002	101,785	162,106	54	11,61	18,036	130,374	126,559
4	0,86	1,336	102,268	161,341	55	11,825	18,37	130,998	125,957
5	1,075	1,67	102,755	160,576	56	12,04	18,704	131,623	125,358
6	1,29	2,004	103,246	159,813	57	12,255	19,038	132,25	124,764
7	1,505	2,338	103,741	159,051	58	12,47	19,372	132,879	124,173
8	1,72	2,672	104,239	158,29	59	12,685	19,706	133,51	123,587
9	1,935	3,006	104,741	157,532	60	12,9	20,04	134,142	123,004
10	2,15	3,34	105,246	156,775	61	13,115	20,374	134,776	122,425
11	2,365	3,674	105,755	156,02	62	13,33	20,708	135,412	121,85
12	2,58	4,008	106,268	155,268	63	13,545	21,042	136,049	121,279
13	2,795	4,342	106,784	154,517	64	13,76	21,376	136,689	120,712
14	3,01	4,676	107,303	153,769	65	13,975	21,71	137,329	120,149
15	3,225	5,01	107,826	153,024	66	14,19	22,044	137,972	119,59
16	3,44	5,344	108,352	152,281	67	14,405	22,378	138,616	119,034
17	3,655	5,678	108,882	151,541	68	14,62	22,712	139,261	118,482
18	3,87	6,012	109,414	150,803	69	14,835	23,046	139,908	117,934
19	4,085	6,346	109,95	150,068	70	15,05	23,38	140,557	117,39
20	4,3	6,68	110,489	149,336	71	15,265	23,714	141,207	116,85
21	4,515	7,014	111,031	148,607	72	15,48	24,048	141,858	116,313
22	4,73	7,348	111,576	147,882	73	15,695	24,382	142,511	115,78
23	4,945	7,682	112,124	147,159	74	15,91	24,716	143,166	115,251
24	5,16	8,016	112,674	146,44	75	16,125	25,05	143,821	114,726
25	5,375	8,35	113,228	145,723	76	16,34	25,384	144,479	114,204
26	5,59	8,684	113,785	145,011	77	16,555	25,718	145,137	113,686
27	5,805	9,018	114,344	144,301	78	16,77	26,052	145,797	113,171
28	6,02	9,352	114,906	143,595	79	16,985	26,386	146,458	112,66
29	6,235	9,686	115,471	142,893	80	17,2	26,72	147,121	112,153
30	6,45	10,02	116,039	142,194	81	17,415	27,054	147,785	111,649
31	6,665	10,354	116,609	141,498	82	17,63	27,388	148,45	111,149
32	6,88	10,688	117,182	140,807	83	17,845	27,722	149,116	110,652
33	7,095	11,022	117,757	140,119	84	18,06	28,056	149,784	110,159
34	7,31	11,356	118,335	139,434	85	18,275	28,39	150,453	109,669
35	7,525	11,69	118,916	138,754	86	18,49	28,724	151,123	109,183
36	7,74	12,024	119,499	138,077	87	18,705	29,058	151,794	108,7
37	7,955	12,358	120,084	137,404	88	18,92	29,392	152,467	108,22
38	8,17	12,692	120,672	136,734	89	19,135	29,726	153,141	107,744
39	8,385	13,026	121,262	136,069	90	19,35	30,06	153,815	107,272
40	8,6	13,36	121,854	135,408	91	19,565	30,394	154,491	106,802
41	8,815	13,694	122,449	134,75	92	19,78	30,728	155,168	106,336
42	9,03	14,028	123,046	134,096	93	19,995	31,062	155,847	105,873
43	9,245	14,362	123,645	133,446	94	20,21	31,396	156,526	105,414
44	9,46	14,696	124,247	132,8	95	20,425	31,73	157,206	104,958
45	9,675	15,03	124,85	132,158	96	20,64	32,064	157,888	104,505
46	9,89	15,364	125,456	131,52	97	20,855	32,398	158,57	104,055
47	10,105	15,698	126,064	130,886	98	21,07	32,732	159,254	103,608
48	10,32	16,032	126,673	130,256	99	21,285	33,066	159,938	103,165
49	10,535	16,366	127,285	129,63	100	21,5	33,4	160,624	102,725
50	10,75	16,7	127,899	129,008					

Πίνακας 5.2.1-3: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης του εδάφους,

$$R_{\delta} = 100\Omega$$

$$S_N = 15MVA, \text{ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\text{ΜΣ}} = 0,09\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 2,999\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km} = 0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km} = 0,334\Omega/\text{km}$$

L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{yρ} (Ω)	X _{yρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	200,27	82,3889	51	10,965	17,034	225,69	73,1076
1	0,215	0,334	200,72	82,2038	52	11,18	17,368	226,24	72,9323
2	0,43	0,668	201,17	82,0187	53	11,395	17,702	226,78	72,7574
3	0,645	1,002	201,63	81,8335	54	11,61	18,036	227,33	72,5828
4	0,86	1,336	202,09	81,6484	55	11,825	18,37	227,87	72,4086
5	1,075	1,67	202,55	81,4632	56	12,04	18,704	228,42	72,2348
6	1,29	2,004	203,01	81,2781	57	12,255	19,038	228,97	72,0613
7	1,505	2,338	203,47	81,093	58	12,47	19,372	229,52	71,8882
8	1,72	2,672	203,94	80,9079	59	12,685	19,706	230,08	71,7155
9	1,935	3,006	204,4	80,7228	60	12,9	20,04	230,63	71,5432
10	2,15	3,34	204,87	80,5379	61	13,115	20,374	231,19	71,3713
11	2,365	3,674	205,34	80,3529	62	13,33	20,708	231,74	71,1998
12	2,58	4,008	205,82	80,1681	63	13,545	21,042	232,3	71,0287
13	2,795	4,342	206,29	79,9833	64	13,76	21,376	232,86	70,858
14	3,01	4,676	206,77	79,7986	65	13,975	21,71	233,42	70,6877
15	3,225	5,01	207,25	79,614	66	14,19	22,044	233,98	70,5178
16	3,44	5,344	207,73	79,4296	67	14,405	22,378	234,55	70,3484
17	3,655	5,678	208,21	79,2452	68	14,62	22,712	235,11	70,1793
18	3,87	6,012	208,7	79,061	69	14,835	23,046	235,68	70,0107
19	4,085	6,346	209,19	78,877	70	15,05	23,38	236,25	69,8424
20	4,3	6,68	209,68	78,693	71	15,265	23,714	236,82	69,6746
21	4,515	7,014	210,17	78,5093	72	15,48	24,048	237,39	69,5073
22	4,73	7,348	210,66	78,3257	73	15,695	24,382	237,96	69,3403
23	4,945	7,682	211,15	78,1423	74	15,91	24,716	238,53	69,1738
24	5,16	8,016	211,65	77,9591	75	16,125	25,05	239,1	69,0077
25	5,375	8,35	212,15	77,776	76	16,34	25,384	239,68	68,842
26	5,59	8,684	212,65	77,5932	77	16,555	25,718	240,26	68,6768
27	5,805	9,018	213,15	77,4105	78	16,77	26,052	240,83	68,512
28	6,02	9,352	213,65	77,2281	79	16,985	26,386	241,41	68,3477
29	6,235	9,686	214,16	77,0459	80	17,2	26,72	241,99	68,1838
30	6,45	10,02	214,66	76,864	81	17,415	27,054	242,57	68,0204
31	6,665	10,354	215,17	76,6823	82	17,63	27,388	243,16	67,8574
32	6,88	10,688	215,68	76,5008	83	17,845	27,722	243,74	67,6948
33	7,095	11,022	216,2	76,3196	84	18,06	28,056	244,33	67,5327
34	7,31	11,356	216,71	76,1386	85	18,275	28,39	244,91	67,371
35	7,525	11,69	217,23	75,9579	86	18,49	28,724	245,5	67,2098
36	7,74	12,024	217,74	75,7775	87	18,705	29,058	246,09	67,0491
37	7,955	12,358	218,26	75,5973	88	18,92	29,392	246,68	66,8888
38	8,17	12,692	218,78	75,4174	89	19,135	29,726	247,27	66,7289
39	8,385	13,026	219,3	75,2379	90	19,35	30,06	247,86	66,5695
40	8,6	13,36	219,83	75,0586	91	19,565	30,394	248,45	66,4106
41	8,815	13,694	220,35	74,8796	92	19,78	30,728	249,05	66,2521
42	9,03	14,028	220,88	74,7009	93	19,995	31,062	249,64	66,0941
43	9,245	14,362	221,41	74,5226	94	20,21	31,396	250,24	65,9366
44	9,46	14,696	221,94	74,3445	95	20,425	31,73	250,84	65,7795
45	9,675	15,03	222,47	74,1668	96	20,64	32,064	251,44	65,6228
46	9,89	15,364	223	73,9894	97	20,855	32,398	252,04	65,4667
47	10,105	15,698	223,54	73,8124	98	21,07	32,732	252,64	65,311
48	10,32	16,032	224,08	73,6357	99	21,285	33,066	253,24	65,1557
49	10,535	16,366	224,61	73,4593	100	21,5	33,4	253,84	65,001
50	10,75	16,7	225,15	73,2833					

Πίνακας 5.2.1-4: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης του εδάφους,

$$S_N = 15 \text{ MVA}, \text{ACSR}=95 \text{ mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\text{ΜΣ}} = 0,09\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 2,999\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{yρ} / \text{km} = 0,215\Omega / \text{km}, X_{yρ} / \text{km} = 0,334\Omega / \text{km}$$

$$R_s = 200\Omega$$

L (km)	R _y (Ω)	X _y (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _y (Ω)	X _y (Ω)	Z _{oλ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	1000,198	16,497	51	10,965	17,034	1022,895	16,131
1	0,215	0,334	1000,632	16,49	52	11,18	17,368	1023,351	16,124
2	0,43	0,668	1001,067	16,482	53	11,395	17,702	1023,807	16,116
3	0,645	1,002	1001,502	16,475	54	11,61	18,036	1024,264	16,109
4	0,86	1,336	1001,938	16,468	55	11,825	18,37	1024,722	16,102
5	1,075	1,67	1002,373	16,461	56	12,04	18,704	1025,179	16,095
6	1,29	2,004	1002,81	16,454	57	12,255	19,038	1025,637	16,088
7	1,505	2,338	1003,247	16,447	58	12,47	19,372	1026,096	16,08
8	1,72	2,672	1003,684	16,439	59	12,685	19,706	1026,555	16,073
9	1,935	3,006	1004,122	16,432	60	12,9	20,04	1027,014	16,066
10	2,15	3,34	1004,56	16,425	61	13,115	20,374	1027,474	16,059
11	2,365	3,674	1004,999	16,418	62	13,33	20,708	1027,934	16,052
12	2,58	4,008	1005,438	16,411	63	13,545	21,042	1028,395	16,044
13	2,795	4,342	1005,877	16,404	64	13,76	21,376	1028,856	16,037
14	3,01	4,676	1006,317	16,396	65	13,975	21,71	1029,317	16,03
15	3,225	5,01	1006,757	16,389	66	14,19	22,044	1029,779	16,023
16	3,44	5,344	1007,198	16,382	67	14,405	22,378	1030,241	16,016
17	3,655	5,678	1007,639	16,375	68	14,62	22,712	1030,703	16,008
18	3,87	6,012	1008,081	16,368	69	14,835	23,046	1031,166	16,001
19	4,085	6,346	1008,523	16,361	70	15,05	23,38	1031,63	15,994
20	4,3	6,68	1008,966	16,353	71	15,265	23,714	1032,094	15,987
21	4,515	7,014	1009,409	16,346	72	15,48	24,048	1032,558	15,98
22	4,73	7,348	1009,852	16,339	73	15,695	24,382	1033,022	15,973
23	4,945	7,682	1010,296	16,332	74	15,91	24,716	1033,487	15,965
24	5,16	8,016	1010,74	16,325	75	16,125	25,05	1033,953	15,958
25	5,375	8,35	1011,185	16,317	76	16,34	25,384	1034,419	15,951
26	5,59	8,684	1011,63	16,31	77	16,555	25,718	1034,885	15,944
27	5,805	9,018	1012,075	16,303	78	16,77	26,052	1035,352	15,937
28	6,02	9,352	1012,521	16,296	79	16,985	26,386	1035,819	15,929
29	6,235	9,686	1012,968	16,289	80	17,2	26,72	1036,286	15,922
30	6,45	10,02	1013,415	16,282	81	17,415	27,054	1036,754	15,915
31	6,665	10,354	1013,862	16,274	82	17,63	27,388	1037,222	15,908
32	6,88	10,688	1014,309	16,267	83	17,845	27,722	1037,691	15,901
33	7,095	11,022	1014,758	16,26	84	18,06	28,056	1038,16	15,894
34	7,31	11,356	1015,206	16,253	85	18,275	28,39	1038,629	15,886
35	7,525	11,69	1015,655	16,246	86	18,49	28,724	1039,099	15,879
36	7,74	12,024	1016,104	16,238	87	18,705	29,058	1039,569	15,872
37	7,955	12,358	1016,554	16,231	88	18,92	29,392	1040,039	15,865
38	8,17	12,692	1017,004	16,224	89	19,135	29,726	1040,51	15,858
39	8,385	13,026	1017,455	16,217	90	19,35	30,06	1040,982	15,85
40	8,6	13,36	1017,906	16,21	91	19,565	30,394	1041,454	15,843
41	8,815	13,694	1018,357	16,203	92	19,78	30,728	1041,926	15,836
42	9,03	14,028	1018,809	16,195	93	19,995	31,062	1042,398	15,829
43	9,245	14,362	1019,262	16,188	94	20,21	31,396	1042,871	15,822
44	9,46	14,696	1019,714	16,181	95	20,425	31,73	1043,345	15,815
45	9,675	15,03	1020,167	16,174	96	20,64	32,064	1043,818	15,807
46	9,89	15,364	1020,621	16,167	97	20,855	32,398	1044,292	15,8
47	10,105	15,698	1021,075	16,159	98	21,07	32,732	1044,767	15,793
48	10,32	16,032	1021,529	16,152	99	21,285	33,066	1045,242	15,786
49	10,535	16,366	1021,984	16,145	100	21,5	33,4	1045,717	15,779
50	10,75	16,7	1022,439	16,138					

Πίνακας 5.2.1-5: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης του εδάφους,

$$S_N = 15 \text{ MVA}, \text{ACSR}=95 \text{ mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,09\Omega, X_{\Sigma} = 2,999\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_y/km = 0,215\Omega/km, X_y/km = 0,334\Omega/km$$

$$R_s = 1000\Omega$$

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	2000	8,249	51	10,965	17,034	2023	8,158
1	0,215	0,334	2001	8,247	52	11,18	17,368	2023	8,156
2	0,43	0,668	2001	8,246	53	11,395	17,702	2023	8,155
3	0,645	1,002	2001	8,244	54	11,61	18,036	2024	8,153
4	0,86	1,336	2002	8,242	55	11,825	18,37	2024	8,151
5	1,075	1,67	2002	8,24	56	12,04	18,704	2025	8,149
6	1,29	2,004	2003	8,239	57	12,255	19,038	2025	8,147
7	1,505	2,338	2003	8,237	58	12,47	19,372	2026	8,146
8	1,72	2,672	2004	8,235	59	12,685	19,706	2026	8,144
9	1,935	3,006	2004	8,233	60	12,9	20,04	2027	8,142
10	2,15	3,34	2005	8,231	61	13,115	20,374	2027	8,14
11	2,365	3,674	2005	8,23	62	13,33	20,708	2027	8,139
12	2,58	4,008	2005	8,228	63	13,545	21,042	2028	8,137
13	2,795	4,342	2006	8,226	64	13,76	21,376	2028	8,135
14	3,01	4,676	2006	8,224	65	13,975	21,71	2029	8,133
15	3,225	5,01	2007	8,222	66	14,19	22,044	2029	8,131
16	3,44	5,344	2007	8,221	67	14,405	22,378	2030	8,13
17	3,655	5,678	2008	8,219	68	14,62	22,712	2030	8,128
18	3,87	6,012	2008	8,217	69	14,835	23,046	2031	8,126
19	4,085	6,346	2008	8,215	70	15,05	23,38	2031	8,124
20	4,3	6,68	2009	8,214	71	15,265	23,714	2031	8,122
21	4,515	7,014	2009	8,212	72	15,48	24,048	2032	8,121
22	4,73	7,348	2010	8,21	73	15,695	24,382	2032	8,119
23	4,945	7,682	2010	8,208	74	15,91	24,716	2033	8,117
24	5,16	8,016	2011	8,206	75	16,125	25,05	2033	8,115
25	5,375	8,35	2011	8,205	76	16,34	25,384	2034	8,113
26	5,59	8,684	2011	8,203	77	16,555	25,718	2034	8,112
27	5,805	9,018	2012	8,201	78	16,77	26,052	2035	8,11
28	6,02	9,352	2012	8,199	79	16,985	26,386	2035	8,108
29	6,235	9,686	2013	8,197	80	17,2	26,72	2035	8,106
30	6,45	10,02	2013	8,196	81	17,415	27,054	2036	8,105
31	6,665	10,354	2014	8,194	82	17,63	27,388	2036	8,103
32	6,88	10,688	2014	8,192	83	17,845	27,722	2037	8,101
33	7,095	11,022	2015	8,19	84	18,06	28,056	2037	8,099
34	7,31	11,356	2015	8,189	85	18,275	28,39	2038	8,097
35	7,525	11,69	2015	8,187	86	18,49	28,724	2038	8,096
36	7,74	12,024	2016	8,185	87	18,705	29,058	2039	8,094
37	7,955	12,358	2016	8,183	88	18,92	29,392	2039	8,092
38	8,17	12,692	2017	8,181	89	19,135	29,726	2040	8,09
39	8,385	13,026	2017	8,18	90	19,35	30,06	2040	8,088
40	8,6	13,36	2018	8,178	91	19,565	30,394	2040	8,087
41	8,815	13,694	2018	8,176	92	19,78	30,728	2041	8,085
42	9,03	14,028	2019	8,174	93	19,995	31,062	2041	8,083
43	9,245	14,362	2019	8,172	94	20,21	31,396	2042	8,081
44	9,46	14,696	2019	8,171	95	20,425	31,73	2042	8,079
45	9,675	15,03	2020	8,169	96	20,64	32,064	2043	8,078
46	9,89	15,364	2020	8,167	97	20,855	32,398	2043	8,076
47	10,105	15,698	2021	8,165	98	21,07	32,732	2044	8,074
48	10,32	16,032	2021	8,164	99	21,285	33,066	2044	8,072
49	10,535	16,366	2022	8,162	100	21,5	33,4	2044	8,071
50	10,75	16,7	2022	8,16					

Πίνακας 5.2.1-6: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 2000\Omega$$

του εδάφους,

$$S_N = 15MVA, \text{ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{M\Sigma} = 0,09\Omega, X_{M\Sigma} = 2,999\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=}95\text{ mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km} = 0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km} = 0,334\Omega/\text{km}$$

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	3000,2	5,5	51	10,965	17,034	3022,4	5,459
1	0,215	0,334	3000,6	5,499	52	11,18	17,368	3022,8	5,458
2	0,43	0,668	3001	5,498	53	11,395	17,702	3023,3	5,458
3	0,645	1,002	3001,5	5,497	54	11,61	18,036	3023,7	5,457
4	0,86	1,336	3001,9	5,496	55	11,825	18,37	3024,1	5,456
5	1,075	1,67	3002,3	5,496	56	12,04	18,704	3024,6	5,455
6	1,29	2,004	3002,8	5,495	57	12,255	19,038	3025	5,455
7	1,505	2,338	3003,2	5,494	58	12,47	19,372	3025,5	5,454
8	1,72	2,672	3003,6	5,493	59	12,685	19,706	3025,9	5,453
9	1,935	3,006	3004,1	5,493	60	12,9	20,04	3026,3	5,452
10	2,15	3,34	3004,5	5,492	61	13,115	20,374	3026,8	5,451
11	2,365	3,674	3004,9	5,491	62	13,33	20,708	3027,2	5,451
12	2,58	4,008	3005,4	5,49	63	13,545	21,042	3027,7	5,45
13	2,795	4,342	3005,8	5,489	64	13,76	21,376	3028,1	5,449
14	3,01	4,676	3006,2	5,489	65	13,975	21,71	3028,5	5,448
15	3,225	5,01	3006,7	5,488	66	14,19	22,044	3029	5,447
16	3,44	5,344	3007,1	5,487	67	14,405	22,378	3029,4	5,447
17	3,655	5,678	3007,5	5,486	68	14,62	22,712	3029,9	5,446
18	3,87	6,012	3008	5,485	69	14,835	23,046	3030,3	5,445
19	4,085	6,346	3008,4	5,485	70	15,05	23,38	3030,7	5,444
20	4,3	6,68	3008,8	5,484	71	15,265	23,714	3031,2	5,443
21	4,515	7,014	3009,3	5,483	72	15,48	24,048	3031,6	5,443
22	4,73	7,348	3009,7	5,482	73	15,695	24,382	3032,1	5,442
23	4,945	7,682	3010,1	5,481	74	15,91	24,716	3032,5	5,441
24	5,16	8,016	3010,6	5,481	75	16,125	25,05	3032,9	5,44
25	5,375	8,35	3011	5,48	76	16,34	25,384	3033,4	5,439
26	5,59	8,684	3011,5	5,479	77	16,555	25,718	3033,8	5,439
27	5,805	9,018	3011,9	5,478	78	16,77	26,052	3034,3	5,438
28	6,02	9,352	3012,3	5,478	79	16,985	26,386	3034,7	5,437
29	6,235	9,686	3012,8	5,477	80	17,2	26,72	3035,2	5,436
30	6,45	10,02	3013,2	5,476	81	17,415	27,054	3035,6	5,435
31	6,665	10,354	3013,6	5,475	82	17,63	27,388	3036	5,435
32	6,88	10,688	3014,1	5,474	83	17,845	27,722	3036,5	5,434
33	7,095	11,022	3014,5	5,474	84	18,06	28,056	3036,9	5,433
34	7,31	11,356	3014,9	5,473	85	18,275	28,39	3037,4	5,432
35	7,525	11,69	3015,4	5,472	86	18,49	28,724	3037,8	5,432
36	7,74	12,024	3015,8	5,471	87	18,705	29,058	3038,3	5,431
37	7,955	12,358	3016,2	5,47	88	18,92	29,392	3038,7	5,43
38	8,17	12,692	3016,7	5,47	89	19,135	29,726	3039,2	5,429
39	8,385	13,026	3017,1	5,469	90	19,35	30,06	3039,6	5,428
40	8,6	13,36	3017,6	5,468	91	19,565	30,394	3040	5,428
41	8,815	13,694	3018	5,467	92	19,78	30,728	3040,5	5,427
42	9,03	14,028	3018,4	5,466	93	19,995	31,062	3040,9	5,426
43	9,245	14,362	3018,9	5,466	94	20,21	31,396	3041,4	5,425
44	9,46	14,696	3019,3	5,465	95	20,425	31,73	3041,8	5,424
45	9,675	15,03	3019,7	5,464	96	20,64	32,064	3042,3	5,424
46	9,89	15,364	3020,2	5,463	97	20,855	32,398	3042,7	5,423
47	10,105	15,698	3020,6	5,462	98	21,07	32,732	3043,2	5,422
48	10,32	16,032	3021,1	5,462	99	21,285	33,066	3043,6	5,421
49	10,535	16,366	3021,5	5,461	100	21,5	33,4	3044,1	5,42
50	10,75	16,7	3021,9	5,46					

Πίνακας 5.2.1-7: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

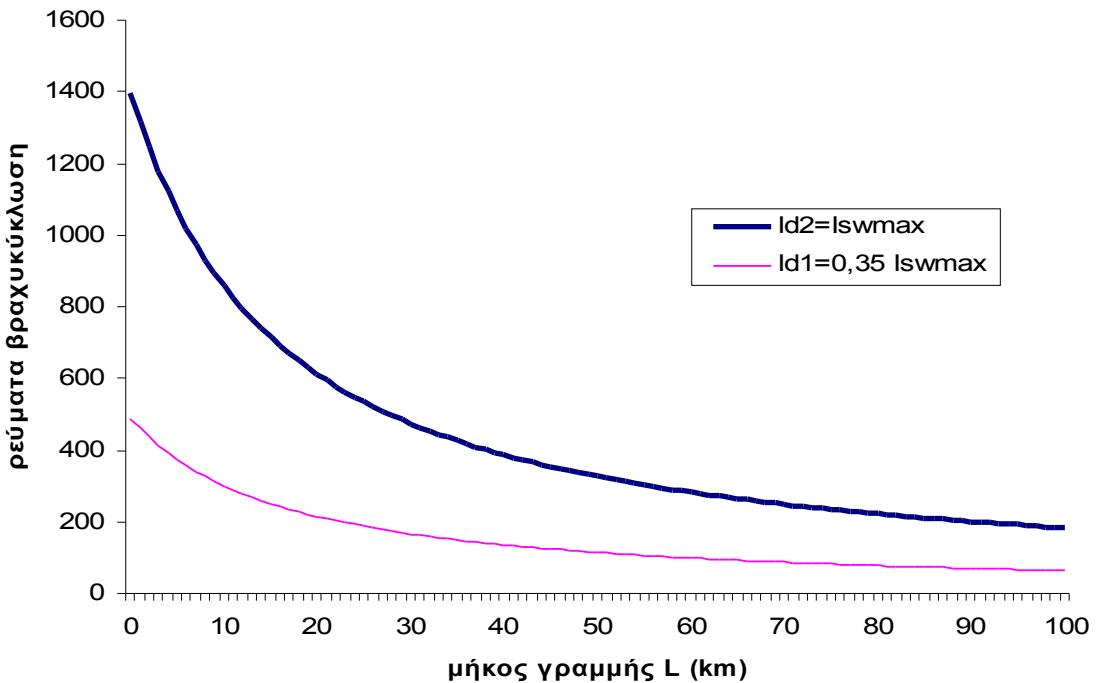
$R_s = 3000\Omega$ του εδάφους,

$$S_N = 15MVA, \text{ACSR}=95 mm^2,$$

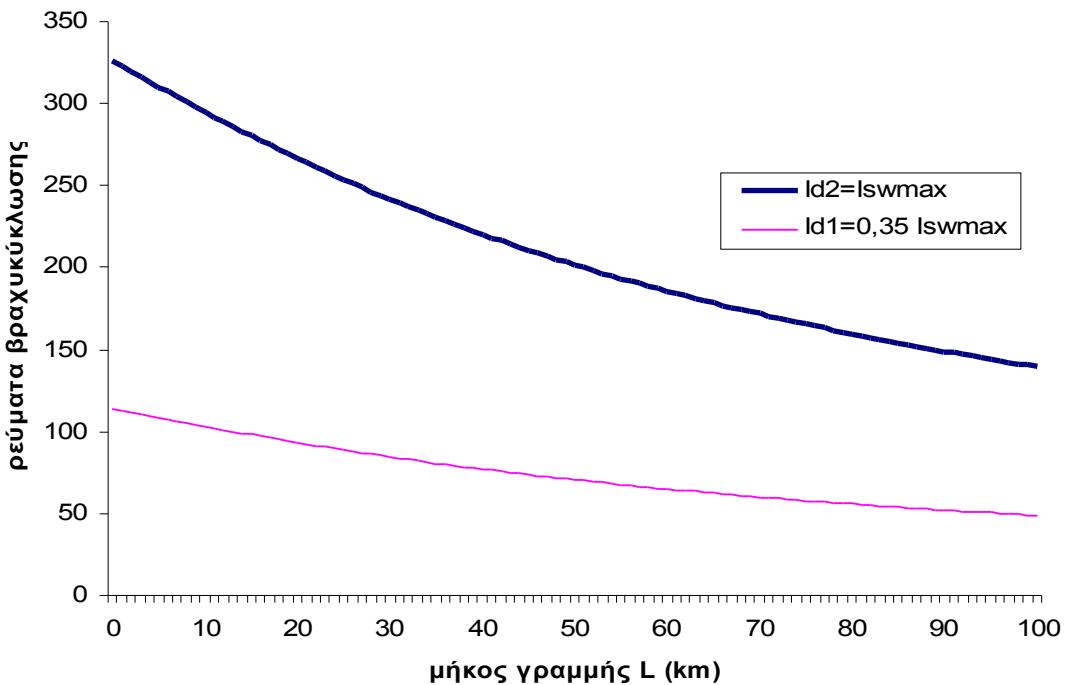
$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{M\Sigma} = 0,09\Omega, X_{M\Sigma} = 2,999\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

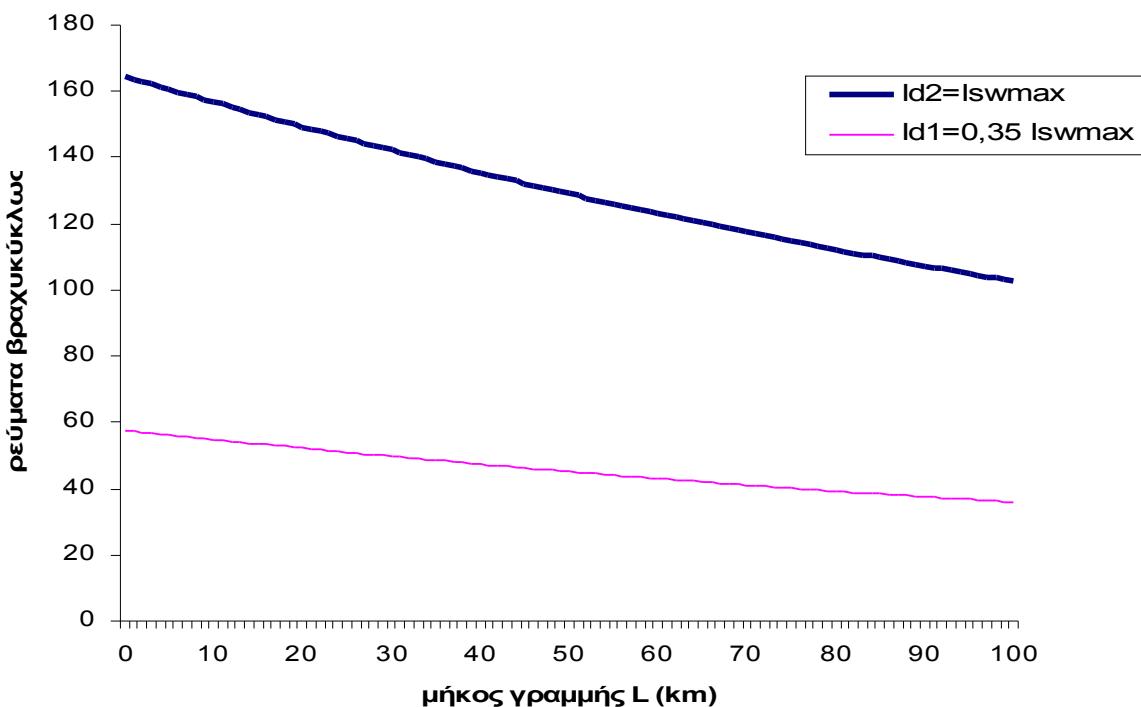
5.2.1.2. Διαγράμματα



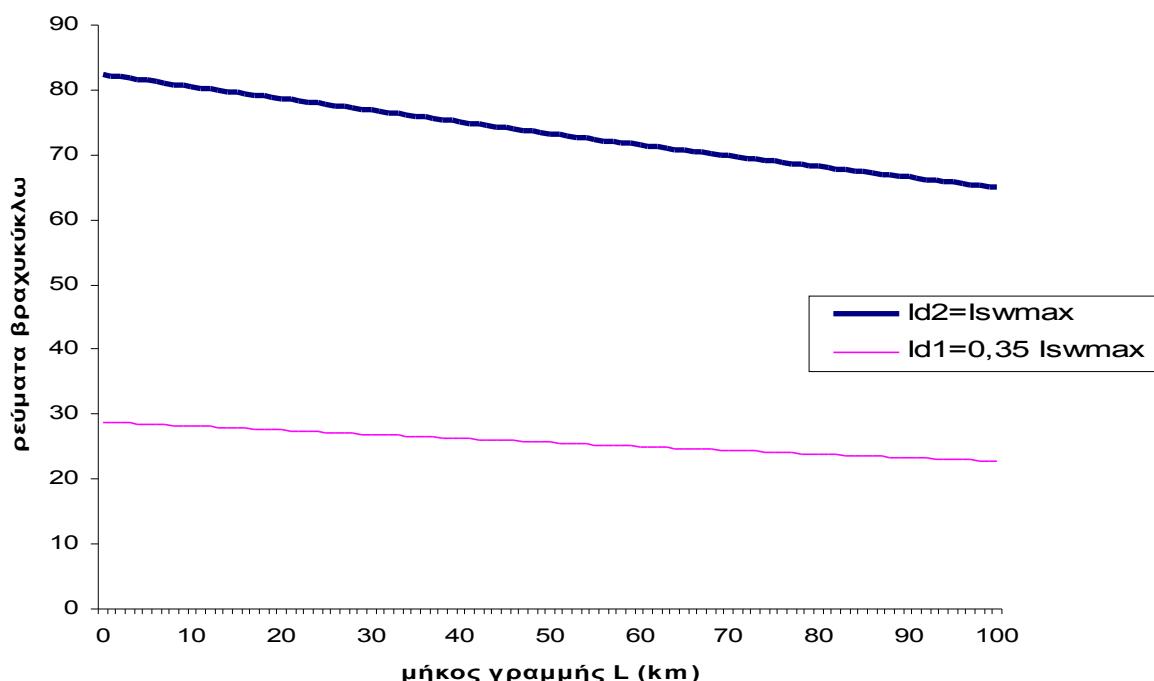
Σχήμα 5.2.1-1 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 10\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV



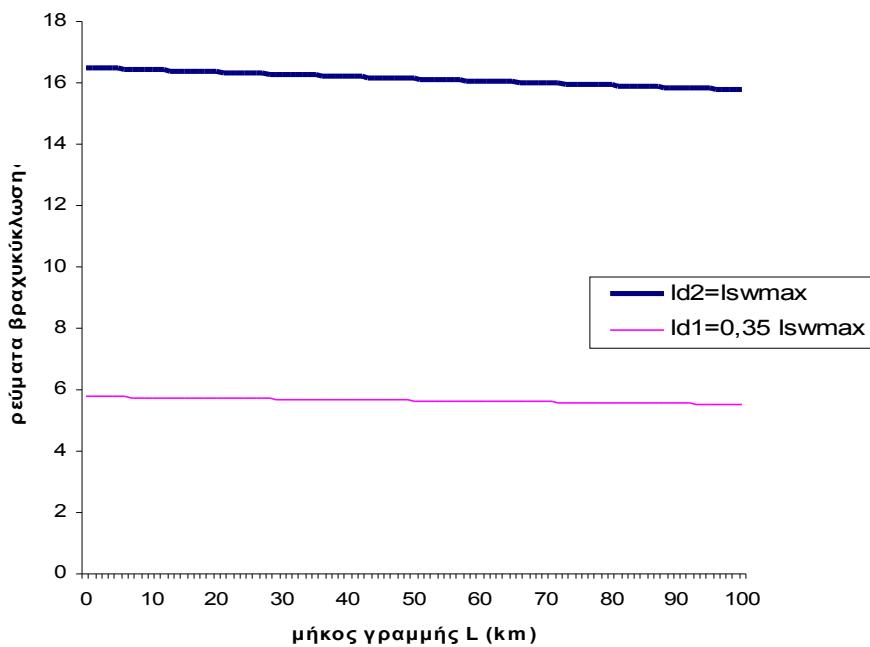
Σχήμα 5.2.1-2 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 50\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV



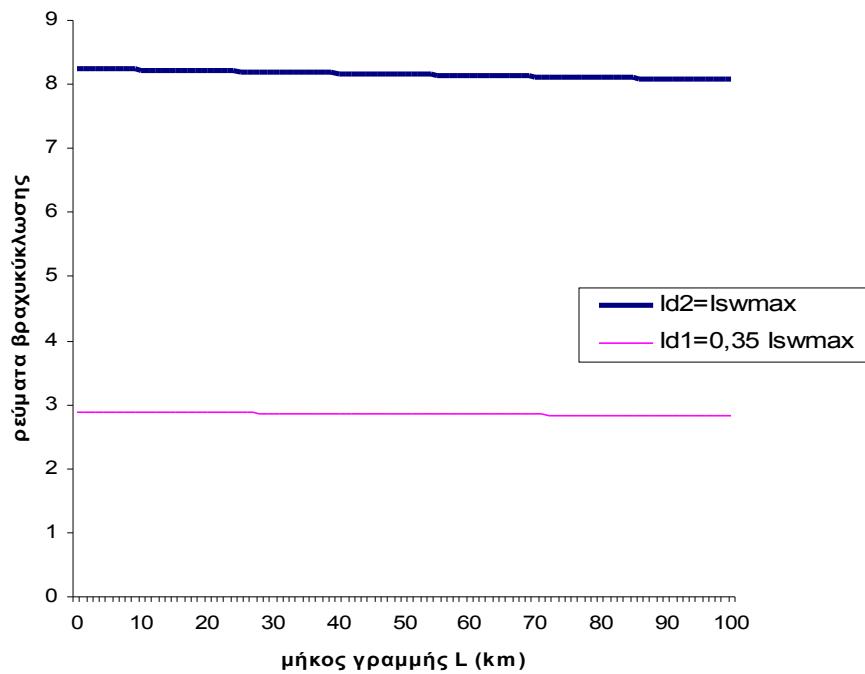
Σχήμα 5.2.1-3 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 100\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV



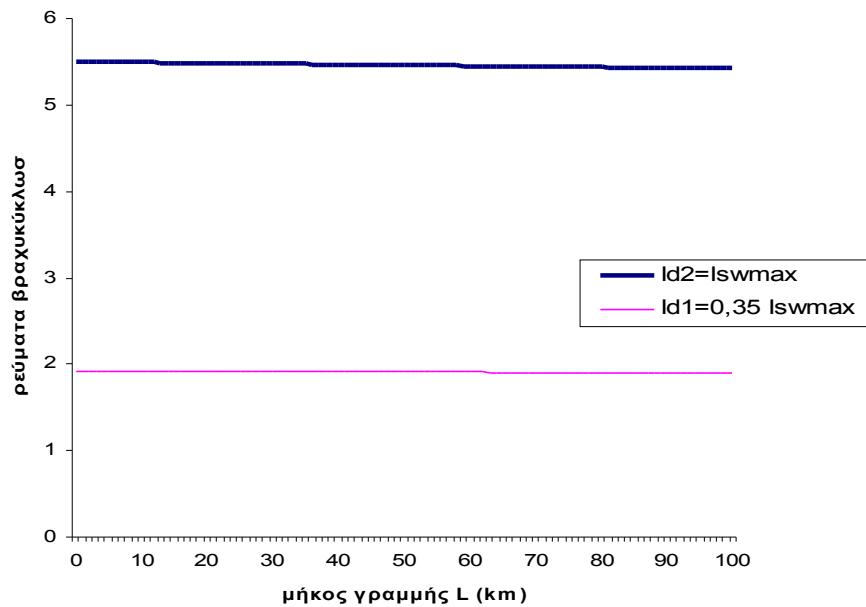
Σχήμα 5.2.1-4 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 200\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.2.1-5 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 1000\Omega$.
ACSR 95mm², $S_N=15$ MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.2.1-6 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 2000\Omega$.
ACSR 95mm², $S_N=15$ MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.2.1-7 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 3000\Omega$. ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/15kV

5.2.2. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R_d του εδάφους κατά την αποκοπή δυο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV

5.2.2.1. Πίνακες

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	14,838	1482,64	51	10,965	17,034	55,144	398,958
1	0,215	0,334	15,618	1408,61	52	11,18	17,368	55,937	393,3
2	0,43	0,668	16,399	1341,51	53	11,395	17,702	56,73	387,799
3	0,645	1,002	17,182	1280,42	54	11,61	18,036	57,524	382,45
4	0,86	1,336	17,965	1224,58	55	11,825	18,37	58,317	377,247
5	1,075	1,67	18,75	1173,35	56	12,04	18,704	59,111	372,183
6	1,29	2,004	19,535	1126,19	57	12,255	19,038	59,904	367,253
7	1,505	2,338	20,321	1082,63	58	12,47	19,372	60,698	362,452
8	1,72	2,672	21,107	1042,28	59	12,685	19,706	61,491	357,775
9	1,935	3,006	21,895	1004,81	60	12,9	20,04	62,285	353,216
10	2,15	3,34	22,682	969,921	61	13,115	20,374	63,078	348,773
11	2,365	3,674	23,47	937,353	62	13,33	20,708	63,872	344,439
12	2,58	4,008	24,259	906,885	63	13,545	21,042	64,666	340,212
13	2,795	4,342	25,048	878,322	64	13,76	21,376	65,459	336,087
14	3,01	4,676	25,837	851,492	65	13,975	21,71	66,253	332,061
15	3,225	5,01	26,627	826,243	66	14,19	22,044	67,047	328,13
16	3,44	5,344	27,416	802,441	67	14,405	22,378	67,84	324,291
17	3,655	5,678	28,206	779,964	68	14,62	22,712	68,634	320,541
18	3,87	6,012	28,997	758,705	69	14,835	23,046	69,428	316,877
19	4,085	6,346	29,787	738,57	70	15,05	23,38	70,221	313,295
20	4,3	6,68	30,578	719,471	71	15,265	23,714	71,015	309,793
21	4,515	7,014	31,369	701,33	72	15,48	24,048	71,809	306,368
22	4,73	7,348	32,16	684,078	73	15,695	24,382	72,603	303,019
23	4,945	7,682	32,951	667,651	74	15,91	24,716	73,397	299,742
24	5,16	8,016	33,743	651,992	75	16,125	25,05	74,19	296,534
25	5,375	8,35	34,534	637,048	76	16,34	25,384	74,984	293,395
26	5,59	8,684	35,326	622,771	77	16,555	25,718	75,778	290,322
27	5,805	9,018	36,118	609,119	78	16,77	26,052	76,572	287,312
28	6,02	9,352	36,91	596,05	79	16,985	26,386	77,366	284,364
29	6,235	9,686	37,702	583,528	80	17,2	26,72	78,16	281,475
30	6,45	10,02	38,494	571,521	81	17,415	27,054	78,954	278,645
31	6,665	10,354	39,286	559,996	82	17,63	27,388	79,747	275,871
32	6,88	10,688	40,078	548,925	83	17,845	27,722	80,541	273,152
33	7,095	11,022	40,871	538,283	84	18,06	28,056	81,335	270,485
34	7,31	11,356	41,663	528,045	85	18,275	28,39	82,129	267,871
35	7,525	11,69	42,456	518,187	86	18,49	28,724	82,923	265,306
36	7,74	12,024	43,248	508,691	87	18,705	29,058	83,717	262,79
37	7,955	12,358	44,041	499,535	88	18,92	29,392	84,511	260,321
38	8,17	12,692	44,834	490,702	89	19,135	29,726	85,305	257,898
39	8,385	13,026	45,626	482,176	90	19,35	30,06	86,099	255,52
40	8,6	13,36	46,419	473,94	91	19,565	30,394	86,893	253,185
41	8,815	13,694	47,212	465,981	92	19,78	30,728	87,687	250,893
42	9,03	14,028	48,005	458,284	93	19,995	31,062	88,481	248,641
43	9,245	14,362	48,798	450,836	94	20,21	31,396	89,275	246,43
44	9,46	14,696	49,591	443,627	95	20,425	31,73	90,069	244,257
45	9,675	15,03	50,384	436,644	96	20,64	32,064	90,863	242,123
46	9,89	15,364	51,177	429,877	97	20,855	32,398	91,657	240,025
47	10,105	15,698	51,971	423,316	98	21,07	32,732	92,451	237,964
48	10,32	16,032	52,764	416,952	99	21,285	33,066	93,245	235,937
49	10,535	16,366	53,557	410,777	100	21,5	33,4	94,039	233,945
50	10,75	16,7	54,35	404,781					

Πίνακας 5.2.2-1: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης του εδάφους, S_N = 15MVA, ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/15kV: R_{MΣ} = 0,16Ω , X_{MΣ} = 5,331Ω

Γραμμή: A=95 mm² , R_ρ / km = 0,215Ω / km , X_ρ / km = 0,334Ω / km

$$R_{\delta} = 10\Omega$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	51,437	427,707	51	10,965	17,034	84,975	258,898
1	0,215	0,334	51,999	423,083	52	11,18	17,368	85,693	256,729
2	0,43	0,668	52,567	418,51	53	11,395	17,702	86,413	254,593
3	0,645	1,002	53,141	413,989	54	11,61	18,036	87,133	252,487
4	0,86	1,336	53,721	409,523	55	11,825	18,37	87,855	250,413
5	1,075	1,67	54,306	405,111	56	12,04	18,704	88,578	248,369
6	1,29	2,004	54,896	400,755	57	12,255	19,038	89,302	246,354
7	1,505	2,338	55,492	396,455	58	12,47	19,372	90,028	244,369
8	1,72	2,672	56,092	392,212	59	12,685	19,706	90,754	242,412
9	1,935	3,006	56,697	388,026	60	12,9	20,04	91,482	240,484
10	2,15	3,34	57,307	383,898	61	13,115	20,374	92,211	238,583
11	2,365	3,674	57,921	379,827	62	13,33	20,708	92,941	236,709
12	2,58	4,008	58,54	375,814	63	13,545	21,042	93,672	234,862
13	2,795	4,342	59,162	371,858	64	13,76	21,376	94,404	233,041
14	3,01	4,676	59,789	367,959	65	13,975	21,71	95,137	231,246
15	3,225	5,01	60,42	364,118	66	14,19	22,044	95,871	229,475
16	3,44	5,344	61,055	360,334	67	14,405	22,378	96,606	227,729
17	3,655	5,678	61,693	356,606	68	14,62	22,712	97,342	226,008
18	3,87	6,012	62,335	352,934	69	14,835	23,046	98,079	224,31
19	4,085	6,346	62,98	349,317	70	15,05	23,38	98,816	222,635
20	4,3	6,68	63,629	345,756	71	15,265	23,714	99,555	220,984
21	4,515	7,014	64,281	342,249	72	15,48	24,048	100,29	219,355
22	4,73	7,348	64,936	338,796	73	15,695	24,382	101,03	217,748
23	4,945	7,682	65,594	335,396	74	15,91	24,716	101,78	216,162
24	5,16	8,016	66,255	332,049	75	16,125	25,05	102,52	214,598
25	5,375	8,35	66,919	328,753	76	16,34	25,384	103,26	213,054
26	5,59	8,684	67,586	325,509	77	16,555	25,718	104	211,532
27	5,805	9,018	68,256	322,316	78	16,77	26,052	104,75	210,029
28	6,02	9,352	68,928	319,172	79	16,985	26,386	105,49	208,546
29	6,235	9,686	69,603	316,077	80	17,2	26,72	106,24	207,082
30	6,45	10,02	70,281	313,031	81	17,415	27,054	106,98	205,637
31	6,665	10,354	70,96	310,032	82	17,63	27,388	107,73	204,212
32	6,88	10,688	71,643	307,08	83	17,845	27,722	108,48	202,804
33	7,095	11,022	72,327	304,174	84	18,06	28,056	109,23	201,415
34	7,31	11,356	73,014	301,313	85	18,275	28,39	109,98	200,043
35	7,525	11,69	73,703	298,497	86	18,49	28,724	110,73	198,689
36	7,74	12,024	74,394	295,724	87	18,705	29,058	111,48	197,352
37	7,955	12,358	75,087	292,995	88	18,92	29,392	112,23	196,031
38	8,17	12,692	75,782	290,308	89	19,135	29,726	112,98	194,727
39	8,385	13,026	76,479	287,662	90	19,35	30,06	113,73	193,44
40	8,6	13,36	77,177	285,057	91	19,565	30,394	114,48	192,168
41	8,815	13,694	77,878	282,493	92	19,78	30,728	115,24	190,912
42	9,03	14,028	78,581	279,968	93	19,995	31,062	115,99	189,672
43	9,245	14,362	79,285	277,481	94	20,21	31,396	116,74	188,446
44	9,46	14,696	79,991	275,032	95	20,425	31,73	117,5	187,236
45	9,675	15,03	80,698	272,621	96	20,64	32,064	118,25	186,04
46	9,89	15,364	81,407	270,246	97	20,855	32,398	119,01	184,858
47	10,105	15,698	82,118	267,908	98	21,07	32,732	119,77	183,691
48	10,32	16,032	82,83	265,604	99	21,285	33,066	120,52	182,537
49	10,535	16,366	83,544	263,335	100	21,5	33,4	121,28	181,398
50	10,75	16,7	84,259	261,1					

Πίνακας 5.2.2-2: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης $R_s = 50\Omega$

του εδάφους,

$S_N = 15MVA$, ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/15kV: $R_{MS} = 0,16\Omega$, $X_{MS} = 5,331\Omega$

Γραμμή: $A=95\text{ mm}^2$, $R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	100,885	218,07	51	10,965	17,034	130,176	169,002
1	0,215	0,334	101,385	216,995	52	11,18	17,368	130,81	168,182
2	0,43	0,668	101,889	215,922	53	11,395	17,702	131,446	167,369
3	0,645	1,002	102,396	214,851	54	11,61	18,036	132,084	166,561
4	0,86	1,336	102,908	213,784	55	11,825	18,37	132,723	165,758
5	1,075	1,67	103,422	212,72	56	12,04	18,704	133,364	164,962
6	1,29	2,004	103,94	211,66	57	12,255	19,038	134,007	164,17
7	1,505	2,338	104,462	210,603	58	12,47	19,372	134,651	163,385
8	1,72	2,672	104,987	209,549	59	12,685	19,706	135,297	162,605
9	1,935	3,006	105,516	208,5	60	12,9	20,04	135,945	161,83
10	2,15	3,34	106,048	207,454	61	13,115	20,374	136,594	161,061
11	2,365	3,674	106,583	206,413	62	13,33	20,708	137,244	160,298
12	2,58	4,008	107,121	205,375	63	13,545	21,042	137,896	159,54
13	2,795	4,342	107,662	204,342	64	13,76	21,376	138,55	158,787
14	3,01	4,676	108,207	203,314	65	13,975	21,71	139,205	158,04
15	3,225	5,01	108,755	202,29	66	14,19	22,044	139,861	157,298
16	3,44	5,344	109,305	201,271	67	14,405	22,378	140,519	156,562
17	3,655	5,678	109,859	200,257	68	14,62	22,712	141,179	155,831
18	3,87	6,012	110,416	199,247	69	14,835	23,046	141,839	155,105
19	4,085	6,346	110,975	198,243	70	15,05	23,38	142,501	154,384
20	4,3	6,68	111,538	197,243	71	15,265	23,714	143,165	153,669
21	4,515	7,014	112,103	196,249	72	15,48	24,048	143,83	152,959
22	4,73	7,348	112,671	195,259	73	15,695	24,382	144,496	152,254
23	4,945	7,682	113,241	194,275	74	15,91	24,716	145,163	151,554
24	5,16	8,016	113,815	193,297	75	16,125	25,05	145,831	150,859
25	5,375	8,35	114,391	192,323	76	16,34	25,384	146,501	150,169
26	5,59	8,684	114,969	191,356	77	16,555	25,718	147,172	149,485
27	5,805	9,018	115,55	190,393	78	16,77	26,052	147,845	148,805
28	6,02	9,352	116,134	189,436	79	16,985	26,386	148,518	148,13
29	6,235	9,686	116,72	188,485	80	17,2	26,72	149,193	147,46
30	6,45	10,02	117,309	187,539	81	17,415	27,054	149,869	146,795
31	6,665	10,354	117,9	186,599	82	17,63	27,388	150,546	146,135
32	6,88	10,688	118,493	185,664	83	17,845	27,722	151,224	145,48
33	7,095	11,022	119,089	184,736	84	18,06	28,056	151,903	144,829
34	7,31	11,356	119,687	183,813	85	18,275	28,39	152,584	144,183
35	7,525	11,69	120,288	182,895	86	18,49	28,724	153,265	143,542
36	7,74	12,024	120,89	181,983	87	18,705	29,058	153,948	142,906
37	7,955	12,358	121,495	181,078	88	18,92	29,392	154,632	142,274
38	8,17	12,692	122,102	180,177	89	19,135	29,726	155,316	141,646
39	8,385	13,026	122,711	179,283	90	19,35	30,06	156,002	141,024
40	8,6	13,36	123,322	178,395	91	19,565	30,394	156,689	140,406
41	8,815	13,694	123,935	177,512	92	19,78	30,728	157,377	139,792
42	9,03	14,028	124,551	176,635	93	19,995	31,062	158,065	139,183
43	9,245	14,362	125,168	175,764	94	20,21	31,396	158,755	138,578
44	9,46	14,696	125,787	174,898	95	20,425	31,73	159,446	137,978
45	9,675	15,03	126,409	174,039	96	20,64	32,064	160,138	137,382
46	9,89	15,364	127,032	173,185	97	20,855	32,398	160,83	136,79
47	10,105	15,698	127,657	172,337	98	21,07	32,732	161,524	136,203
48	10,32	16,032	128,284	171,494	99	21,285	33,066	162,219	135,62
49	10,535	16,366	128,913	170,658	100	21,5	33,4	162,914	135,041
50	10,75	16,7	129,544	169,827					

Πίνακας 5.2.2-3: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 100\Omega$$

του εδάφους,

$$S_N = 15MVA, \text{ACSR}=95 \text{ mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\text{ΜΣ}} = 0,16\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 5,331\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{\gamma\rho} / \text{km} = 0,215\Omega / \text{km}, X_{\gamma\rho} / \text{km} = 0,334\Omega / \text{km}$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	200,604	109,669	51	10,965	17,034	226,706	97,0418
1	0,215	0,334	201,069	109,415	52	11,18	17,368	227,261	96,8052
2	0,43	0,668	201,537	109,161	53	11,395	17,702	227,816	96,5692
3	0,645	1,002	202,007	108,907	54	11,61	18,036	228,373	96,3337
4	0,86	1,336	202,48	108,653	55	11,825	18,37	228,931	96,0987
5	1,075	1,67	202,954	108,399	56	12,04	18,704	229,491	95,8644
6	1,29	2,004	203,43	108,146	57	12,255	19,038	230,052	95,6306
7	1,505	2,338	203,908	107,892	58	12,47	19,372	230,614	95,3973
8	1,72	2,672	204,388	107,639	59	12,685	19,706	231,178	95,1647
9	1,935	3,006	204,87	107,385	60	12,9	20,04	231,743	94,9326
10	2,15	3,34	205,354	107,132	61	13,115	20,374	232,31	94,7011
11	2,365	3,674	205,839	106,879	62	13,33	20,708	232,878	94,4702
12	2,58	4,008	206,327	106,627	63	13,545	21,042	233,447	94,2399
13	2,795	4,342	206,817	106,374	64	13,76	21,376	234,017	94,0101
14	3,01	4,676	207,308	106,122	65	13,975	21,71	234,589	93,781
15	3,225	5,01	207,802	105,87	66	14,19	22,044	235,162	93,5525
16	3,44	5,344	208,297	105,618	67	14,405	22,378	235,736	93,3245
17	3,655	5,678	208,794	105,367	68	14,62	22,712	236,312	93,0972
18	3,87	6,012	209,293	105,116	69	14,835	23,046	236,889	92,8705
19	4,085	6,346	209,794	104,865	70	15,05	23,38	237,467	92,6444
20	4,3	6,68	210,296	104,614	71	15,265	23,714	238,047	92,4189
21	4,515	7,014	210,801	104,364	72	15,48	24,048	238,627	92,194
22	4,73	7,348	211,307	104,114	73	15,695	24,382	239,209	91,9698
23	4,945	7,682	211,815	103,864	74	15,91	24,716	239,792	91,7461
24	5,16	8,016	212,325	103,615	75	16,125	25,05	240,376	91,5231
25	5,375	8,35	212,836	103,366	76	16,34	25,384	240,962	91,3007
26	5,59	8,684	213,349	103,117	77	16,555	25,718	241,549	91,079
27	5,805	9,018	213,864	102,869	78	16,77	26,052	242,136	90,8579
28	6,02	9,352	214,381	102,621	79	16,985	26,386	242,725	90,6374
29	6,235	9,686	214,899	102,374	80	17,2	26,72	243,316	90,4175
30	6,45	10,02	215,419	102,127	81	17,415	27,054	243,907	90,1983
31	6,665	10,354	215,941	101,88	82	17,63	27,388	244,5	89,9797
32	6,88	10,688	216,464	101,634	83	17,845	27,722	245,093	89,7618
33	7,095	11,022	216,989	101,388	84	18,06	28,056	245,688	89,5444
34	7,31	11,356	217,516	101,142	85	18,275	28,39	246,284	89,3278
35	7,525	11,69	218,044	100,897	86	18,49	28,724	246,881	89,1117
36	7,74	12,024	218,574	100,653	87	18,705	29,058	247,479	88,8964
37	7,955	12,358	219,105	100,408	88	18,92	29,392	248,078	88,6816
38	8,17	12,692	219,638	100,165	89	19,135	29,726	248,679	88,4675
39	8,385	13,026	220,173	99,9216	90	19,35	30,06	249,28	88,2541
40	8,6	13,36	220,709	99,6789	91	19,565	30,394	249,883	88,0413
41	8,815	13,694	221,246	99,4366	92	19,78	30,728	250,486	87,8291
42	9,03	14,028	221,786	99,1949	93	19,995	31,062	251,091	87,6176
43	9,245	14,362	222,326	98,9536	94	20,21	31,396	251,697	87,4068
44	9,46	14,696	222,869	98,7128	95	20,425	31,73	252,303	87,1966
45	9,675	15,03	223,413	98,4725	96	20,64	32,064	252,911	86,987
46	9,89	15,364	223,958	98,2328	97	20,855	32,398	253,52	86,7781
47	10,105	15,698	224,505	97,9935	98	21,07	32,732	254,13	86,5699
48	10,32	16,032	225,053	97,7548	99	21,285	33,066	254,741	86,3623
49	10,535	16,366	225,603	97,5166	100	21,5	33,4	255,353	86,1554
50	10,75	16,7	226,154	97,2789					

Πίνακας 5.2.2-4: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$R_\delta = 200\Omega$

του εδάφους,

$S_N = 15MVA$, $ACSR=95 mm^2$,

ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,16\Omega$, $X_{M\Sigma} = 5,331\Omega$

Γραμμή: $A=95 mm^2$, $R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$

L (km)	Rγρ (Ω)	Xγρ (Ω)	Zολ (Ω)	$I_{sw\max} = I_{d2}$ (A)	L (km)	Rγρ (Ω)	Xγρ (Ω)	Zολ (Ω)	$I_{sw\max} = I_{d2}$ (A)
0	0	0	1000,4	21,992	51	10,965	17,034	1023,2	21,501
1	0,215	0,334	1000,8	21,982	52	11,18	17,368	1023,7	21,491
2	0,43	0,668	1001,3	21,972	53	11,395	17,702	1024,1	21,481
3	0,645	1,002	1001,7	21,963	54	11,61	18,036	1024,6	21,472
4	0,86	1,336	1002,1	21,953	55	11,825	18,37	1025,1	21,462
5	1,075	1,67	1002,6	21,944	56	12,04	18,704	1025,5	21,452
6	1,29	2,004	1003	21,934	57	12,255	19,038	1026	21,443
7	1,505	2,338	1003,4	21,924	58	12,47	19,372	1026,4	21,433
8	1,72	2,672	1003,9	21,915	59	12,685	19,706	1026,9	21,423
9	1,935	3,006	1004,3	21,905	60	12,9	20,04	1027,4	21,414
10	2,15	3,34	1004,8	21,896	61	13,115	20,374	1027,8	21,404
11	2,365	3,674	1005,2	21,886	62	13,33	20,708	1028,3	21,395
12	2,58	4,008	1005,7	21,876	63	13,545	21,042	1028,8	21,385
13	2,795	4,342	1006,1	21,867	64	13,76	21,376	1029,2	21,375
14	3,01	4,676	1006,5	21,857	65	13,975	21,71	1029,7	21,366
15	3,225	5,01	1007	21,847	66	14,19	22,044	1030,2	21,356
16	3,44	5,344	1007,4	21,838	67	14,405	22,378	1030,6	21,346
17	3,655	5,678	1007,9	21,828	68	14,62	22,712	1031,1	21,337
18	3,87	6,012	1008,3	21,819	69	14,835	23,046	1031,6	21,327
19	4,085	6,346	1008,8	21,809	70	15,05	23,38	1032	21,317
20	4,3	6,68	1009,2	21,799	71	15,265	23,714	1032,5	21,308
21	4,515	7,014	1009,7	21,79	72	15,48	24,048	1033	21,298
22	4,73	7,348	1010,1	21,78	73	15,695	24,382	1033,4	21,289
23	4,945	7,682	1010,5	21,77	74	15,91	24,716	1033,9	21,279
24	5,16	8,016	1011	21,761	75	16,125	25,05	1034,4	21,269
25	5,375	8,35	1011,4	21,751	76	16,34	25,384	1034,8	21,26
26	5,59	8,684	1011,9	21,742	77	16,555	25,718	1035,3	21,25
27	5,805	9,018	1012,3	21,732	78	16,77	26,052	1035,8	21,24
28	6,02	9,352	1012,8	21,722	79	16,985	26,386	1036,2	21,231
29	6,235	9,686	1013,2	21,713	80	17,2	26,72	1036,7	21,221
30	6,45	10,02	1013,7	21,703	81	17,415	27,054	1037,2	21,211
31	6,665	10,354	1014,1	21,693	82	17,63	27,388	1037,6	21,202
32	6,88	10,688	1014,6	21,684	83	17,845	27,722	1038,1	21,192
33	7,095	11,022	1015	21,674	84	18,06	28,056	1038,6	21,183
34	7,31	11,356	1015,5	21,664	85	18,275	28,39	1039,1	21,173
35	7,525	11,69	1015,9	21,655	86	18,49	28,724	1039,5	21,163
36	7,74	12,024	1016,4	21,645	87	18,705	29,058	1040	21,154
37	7,955	12,358	1016,8	21,636	88	18,92	29,392	1040,5	21,144
38	8,17	12,692	1017,3	21,626	89	19,135	29,726	1041	21,134
39	8,385	13,026	1017,8	21,616	90	19,35	30,06	1041,4	21,125
40	8,6	13,36	1018,2	21,607	91	19,565	30,394	1041,9	21,115
41	8,815	13,694	1018,7	21,597	92	19,78	30,728	1042,4	21,106
42	9,03	14,028	1019,1	21,587	93	19,995	31,062	1042,9	21,096
43	9,245	14,362	1019,6	21,578	94	20,21	31,396	1043,3	21,086
44	9,46	14,696	1020	21,568	95	20,425	31,73	1043,8	21,077
45	9,675	15,03	1020,5	21,558	96	20,64	32,064	1044,3	21,067
46	9,89	15,364	1020,9	21,549	97	20,855	32,398	1044,8	21,057
47	10,105	15,698	1021,4	21,539	98	21,07	32,732	1045,2	21,048
48	10,32	16,032	1021,9	21,53	99	21,285	33,066	1045,7	21,038
49	10,535	16,366	1022,3	21,52	100	21,5	33,4	1046,2	21,029
50	10,75	16,7	1022,8	21,51					

Πίνακας 5.2.2-5: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

του εδάφους,

$$S_N = 15MVA, \text{ACSR}=95 \text{ mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\text{ΜΣ}} = 0,16\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 5,331\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{\gamma\rho}/\text{km} = 0,215\Omega/\text{km}, X_{\gamma\rho}/\text{km} = 0,334\Omega/\text{km}$$

$$R_\delta = 1000\Omega$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	2000,3	10,998	51	10,965	17,034	2022,7	10,876
1	0,215	0,334	2000,8	10,996	52	11,18	17,368	2023,2	10,874
2	0,43	0,668	2001,2	10,993	53	11,395	17,702	2023,6	10,872
3	0,645	1,002	2001,7	10,991	54	11,61	18,036	2024,1	10,869
4	0,86	1,336	2002,1	10,989	55	11,825	18,37	2024,5	10,867
5	1,075	1,67	2002,5	10,986	56	12,04	18,704	2025	10,864
6	1,29	2,004	2003	10,984	57	12,255	19,038	2025,4	10,862
7	1,505	2,338	2003,4	10,981	58	12,47	19,372	2025,9	10,86
8	1,72	2,672	2003,8	10,979	59	12,685	19,706	2026,3	10,857
9	1,935	3,006	2004,3	10,977	60	12,9	20,04	2026,8	10,855
10	2,15	3,34	2004,7	10,974	61	13,115	20,374	2027,2	10,852
11	2,365	3,674	2005,1	10,972	62	13,33	20,708	2027,6	10,85
12	2,58	4,008	2005,6	10,969	63	13,545	21,042	2028,1	10,848
13	2,795	4,342	2006	10,967	64	13,76	21,376	2028,5	10,845
14	3,01	4,676	2006,4	10,965	65	13,975	21,71	2029	10,843
15	3,225	5,01	2006,9	10,962	66	14,19	22,044	2029,4	10,84
16	3,44	5,344	2007,3	10,96	67	14,405	22,378	2029,9	10,838
17	3,655	5,678	2007,8	10,958	68	14,62	22,712	2030,3	10,836
18	3,87	6,012	2008,2	10,955	69	14,835	23,046	2030,8	10,833
19	4,085	6,346	2008,6	10,953	70	15,05	23,38	2031,2	10,831
20	4,3	6,68	2009,1	10,95	71	15,265	23,714	2031,7	10,828
21	4,515	7,014	2009,5	10,948	72	15,48	24,048	2032,1	10,826
22	4,73	7,348	2009,9	10,946	73	15,695	24,382	2032,6	10,824
23	4,945	7,682	2010,4	10,943	74	15,91	24,716	2033	10,821
24	5,16	8,016	2010,8	10,941	75	16,125	25,05	2033,5	10,819
25	5,375	8,35	2011,3	10,938	76	16,34	25,384	2033,9	10,817
26	5,59	8,684	2011,7	10,936	77	16,555	25,718	2034,4	10,814
27	5,805	9,018	2012,1	10,934	78	16,77	26,052	2034,8	10,812
28	6,02	9,352	2012,6	10,931	79	16,985	26,386	2035,3	10,809
29	6,235	9,686	2013	10,929	80	17,2	26,72	2035,7	10,807
30	6,45	10,02	2013,5	10,926	81	17,415	27,054	2036,2	10,805
31	6,665	10,354	2013,9	10,924	82	17,63	27,388	2036,6	10,802
32	6,88	10,688	2014,3	10,922	83	17,845	27,722	2037,1	10,8
33	7,095	11,022	2014,8	10,919	84	18,06	28,056	2037,5	10,797
34	7,31	11,356	2015,2	10,917	85	18,275	28,39	2038	10,795
35	7,525	11,69	2015,7	10,915	86	18,49	28,724	2038,4	10,793
36	7,74	12,024	2016,1	10,912	87	18,705	29,058	2038,9	10,79
37	7,955	12,358	2016,5	10,91	88	18,92	29,392	2039,3	10,788
38	8,17	12,692	2017	10,907	89	19,135	29,726	2039,8	10,785
39	8,385	13,026	2017,4	10,905	90	19,35	30,06	2040,2	10,783
40	8,6	13,36	2017,9	10,903	91	19,565	30,394	2040,7	10,781
41	8,815	13,694	2018,3	10,9	92	19,78	30,728	2041,2	10,778
42	9,03	14,028	2018,8	10,898	93	19,995	31,062	2041,6	10,776
43	9,245	14,362	2019,2	10,895	94	20,21	31,396	2042,1	10,773
44	9,46	14,696	2019,6	10,893	95	20,425	31,73	2042,5	10,771
45	9,675	15,03	2020,1	10,891	96	20,64	32,064	2043	10,769
46	9,89	15,364	2020,5	10,888	97	20,855	32,398	2043,4	10,766
47	10,105	15,698	2021	10,886	98	21,07	32,732	2043,9	10,764
48	10,32	16,032	2021,4	10,883	99	21,285	33,066	2044,3	10,761
49	10,535	16,366	2021,9	10,881	100	21,5	33,4	2044,8	10,759
50	10,75	16,7	2022,3	10,879					

Πίνακας 5.2.2-6: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_s = 2000\Omega \quad \text{του εδάφους,}$$

$$S_N = 15MVA, \text{ ACSR}=95mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV/15kV: } R_{M\Sigma} = 0,16\Omega, X_{M\Sigma} = 5,33\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95mm}^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	3000,3	7,333	51	10,965	17,034	3022,6	7,279
1	0,215	0,334	3000,8	7,331	52	11,18	17,368	3023	7,277
2	0,43	0,668	3001,2	7,33	53	11,395	17,702	3023,5	7,276
3	0,645	1,002	3001,6	7,329	54	11,61	18,036	3023,9	7,275
4	0,86	1,336	3002,1	7,328	55	11,825	18,37	3024,3	7,274
5	1,075	1,67	3002,5	7,327	56	12,04	18,704	3024,8	7,273
6	1,29	2,004	3002,9	7,326	57	12,255	19,038	3025,2	7,272
7	1,505	2,338	3003,4	7,325	58	12,47	19,372	3025,7	7,271
8	1,72	2,672	3003,8	7,324	59	12,685	19,706	3026,1	7,27
9	1,935	3,006	3004,2	7,323	60	12,9	20,04	3026,5	7,269
10	2,15	3,34	3004,7	7,322	61	13,115	20,374	3027	7,268
11	2,365	3,674	3005,1	7,321	62	13,33	20,708	3027,4	7,267
12	2,58	4,008	3005,5	7,32	63	13,545	21,042	3027,9	7,266
13	2,795	4,342	3006	7,319	64	13,76	21,376	3028,3	7,265
14	3,01	4,676	3006,4	7,318	65	13,975	21,71	3028,8	7,264
15	3,225	5,01	3006,8	7,317	66	14,19	22,044	3029,2	7,263
16	3,44	5,344	3007,3	7,316	67	14,405	22,378	3029,6	7,262
17	3,655	5,678	3007,7	7,315	68	14,62	22,712	3030,1	7,261
18	3,87	6,012	3008,1	7,313	69	14,835	23,046	3030,5	7,259
19	4,085	6,346	3008,6	7,312	70	15,05	23,38	3031	7,258
20	4,3	6,68	3009	7,311	71	15,265	23,714	3031,4	7,257
21	4,515	7,014	3009,5	7,31	72	15,48	24,048	3031,8	7,256
22	4,73	7,348	3009,9	7,309	73	15,695	24,382	3032,3	7,255
23	4,945	7,682	3010,3	7,308	74	15,91	24,716	3032,7	7,254
24	5,16	8,016	3010,8	7,307	75	16,125	25,05	3033,2	7,253
25	5,375	8,35	3011,2	7,306	76	16,34	25,384	3033,6	7,252
26	5,59	8,684	3011,6	7,305	77	16,555	25,718	3034,1	7,251
27	5,805	9,018	3012,1	7,304	78	16,77	26,052	3034,5	7,25
28	6,02	9,352	3012,5	7,303	79	16,985	26,386	3035	7,249
29	6,235	9,686	3012,9	7,302	80	17,2	26,72	3035,4	7,248
30	6,45	10,02	3013,4	7,301	81	17,415	27,054	3035,8	7,247
31	6,665	10,354	3013,8	7,3	82	17,63	27,388	3036,3	7,246
32	6,88	10,688	3014,3	7,299	83	17,845	27,722	3036,7	7,245
33	7,095	11,022	3014,7	7,298	84	18,06	28,056	3037,2	7,244
34	7,31	11,356	3015,1	7,297	85	18,275	28,39	3037,6	7,243
35	7,525	11,69	3015,6	7,295	86	18,49	28,724	3038,1	7,241
36	7,74	12,024	3016	7,294	87	18,705	29,058	3038,5	7,24
37	7,955	12,358	3016,4	7,293	88	18,92	29,392	3039	7,239
38	8,17	12,692	3016,9	7,292	89	19,135	29,726	3039,4	7,238
39	8,385	13,026	3017,3	7,291	90	19,35	30,06	3039,8	7,237
40	8,6	13,36	3017,8	7,29	91	19,565	30,394	3040,3	7,236
41	8,815	13,694	3018,2	7,289	92	19,78	30,728	3040,7	7,235
42	9,03	14,028	3018,6	7,288	93	19,995	31,062	3041,2	7,234
43	9,245	14,362	3019,1	7,287	94	20,21	31,396	3041,6	7,233
44	9,46	14,696	3019,5	7,286	95	20,425	31,73	3042,1	7,232
45	9,675	15,03	3019,9	7,285	96	20,64	32,064	3042,5	7,231
46	9,89	15,364	3020,4	7,284	97	20,855	32,398	3043	7,23
47	10,105	15,698	3020,8	7,283	98	21,07	32,732	3043,4	7,229
48	10,32	16,032	3021,3	7,282	99	21,285	33,066	3043,9	7,228
49	10,535	16,366	3021,7	7,281	100	21,5	33,4	3044,3	7,227
50	10,75	16,7	3022,1	7,28					

Πίνακας 5.2.2-7: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

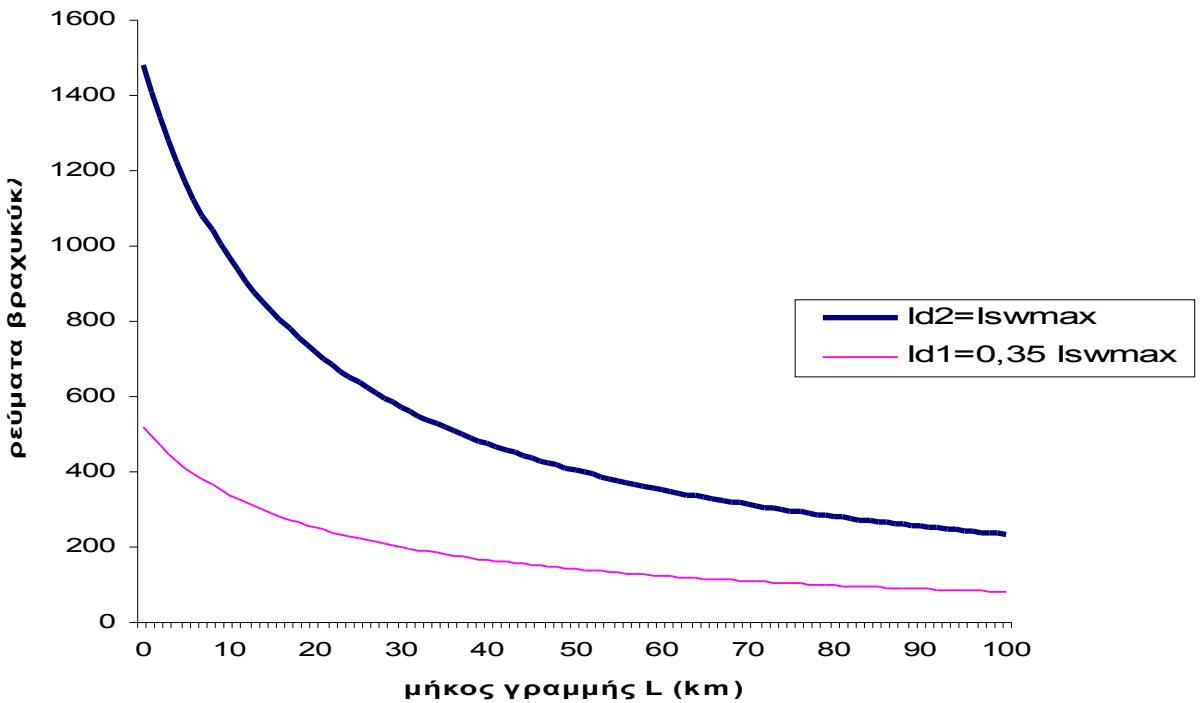
$R_s = 3000\Omega$ του εδάφους,

$S_N = 15MVA$, ACSR=95 mm²,

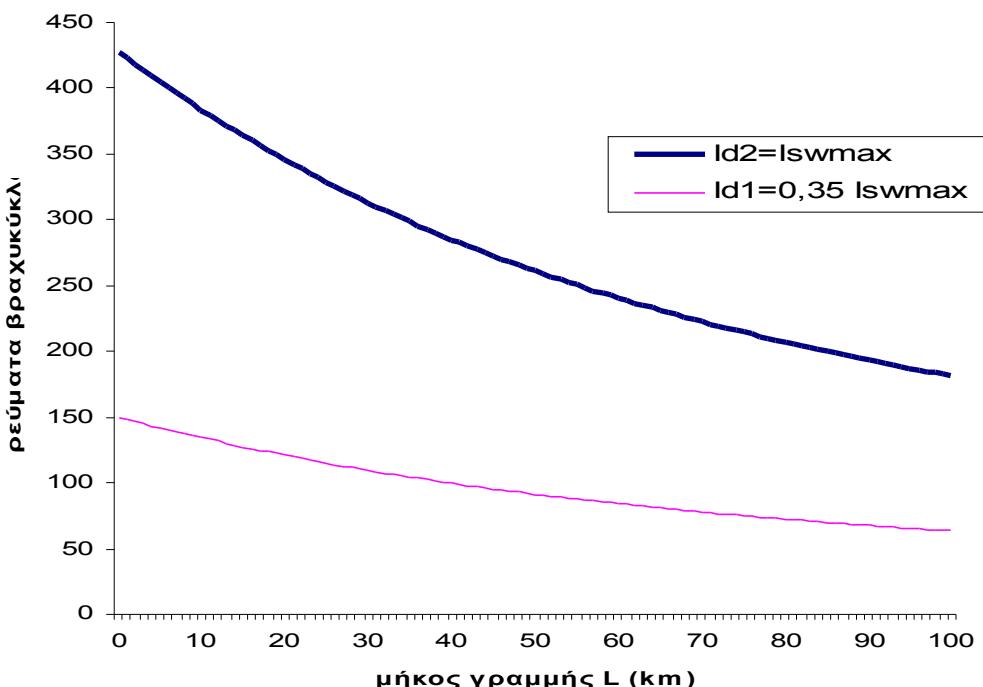
ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,16\Omega$, $X_{M\Sigma} = 5,331\Omega$

Γραμμή: $A=95\text{ mm}^2$, $R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$

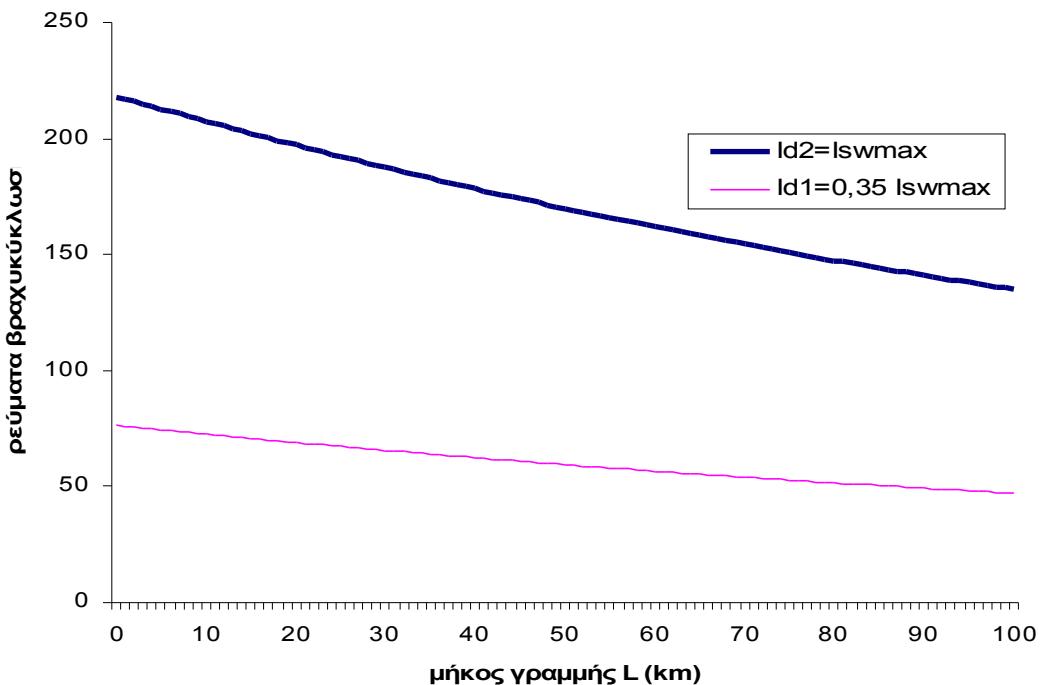
5.2.2.2. Διαγράμματα



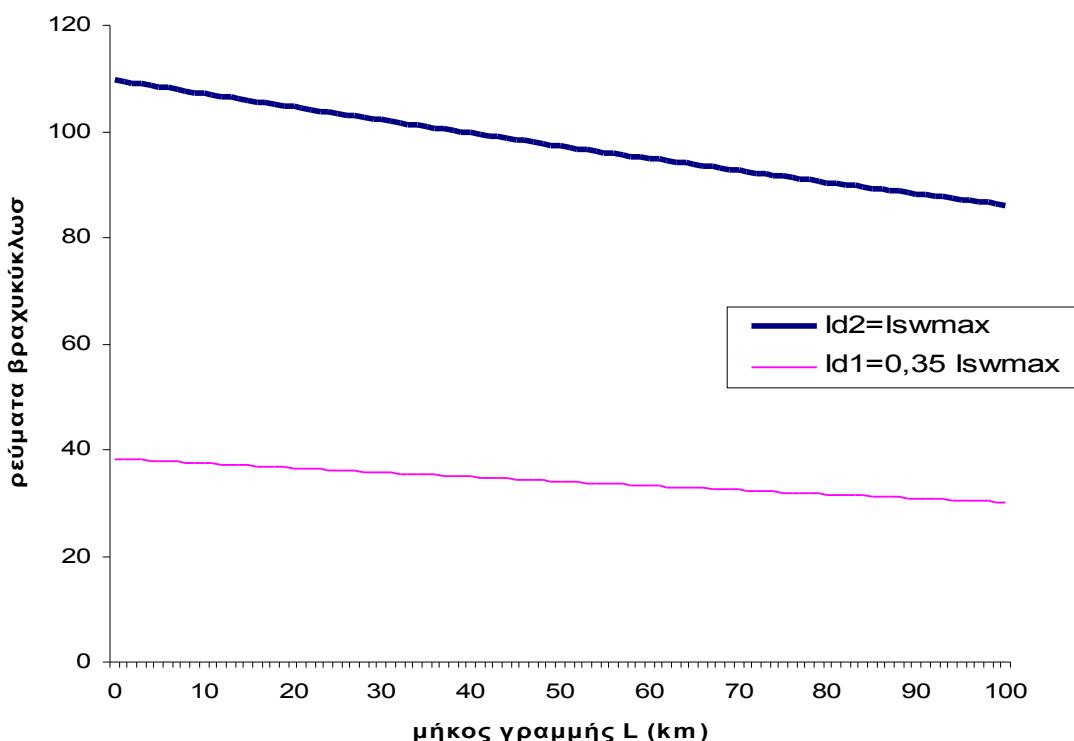
Σχήμα 5.2.2-1 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 10\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV



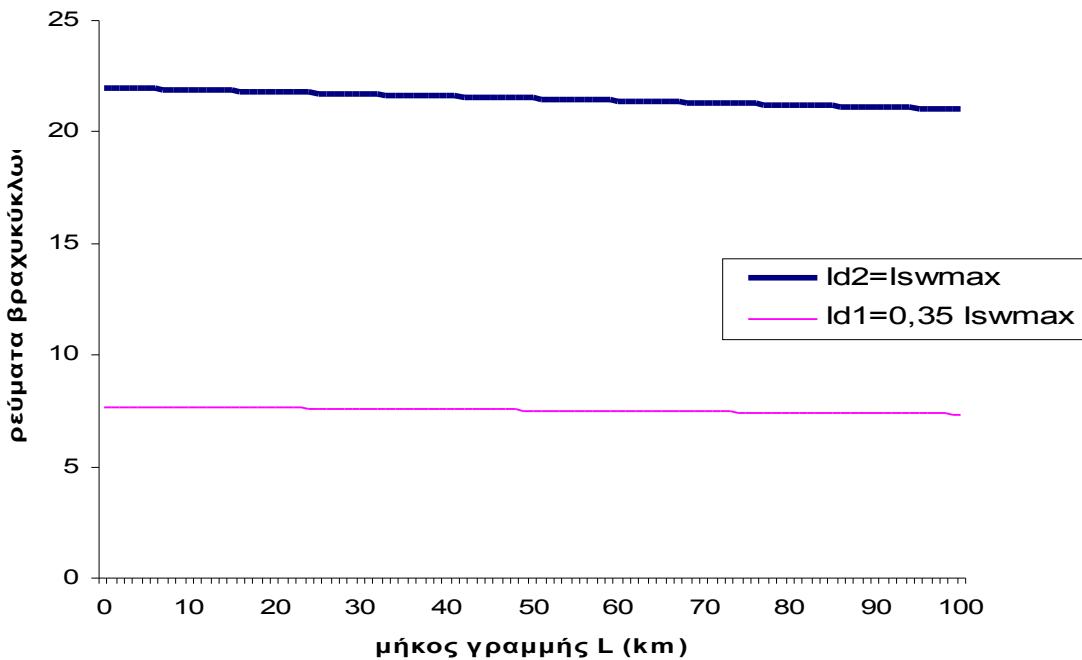
Σχήμα 5.2.2-2 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 50\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV



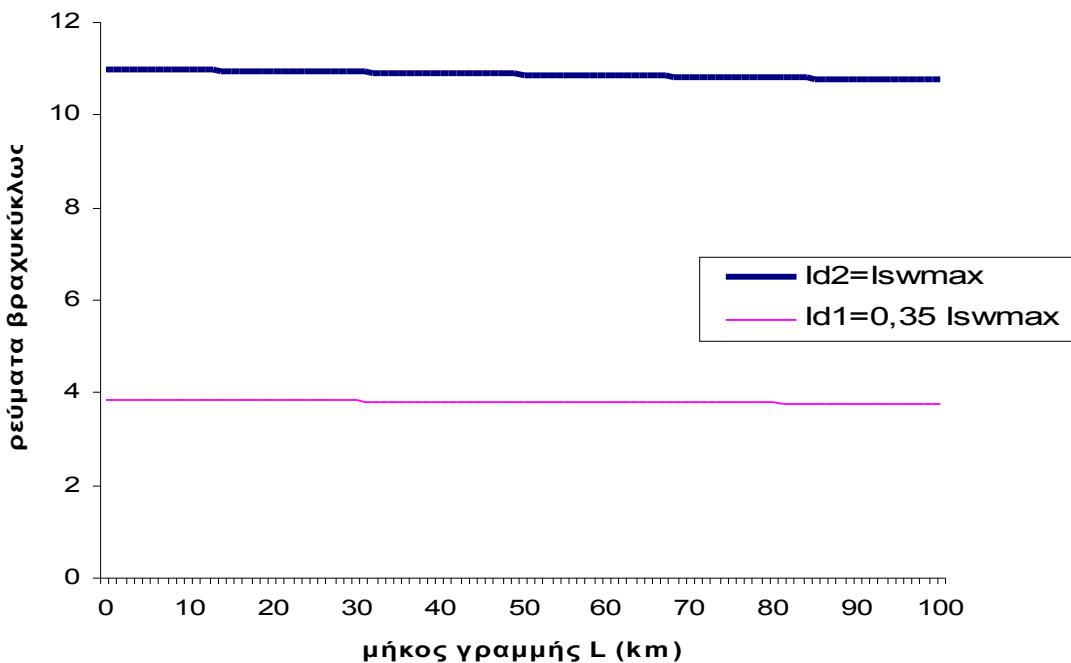
Σχήμα 5.2.2-3 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 100\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV



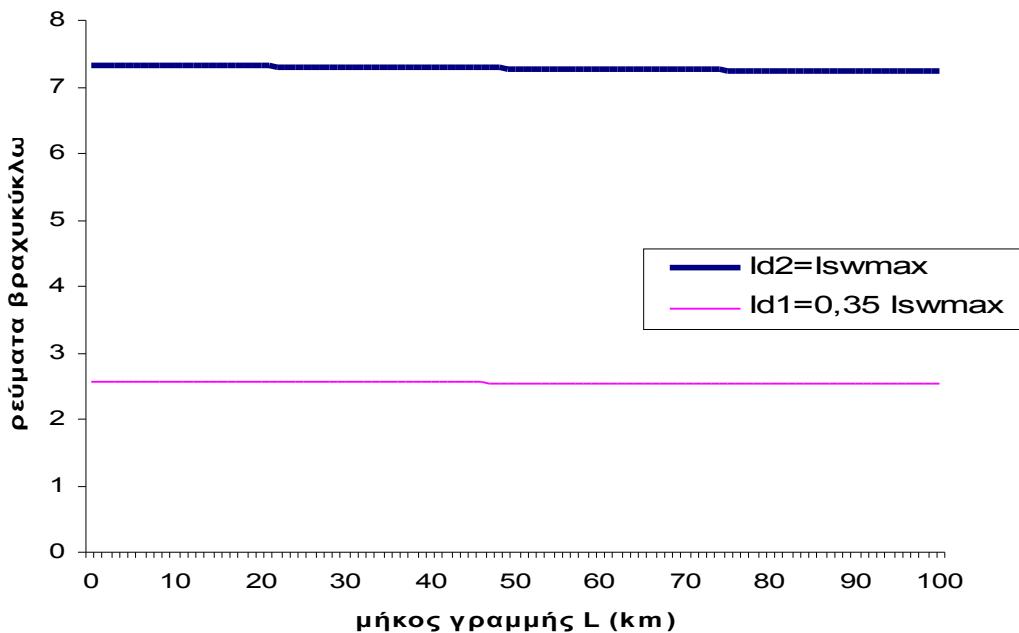
Σχήμα 5.2.2-4 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 200\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.2.2-5 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 1000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.2.2-6 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 2000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.2.2-7 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 3000\Omega$. ACSR 95mm², S_N=15MVA, ΜΣ 150kV/20kV

5.2.3. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R_d του εδάφους κατά την αποκοπή δυο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV

5.2.3.1. Πίνακες

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	10,729	1537,83	51	10,965	17,034	49,449	333,678
1	0,215	0,334	11,369	1451,33	52	11,18	17,368	50,236	328,447
2	0,43	0,668	12,027	1371,93	53	11,395	17,702	51,024	323,376
3	0,645	1,002	12,7	1299,17	54	11,61	18,036	51,812	318,458
4	0,86	1,336	13,387	1232,51	55	11,825	18,37	52,6	313,687
5	1,075	1,67	14,085	1171,42	56	12,04	18,704	53,389	309,055
6	1,29	2,004	14,793	1115,37	57	12,255	19,038	54,177	304,557
7	1,505	2,338	15,51	1063,86	58	12,47	19,372	54,966	300,187
8	1,72	2,672	16,233	1016,44	59	12,685	19,706	55,755	295,939
9	1,935	3,006	16,963	972,704	60	12,9	20,04	56,544	291,81
10	2,15	3,34	17,698	932,284	61	13,115	20,374	57,333	287,793
11	2,365	3,674	18,439	894,852	62	13,33	20,708	58,122	283,885
12	2,58	4,008	19,183	860,115	63	13,545	21,042	58,912	280,081
13	2,795	4,342	19,932	827,815	64	13,76	21,376	59,701	276,377
14	3,01	4,676	20,684	797,721	65	13,975	21,71	60,491	272,769
15	3,225	5,01	21,439	769,628	66	14,19	22,044	61,281	269,253
16	3,44	5,344	22,197	743,354	67	14,405	22,378	62,071	265,826
17	3,655	5,678	22,957	718,738	68	14,62	22,712	62,861	262,485
18	3,87	6,012	23,719	695,633	69	14,835	23,046	63,651	259,227
19	4,085	6,346	24,484	673,912	70	15,05	23,38	64,441	256,048
20	4,3	6,68	25,25	653,458	71	15,265	23,714	65,231	252,946
21	4,515	7,014	26,018	634,169	72	15,48	24,048	66,022	249,917
22	4,73	7,348	26,788	615,95	73	15,695	24,382	66,812	246,96
23	4,945	7,682	27,559	598,718	74	15,91	24,716	67,603	244,072
24	5,16	8,016	28,331	582,397	75	16,125	25,05	68,394	241,25
25	5,375	8,35	29,105	566,92	76	16,34	25,384	69,185	238,492
26	5,59	8,684	29,879	552,223	77	16,555	25,718	69,976	235,797
27	5,805	9,018	30,655	538,251	78	16,77	26,052	70,767	233,161
28	6,02	9,352	31,431	524,954	79	16,985	26,386	71,558	230,583
29	6,235	9,686	32,209	512,283	80	17,2	26,72	72,349	228,062
30	6,45	10,02	32,987	500,197	81	17,415	27,054	73,14	225,595
31	6,665	10,354	33,766	488,658	82	17,63	27,388	73,931	223,18
32	6,88	10,688	34,546	477,629	83	17,845	27,722	74,723	220,817
33	7,095	11,022	35,326	467,078	84	18,06	28,056	75,514	218,503
34	7,31	11,356	36,107	456,976	85	18,275	28,39	76,305	216,236
35	7,525	11,69	36,888	447,294	86	18,49	28,724	77,097	214,016
36	7,74	12,024	37,671	438,008	87	18,705	29,058	77,889	211,841
37	7,955	12,358	38,453	429,094	88	18,92	29,392	78,68	209,71
38	8,17	12,692	39,236	420,531	89	19,135	29,726	79,472	207,621
39	8,385	13,026	40,02	412,298	90	19,35	30,06	80,264	205,573
40	8,6	13,36	40,804	404,376	91	19,565	30,394	81,055	203,564
41	8,815	13,694	41,588	396,75	92	19,78	30,728	81,847	201,595
42	9,03	14,028	42,373	389,403	93	19,995	31,062	82,639	199,663
43	9,245	14,362	43,158	382,319	94	20,21	31,396	83,431	197,768
44	9,46	14,696	43,943	375,486	95	20,425	31,73	84,223	195,908
45	9,675	15,03	44,729	368,89	96	20,64	32,064	85,015	194,083
46	9,89	15,364	45,515	362,52	97	20,855	32,398	85,807	192,291
47	10,105	15,698	46,301	356,363	98	21,07	32,732	86,599	190,532
48	10,32	16,032	47,088	350,411	99	21,285	33,066	87,392	188,805
49	10,535	16,366	47,874	344,651	100	21,5	33,4	88,184	187,109
50	10,75	16,7	48,662	339,077					

Πίνακας 5.2.3-1: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 10\Omega$$

του εδάφους, $S_N = 25MVA$, $ACSR=95mm^2$,

ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,054\Omega$, $X_{M\Sigma} = 1,799\Omega$

Γραμμή: $A=95mm^2$, $R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	50,237	328,443	51	10,965	17,034	81,291	202,974
1	0,215	0,334	50,718	325,33	52	11,18	17,368	81,983	201,262
2	0,43	0,668	51,206	322,226	53	11,395	17,702	82,676	199,574
3	0,645	1,002	51,702	319,134	54	11,61	18,036	83,371	197,91
4	0,86	1,336	52,206	316,056	55	11,825	18,37	84,068	196,27
5	1,075	1,67	52,717	312,994	56	12,04	18,704	84,767	194,652
6	1,29	2,004	53,234	309,951	57	12,255	19,038	85,467	193,057
7	1,505	2,338	53,759	306,928	58	12,47	19,372	86,169	191,484
8	1,72	2,672	54,29	303,926	59	12,685	19,706	86,872	189,934
9	1,935	3,006	54,827	300,947	60	12,9	20,04	87,578	188,404
10	2,15	3,34	55,37	297,993	61	13,115	20,374	88,284	186,897
11	2,365	3,674	55,92	295,065	62	13,33	20,708	88,992	185,409
12	2,58	4,008	56,475	292,164	63	13,545	21,042	89,702	183,943
13	2,795	4,342	57,036	289,29	64	13,76	21,376	90,413	182,496
14	3,01	4,676	57,603	286,445	65	13,975	21,71	91,125	181,07
15	3,225	5,01	58,174	283,63	66	14,19	22,044	91,839	179,663
16	3,44	5,344	58,751	280,844	67	14,405	22,378	92,554	178,275
17	3,655	5,678	59,333	278,089	68	14,62	22,712	93,27	176,906
18	3,87	6,012	59,92	275,365	69	14,835	23,046	93,988	175,555
19	4,085	6,346	60,512	272,673	70	15,05	23,38	94,706	174,223
20	4,3	6,68	61,108	270,013	71	15,265	23,714	95,426	172,908
21	4,515	7,014	61,709	267,384	72	15,48	24,048	96,147	171,611
22	4,73	7,348	62,314	264,788	73	15,695	24,382	96,87	170,332
23	4,945	7,682	62,923	262,224	74	15,91	24,716	97,593	169,069
24	5,16	8,016	63,537	259,693	75	16,125	25,05	98,318	167,823
25	5,375	8,35	64,154	257,194	76	16,34	25,384	99,043	166,594
26	5,59	8,684	64,775	254,728	77	16,555	25,718	99,77	165,381
27	5,805	9,018	65,4	252,294	78	16,77	26,052	100,5	164,183
28	6,02	9,352	66,029	249,892	79	16,985	26,386	101,23	163,001
29	6,235	9,686	66,661	247,522	80	17,2	26,72	101,96	161,835
30	6,45	10,02	67,296	245,185	81	17,415	27,054	102,69	160,683
31	6,665	10,354	67,935	242,879	82	17,63	27,388	103,42	159,547
32	6,88	10,688	68,577	240,605	83	17,845	27,722	104,15	158,425
33	7,095	11,022	69,223	238,362	84	18,06	28,056	104,88	157,317
34	7,31	11,356	69,871	236,15	85	18,275	28,39	105,62	156,223
35	7,525	11,69	70,522	233,968	86	18,49	28,724	106,35	155,144
36	7,74	12,024	71,177	231,818	87	18,705	29,058	107,09	154,077
37	7,955	12,358	71,834	229,697	88	18,92	29,392	107,83	153,025
38	8,17	12,692	72,494	227,606	89	19,135	29,726	108,56	151,985
39	8,385	13,026	73,156	225,545	90	19,35	30,06	109,3	150,958
40	8,6	13,36	73,821	223,513	91	19,565	30,394	110,04	149,944
41	8,815	13,694	74,489	221,51	92	19,78	30,728	110,78	148,943
42	9,03	14,028	75,159	219,535	93	19,995	31,062	111,52	147,953
43	9,245	14,362	75,832	217,588	94	20,21	31,396	112,26	146,976
44	9,46	14,696	76,506	215,668	95	20,425	31,73	113,01	146,011
45	9,675	15,03	77,184	213,776	96	20,64	32,064	113,75	145,057
46	9,89	15,364	77,863	211,911	97	20,855	32,398	114,49	144,115
47	10,105	15,698	78,544	210,072	98	21,07	32,732	115,24	143,185
48	10,32	16,032	79,228	208,26	99	21,285	33,066	115,98	142,265
49	10,535	16,366	79,914	206,473	100	21,5	33,4	116,73	141,356
50	10,75	16,7	80,601	204,711					

Πίνακας 5.2.3-2: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

του εδάφους,

S_N = 25MVA, ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/15kV: R_{MΣ} = 0,054Ω , X_{MΣ} = 1,799Ω

Γραμμή: A=95 mm² , R_{γρ} /km = 0,215Ω /km , X_{γρ} /km = 0,334Ω /km

$$R_{\delta} = 50\Omega$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	100,173	164,716	51	10,965	17,034	127,719	129,19
1	0,215	0,334	100,628	163,969	52	11,18	17,368	128,327	128,577
2	0,43	0,668	101,089	163,223	53	11,395	17,702	128,938	127,968
3	0,645	1,002	101,553	162,477	54	11,61	18,036	129,551	127,363
4	0,86	1,336	102,021	161,732	55	11,825	18,37	130,166	126,761
5	1,075	1,67	102,493	160,986	56	12,04	18,704	130,783	126,163
6	1,29	2,004	102,969	160,242	57	12,255	19,038	131,402	125,569
7	1,505	2,338	103,449	159,498	58	12,47	19,372	132,022	124,979
8	1,72	2,672	103,933	158,755	59	12,685	19,706	132,645	124,392
9	1,935	3,006	104,421	158,014	60	12,9	20,04	133,269	123,81
10	2,15	3,34	104,913	157,274	61	13,115	20,374	133,895	123,231
11	2,365	3,674	105,408	156,535	62	13,33	20,708	134,523	122,656
12	2,58	4,008	105,907	155,797	63	13,545	21,042	135,153	122,084
13	2,795	4,342	106,409	155,062	64	13,76	21,376	135,784	121,517
14	3,01	4,676	106,915	154,328	65	13,975	21,71	136,417	120,953
15	3,225	5,01	107,425	153,596	66	14,19	22,044	137,052	120,393
16	3,44	5,344	107,938	152,866	67	14,405	22,378	137,688	119,836
17	3,655	5,678	108,454	152,138	68	14,62	22,712	138,326	119,283
18	3,87	6,012	108,974	151,413	69	14,835	23,046	138,966	118,734
19	4,085	6,346	109,497	150,69	70	15,05	23,38	139,607	118,189
20	4,3	6,68	110,023	149,969	71	15,265	23,714	140,25	117,647
21	4,515	7,014	110,552	149,251	72	15,48	24,048	140,894	117,109
22	4,73	7,348	111,085	148,535	73	15,695	24,382	141,54	116,575
23	4,945	7,682	111,62	147,822	74	15,91	24,716	142,187	116,044
24	5,16	8,016	112,159	147,112	75	16,125	25,05	142,836	115,517
25	5,375	8,35	112,701	146,405	76	16,34	25,384	143,486	114,993
26	5,59	8,684	113,246	145,701	77	16,555	25,718	144,138	114,473
27	5,805	9,018	113,793	145	78	16,77	26,052	144,791	113,957
28	6,02	9,352	114,344	144,301	79	16,985	26,386	145,446	113,444
29	6,235	9,686	114,898	143,606	80	17,2	26,72	146,102	112,935
30	6,45	10,02	115,454	142,914	81	17,415	27,054	146,759	112,429
31	6,665	10,354	116,013	142,226	82	17,63	27,388	147,418	111,927
32	6,88	10,688	116,575	141,54	83	17,845	27,722	148,078	111,428
33	7,095	11,022	117,139	140,858	84	18,06	28,056	148,739	110,932
34	7,31	11,356	117,706	140,18	85	18,275	28,39	149,402	110,44
35	7,525	11,69	118,276	139,504	86	18,49	28,724	150,066	109,952
36	7,74	12,024	118,848	138,832	87	18,705	29,058	150,731	109,466
37	7,955	12,358	119,423	138,164	88	18,92	29,392	151,398	108,985
38	8,17	12,692	120	137,499	89	19,135	29,726	152,065	108,506
39	8,385	13,026	120,58	136,838	90	19,35	30,06	152,734	108,031
40	8,6	13,36	121,163	136,181	91	19,565	30,394	153,404	107,559
41	8,815	13,694	121,747	135,527	92	19,78	30,728	154,075	107,09
42	9,03	14,028	122,334	134,876	93	19,995	31,062	154,748	106,625
43	9,245	14,362	122,924	134,23	94	20,21	31,396	155,421	106,163
44	9,46	14,696	123,515	133,587	95	20,425	31,73	156,096	105,704
45	9,675	15,03	124,109	132,947	96	20,64	32,064	156,772	105,248
46	9,89	15,364	124,705	132,312	97	20,855	32,398	157,449	104,796
47	10,105	15,698	125,304	131,68	98	21,07	32,732	158,127	104,347
48	10,32	16,032	125,904	131,052	99	21,285	33,066	158,806	103,9
49	10,535	16,366	126,507	130,428	100	21,5	33,4	159,486	103,457
50	10,75	16,7	127,112	129,807					

Πίνακας 5.2.3-3: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 100\Omega$$

του εδάφους,

$$S_N = 25MVA, \text{ACSR}=95mm^2,$$

ΜΣ 150kV/15kV: R_{MΣ} = 0,054Ω , X_{MΣ} = 1,799Ω

Γραμμή: A=95mm², R_{γρ}/km = 0,215Ω/km, X_{γρ}/km = 0,334Ω/km

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	200,14	82,442	51	10,965	17,034	225,21	73,265
1	0,215	0,334	200,583	82,26	52	11,18	17,368	225,747	73,091
2	0,43	0,668	201,029	82,078	53	11,395	17,702	226,285	72,917
3	0,645	1,002	201,476	81,896	54	11,61	18,036	226,824	72,744
4	0,86	1,336	201,925	81,713	55	11,825	18,37	227,365	72,571
5	1,075	1,67	202,377	81,531	56	12,04	18,704	227,907	72,398
6	1,29	2,004	202,831	81,349	57	12,255	19,038	228,451	72,225
7	1,505	2,338	203,286	81,166	58	12,47	19,372	228,997	72,053
8	1,72	2,672	203,744	80,984	59	12,685	19,706	229,544	71,882
9	1,935	3,006	204,204	80,801	60	12,9	20,04	230,092	71,711
10	2,15	3,34	204,666	80,619	61	13,115	20,374	230,641	71,54
11	2,365	3,674	205,13	80,437	62	13,33	20,708	231,193	71,369
12	2,58	4,008	205,596	80,254	63	13,545	21,042	231,745	71,199
13	2,795	4,342	206,064	80,072	64	13,76	21,376	232,299	71,029
14	3,01	4,676	206,534	79,89	65	13,975	21,71	232,854	70,86
15	3,225	5,01	207,006	79,708	66	14,19	22,044	233,411	70,691
16	3,44	5,344	207,48	79,526	67	14,405	22,378	233,969	70,522
17	3,655	5,678	207,956	79,344	68	14,62	22,712	234,529	70,354
18	3,87	6,012	208,434	79,162	69	14,835	23,046	235,089	70,186
19	4,085	6,346	208,914	78,98	70	15,05	23,38	235,652	70,019
20	4,3	6,68	209,396	78,798	71	15,265	23,714	236,215	69,852
21	4,515	7,014	209,879	78,617	72	15,48	24,048	236,78	69,685
22	4,73	7,348	210,365	78,435	73	15,695	24,382	237,346	69,519
23	4,945	7,682	210,852	78,254	74	15,91	24,716	237,913	69,353
24	5,16	8,016	211,342	78,073	75	16,125	25,05	238,482	69,188
25	5,375	8,35	211,833	77,892	76	16,34	25,384	239,052	69,023
26	5,59	8,684	212,326	77,711	77	16,555	25,718	239,623	68,858
27	5,805	9,018	212,82	77,53	78	16,77	26,052	240,196	68,694
28	6,02	9,352	213,317	77,35	79	16,985	26,386	240,77	68,53
29	6,235	9,686	213,815	77,169	80	17,2	26,72	241,345	68,367
30	6,45	10,02	214,316	76,989	81	17,415	27,054	241,921	68,204
31	6,665	10,354	214,818	76,809	82	17,63	27,388	242,499	68,042
32	6,88	10,688	215,321	76,63	83	17,845	27,722	243,078	67,88
33	7,095	11,022	215,827	76,45	84	18,06	28,056	243,658	67,718
34	7,31	11,356	216,334	76,271	85	18,275	28,39	244,239	67,557
35	7,525	11,69	216,843	76,092	86	18,49	28,724	244,821	67,396
36	7,74	12,024	217,353	75,913	87	18,705	29,058	245,405	67,236
37	7,955	12,358	217,866	75,735	88	18,92	29,392	245,989	67,076
38	8,17	12,692	218,38	75,556	89	19,135	29,726	246,575	66,917
39	8,385	13,026	218,895	75,378	90	19,35	30,06	247,162	66,758
40	8,6	13,36	219,413	75,201	91	19,565	30,394	247,751	66,599
41	8,815	13,694	219,932	75,023	92	19,78	30,728	248,34	66,441
42	9,03	14,028	220,452	74,846	93	19,995	31,062	248,931	66,284
43	9,245	14,362	220,975	74,669	94	20,21	31,396	249,522	66,126
44	9,46	14,696	221,499	74,493	95	20,425	31,73	250,115	65,97
45	9,675	15,03	222,024	74,316	96	20,64	32,064	250,709	65,813
46	9,89	15,364	222,551	74,14	97	20,855	32,398	251,304	65,658
47	10,105	15,698	223,08	73,965	98	21,07	32,732	251,9	65,502
48	10,32	16,032	223,61	73,789	99	21,285	33,066	252,497	65,347
49	10,535	16,366	224,142	73,614	100	21,5	33,4	253,096	65,193
50	10,75	16,7	224,675	73,439					

Πίνακας 5.2.3-4: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 200\Omega$$

$$\text{του εδάφους, } S_N = 25MVA, \text{ ACSR}=95mm^2,$$

$$\text{ΜΣ 150kV/15kV: } R_{\text{ΜΣ}} = 0,054\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 1,799\Omega$$

$$\text{Γραμμή: } A=95mm^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	1000,1	16,498	51	10,965	17,034	1022,7	16,133
1	0,215	0,334	1000,5	16,491	52	11,18	17,368	1023,2	16,126
2	0,43	0,668	1001	16,484	53	11,395	17,702	1023,6	16,119
3	0,645	1,002	1001,4	16,477	54	11,61	18,036	1024,1	16,112
4	0,86	1,336	1001,8	16,47	55	11,825	18,37	1024,6	16,105
5	1,075	1,67	1002,3	16,462	56	12,04	18,704	1025	16,097
6	1,29	2,004	1002,7	16,455	57	12,255	19,038	1025,5	16,09
7	1,505	2,338	1003,2	16,448	58	12,47	19,372	1025,9	16,083
8	1,72	2,672	1003,6	16,441	59	12,685	19,706	1026,4	16,076
9	1,935	3,006	1004	16,434	60	12,9	20,04	1026,8	16,069
10	2,15	3,34	1004,5	16,427	61	13,115	20,374	1027,3	16,062
11	2,365	3,674	1004,9	16,42	62	13,33	20,708	1027,8	16,054
12	2,58	4,008	1005,3	16,412	63	13,545	21,042	1028,2	16,047
13	2,795	4,342	1005,8	16,405	64	13,76	21,376	1028,7	16,04
14	3,01	4,676	1006,2	16,398	65	13,975	21,71	1029,1	16,033
15	3,225	5,01	1006,7	16,391	66	14,19	22,044	1029,6	16,026
16	3,44	5,344	1007,1	16,384	67	14,405	22,378	1030,1	16,019
17	3,655	5,678	1007,5	16,377	68	14,62	22,712	1030,5	16,011
18	3,87	6,012	1008	16,37	69	14,835	23,046	1031	16,004
19	4,085	6,346	1008,4	16,362	70	15,05	23,38	1031,4	15,997
20	4,3	6,68	1008,9	16,355	71	15,265	23,714	1031,9	15,99
21	4,515	7,014	1009,3	16,348	72	15,48	24,048	1032,4	15,983
22	4,73	7,348	1009,7	16,341	73	15,695	24,382	1032,8	15,976
23	4,945	7,682	1010,2	16,334	74	15,91	24,716	1033,3	15,968
24	5,16	8,016	1010,6	16,327	75	16,125	25,05	1033,8	15,961
25	5,375	8,35	1011,1	16,319	76	16,34	25,384	1034,2	15,954
26	5,59	8,684	1011,5	16,312	77	16,555	25,718	1034,7	15,947
27	5,805	9,018	1011,9	16,305	78	16,77	26,052	1035,1	15,94
28	6,02	9,352	1012,4	16,298	79	16,985	26,386	1035,6	15,933
29	6,235	9,686	1012,8	16,291	80	17,2	26,72	1036,1	15,925
30	6,45	10,02	1013,3	16,284	81	17,415	27,054	1036,5	15,918
31	6,665	10,354	1013,7	16,277	82	17,63	27,388	1037	15,911
32	6,88	10,688	1014,2	16,269	83	17,845	27,722	1037,5	15,904
33	7,095	11,022	1014,6	16,262	84	18,06	28,056	1037,9	15,897
34	7,31	11,356	1015,1	16,255	85	18,275	28,39	1038,4	15,89
35	7,525	11,69	1015,5	16,248	86	18,49	28,724	1038,9	15,882
36	7,74	12,024	1016	16,241	87	18,705	29,058	1039,4	15,875
37	7,955	12,358	1016,4	16,234	88	18,92	29,392	1039,8	15,868
38	8,17	12,692	1016,9	16,226	89	19,135	29,726	1040,3	15,861
39	8,385	13,026	1017,3	16,219	90	19,35	30,06	1040,8	15,854
40	8,6	13,36	1017,8	16,212	91	19,565	30,394	1041,2	15,847
41	8,815	13,694	1018,2	16,205	92	19,78	30,728	1041,7	15,839
42	9,03	14,028	1018,7	16,198	93	19,995	31,062	1042,2	15,832
43	9,245	14,362	1019,1	16,191	94	20,21	31,396	1042,6	15,825
44	9,46	14,696	1019,6	16,183	95	20,425	31,73	1043,1	15,818
45	9,675	15,03	1020	16,176	96	20,64	32,064	1043,6	15,811
46	9,89	15,364	1020,5	16,169	97	20,855	32,398	1044,1	15,804
47	10,105	15,698	1020,9	16,162	98	21,07	32,732	1044,5	15,797
48	10,32	16,032	1021,4	16,155	99	21,285	33,066	1045	15,789
49	10,535	16,366	1021,8	16,148	100	21,5	33,4	1045,5	15,782
50	10,75	16,7	1022,3	16,14					

Πίνακας 5.2.3-5: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 1000\Omega$$

του εδάφους,

$$S_N = 25MVA, \text{ ACSR}=95mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\text{ΜΣ}} = 0,054\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 1,799\Omega$$

$$\text{Γραμμή: } A=95mm^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	2000,1	8,25	51	10,965	17,034	2022,4	8,159
1	0,215	0,334	2000,5	8,248	52	11,18	17,368	2022,8	8,157
2	0,43	0,668	2001	8,246	53	11,395	17,702	2023,3	8,155
3	0,645	1,002	2001,4	8,244	54	11,61	18,036	2023,7	8,153
4	0,86	1,336	2001,8	8,242	55	11,825	18,37	2024,2	8,152
5	1,075	1,67	2002,3	8,241	56	12,04	18,704	2024,6	8,15
6	1,29	2,004	2002,7	8,239	57	12,255	19,038	2025	8,148
7	1,505	2,338	2003,1	8,237	58	12,47	19,372	2025,5	8,146
8	1,72	2,672	2003,6	8,235	59	12,685	19,706	2025,9	8,144
9	1,935	3,006	2004	8,234	60	12,9	20,04	2026,4	8,143
10	2,15	3,34	2004,4	8,232	61	13,115	20,374	2026,8	8,141
11	2,365	3,674	2004,9	8,23	62	13,33	20,708	2027,3	8,139
12	2,58	4,008	2005,3	8,228	63	13,545	21,042	2027,7	8,137
13	2,795	4,342	2005,7	8,226	64	13,76	21,376	2028,2	8,135
14	3,01	4,676	2006,2	8,225	65	13,975	21,71	2028,6	8,134
15	3,225	5,01	2006,6	8,223	66	14,19	22,044	2029	8,132
16	3,44	5,344	2007	8,221	67	14,405	22,378	2029,5	8,13
17	3,655	5,678	2007,5	8,219	68	14,62	22,712	2029,9	8,128
18	3,87	6,012	2007,9	8,218	69	14,835	23,046	2030,4	8,127
19	4,085	6,346	2008,3	8,216	70	15,05	23,38	2030,8	8,125
20	4,3	6,68	2008,8	8,214	71	15,265	23,714	2031,3	8,123
21	4,515	7,014	2009,2	8,212	72	15,48	24,048	2031,7	8,121
22	4,73	7,348	2009,7	8,21	73	15,695	24,382	2032,2	8,119
23	4,945	7,682	2010,1	8,209	74	15,91	24,716	2032,6	8,118
24	5,16	8,016	2010,5	8,207	75	16,125	25,05	2033,1	8,116
25	5,375	8,35	2011	8,205	76	16,34	25,384	2033,5	8,114
26	5,59	8,684	2011,4	8,203	77	16,555	25,718	2034	8,112
27	5,805	9,018	2011,8	8,201	78	16,77	26,052	2034,4	8,11
28	6,02	9,352	2012,3	8,2	79	16,985	26,386	2034,9	8,109
29	6,235	9,686	2012,7	8,198	80	17,2	26,72	2035,3	8,107
30	6,45	10,02	2013,1	8,196	81	17,415	27,054	2035,8	8,105
31	6,665	10,354	2013,6	8,194	82	17,63	27,388	2036,2	8,103
32	6,88	10,688	2014	8,193	83	17,845	27,722	2036,7	8,102
33	7,095	11,022	2014,5	8,191	84	18,06	28,056	2037,1	8,1
34	7,31	11,356	2014,9	8,189	85	18,275	28,39	2037,6	8,098
35	7,525	11,69	2015,3	8,187	86	18,49	28,724	2038	8,096
36	7,74	12,024	2015,8	8,185	87	18,705	29,058	2038,5	8,094
37	7,955	12,358	2016,2	8,184	88	18,92	29,392	2038,9	8,093
38	8,17	12,692	2016,7	8,182	89	19,135	29,726	2039,4	8,091
39	8,385	13,026	2017,1	8,18	90	19,35	30,06	2039,8	8,089
40	8,6	13,36	2017,5	8,178	91	19,565	30,394	2040,3	8,087
41	8,815	13,694	2018	8,177	92	19,78	30,728	2040,7	8,085
42	9,03	14,028	2018,4	8,175	93	19,995	31,062	2041,2	8,084
43	9,245	14,362	2018,9	8,173	94	20,21	31,396	2041,6	8,082
44	9,46	14,696	2019,3	8,171	95	20,425	31,73	2042,1	8,08
45	9,675	15,03	2019,7	8,169	96	20,64	32,064	2042,5	8,078
46	9,89	15,364	2020,2	8,168	97	20,855	32,398	2043	8,077
47	10,105	15,698	2020,6	8,166	98	21,07	32,732	2043,4	8,075
48	10,32	16,032	2021,1	8,164	99	21,285	33,066	2043,9	8,073
49	10,535	16,366	2021,5	8,162	100	21,5	33,4	2044,3	8,071
50	10,75	16,7	2021,9	8,16					

Πίνακας 5.2.3-6: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 2000\Omega \quad \text{του εδάφους,}$$

$$S_N = 25MVA, \text{ ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV: } R_{\text{ΜΣ}} = 0,054\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 1,799\Omega$$

$$\text{Γραμμή: } A=95 mm^2, R_{\gamma\rho} / km = 0,215\Omega / km, X_{\gamma\rho} / km = 0,334\Omega / km$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	3000,1	5,5	51	10,965	17,034	3022,3	5,459
1	0,215	0,334	3000,5	5,499	52	11,18	17,368	3022,7	5,459
2	0,43	0,668	3001	5,498	53	11,395	17,702	3023,1	5,458
3	0,645	1,002	3001,4	5,497	54	11,61	18,036	3023,6	5,457
4	0,86	1,336	3001,8	5,497	55	11,825	18,37	3024	5,456
5	1,075	1,67	3002,3	5,496	56	12,04	18,704	3024,5	5,456
6	1,29	2,004	3002,7	5,495	57	12,255	19,038	3024,9	5,455
7	1,505	2,338	3003,1	5,494	58	12,47	19,372	3025,3	5,454
8	1,72	2,672	3003,6	5,493	59	12,685	19,706	3025,8	5,453
9	1,935	3,006	3004	5,493	60	12,9	20,04	3026,2	5,452
10	2,15	3,34	3004,4	5,492	61	13,115	20,374	3026,7	5,452
11	2,365	3,674	3004,9	5,491	62	13,33	20,708	3027,1	5,451
12	2,58	4,008	3005,3	5,49	63	13,545	21,042	3027,5	5,45
13	2,795	4,342	3005,7	5,49	64	13,76	21,376	3028	5,449
14	3,01	4,676	3006,2	5,489	65	13,975	21,71	3028,4	5,448
15	3,225	5,01	3006,6	5,488	66	14,19	22,044	3028,9	5,448
16	3,44	5,344	3007	5,487	67	14,405	22,378	3029,3	5,447
17	3,655	5,678	3007,5	5,486	68	14,62	22,712	3029,7	5,446
18	3,87	6,012	3007,9	5,486	69	14,835	23,046	3030,2	5,445
19	4,085	6,346	3008,3	5,485	70	15,05	23,38	3030,6	5,444
20	4,3	6,68	3008,8	5,484	71	15,265	23,714	3031,1	5,444
21	4,515	7,014	3009,2	5,483	72	15,48	24,048	3031,5	5,443
22	4,73	7,348	3009,6	5,482	73	15,695	24,382	3032	5,442
23	4,945	7,682	3010,1	5,482	74	15,91	24,716	3032,4	5,441
24	5,16	8,016	3010,5	5,481	75	16,125	25,05	3032,8	5,44
25	5,375	8,35	3010,9	5,48	76	16,34	25,384	3033,3	5,44
26	5,59	8,684	3011,4	5,479	77	16,555	25,718	3033,7	5,439
27	5,805	9,018	3011,8	5,478	78	16,77	26,052	3034,2	5,438
28	6,02	9,352	3012,2	5,478	79	16,985	26,386	3034,6	5,437
29	6,235	9,686	3012,7	5,477	80	17,2	26,72	3035	5,436
30	6,45	10,02	3013,1	5,476	81	17,415	27,054	3035,5	5,436
31	6,665	10,354	3013,5	5,475	82	17,63	27,388	3035,9	5,435
32	6,88	10,688	3014	5,475	83	17,845	27,722	3036,4	5,434
33	7,095	11,022	3014,4	5,474	84	18,06	28,056	3036,8	5,433
34	7,31	11,356	3014,8	5,473	85	18,275	28,39	3037,3	5,433
35	7,525	11,69	3015,3	5,472	86	18,49	28,724	3037,7	5,432
36	7,74	12,024	3015,7	5,471	87	18,705	29,058	3038,1	5,431
37	7,955	12,358	3016,2	5,471	88	18,92	29,392	3038,6	5,43
38	8,17	12,692	3016,6	5,47	89	19,135	29,726	3039	5,429
39	8,385	13,026	3017	5,469	90	19,35	30,06	3039,5	5,429
40	8,6	13,36	3017,5	5,468	91	19,565	30,394	3039,9	5,428
41	8,815	13,694	3017,9	5,467	92	19,78	30,728	3040,4	5,427
42	9,03	14,028	3018,3	5,467	93	19,995	31,062	3040,8	5,426
43	9,245	14,362	3018,8	5,466	94	20,21	31,396	3041,3	5,425
44	9,46	14,696	3019,2	5,465	95	20,425	31,73	3041,7	5,425
45	9,675	15,03	3019,6	5,464	96	20,64	32,064	3042,1	5,424
46	9,89	15,364	3020,1	5,463	97	20,855	32,398	3042,6	5,423
47	10,105	15,698	3020,5	5,463	98	21,07	32,732	3043	5,422
48	10,32	16,032	3021	5,462	99	21,285	33,066	3043,5	5,421
49	10,535	16,366	3021,4	5,461	100	21,5	33,4	3043,9	5,421
50	10,75	16,7	3021,8	5,46					

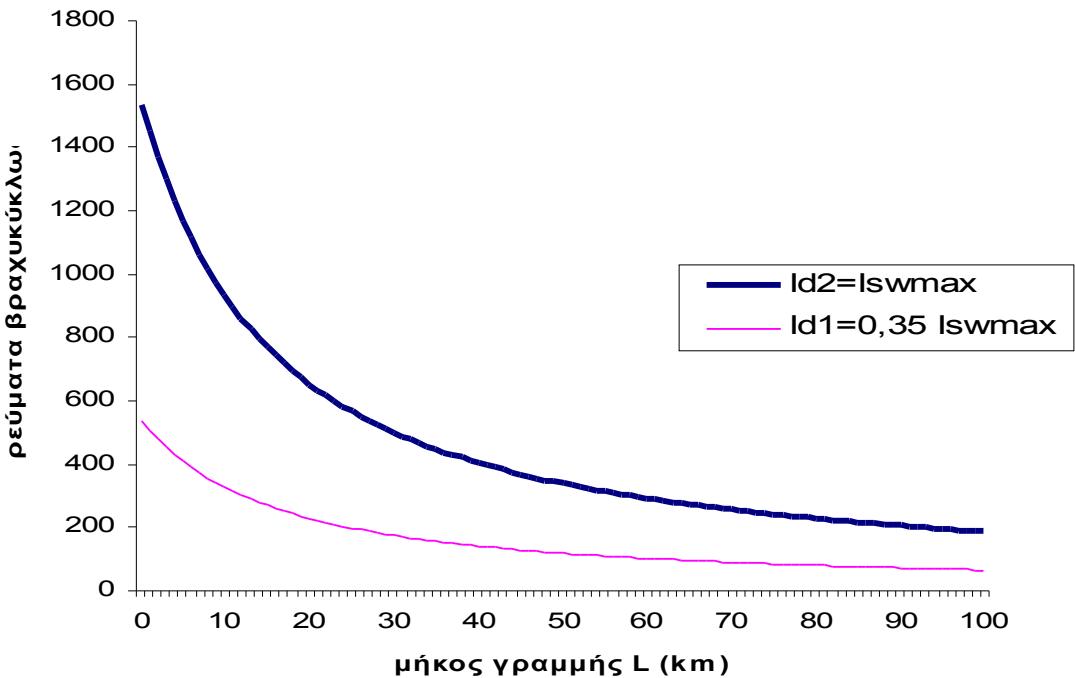
Πίνακας 5.2.3-7: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης $R_\delta = 3000\Omega$ του εδάφους,

$$S_N = 25MVA, \text{ACSR}=95mm^2,$$

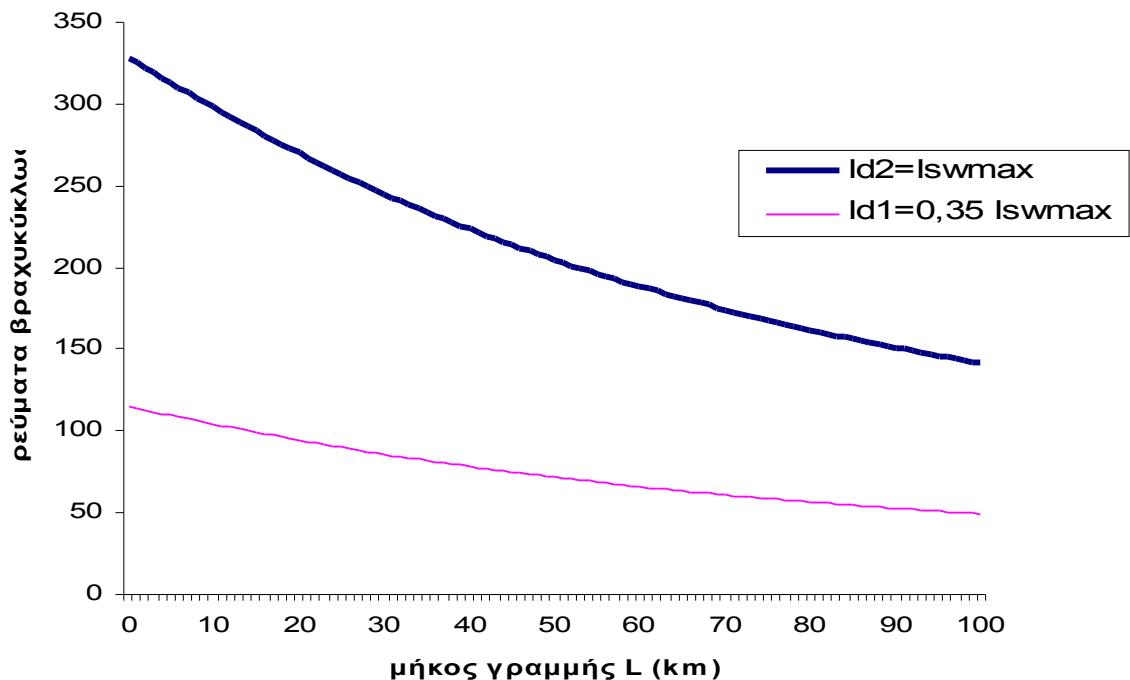
$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,054\Omega, X_{\Sigma} = 1,799\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

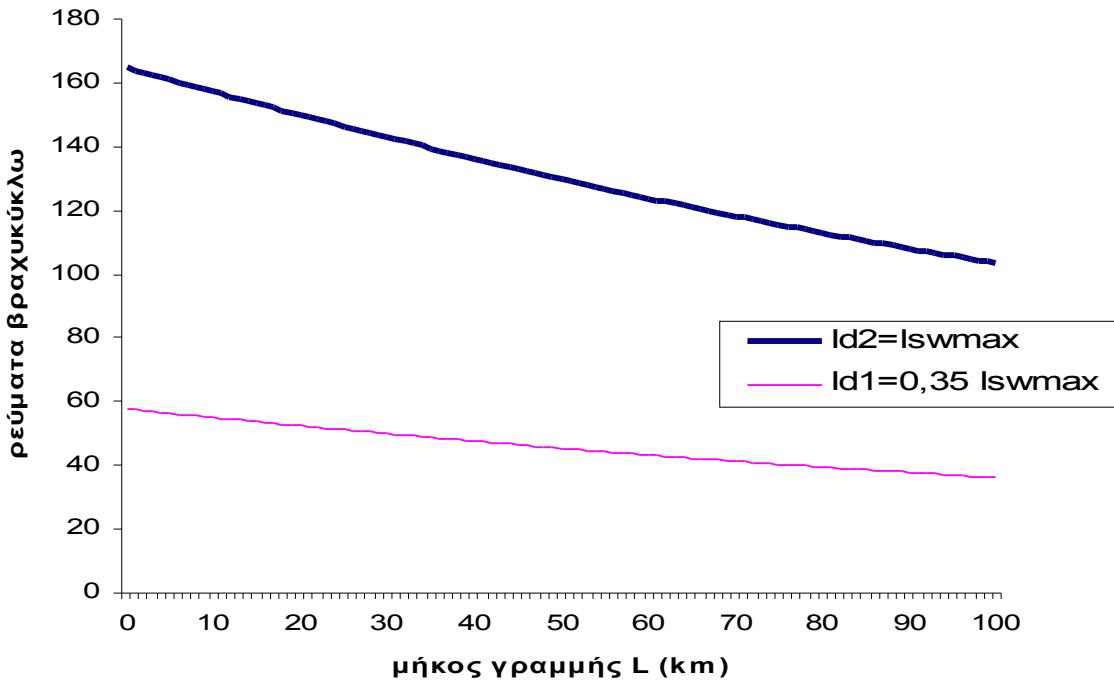
5.2.3.2. Διαγράμματα



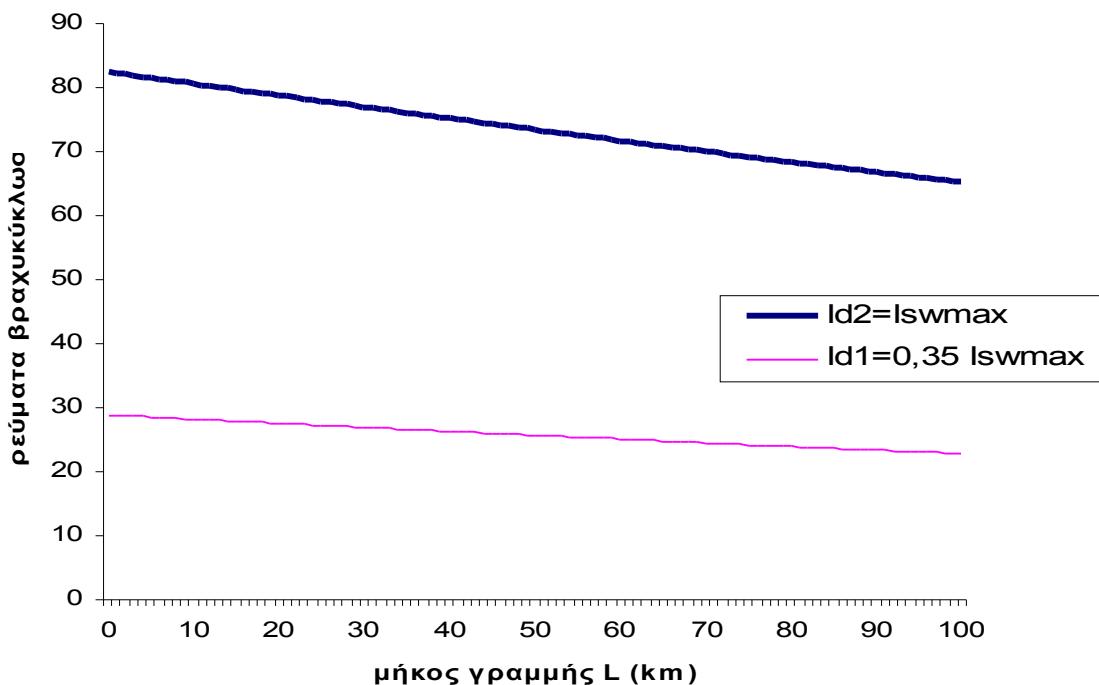
Σχήμα 5.2.3-1 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 10\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV



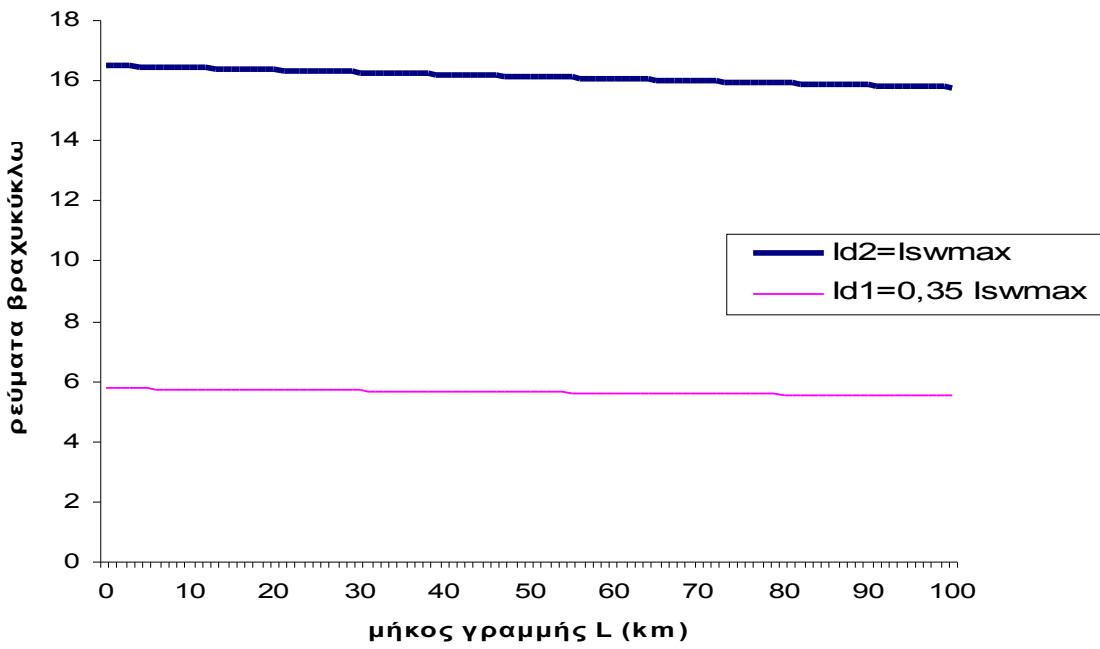
Σχήμα 5.2.3-2 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 50\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV



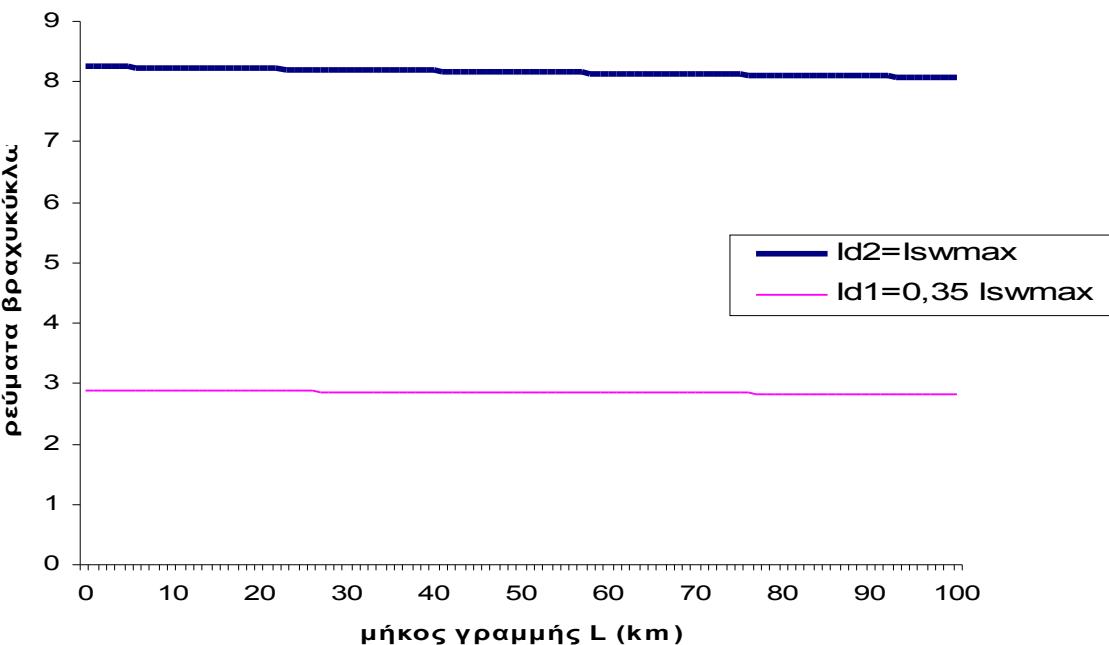
Σχήμα 5.2.3-3 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 100\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV



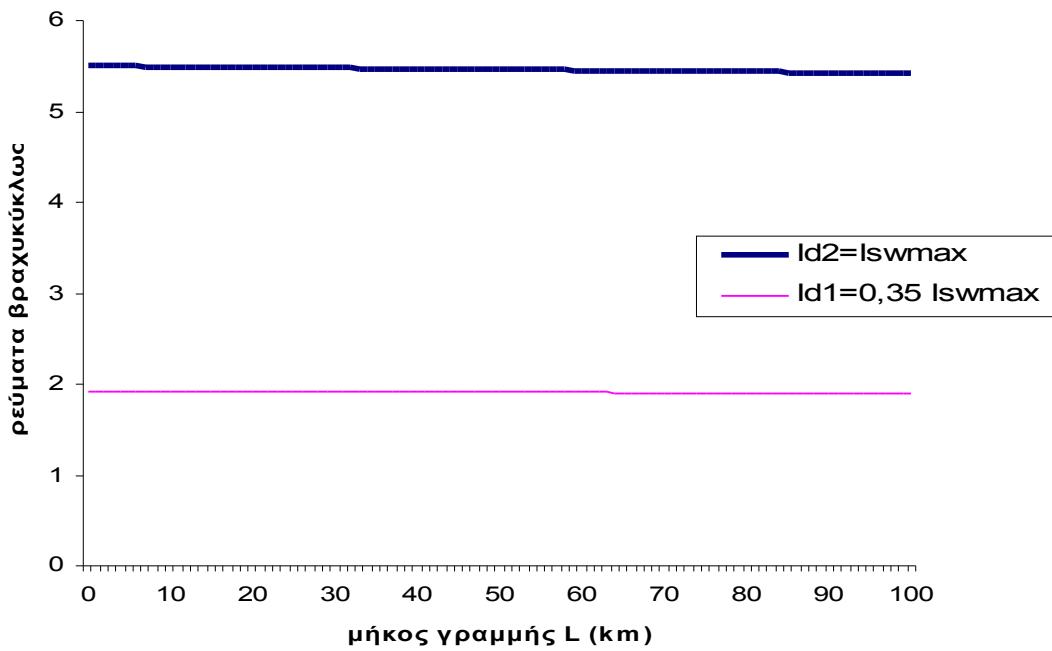
Σχήμα 5.2.3-4 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 200\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.2.3-5 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 1000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.2.3-6 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 2000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.2.3-7 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 3000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/15kV

5.2.4. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R_δ του εδάφους κατά την αποκοπή δυο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm², $S_N=25MVA$, ΜΣ 150kV/20kV

5.2.4.1. Πίνακες

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	$I_{sw\max} = I_{d2}$ (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	$I_{sw\max} = I_{d2}$ (A)
0	0	0	12,033	1828,26	51	10,965	17,034	51,665	425,822
1	0,215	0,334	12,757	1724,53	52	11,18	17,368	52,455	419,404
2	0,43	0,668	13,489	1630,98	53	11,395	17,702	53,246	413,176
3	0,645	1,002	14,227	1546,33	54	11,61	18,036	54,037	407,129
4	0,86	1,336	14,971	1469,46	55	11,825	18,37	54,828	401,256
5	1,075	1,67	15,721	1399,44	56	12,04	18,704	55,619	395,549
6	1,29	2,004	16,474	1335,44	57	12,255	19,038	56,41	390,002
7	1,505	2,338	17,231	1276,77	58	12,47	19,372	57,201	384,607
8	1,72	2,672	17,991	1222,82	59	12,685	19,706	57,993	379,359
9	1,935	3,006	18,754	1173,06	60	12,9	20,04	58,784	374,252
10	2,15	3,34	19,52	1127,05	61	13,115	20,374	59,575	369,28
11	2,365	3,674	20,288	1084,4	62	13,33	20,708	60,367	364,438
12	2,58	4,008	21,058	1044,75	63	13,545	21,042	61,159	359,721
13	2,795	4,342	21,829	1007,83	64	13,76	21,376	61,95	355,124
14	3,01	4,676	22,602	973,353	65	13,975	21,71	62,742	350,642
15	3,225	5,01	23,377	941,101	66	14,19	22,044	63,534	346,272
16	3,44	5,344	24,153	910,87	67	14,405	22,378	64,326	342,009
17	3,655	5,678	24,93	882,479	68	14,62	22,712	65,118	337,85
18	3,87	6,012	25,708	855,769	69	14,835	23,046	65,91	333,79
19	4,085	6,346	26,487	830,598	70	15,05	23,38	66,702	329,826
20	4,3	6,68	27,267	806,839	71	15,265	23,714	67,494	325,955
21	4,515	7,014	28,048	784,379	72	15,48	24,048	68,286	322,174
22	4,73	7,348	28,829	763,116	73	15,695	24,382	69,078	318,479
23	4,945	7,682	29,611	742,958	74	15,91	24,716	69,871	314,868
24	5,16	8,016	30,394	723,822	75	16,125	25,05	70,663	311,337
25	5,375	8,35	31,178	705,634	76	16,34	25,384	71,455	307,885
26	5,59	8,684	31,962	688,326	77	16,555	25,718	72,248	304,508
27	5,805	9,018	32,746	671,837	78	16,77	26,052	73,04	301,204
28	6,02	9,352	33,531	656,109	79	16,985	26,386	73,833	297,971
29	6,235	9,686	34,316	641,093	80	17,2	26,72	74,625	294,806
30	6,45	10,02	35,102	626,742	81	17,415	27,054	75,418	291,708
31	6,665	10,354	35,888	613,013	82	17,63	27,388	76,21	288,674
32	6,88	10,688	36,675	599,866	83	17,845	27,722	77,003	285,703
33	7,095	11,022	37,462	587,266	84	18,06	28,056	77,796	282,792
34	7,31	11,356	38,249	575,18	85	18,275	28,39	78,589	279,939
35	7,525	11,69	39,036	563,578	86	18,49	28,724	79,381	277,143
36	7,74	12,024	39,824	552,43	87	18,705	29,058	80,174	274,403
37	7,955	12,358	40,612	541,711	88	18,92	29,392	80,967	271,716
38	8,17	12,692	41,4	531,397	89	19,135	29,726	81,76	269,081
39	8,385	13,026	42,189	521,465	90	19,35	30,06	82,553	266,496
40	8,6	13,36	42,977	511,896	91	19,565	30,394	83,346	263,961
41	8,815	13,694	43,766	502,669	92	19,78	30,728	84,139	261,473
42	9,03	14,028	44,556	493,766	93	19,995	31,062	84,932	259,032
43	9,245	14,362	45,345	485,171	94	20,21	31,396	85,725	256,636
44	9,46	14,696	46,134	476,869	95	20,425	31,73	86,518	254,283
45	9,675	15,03	46,924	468,844	96	20,64	32,064	87,311	251,974
46	9,89	15,364	47,714	461,084	97	20,855	32,398	88,104	249,705
47	10,105	15,698	48,504	453,574	98	21,07	32,732	88,897	247,478
48	10,32	16,032	49,294	446,304	99	21,285	33,066	89,69	245,289
49	10,535	16,366	50,084	439,263	100	21,5	33,4	90,483	243,139
50	10,75	16,7	50,874	432,438					

Πίνακας 5.2.4-1: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_\delta = 10\Omega$$

του εδάφους, $S_N = 25MVA$, ACSR=95mm²,

ΜΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,096\Omega$, $X_{M\Sigma} = 3,199\Omega$

Γραμμή: $A=95\text{ mm}^2$, $R_{\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\rho}/km = 0,334\Omega/km$

L (km)	R_{γρ} (Ω)	X_{γρ} (Ω)	Z_{ολ} (Ω)	$I_{sw\max} = I_{d2}$ (A)	L (km)	R_{γρ} (Ω)	X_{γρ} (Ω)	Z_{ολ} (Ω)	$I_{sw\max} = I_{d2}$ (A)
0	0	0	50,598	434,8	51	10,965	17,034	82,698	266,027
1	0,215	0,334	51,113	430,422	52	11,18	17,368	83,401	263,786
2	0,43	0,668	51,634	426,073	53	11,395	17,702	84,105	261,577
3	0,645	1,002	52,163	421,755	54	11,61	18,036	84,811	259,4
4	0,86	1,336	52,698	417,471	55	11,825	18,37	85,519	257,254
5	1,075	1,67	53,24	413,223	56	12,04	18,704	86,228	255,138
6	1,29	2,004	53,788	409,013	57	12,255	19,038	86,938	253,053
7	1,505	2,338	54,342	404,842	58	12,47	19,372	87,65	250,998
8	1,72	2,672	54,902	400,713	59	12,685	19,706	88,363	248,972
9	1,935	3,006	55,468	396,626	60	12,9	20,04	89,078	246,974
10	2,15	3,34	56,039	392,583	61	13,115	20,374	89,794	245,005
11	2,365	3,674	56,616	388,584	62	13,33	20,708	90,511	243,063
12	2,58	4,008	57,198	384,631	63	13,545	21,042	91,23	241,149
13	2,795	4,342	57,785	380,724	64	13,76	21,376	91,95	239,261
14	3,01	4,676	58,377	376,864	65	13,975	21,71	92,671	237,399
15	3,225	5,01	58,973	373,051	66	14,19	22,044	93,393	235,563
16	3,44	5,344	59,574	369,286	67	14,405	22,378	94,117	233,752
17	3,655	5,678	60,18	365,569	68	14,62	22,712	94,841	231,966
18	3,87	6,012	60,79	361,9	69	14,835	23,046	95,567	230,205
19	4,085	6,346	61,405	358,28	70	15,05	23,38	96,294	228,468
20	4,3	6,68	62,023	354,708	71	15,265	23,714	97,022	226,754
21	4,515	7,014	62,645	351,184	72	15,48	24,048	97,75	225,063
22	4,73	7,348	63,271	347,708	73	15,695	24,382	98,48	223,395
23	4,945	7,682	63,901	344,28	74	15,91	24,716	99,211	221,749
24	5,16	8,016	64,535	340,9	75	16,125	25,05	99,943	220,125
25	5,375	8,35	65,172	337,568	76	16,34	25,384	100,68	218,523
26	5,59	8,684	65,813	334,282	77	16,555	25,718	101,41	216,942
27	5,805	9,018	66,456	331,044	78	16,77	26,052	102,14	215,382
28	6,02	9,352	67,104	327,851	79	16,985	26,386	102,88	213,842
29	6,235	9,686	67,754	324,705	80	17,2	26,72	103,62	212,322
30	6,45	10,02	68,407	321,604	81	17,415	27,054	104,35	210,822
31	6,665	10,354	69,063	318,549	82	17,63	27,388	105,09	209,342
32	6,88	10,688	69,722	315,537	83	17,845	27,722	105,83	207,88
33	7,095	11,022	70,384	312,57	84	18,06	28,056	106,57	206,437
34	7,31	11,356	71,049	309,646	85	18,275	28,39	107,31	205,013
35	7,525	11,69	71,716	306,765	86	18,49	28,724	108,05	203,606
36	7,74	12,024	72,386	303,927	87	18,705	29,058	108,79	202,218
37	7,955	12,358	73,058	301,13	88	18,92	29,392	109,54	200,847
38	8,17	12,692	73,733	298,374	89	19,135	29,726	110,28	199,493
39	8,385	13,026	74,41	295,659	90	19,35	30,06	111,02	198,155
40	8,6	13,36	75,089	292,984	91	19,565	30,394	111,77	196,835
41	8,815	13,694	75,771	290,348	92	19,78	30,728	112,51	195,531
42	9,03	14,028	76,455	287,751	93	19,995	31,062	113,26	194,243
43	9,245	14,362	77,141	285,193	94	20,21	31,396	114,01	192,97
44	9,46	14,696	77,829	282,672	95	20,425	31,73	114,75	191,713
45	9,675	15,03	78,519	280,187	96	20,64	32,064	115,5	190,471
46	9,89	15,364	79,211	277,74	97	20,855	32,398	116,25	189,245
47	10,105	15,698	79,905	275,328	98	21,07	32,732	117	188,033
48	10,32	16,032	80,6	272,951	99	21,285	33,066	117,75	186,835
49	10,535	16,366	81,298	270,609	100	21,5	33,4	118,5	185,652
50	10,75	16,7	81,997	268,302					

Πίνακας 5.2.4-2: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_\delta = 50\Omega$$

του εδάφους,

$$S_N = 25MVA, \text{ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{M\Sigma} = 0,096\Omega, X_{M\Sigma} = 3,199\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	100,396	219,132	51	10,965	17,034	128,652	171,005
1	0,215	0,334	100,87	218,103	52	11,18	17,368	129,271	170,185
2	0,43	0,668	101,347	217,075	53	11,395	17,702	129,892	169,372
3	0,645	1,002	101,829	216,048	54	11,61	18,036	130,515	168,563
4	0,86	1,336	102,315	215,023	55	11,825	18,37	131,14	167,76
5	1,075	1,67	102,804	213,999	56	12,04	18,704	131,767	166,962
6	1,29	2,004	103,297	212,977	57	12,255	19,038	132,395	166,169
7	1,505	2,338	103,794	211,958	58	12,47	19,372	133,025	165,382
8	1,72	2,672	104,295	210,94	59	12,685	19,706	133,657	164,6
9	1,935	3,006	104,799	209,925	60	12,9	20,04	134,291	163,823
10	2,15	3,34	105,307	208,913	61	13,115	20,374	134,927	163,052
11	2,365	3,674	105,818	207,903	62	13,33	20,708	135,564	162,285
12	2,58	4,008	106,333	206,897	63	13,545	21,042	136,203	161,524
13	2,795	4,342	106,852	205,893	64	13,76	21,376	136,843	160,768
14	3,01	4,676	107,373	204,893	65	13,975	21,71	137,485	160,017
15	3,225	5,01	107,898	203,896	66	14,19	22,044	138,129	159,272
16	3,44	5,344	108,427	202,902	67	14,405	22,378	138,774	158,531
17	3,655	5,678	108,958	201,913	68	14,62	22,712	139,42	157,796
18	3,87	6,012	109,493	200,927	69	14,835	23,046	140,069	157,066
19	4,085	6,346	110,031	199,945	70	15,05	23,38	140,718	156,341
20	4,3	6,68	110,571	198,966	71	15,265	23,714	141,37	155,62
21	4,515	7,014	111,115	197,992	72	15,48	24,048	142,022	154,905
22	4,73	7,348	111,662	197,023	73	15,695	24,382	142,676	154,195
23	4,945	7,682	112,212	196,057	74	15,91	24,716	143,332	153,49
24	5,16	8,016	112,765	195,096	75	16,125	25,05	143,989	152,79
25	5,375	8,35	113,321	194,139	76	16,34	25,384	144,647	152,094
26	5,59	8,684	113,879	193,187	77	16,555	25,718	145,307	151,404
27	5,805	9,018	114,441	192,239	78	16,77	26,052	145,968	150,718
28	6,02	9,352	115,005	191,296	79	16,985	26,386	146,63	150,037
29	6,235	9,686	115,572	190,358	80	17,2	26,72	147,294	149,361
30	6,45	10,02	116,141	189,425	81	17,415	27,054	147,959	148,69
31	6,665	10,354	116,713	188,497	82	17,63	27,388	148,625	148,024
32	6,88	10,688	117,288	187,573	83	17,845	27,722	149,292	147,362
33	7,095	11,022	117,865	186,654	84	18,06	28,056	149,961	146,705
34	7,31	11,356	118,445	185,741	85	18,275	28,39	150,631	146,052
35	7,525	11,69	119,027	184,832	86	18,49	28,724	151,302	145,404
36	7,74	12,024	119,612	183,929	87	18,705	29,058	151,975	144,761
37	7,955	12,358	120,199	183,03	88	18,92	29,392	152,648	144,122
38	8,17	12,692	120,788	182,137	89	19,135	29,726	153,323	143,488
39	8,385	13,026	121,38	181,249	90	19,35	30,06	153,998	142,859
40	8,6	13,36	121,974	180,366	91	19,565	30,394	154,675	142,233
41	8,815	13,694	122,57	179,489	92	19,78	30,728	155,353	141,613
42	9,03	14,028	123,169	178,617	93	19,995	31,062	156,032	140,996
43	9,245	14,362	123,77	177,75	94	20,21	31,396	156,713	140,384
44	9,46	14,696	124,373	176,888	95	20,425	31,73	157,394	139,777
45	9,675	15,03	124,978	176,031	96	20,64	32,064	158,076	139,173
46	9,89	15,364	125,585	175,18	97	20,855	32,398	158,76	138,574
47	10,105	15,698	126,194	174,335	98	21,07	32,732	159,444	137,979
48	10,32	16,032	126,805	173,494	99	21,285	33,066	160,13	137,389
49	10,535	16,366	127,419	172,659	100	21,5	33,4	160,816	136,802
50	10,75	16,7	128,034	171,829					

Πίνακας 5.2.4-3: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$R_{\delta} = 100\Omega$

του εδάφους,

$S_N = 25MVA$, $ACSR=95mm^2$,

ΜΣ 150kV/20kV: $R_{MS} = 0,096\Omega$, $X_{MS} = 3,199\Omega$

Γραμμή: $A=95mm^2$, $R_{\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\rho}/km = 0,334\Omega/km$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	200,294	109,84	51	10,965	17,034	225,778	97,441
1	0,215	0,334	200,746	109,59	52	11,18	17,368	226,321	97,207
2	0,43	0,668	201,201	109,34	53	11,395	17,702	226,866	96,973
3	0,645	1,002	201,657	109,1	54	11,61	18,036	227,413	96,74
4	0,86	1,336	202,116	108,85	55	11,825	18,37	227,961	96,508
5	1,075	1,67	202,576	108,6	56	12,04	18,704	228,51	96,276
6	1,29	2,004	203,039	108,35	57	12,255	19,038	229,061	96,044
7	1,505	2,338	203,503	108,11	58	12,47	19,372	229,613	95,813
8	1,72	2,672	203,97	107,86	59	12,685	19,706	230,167	95,583
9	1,935	3,006	204,439	107,61	60	12,9	20,04	230,722	95,353
10	2,15	3,34	204,91	107,36	61	13,115	20,374	231,278	95,124
11	2,365	3,674	205,382	107,12	62	13,33	20,708	231,836	94,895
12	2,58	4,008	205,857	106,87	63	13,545	21,042	232,395	94,666
13	2,795	4,342	206,334	106,62	64	13,76	21,376	232,956	94,439
14	3,01	4,676	206,813	106,38	65	13,975	21,71	233,518	94,211
15	3,225	5,01	207,293	106,13	66	14,19	22,044	234,081	93,985
16	3,44	5,344	207,776	105,88	67	14,405	22,378	234,646	93,758
17	3,655	5,678	208,26	105,64	68	14,62	22,712	235,212	93,533
18	3,87	6,012	208,746	105,39	69	14,835	23,046	235,779	93,308
19	4,085	6,346	209,235	105,15	70	15,05	23,38	236,347	93,083
20	4,3	6,68	209,725	104,9	71	15,265	23,714	236,917	92,859
21	4,515	7,014	210,217	104,65	72	15,48	24,048	237,488	92,636
22	4,73	7,348	210,71	104,41	73	15,695	24,382	238,061	92,413
23	4,945	7,682	211,206	104,16	74	15,91	24,716	238,635	92,191
24	5,16	8,016	211,703	103,92	75	16,125	25,05	239,21	91,97
25	5,375	8,35	212,203	103,67	76	16,34	25,384	239,786	91,749
26	5,59	8,684	212,704	103,43	77	16,555	25,718	240,363	91,528
27	5,805	9,018	213,207	103,19	78	16,77	26,052	240,942	91,308
28	6,02	9,352	213,711	102,94	79	16,985	26,386	241,522	91,089
29	6,235	9,686	214,218	102,7	80	17,2	26,72	242,103	90,87
30	6,45	10,02	214,726	102,46	81	17,415	27,054	242,685	90,652
31	6,665	10,354	215,236	102,21	82	17,63	27,388	243,269	90,435
32	6,88	10,688	215,747	101,97	83	17,845	27,722	243,854	90,218
33	7,095	11,022	216,26	101,73	84	18,06	28,056	244,44	90,002
34	7,31	11,356	216,775	101,49	85	18,275	28,39	245,027	89,786
35	7,525	11,69	217,292	101,25	86	18,49	28,724	245,615	89,571
36	7,74	12,024	217,81	101,01	87	18,705	29,058	246,204	89,357
37	7,955	12,358	218,33	100,76	88	18,92	29,392	246,795	89,143
38	8,17	12,692	218,852	100,52	89	19,135	29,726	247,387	88,93
39	8,385	13,026	219,375	100,28	90	19,35	30,06	247,98	88,717
40	8,6	13,36	219,9	100,05	91	19,565	30,394	248,574	88,505
41	8,815	13,694	220,427	99,806	92	19,78	30,728	249,169	88,294
42	9,03	14,028	220,955	99,568	93	19,995	31,062	249,765	88,083
43	9,245	14,362	221,484	99,33	94	20,21	31,396	250,362	87,873
44	9,46	14,696	222,016	99,092	95	20,425	31,73	250,961	87,663
45	9,675	15,03	222,548	98,855	96	20,64	32,064	251,56	87,454
46	9,89	15,364	223,083	98,618	97	20,855	32,398	252,161	87,246
47	10,105	15,698	223,619	98,382	98	21,07	32,732	252,762	87,038
48	10,32	16,032	224,156	98,146	99	21,285	33,066	253,365	86,831
49	10,535	16,366	224,695	97,91	100	21,5	33,4	253,969	86,625
50	10,75	16,7	225,236	97,675					

Πίνακας 5.2.4-4: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 200\Omega$$

$$S_N = 25MVA, \text{ACSR}=95mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,096\Omega, X_{\Sigma} = 3,199\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	1000,2	21,995	51	10,965	17,034	1022,9	21,507
1	0,215	0,334	1000,6	21,986	52	11,18	17,368	1023,4	21,497
2	0,43	0,668	1001,1	21,976	53	11,395	17,702	1023,8	21,488
3	0,645	1,002	1001,5	21,967	54	11,61	18,036	1024,3	21,478
4	0,86	1,336	1002	21,957	55	11,825	18,37	1024,8	21,469
5	1,075	1,67	1002,4	21,948	56	12,04	18,704	1025,2	21,459
6	1,29	2,004	1002,8	21,938	57	12,255	19,038	1025,7	21,449
7	1,505	2,338	1003,3	21,928	58	12,47	19,372	1026,1	21,44
8	1,72	2,672	1003,7	21,919	59	12,685	19,706	1026,6	21,43
9	1,935	3,006	1004,1	21,909	60	12,9	20,04	1027	21,421
10	2,15	3,34	1004,6	21,9	61	13,115	20,374	1027,5	21,411
11	2,365	3,674	1005	21,89	62	13,33	20,708	1028	21,402
12	2,58	4,008	1005,5	21,881	63	13,545	21,042	1028,4	21,392
13	2,795	4,342	1005,9	21,871	64	13,76	21,376	1028,9	21,382
14	3,01	4,676	1006,3	21,862	65	13,975	21,71	1029,3	21,373
15	3,225	5,01	1006,8	21,852	66	14,19	22,044	1029,8	21,363
16	3,44	5,344	1007,2	21,842	67	14,405	22,378	1030,3	21,354
17	3,655	5,678	1007,7	21,833	68	14,62	22,712	1030,7	21,344
18	3,87	6,012	1008,1	21,823	69	14,835	23,046	1031,2	21,334
19	4,085	6,346	1008,5	21,814	70	15,05	23,38	1031,7	21,325
20	4,3	6,68	1009	21,804	71	15,265	23,714	1032,1	21,315
21	4,515	7,014	1009,4	21,795	72	15,48	24,048	1032,6	21,306
22	4,73	7,348	1009,9	21,785	73	15,695	24,382	1033,1	21,296
23	4,945	7,682	1010,3	21,775	74	15,91	24,716	1033,5	21,286
24	5,16	8,016	1010,8	21,766	75	16,125	25,05	1034	21,277
25	5,375	8,35	1011,2	21,756	76	16,34	25,384	1034,5	21,267
26	5,59	8,684	1011,7	21,747	77	16,555	25,718	1034,9	21,258
27	5,805	9,018	1012,1	21,737	78	16,77	26,052	1035,4	21,248
28	6,02	9,352	1012,5	21,727	79	16,985	26,386	1035,9	21,239
29	6,235	9,686	1013	21,718	80	17,2	26,72	1036,3	21,229
30	6,45	10,02	1013,4	21,708	81	17,415	27,054	1036,8	21,219
31	6,665	10,354	1013,9	21,699	82	17,63	27,388	1037,3	21,21
32	6,88	10,688	1014,3	21,689	83	17,845	27,722	1037,7	21,2
33	7,095	11,022	1014,8	21,68	84	18,06	28,056	1038,2	21,191
34	7,31	11,356	1015,2	21,67	85	18,275	28,39	1038,7	21,181
35	7,525	11,69	1015,7	21,66	86	18,49	28,724	1039,1	21,171
36	7,74	12,024	1016,1	21,651	87	18,705	29,058	1039,6	21,162
37	7,955	12,358	1016,6	21,641	88	18,92	29,392	1040,1	21,152
38	8,17	12,692	1017	21,632	89	19,135	29,726	1040,5	21,143
39	8,385	13,026	1017,5	21,622	90	19,35	30,06	1041	21,133
40	8,6	13,36	1017,9	21,612	91	19,565	30,394	1041,5	21,124
41	8,815	13,694	1018,4	21,603	92	19,78	30,728	1042	21,114
42	9,03	14,028	1018,8	21,593	93	19,995	31,062	1042,4	21,104
43	9,245	14,362	1019,3	21,584	94	20,21	31,396	1042,9	21,095
44	9,46	14,696	1019,7	21,574	95	20,425	31,73	1043,4	21,085
45	9,675	15,03	1020,2	21,565	96	20,64	32,064	1043,9	21,076
46	9,89	15,364	1020,6	21,555	97	20,855	32,398	1044,3	21,066
47	10,105	15,698	1021,1	21,545	98	21,07	32,732	1044,8	21,057
48	10,32	16,032	1021,6	21,536	99	21,285	33,066	1045,3	21,047
49	10,535	16,366	1022	21,526	100	21,5	33,4	1045,8	21,037
50	10,75	16,7	1022,5	21,517					

Πίνακας 5.2.4-5: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

του εδάφους,

S_N = 25MVA, ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/20kV: R_{MΣ} = 0,096Ω , X_{MΣ} = 3,199Ω

Γραμμή: A=95 mm², R_{γρ} /km = 0,215Ω /km , X_{γρ} /km = 0,334Ω /km

$$R_{\delta} = 1000\Omega$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	2000,2	10,999	51	10,965	17,034	2022,5	10,877
1	0,215	0,334	2000,6	10,997	52	11,18	17,368	2023	10,875
2	0,43	0,668	2001,1	10,994	53	11,395	17,702	2023,4	10,873
3	0,645	1,002	2001,5	10,992	54	11,61	18,036	2023,9	10,87
4	0,86	1,336	2001,9	10,989	55	11,825	18,37	2024,3	10,868
5	1,075	1,67	2002,4	10,987	56	12,04	18,704	2024,7	10,866
6	1,29	2,004	2002,8	10,985	57	12,255	19,038	2025,2	10,863
7	1,505	2,338	2003,2	10,982	58	12,47	19,372	2025,6	10,861
8	1,72	2,672	2003,7	10,98	59	12,685	19,706	2026,1	10,858
9	1,935	3,006	2004,1	10,977	60	12,9	20,04	2026,5	10,856
10	2,15	3,34	2004,5	10,975	61	13,115	20,374	2027	10,854
11	2,365	3,674	2005	10,973	62	13,33	20,708	2027,4	10,851
12	2,58	4,008	2005,4	10,97	63	13,545	21,042	2027,9	10,849
13	2,795	4,342	2005,8	10,968	64	13,76	21,376	2028,3	10,846
14	3,01	4,676	2006,3	10,966	65	13,975	21,71	2028,8	10,844
15	3,225	5,01	2006,7	10,963	66	14,19	22,044	2029,2	10,842
16	3,44	5,344	2007,1	10,961	67	14,405	22,378	2029,6	10,839
17	3,655	5,678	2007,6	10,958	68	14,62	22,712	2030,1	10,837
18	3,87	6,012	2008	10,956	69	14,835	23,046	2030,5	10,835
19	4,085	6,346	2008,5	10,954	70	15,05	23,38	2031	10,832
20	4,3	6,68	2008,9	10,951	71	15,265	23,714	2031,4	10,83
21	4,515	7,014	2009,3	10,949	72	15,48	24,048	2031,9	10,827
22	4,73	7,348	2009,8	10,947	73	15,695	24,382	2032,3	10,825
23	4,945	7,682	2010,2	10,944	74	15,91	24,716	2032,8	10,823
24	5,16	8,016	2010,6	10,942	75	16,125	25,05	2033,2	10,82
25	5,375	8,35	2011,1	10,939	76	16,34	25,384	2033,7	10,818
26	5,59	8,684	2011,5	10,937	77	16,555	25,718	2034,1	10,815
27	5,805	9,018	2012	10,935	78	16,77	26,052	2034,6	10,813
28	6,02	9,352	2012,4	10,932	79	16,985	26,386	2035	10,811
29	6,235	9,686	2012,8	10,93	80	17,2	26,72	2035,5	10,808
30	6,45	10,02	2013,3	10,928	81	17,415	27,054	2035,9	10,806
31	6,665	10,354	2013,7	10,925	82	17,63	27,388	2036,4	10,804
32	6,88	10,688	2014,1	10,923	83	17,845	27,722	2036,8	10,801
33	7,095	11,022	2014,6	10,92	84	18,06	28,056	2037,3	10,799
34	7,31	11,356	2015	10,918	85	18,275	28,39	2037,7	10,796
35	7,525	11,69	2015,5	10,916	86	18,49	28,724	2038,2	10,794
36	7,74	12,024	2015,9	10,913	87	18,705	29,058	2038,6	10,792
37	7,955	12,358	2016,3	10,911	88	18,92	29,392	2039,1	10,789
38	8,17	12,692	2016,8	10,908	89	19,135	29,726	2039,5	10,787
39	8,385	13,026	2017,2	10,906	90	19,35	30,06	2040	10,784
40	8,6	13,36	2017,7	10,904	91	19,565	30,394	2040,4	10,782
41	8,815	13,694	2018,1	10,901	92	19,78	30,728	2040,9	10,78
42	9,03	14,028	2018,5	10,899	93	19,995	31,062	2041,3	10,777
43	9,245	14,362	2019	10,897	94	20,21	31,396	2041,8	10,775
44	9,46	14,696	2019,4	10,894	95	20,425	31,73	2042,2	10,773
45	9,675	15,03	2019,9	10,892	96	20,64	32,064	2042,7	10,77
46	9,89	15,364	2020,3	10,889	97	20,855	32,398	2043,1	10,768
47	10,105	15,698	2020,8	10,887	98	21,07	32,732	2043,6	10,765
48	10,32	16,032	2021,2	10,885	99	21,285	33,066	2044	10,763
49	10,535	16,366	2021,6	10,882	100	21,5	33,4	2044,5	10,761
50	10,75	16,7	2022,1	10,88					

Πίνακας 5.2.4-6: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης του εδάφους,

$$R_{\delta} = 2000\Omega$$

$$S_N = 25MVA, \text{ ACSR}=95mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{\text{ΜΣ}} = 0,096\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 3,199\Omega$$

$$\text{Γραμμή: } A=95mm^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	3000,2	7,333	51	10,965	17,034	3022,4	7,279
1	0,215	0,334	3000,6	7,332	52	11,18	17,368	3022,8	7,278
2	0,43	0,668	3001,1	7,331	53	11,395	17,702	3023,3	7,277
3	0,645	1,002	3001,5	7,33	54	11,61	18,036	3023,7	7,276
4	0,86	1,336	3001,9	7,329	55	11,825	18,37	3024,1	7,275
5	1,075	1,67	3002,4	7,328	56	12,04	18,704	3024,6	7,274
6	1,29	2,004	3002,8	7,327	57	12,255	19,038	3025	7,273
7	1,505	2,338	3003,2	7,325	58	12,47	19,372	3025,5	7,272
8	1,72	2,672	3003,7	7,324	59	12,685	19,706	3025,9	7,271
9	1,935	3,006	3004,1	7,323	60	12,9	20,04	3026,3	7,269
10	2,15	3,34	3004,5	7,322	61	13,115	20,374	3026,8	7,268
11	2,365	3,674	3005	7,321	62	13,33	20,708	3027,2	7,267
12	2,58	4,008	3005,4	7,32	63	13,545	21,042	3027,7	7,266
13	2,795	4,342	3005,8	7,319	64	13,76	21,376	3028,1	7,265
14	3,01	4,676	3006,3	7,318	65	13,975	21,71	3028,6	7,264
15	3,225	5,01	3006,7	7,317	66	14,19	22,044	3029	7,263
16	3,44	5,344	3007,1	7,316	67	14,405	22,378	3029,4	7,262
17	3,655	5,678	3007,6	7,315	68	14,62	22,712	3029,9	7,261
18	3,87	6,012	3008	7,314	69	14,835	23,046	3030,3	7,26
19	4,085	6,346	3008,4	7,313	70	15,05	23,38	3030,8	7,259
20	4,3	6,68	3008,9	7,312	71	15,265	23,714	3031,2	7,258
21	4,515	7,014	3009,3	7,311	72	15,48	24,048	3031,6	7,257
22	4,73	7,348	3009,7	7,31	73	15,695	24,382	3032,1	7,256
23	4,945	7,682	3010,2	7,309	74	15,91	24,716	3032,5	7,255
24	5,16	8,016	3010,6	7,308	75	16,125	25,05	3033	7,254
25	5,375	8,35	3011	7,306	76	16,34	25,384	3033,4	7,253
26	5,59	8,684	3011,5	7,305	77	16,555	25,718	3033,9	7,252
27	5,805	9,018	3011,9	7,304	78	16,77	26,052	3034,3	7,25
28	6,02	9,352	3012,3	7,303	79	16,985	26,386	3034,7	7,249
29	6,235	9,686	3012,8	7,302	80	17,2	26,72	3035,2	7,248
30	6,45	10,02	3013,2	7,301	81	17,415	27,054	3035,6	7,247
31	6,665	10,354	3013,6	7,3	82	17,63	27,388	3036,1	7,246
32	6,88	10,688	3014,1	7,299	83	17,845	27,722	3036,5	7,245
33	7,095	11,022	3014,5	7,298	84	18,06	28,056	3037	7,244
34	7,31	11,356	3015	7,297	85	18,275	28,39	3037,4	7,243
35	7,525	11,69	3015,4	7,296	86	18,49	28,724	3037,8	7,242
36	7,74	12,024	3015,8	7,295	87	18,705	29,058	3038,3	7,241
37	7,955	12,358	3016,3	7,294	88	18,92	29,392	3038,7	7,24
38	8,17	12,692	3016,7	7,293	89	19,135	29,726	3039,2	7,239
39	8,385	13,026	3017,1	7,292	90	19,35	30,06	3039,6	7,238
40	8,6	13,36	3017,6	7,291	91	19,565	30,394	3040,1	7,237
41	8,815	13,694	3018	7,29	92	19,78	30,728	3040,5	7,236
42	9,03	14,028	3018,4	7,289	93	19,995	31,062	3041	7,235
43	9,245	14,362	3018,9	7,287	94	20,21	31,396	3041,4	7,234
44	9,46	14,696	3019,3	7,286	95	20,425	31,73	3041,8	7,232
45	9,675	15,03	3019,8	7,285	96	20,64	32,064	3042,3	7,231
46	9,89	15,364	3020,2	7,284	97	20,855	32,398	3042,7	7,23
47	10,105	15,698	3020,6	7,283	98	21,07	32,732	3043,2	7,229
48	10,32	16,032	3021,1	7,282	99	21,285	33,066	3043,6	7,228
49	10,535	16,366	3021,5	7,281	100	21,5	33,4	3044,1	7,227
50	10,75	16,7	3022	7,28					

Πίνακας 5.2.4-7: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

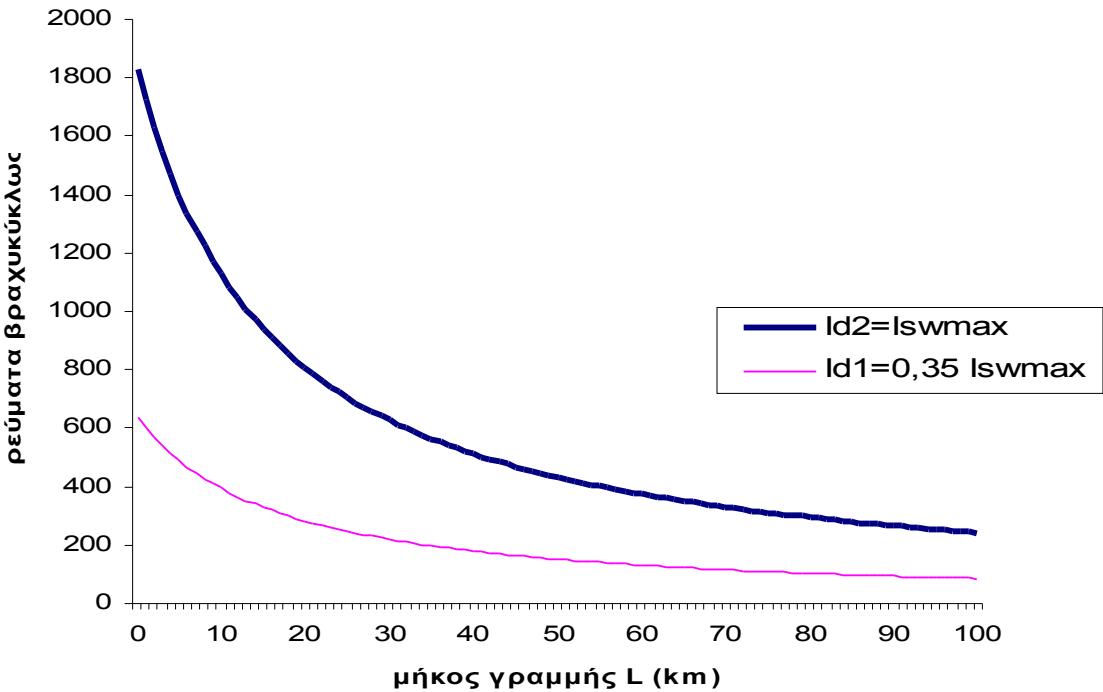
$R_s = 3000\Omega$ του εδάφους,

$$S_N = 25MVA, \text{ ACSR}=95mm^2,$$

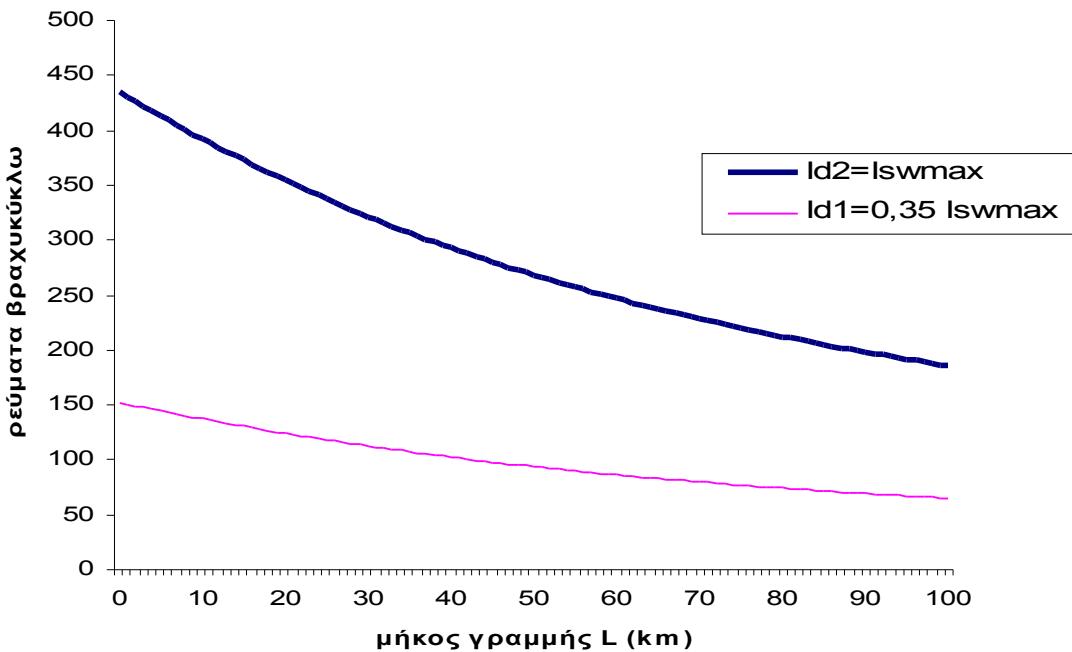
ΜΣ 150kV/20kV: $R_{MS} = 0,096\Omega$, $X_{MS} = 3,199\Omega$

Γραμμή: $A=95mm^2$, $R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$

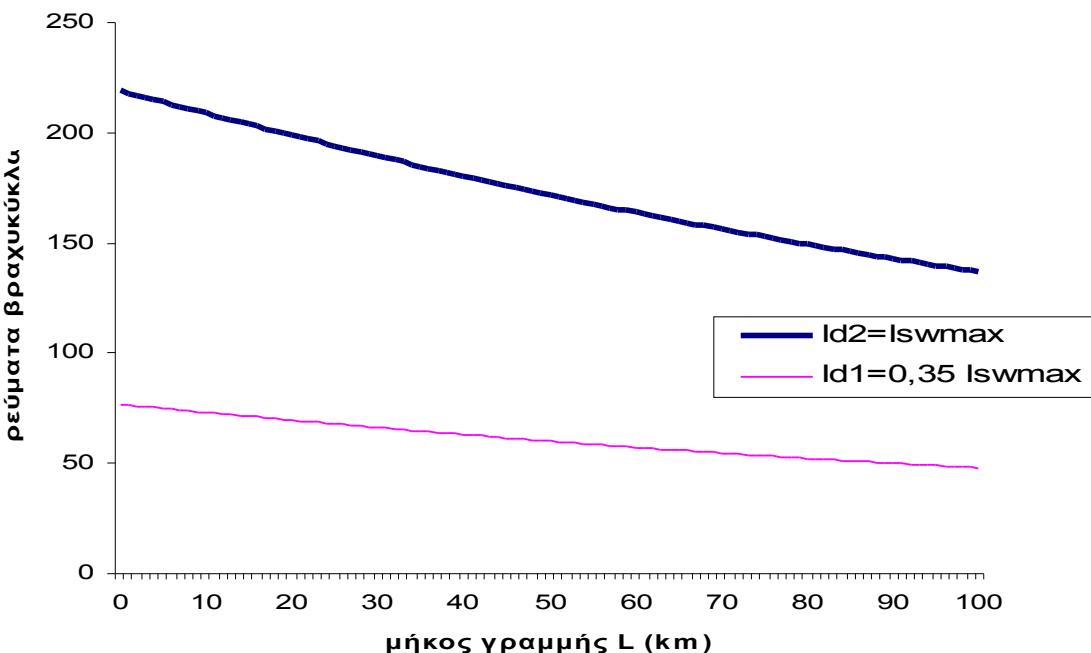
5.2.4.2. Διαγράμματα



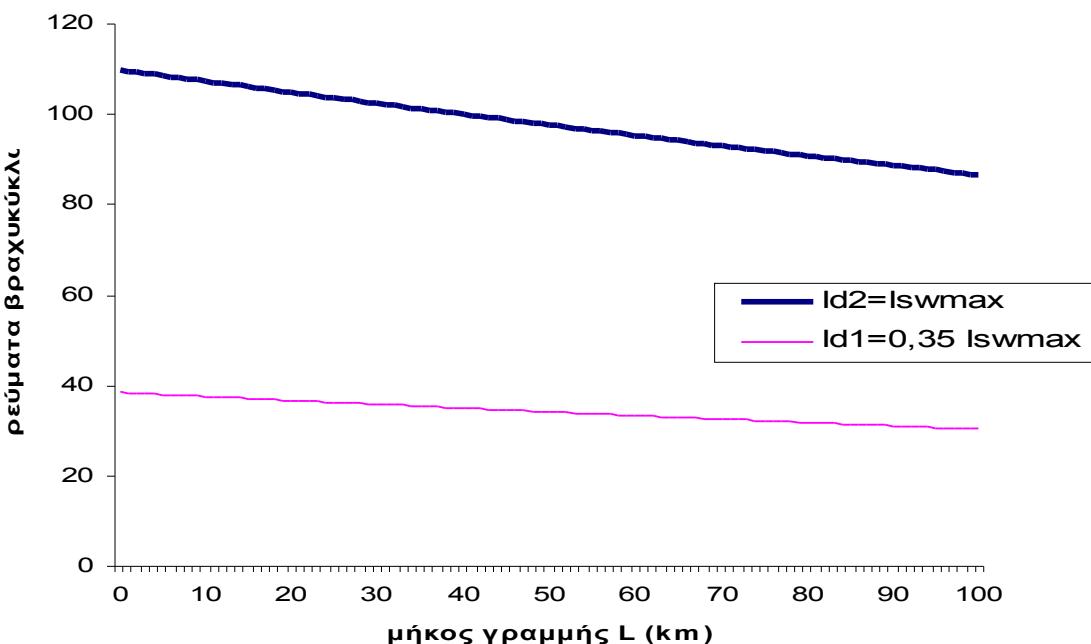
Σχήμα 5.2.4-1 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 10\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV



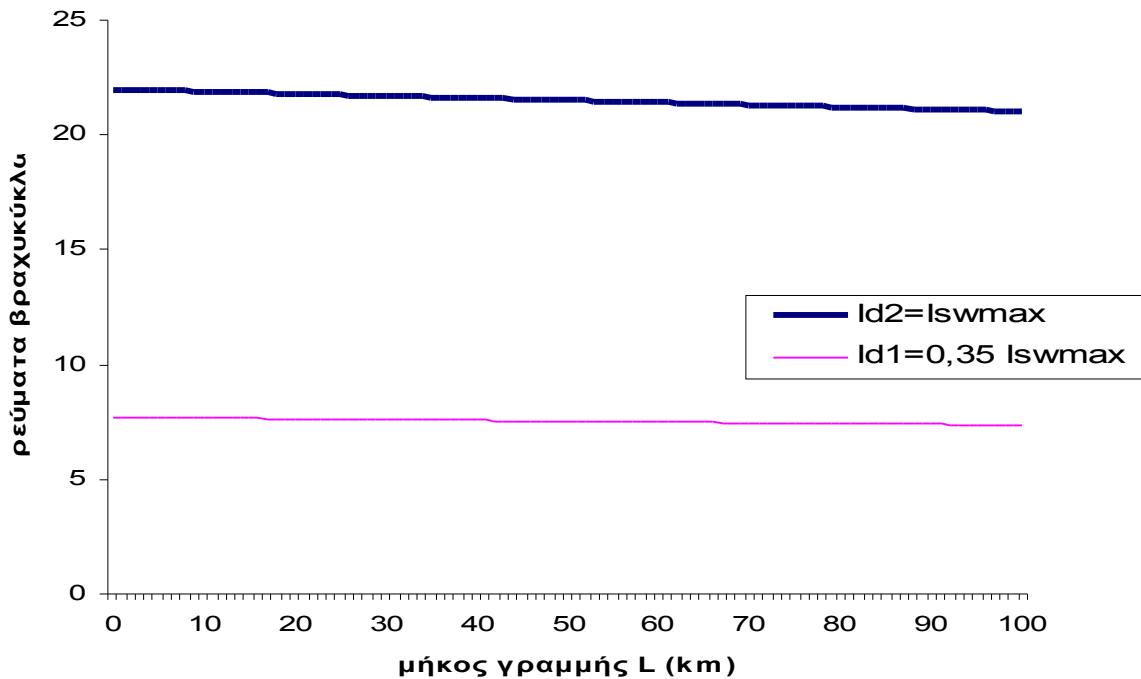
Σχήμα 5.2.4-2 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 50\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV



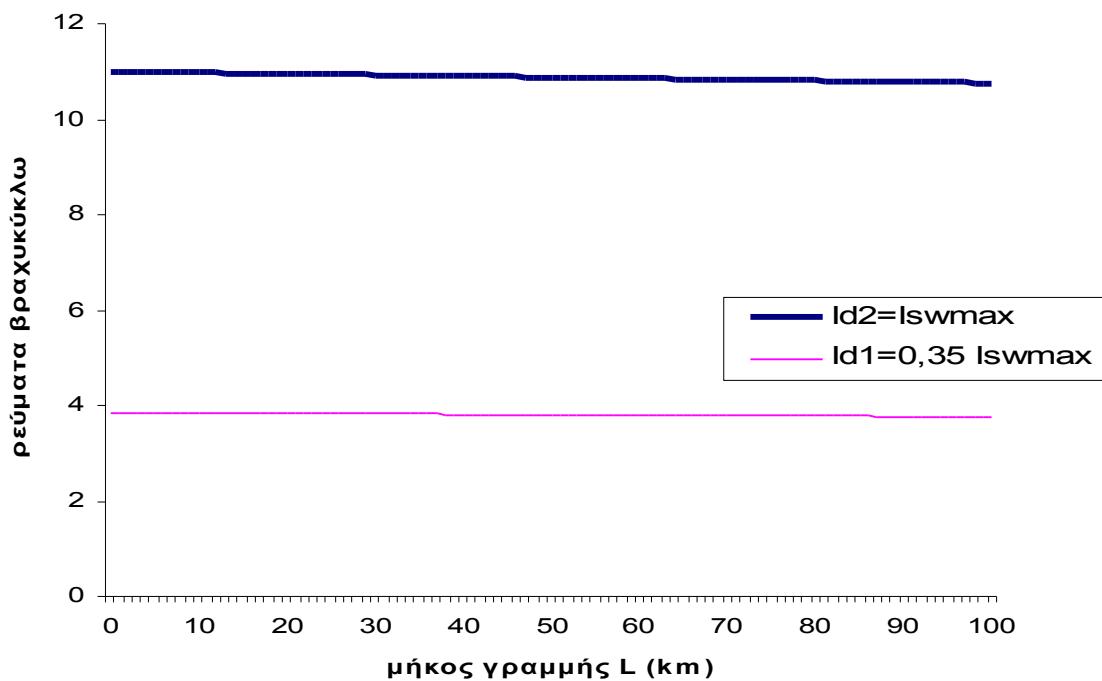
Σχήμα 5.2.4-3 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχικύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 100\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV



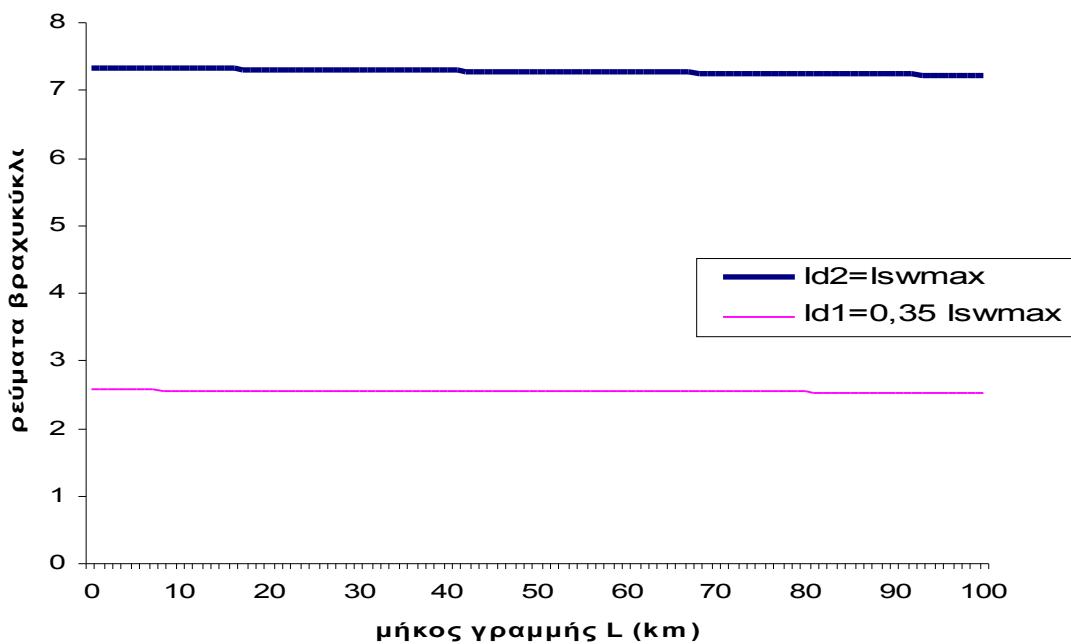
Σχήμα 5.2.4-4 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχικύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 200\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.2.4-5 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 1000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.2.4-6 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 2000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.2.4-7 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος

Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 3000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=25MVA, ΜΣ 150kV/20kV

5.2.5. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R_δ του εδάφους κατά την αποκοπή δυο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm², $S_N=50MVA$, ΜΣ 150kV/15kV

5.2.5.1. Πίνακες

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	$I_{sw\max} = I_{d2}$ (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	$I_{sw\max} = I_{d2}$ (A)
0	0	0	10,214	1615,47	51	10,965	17,034	48,057	343,346
1	0,215	0,334	10,77	1531,98	52	11,18	17,368	48,841	337,828
2	0,43	0,668	11,355	1453,05	53	11,395	17,702	49,627	332,483
3	0,645	1,002	11,965	1379,07	54	11,61	18,036	50,412	327,302
4	0,86	1,336	12,594	1310,11	55	11,825	18,37	51,198	322,279
5	1,075	1,67	13,242	1246,04	56	12,04	18,704	51,984	317,406
6	1,29	2,004	13,905	1186,65	57	12,255	19,038	52,77	312,676
7	1,505	2,338	14,581	1131,63	58	12,47	19,372	53,557	308,084
8	1,72	2,672	15,268	1080,69	59	12,685	19,706	54,344	303,624
9	1,935	3,006	15,965	1033,49	60	12,9	20,04	55,131	299,29
10	2,15	3,34	16,671	989,722	61	13,115	20,374	55,918	295,076
11	2,365	3,674	17,385	949,095	62	13,33	20,708	56,705	290,979
12	2,58	4,008	18,105	911,333	63	13,545	21,042	57,493	286,993
13	2,795	4,342	18,832	876,183	64	13,76	21,376	58,28	283,114
14	3,01	4,676	19,563	843,416	65	13,975	21,71	59,068	279,337
15	3,225	5,01	20,3	812,822	66	14,19	22,044	59,857	275,659
16	3,44	5,344	21,04	784,213	67	14,405	22,378	60,645	272,076
17	3,655	5,678	21,785	757,417	68	14,62	22,712	61,433	268,584
18	3,87	6,012	22,532	732,28	69	14,835	23,046	62,222	265,18
19	4,085	6,346	23,283	708,665	70	15,05	23,38	63,011	261,861
20	4,3	6,68	24,037	686,444	71	15,265	23,714	63,8	258,623
21	4,515	7,014	24,793	665,507	72	15,48	24,048	64,589	255,463
22	4,73	7,348	25,552	645,751	73	15,695	24,382	65,378	252,38
23	4,945	7,682	26,312	627,083	74	15,91	24,716	66,167	249,369
24	5,16	8,016	27,075	609,42	75	16,125	25,05	66,956	246,429
25	5,375	8,35	27,839	592,687	76	16,34	25,384	67,746	243,557
26	5,59	8,684	28,605	576,816	77	16,555	25,718	68,536	240,751
27	5,805	9,018	29,373	561,743	78	16,77	26,052	69,325	238,009
28	6,02	9,352	30,142	547,413	79	16,985	26,386	70,115	235,327
29	6,235	9,686	30,912	533,774	80	17,2	26,72	70,905	232,706
30	6,45	10,02	31,683	520,778	81	17,415	27,054	71,695	230,141
31	6,665	10,354	32,456	508,382	82	17,63	27,388	72,485	227,633
32	6,88	10,688	33,229	496,548	83	17,845	27,722	73,275	225,178
33	7,095	11,022	34,004	485,238	84	18,06	28,056	74,066	222,775
34	7,31	11,356	34,779	474,419	85	18,275	28,39	74,856	220,423
35	7,525	11,69	35,556	464,062	86	18,49	28,724	75,647	218,119
36	7,74	12,024	36,333	454,137	87	18,705	29,058	76,437	215,863
37	7,955	12,358	37,11	444,619	88	18,92	29,392	77,228	213,653
38	8,17	12,692	37,889	435,484	89	19,135	29,726	78,019	211,488
39	8,385	13,026	38,668	426,709	90	19,35	30,06	78,81	209,366
40	8,6	13,36	39,448	418,275	91	19,565	30,394	79,6	207,285
41	8,815	13,694	40,228	410,162	92	19,78	30,728	80,391	205,246
42	9,03	14,028	41,009	402,352	93	19,995	31,062	81,182	203,246
43	9,245	14,362	41,79	394,829	94	20,21	31,396	81,973	201,285
44	9,46	14,696	42,572	387,578	95	20,425	31,73	82,765	199,361
45	9,675	15,03	43,354	380,584	96	20,64	32,064	83,556	197,473
46	9,89	15,364	44,137	373,835	97	20,855	32,398	84,347	195,62
47	10,105	15,698	44,92	367,318	98	21,07	32,732	85,138	193,802
48	10,32	16,032	45,704	361,02	99	21,285	33,066	85,93	192,017
49	10,535	16,366	46,488	354,933	100	21,5	33,4	86,721	190,265
50	10,75	16,7	47,272	349,044					

Πίνακας 5.2.5-1: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_\delta = 10\Omega$$

του εδάφους, $S_N = 50MVA$, ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/15kV: $R_{MS} = 0,027\Omega$, $X_{MS} = 0,9\Omega$

Γραμμή: $A=95\text{ mm}^2$, $R_\rho / \text{km} = 0,215\Omega / \text{km}$, $X_\rho / \text{km} = 0,334\Omega / \text{km}$

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	50,086	329,431	51	10,965	17,034	80,425	205,161
1	0,215	0,334	50,544	326,447	52	11,18	17,368	81,109	203,431
2	0,43	0,668	51,01	323,463	53	11,395	17,702	81,794	201,725
3	0,645	1,002	51,485	320,484	54	11,61	18,036	82,482	200,043
4	0,86	1,336	51,967	317,511	55	11,825	18,37	83,172	198,385
5	1,075	1,67	52,456	314,547	56	12,04	18,704	83,863	196,749
6	1,29	2,004	52,953	311,595	57	12,255	19,038	84,557	195,136
7	1,505	2,338	53,458	308,656	58	12,47	19,372	85,252	193,545
8	1,72	2,672	53,969	305,732	59	12,685	19,706	85,948	191,975
9	1,935	3,006	54,487	302,826	60	12,9	20,04	86,647	190,428
10	2,15	3,34	55,011	299,938	61	13,115	20,374	87,347	188,902
11	2,365	3,674	55,542	297,07	62	13,33	20,708	88,049	187,396
12	2,58	4,008	56,08	294,225	63	13,545	21,042	88,752	185,911
13	2,795	4,342	56,623	291,402	64	13,76	21,376	89,457	184,446
14	3,01	4,676	57,172	288,603	65	13,975	21,71	90,163	183,002
15	3,225	5,01	57,727	285,829	66	14,19	22,044	90,871	181,576
16	3,44	5,344	58,287	283,08	67	14,405	22,378	91,58	180,17
17	3,655	5,678	58,853	280,359	68	14,62	22,712	92,291	178,783
18	3,87	6,012	59,424	277,665	69	14,835	23,046	93,003	177,414
19	4,085	6,346	60	274,999	70	15,05	23,38	93,716	176,064
20	4,3	6,68	60,581	272,361	71	15,265	23,714	94,43	174,732
21	4,515	7,014	61,167	269,753	72	15,48	24,048	95,146	173,417
22	4,73	7,348	61,758	267,173	73	15,695	24,382	95,863	172,12
23	4,945	7,682	62,353	264,624	74	15,91	24,716	96,582	170,84
24	5,16	8,016	62,952	262,104	75	16,125	25,05	97,301	169,577
25	5,375	8,35	63,556	259,614	76	16,34	25,384	98,022	168,33
26	5,59	8,684	64,164	257,155	77	16,555	25,718	98,743	167,1
27	5,805	9,018	64,776	254,725	78	16,77	26,052	99,466	165,886
28	6,02	9,352	65,391	252,326	79	16,985	26,386	100,19	164,687
29	6,235	9,686	66,011	249,958	80	17,2	26,72	100,92	163,504
30	6,45	10,02	66,634	247,619	81	17,415	27,054	101,64	162,336
31	6,665	10,354	67,261	245,311	82	17,63	27,388	102,37	161,183
32	6,88	10,688	67,892	243,033	83	17,845	27,722	103,1	160,045
33	7,095	11,022	68,526	240,785	84	18,06	28,056	103,83	158,921
34	7,31	11,356	69,163	238,567	85	18,275	28,39	104,56	157,811
35	7,525	11,69	69,803	236,378	86	18,49	28,724	105,29	156,716
36	7,74	12,024	70,447	234,219	87	18,705	29,058	106,02	155,634
37	7,955	12,358	71,094	232,088	88	18,92	29,392	106,75	154,566
38	8,17	12,692	71,743	229,987	89	19,135	29,726	107,48	153,511
39	8,385	13,026	72,396	227,914	90	19,35	30,06	108,22	152,469
40	8,6	13,36	73,051	225,87	91	19,565	30,394	108,95	151,44
41	8,815	13,694	73,709	223,853	92	19,78	30,728	109,69	150,424
42	9,03	14,028	74,37	221,865	93	19,995	31,062	110,43	149,42
43	9,245	14,362	75,033	219,903	94	20,21	31,396	111,16	148,429
44	9,46	14,696	75,699	217,969	95	20,425	31,73	111,9	147,449
45	9,675	15,03	76,367	216,062	96	20,64	32,064	112,64	146,481
46	9,89	15,364	77,038	214,181	97	20,855	32,398	113,38	145,525
47	10,105	15,698	77,711	212,326	98	21,07	32,732	114,12	144,581
48	10,32	16,032	78,386	210,497	99	21,285	33,066	114,86	143,648
49	10,535	16,366	79,063	208,693	100	21,5	33,4	115,61	142,725
50	10,75	16,7	79,743	206,915					

Πίνακας 5.2.5-2: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης $R_s = 50\Omega$

του εδάφους,

$S_N = 50MVA$, $ACSR=95mm^2$,

ΜΣ 150kV/15kV: $R_{MS} = 0,027\Omega$, $X_{MS} = 0,9\Omega$

Γραμμή: $A=95mm^2$, $R_\rho / km = 0,215\Omega / km$, $X_\rho / km = 0,334\Omega / km$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{swmax} = I _{d2} (A)
0	0	0	100,07	164,884	51	10,965	17,034	127,148	129,77
1	0,215	0,334	100,514	164,156	52	11,18	17,368	127,75	129,159
2	0,43	0,668	100,963	163,427	53	11,395	17,702	128,354	128,551
3	0,645	1,002	101,415	162,697	54	11,61	18,036	128,96	127,947
4	0,86	1,336	101,872	161,968	55	11,825	18,37	129,568	127,346
5	1,075	1,67	102,333	161,238	56	12,04	18,704	130,179	126,749
6	1,29	2,004	102,798	160,509	57	12,255	19,038	130,791	126,156
7	1,505	2,338	103,267	159,78	58	12,47	19,372	131,405	125,566
8	1,72	2,672	103,74	159,051	59	12,685	19,706	132,021	124,98
9	1,935	3,006	104,217	158,323	60	12,9	20,04	132,639	124,398
10	2,15	3,34	104,698	157,596	61	13,115	20,374	133,259	123,819
11	2,365	3,674	105,182	156,87	62	13,33	20,708	133,881	123,244
12	2,58	4,008	105,671	156,145	63	13,545	21,042	134,504	122,673
13	2,795	4,342	106,163	155,422	64	13,76	21,376	135,129	122,105
14	3,01	4,676	106,659	154,699	65	13,975	21,71	135,756	121,541
15	3,225	5,01	107,158	153,979	66	14,19	22,044	136,385	120,981
16	3,44	5,344	107,661	153,259	67	14,405	22,378	137,016	120,424
17	3,655	5,678	108,167	152,542	68	14,62	22,712	137,648	119,871
18	3,87	6,012	108,677	151,826	69	14,835	23,046	138,282	119,321
19	4,085	6,346	109,19	151,113	70	15,05	23,38	138,917	118,776
20	4,3	6,68	109,706	150,401	71	15,265	23,714	139,555	118,233
21	4,515	7,014	110,226	149,692	72	15,48	24,048	140,193	117,695
22	4,73	7,348	110,749	148,985	73	15,695	24,382	140,834	117,159
23	4,945	7,682	111,276	148,28	74	15,91	24,716	141,476	116,628
24	5,16	8,016	111,805	147,578	75	16,125	25,05	142,119	116,1
25	5,375	8,35	112,338	146,879	76	16,34	25,384	142,764	115,575
26	5,59	8,684	112,873	146,182	77	16,555	25,718	143,411	115,054
27	5,805	9,018	113,412	145,487	78	16,77	26,052	144,059	114,537
28	6,02	9,352	113,954	144,796	79	16,985	26,386	144,708	114,023
29	6,235	9,686	114,498	144,107	80	17,2	26,72	145,359	113,512
30	6,45	10,02	115,046	143,421	81	17,415	27,054	146,011	113,005
31	6,665	10,354	115,596	142,738	82	17,63	27,388	146,665	112,501
32	6,88	10,688	116,15	142,058	83	17,845	27,722	147,32	112,001
33	7,095	11,022	116,706	141,381	84	18,06	28,056	147,977	111,504
34	7,31	11,356	117,264	140,708	85	18,275	28,39	148,634	111,011
35	7,525	11,69	117,826	140,037	86	18,49	28,724	149,293	110,521
36	7,74	12,024	118,39	139,37	87	18,705	29,058	149,954	110,034
37	7,955	12,358	118,957	138,706	88	18,92	29,392	150,616	109,55
38	8,17	12,692	119,526	138,045	89	19,135	29,726	151,279	109,07
39	8,385	13,026	120,098	137,388	90	19,35	30,06	151,943	108,593
40	8,6	13,36	120,672	136,734	91	19,565	30,394	152,608	108,12
41	8,815	13,694	121,249	136,083	92	19,78	30,728	153,275	107,65
42	9,03	14,028	121,829	135,436	93	19,995	31,062	153,943	107,182
43	9,245	14,362	122,411	134,792	94	20,21	31,396	154,612	106,719
44	9,46	14,696	122,995	134,152	95	20,425	31,73	155,283	106,258
45	9,675	15,03	123,581	133,515	96	20,64	32,064	155,954	105,8
46	9,89	15,364	124,17	132,882	97	20,855	32,398	156,627	105,346
47	10,105	15,698	124,761	132,253	98	21,07	32,732	157,301	104,895
48	10,32	16,032	125,355	131,627	99	21,285	33,066	157,975	104,447
49	10,535	16,366	125,95	131,004	100	21,5	33,4	158,651	104,002
50	10,75	16,7	126,548	130,385					

Πίνακας 5.2.5-3: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης του εδάφους,

$$S_N = 50MVA, \text{ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV: } R_{\Sigma} = 0,027\Omega, X_{\Sigma} = 0,9\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

$$R_{\delta} = 100\Omega$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	200,06	82,474	51	10,965	17,034	224,86	73,378
1	0,215	0,334	200,5	82,295	52	11,18	17,368	225,39	73,205
2	0,43	0,668	200,94	82,115	53	11,395	17,702	225,93	73,032
3	0,645	1,002	201,38	81,935	54	11,61	18,036	226,46	72,86
4	0,86	1,336	201,82	81,755	55	11,825	18,37	227	72,687
5	1,075	1,67	202,27	81,574	56	12,04	18,704	227,54	72,516
6	1,29	2,004	202,72	81,394	57	12,255	19,038	228,08	72,344
7	1,505	2,338	203,17	81,214	58	12,47	19,372	228,62	72,173
8	1,72	2,672	203,62	81,034	59	12,685	19,706	229,16	72,002
9	1,935	3,006	204,07	80,853	60	12,9	20,04	229,7	71,832
10	2,15	3,34	204,53	80,673	61	13,115	20,374	230,25	71,661
11	2,365	3,674	204,99	80,492	62	13,33	20,708	230,8	71,492
12	2,58	4,008	205,45	80,312	63	13,545	21,042	231,34	71,322
13	2,795	4,342	205,91	80,132	64	13,76	21,376	231,89	71,153
14	3,01	4,676	206,38	79,951	65	13,975	21,71	232,44	70,985
15	3,225	5,01	206,84	79,771	66	14,19	22,044	233	70,816
16	3,44	5,344	207,31	79,591	67	14,405	22,378	233,55	70,648
17	3,655	5,678	207,78	79,411	68	14,62	22,712	234,11	70,481
18	3,87	6,012	208,25	79,23	69	14,835	23,046	234,66	70,314
19	4,085	6,346	208,73	79,05	70	15,05	23,38	235,22	70,147
20	4,3	6,68	209,2	78,87	71	15,265	23,714	235,78	69,98
21	4,515	7,014	209,68	78,691	72	15,48	24,048	236,34	69,814
22	4,73	7,348	210,16	78,511	73	15,695	24,382	236,9	69,649
23	4,945	7,682	210,64	78,331	74	15,91	24,716	237,47	69,484
24	5,16	8,016	211,13	78,152	75	16,125	25,05	238,03	69,319
25	5,375	8,35	211,61	77,972	76	16,34	25,384	238,6	69,154
26	5,59	8,684	212,1	77,793	77	16,555	25,718	239,16	68,99
27	5,805	9,018	212,59	77,614	78	16,77	26,052	239,73	68,827
28	6,02	9,352	213,08	77,435	79	16,985	26,386	240,3	68,663
29	6,235	9,686	213,58	77,256	80	17,2	26,72	240,87	68,501
30	6,45	10,02	214,07	77,077	81	17,415	27,054	241,45	68,338
31	6,665	10,354	214,57	76,899	82	17,63	27,388	242,02	68,176
32	6,88	10,688	215,07	76,721	83	17,845	27,722	242,59	68,015
33	7,095	11,022	215,57	76,542	84	18,06	28,056	243,17	67,854
34	7,31	11,356	216,07	76,365	85	18,275	28,39	243,75	67,693
35	7,525	11,69	216,57	76,187	86	18,49	28,724	244,33	67,533
36	7,74	12,024	217,08	76,009	87	18,705	29,058	244,91	67,373
37	7,955	12,358	217,59	75,832	88	18,92	29,392	245,49	67,213
38	8,17	12,692	218,09	75,655	89	19,135	29,726	246,07	67,054
39	8,385	13,026	218,61	75,478	90	19,35	30,06	246,65	66,896
40	8,6	13,36	219,12	75,302	91	19,565	30,394	247,24	66,738
41	8,815	13,694	219,63	75,126	92	19,78	30,728	247,82	66,58
42	9,03	14,028	220,15	74,95	93	19,995	31,062	248,41	66,423
43	9,245	14,362	220,67	74,774	94	20,21	31,396	249	66,266
44	9,46	14,696	221,18	74,598	95	20,425	31,73	249,59	66,109
45	9,675	15,03	221,71	74,423	96	20,64	32,064	250,18	65,953
46	9,89	15,364	222,23	74,248	97	20,855	32,398	250,77	65,798
47	10,105	15,698	222,75	74,074	98	21,07	32,732	251,36	65,643
48	10,32	16,032	223,28	73,899	99	21,285	33,066	251,95	65,488
49	10,535	16,366	223,8	73,725	100	21,5	33,4	252,55	65,334
50	10,75	16,7	224,33	73,551					

Πίνακας 5.2.5-4: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$R_\delta = 200\Omega$

του εδάφους,

$S_N = 50MVA$, ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/15kV: $R_{M\Sigma} = 0,027\Omega$, $X_{M\Sigma} = 0,9\Omega$

Γραμμή: A=95 mm² , $R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	1000,1	16,499	51	10,965	17,034	1022,6	16,135
1	0,215	0,334	1000,5	16,492	52	11,18	17,368	1023,1	16,128
2	0,43	0,668	1000,9	16,485	53	11,395	17,702	1023,5	16,121
3	0,645	1,002	1001,4	16,478	54	11,61	18,036	1024	16,114
4	0,86	1,336	1001,8	16,471	55	11,825	18,37	1024,4	16,107
5	1,075	1,67	1002,2	16,463	56	12,04	18,704	1024,9	16,099
6	1,29	2,004	1002,7	16,456	57	12,255	19,038	1025,3	16,092
7	1,505	2,338	1003,1	16,449	58	12,47	19,372	1025,8	16,085
8	1,72	2,672	1003,5	16,442	59	12,685	19,706	1026,3	16,078
9	1,935	3,006	1004	16,435	60	12,9	20,04	1026,7	16,071
10	2,15	3,34	1004,4	16,428	61	13,115	20,374	1027,2	16,064
11	2,365	3,674	1004,8	16,421	62	13,33	20,708	1027,6	16,056
12	2,58	4,008	1005,3	16,414	63	13,545	21,042	1028,1	16,049
13	2,795	4,342	1005,7	16,407	64	13,76	21,376	1028,5	16,042
14	3,01	4,676	1006,1	16,399	65	13,975	21,71	1029	16,035
15	3,225	5,01	1006,6	16,392	66	14,19	22,044	1029,5	16,028
16	3,44	5,344	1007	16,385	67	14,405	22,378	1029,9	16,021
17	3,655	5,678	1007,4	16,378	68	14,62	22,712	1030,4	16,014
18	3,87	6,012	1007,9	16,371	69	14,835	23,046	1030,8	16,006
19	4,085	6,346	1008,3	16,364	70	15,05	23,38	1031,3	15,999
20	4,3	6,68	1008,8	16,357	71	15,265	23,714	1031,8	15,992
21	4,515	7,014	1009,2	16,349	72	15,48	24,048	1032,2	15,985
22	4,73	7,348	1009,6	16,342	73	15,695	24,382	1032,7	15,978
23	4,945	7,682	1010,1	16,335	74	15,91	24,716	1033,1	15,971
24	5,16	8,016	1010,5	16,328	75	16,125	25,05	1033,6	15,964
25	5,375	8,35	1011	16,321	76	16,34	25,384	1034,1	15,956
26	5,59	8,684	1011,4	16,314	77	16,555	25,718	1034,5	15,949
27	5,805	9,018	1011,9	16,307	78	16,77	26,052	1035	15,942
28	6,02	9,352	1012,3	16,299	79	16,985	26,386	1035,5	15,935
29	6,235	9,686	1012,7	16,292	80	17,2	26,72	1035,9	15,928
30	6,45	10,02	1013,2	16,285	81	17,415	27,054	1036,4	15,921
31	6,665	10,354	1013,6	16,278	82	17,63	27,388	1036,9	15,913
32	6,88	10,688	1014,1	16,271	83	17,845	27,722	1037,3	15,906
33	7,095	11,022	1014,5	16,264	84	18,06	28,056	1037,8	15,899
34	7,31	11,356	1015	16,257	85	18,275	28,39	1038,3	15,892
35	7,525	11,69	1015,4	16,249	86	18,49	28,724	1038,7	15,885
36	7,74	12,024	1015,9	16,242	87	18,705	29,058	1039,2	15,878
37	7,955	12,358	1016,3	16,235	88	18,92	29,392	1039,7	15,871
38	8,17	12,692	1016,8	16,228	89	19,135	29,726	1040,1	15,863
39	8,385	13,026	1017,2	16,221	90	19,35	30,06	1040,6	15,856
40	8,6	13,36	1017,7	16,214	91	19,565	30,394	1041,1	15,849
41	8,815	13,694	1018,1	16,207	92	19,78	30,728	1041,5	15,842
42	9,03	14,028	1018,6	16,199	93	19,995	31,062	1042	15,835
43	9,245	14,362	1019	16,192	94	20,21	31,396	1042,5	15,828
44	9,46	14,696	1019,5	16,185	95	20,425	31,73	1042,9	15,821
45	9,675	15,03	1019,9	16,178	96	20,64	32,064	1043,4	15,813
46	9,89	15,364	1020,4	16,171	97	20,855	32,398	1043,9	15,806
47	10,105	15,698	1020,8	16,164	98	21,07	32,732	1044,4	15,799
48	10,32	16,032	1021,3	16,157	99	21,285	33,066	1044,8	15,792
49	10,535	16,366	1021,7	16,149	100	21,5	33,4	1045,3	15,785
50	10,75	16,7	1022,2	16,142					

Πίνακας 5.2.5-5: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 1000\Omega$$

του εδάφους,

$$S_N = 50MVA, \text{ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{M\Sigma} = 0,027\Omega, X_{M\Sigma} = 0,9\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A}=95 mm^2, R_{\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	2000,1	8,25	51	10,965	17,034	2022,3	8,159
1	0,215	0,334	2000,5	8,248	52	11,18	17,368	2022,7	8,157
2	0,43	0,668	2000,9	8,246	53	11,395	17,702	2023,2	8,155
3	0,645	1,002	2001,3	8,244	54	11,61	18,036	2023,6	8,154
4	0,86	1,336	2001,8	8,243	55	11,825	18,37	2024,1	8,152
5	1,075	1,67	2002,2	8,241	56	12,04	18,704	2024,5	8,15
6	1,29	2,004	2002,6	8,239	57	12,255	19,038	2025	8,148
7	1,505	2,338	2003,1	8,237	58	12,47	19,372	2025,4	8,147
8	1,72	2,672	2003,5	8,236	59	12,685	19,706	2025,8	8,145
9	1,935	3,006	2003,9	8,234	60	12,9	20,04	2026,3	8,143
10	2,15	3,34	2004,4	8,232	61	13,115	20,374	2026,7	8,141
11	2,365	3,674	2004,8	8,23	62	13,33	20,708	2027,2	8,139
12	2,58	4,008	2005,2	8,228	63	13,545	21,042	2027,6	8,138
13	2,795	4,342	2005,7	8,227	64	13,76	21,376	2028,1	8,136
14	3,01	4,676	2006,1	8,225	65	13,975	21,71	2028,5	8,134
15	3,225	5,01	2006,5	8,223	66	14,19	22,044	2029	8,132
16	3,44	5,344	2007	8,221	67	14,405	22,378	2029,4	8,13
17	3,655	5,678	2007,4	8,22	68	14,62	22,712	2029,8	8,129
18	3,87	6,012	2007,8	8,218	69	14,835	23,046	2030,3	8,127
19	4,085	6,346	2008,3	8,216	70	15,05	23,38	2030,7	8,125
20	4,3	6,68	2008,7	8,214	71	15,265	23,714	2031,2	8,123
21	4,515	7,014	2009,1	8,212	72	15,48	24,048	2031,6	8,122
22	4,73	7,348	2009,6	8,211	73	15,695	24,382	2032,1	8,12
23	4,945	7,682	2010	8,209	74	15,91	24,716	2032,5	8,118
24	5,16	8,016	2010,5	8,207	75	16,125	25,05	2033	8,116
25	5,375	8,35	2010,9	8,205	76	16,34	25,384	2033,4	8,114
26	5,59	8,684	2011,3	8,204	77	16,555	25,718	2033,9	8,113
27	5,805	9,018	2011,8	8,202	78	16,77	26,052	2034,3	8,111
28	6,02	9,352	2012,2	8,2	79	16,985	26,386	2034,8	8,109
29	6,235	9,686	2012,6	8,198	80	17,2	26,72	2035,2	8,107
30	6,45	10,02	2013,1	8,196	81	17,415	27,054	2035,7	8,106
31	6,665	10,354	2013,5	8,195	82	17,63	27,388	2036,1	8,104
32	6,88	10,688	2013,9	8,193	83	17,845	27,722	2036,5	8,102
33	7,095	11,022	2014,4	8,191	84	18,06	28,056	2037	8,1
34	7,31	11,356	2014,8	8,189	85	18,275	28,39	2037,4	8,098
35	7,525	11,69	2015,3	8,188	86	18,49	28,724	2037,9	8,097
36	7,74	12,024	2015,7	8,186	87	18,705	29,058	2038,3	8,095
37	7,955	12,358	2016,1	8,184	88	18,92	29,392	2038,8	8,093
38	8,17	12,692	2016,6	8,182	89	19,135	29,726	2039,2	8,091
39	8,385	13,026	2017	8,18	90	19,35	30,06	2039,7	8,089
40	8,6	13,36	2017,5	8,179	91	19,565	30,394	2040,1	8,088
41	8,815	13,694	2017,9	8,177	92	19,78	30,728	2040,6	8,086
42	9,03	14,028	2018,3	8,175	93	19,995	31,062	2041	8,084
43	9,245	14,362	2018,8	8,173	94	20,21	31,396	2041,5	8,082
44	9,46	14,696	2019,2	8,171	95	20,425	31,73	2041,9	8,081
45	9,675	15,03	2019,7	8,17	96	20,64	32,064	2042,4	8,079
46	9,89	15,364	2020,1	8,168	97	20,855	32,398	2042,8	8,077
47	10,105	15,698	2020,5	8,166	98	21,07	32,732	2043,3	8,075
48	10,32	16,032	2021	8,164	99	21,285	33,066	2043,8	8,073
49	10,535	16,366	2021,4	8,163	100	21,5	33,4	2044,2	8,072
50	10,75	16,7	2021,9	8,161					

Πίνακας 5.2.5-6: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 2000\Omega \quad \text{του εδάφους,}$$

$$S_N = 50MVA, \text{ ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\text{ΜΣ}} = 0,027\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 0,9\Omega$$

$$\text{Γραμμή: } A=95 mm^2, R_{\gamma\rho} / km = 0,215\Omega / km, X_{\gamma\rho} / km = 0,334\Omega / km$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	3000,1	5,5	51	10,965	17,034	3022,2	5,46
1	0,215	0,334	3000,5	5,499	52	11,18	17,368	3022,6	5,459
2	0,43	0,668	3000,9	5,498	53	11,395	17,702	3023,1	5,458
3	0,645	1,002	3001,3	5,498	54	11,61	18,036	3023,5	5,457
4	0,86	1,336	3001,8	5,497	55	11,825	18,37	3023,9	5,456
5	1,075	1,67	3002,2	5,496	56	12,04	18,704	3024,4	5,456
6	1,29	2,004	3002,6	5,495	57	12,255	19,038	3024,8	5,455
7	1,505	2,338	3003,1	5,494	58	12,47	19,372	3025,3	5,454
8	1,72	2,672	3003,5	5,494	59	12,685	19,706	3025,7	5,453
9	1,935	3,006	3003,9	5,493	60	12,9	20,04	3026,1	5,452
10	2,15	3,34	3004,4	5,492	61	13,115	20,374	3026,6	5,452
11	2,365	3,674	3004,8	5,491	62	13,33	20,708	3027	5,451
12	2,58	4,008	3005,2	5,49	63	13,545	21,042	3027,5	5,45
13	2,795	4,342	3005,7	5,49	64	13,76	21,376	3027,9	5,449
14	3,01	4,676	3006,1	5,489	65	13,975	21,71	3028,3	5,449
15	3,225	5,01	3006,5	5,488	66	14,19	22,044	3028,8	5,448
16	3,44	5,344	3007	5,487	67	14,405	22,378	3029,2	5,447
17	3,655	5,678	3007,4	5,486	68	14,62	22,712	3029,7	5,446
18	3,87	6,012	3007,8	5,486	69	14,835	23,046	3030,1	5,445
19	4,085	6,346	3008,3	5,485	70	15,05	23,38	3030,5	5,445
20	4,3	6,68	3008,7	5,484	71	15,265	23,714	3031	5,444
21	4,515	7,014	3009,1	5,483	72	15,48	24,048	3031,4	5,443
22	4,73	7,348	3009,6	5,483	73	15,695	24,382	3031,9	5,442
23	4,945	7,682	3010	5,482	74	15,91	24,716	3032,3	5,441
24	5,16	8,016	3010,4	5,481	75	16,125	25,05	3032,7	5,441
25	5,375	8,35	3010,9	5,48	76	16,34	25,384	3033,2	5,44
26	5,59	8,684	3011,3	5,479	77	16,555	25,718	3033,6	5,439
27	5,805	9,018	3011,7	5,479	78	16,77	26,052	3034,1	5,438
28	6,02	9,352	3012,2	5,478	79	16,985	26,386	3034,5	5,437
29	6,235	9,686	3012,6	5,477	80	17,2	26,72	3035	5,437
30	6,45	10,02	3013	5,476	81	17,415	27,054	3035,4	5,436
31	6,665	10,354	3013,5	5,475	82	17,63	27,388	3035,8	5,435
32	6,88	10,688	3013,9	5,475	83	17,845	27,722	3036,3	5,434
33	7,095	11,022	3014,3	5,474	84	18,06	28,056	3036,7	5,433
34	7,31	11,356	3014,8	5,473	85	18,275	28,39	3037,2	5,433
35	7,525	11,69	3015,2	5,472	86	18,49	28,724	3037,6	5,432
36	7,74	12,024	3015,6	5,471	87	18,705	29,058	3038,1	5,431
37	7,955	12,358	3016,1	5,471	88	18,92	29,392	3038,5	5,43
38	8,17	12,692	3016,5	5,47	89	19,135	29,726	3038,9	5,43
39	8,385	13,026	3017	5,469	90	19,35	30,06	3039,4	5,429
40	8,6	13,36	3017,4	5,468	91	19,565	30,394	3039,8	5,428
41	8,815	13,694	3017,8	5,468	92	19,78	30,728	3040,3	5,427
42	9,03	14,028	3018,3	5,467	93	19,995	31,062	3040,7	5,426
43	9,245	14,362	3018,7	5,466	94	20,21	31,396	3041,2	5,426
44	9,46	14,696	3019,1	5,465	95	20,425	31,73	3041,6	5,425
45	9,675	15,03	3019,6	5,464	96	20,64	32,064	3042	5,424
46	9,89	15,364	3020	5,464	97	20,855	32,398	3042,5	5,423
47	10,105	15,698	3020,4	5,463	98	21,07	32,732	3042,9	5,422
48	10,32	16,032	3020,9	5,462	99	21,285	33,066	3043,4	5,422
49	10,535	16,366	3021,3	5,461	100	21,5	33,4	3043,8	5,421
50	10,75	16,7	3021,8	5,46					

Πίνακας 5.2.5-7: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

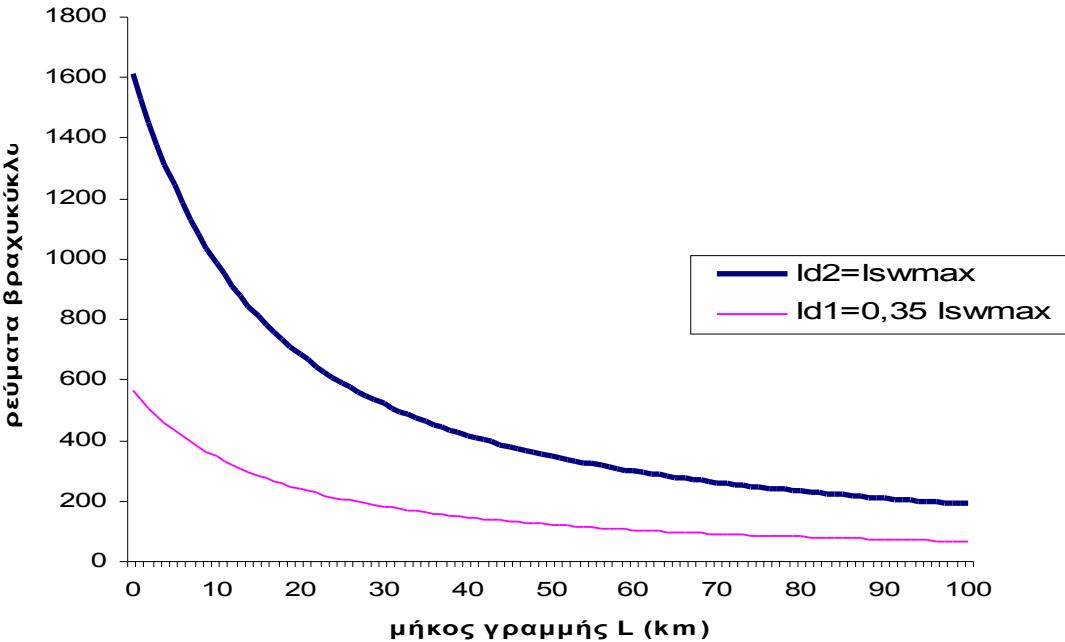
$$R_{\delta} = 3000\Omega \quad \text{του εδάφους},$$

$$S_N = 50MVA, \text{ACSR}=95mm^2,$$

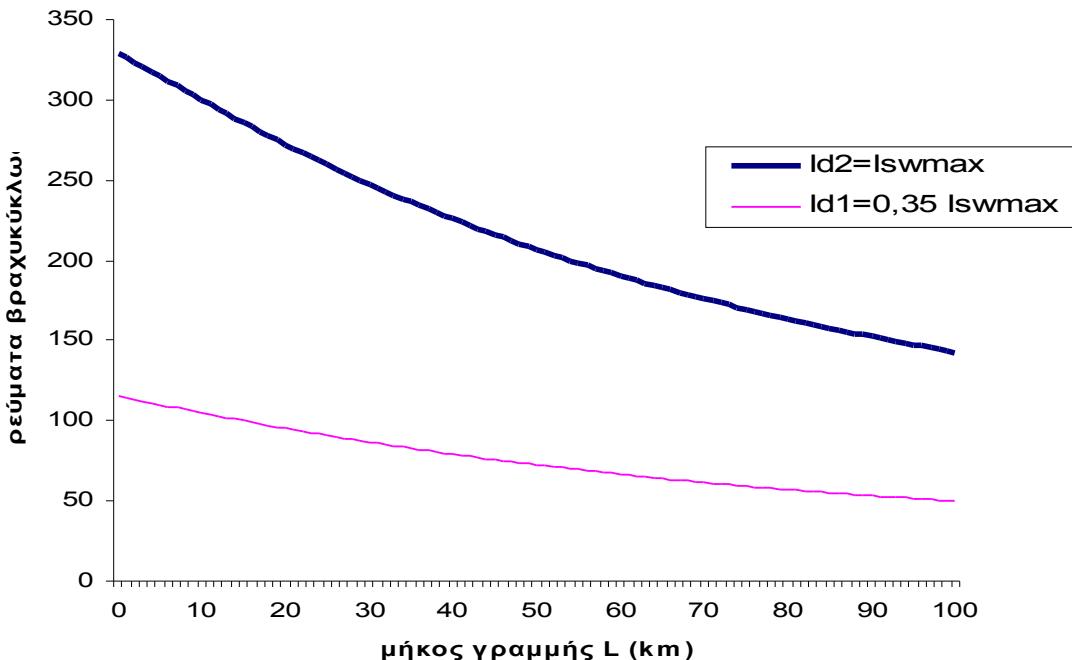
$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/15\text{kV}: R_{\Sigma} = 0,027\Omega, X_{\Sigma} = 0,9\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95mm}^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

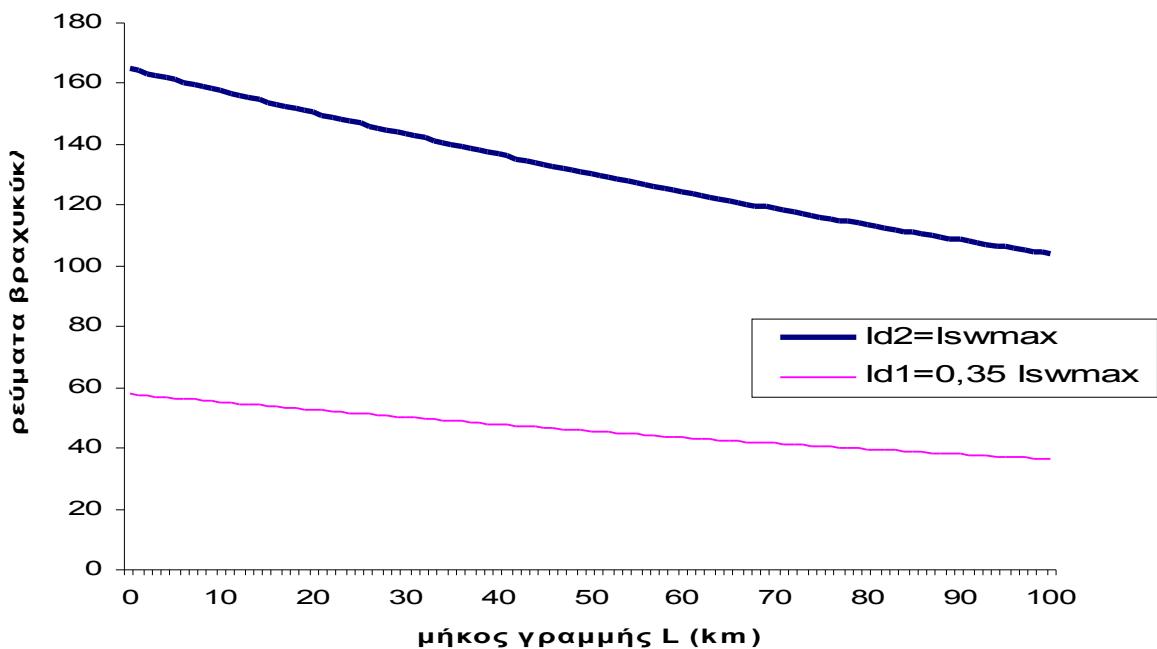
5.2.5.2. Διαγράμματα



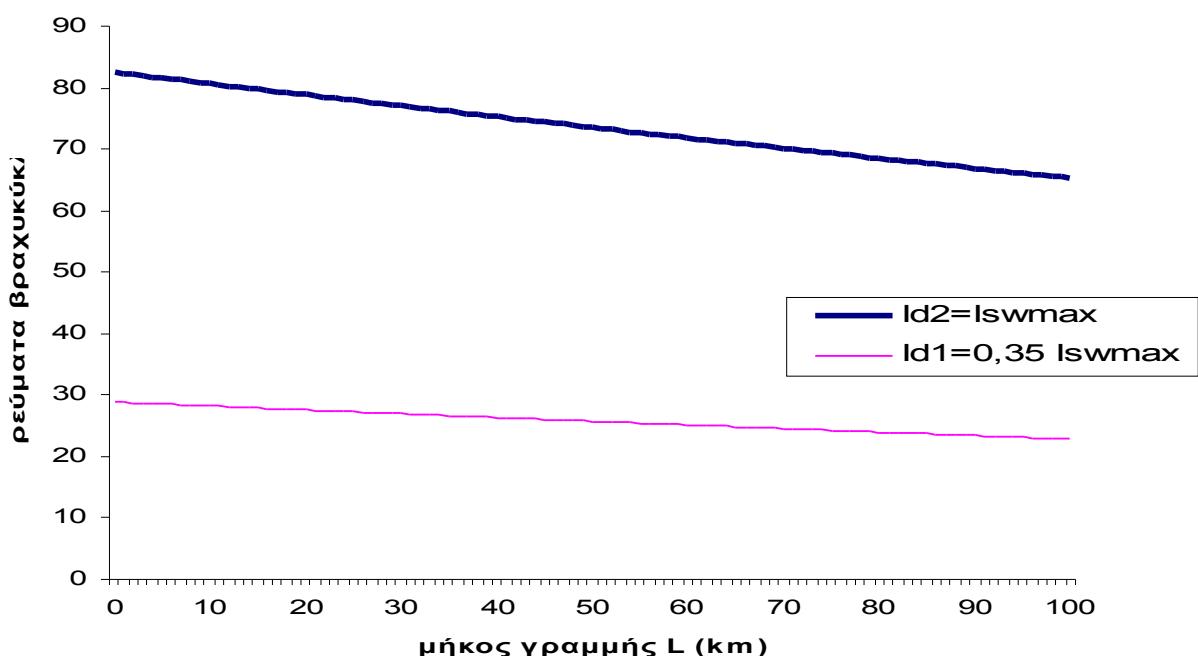
Σχήμα 5.2.5-1 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 10\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV



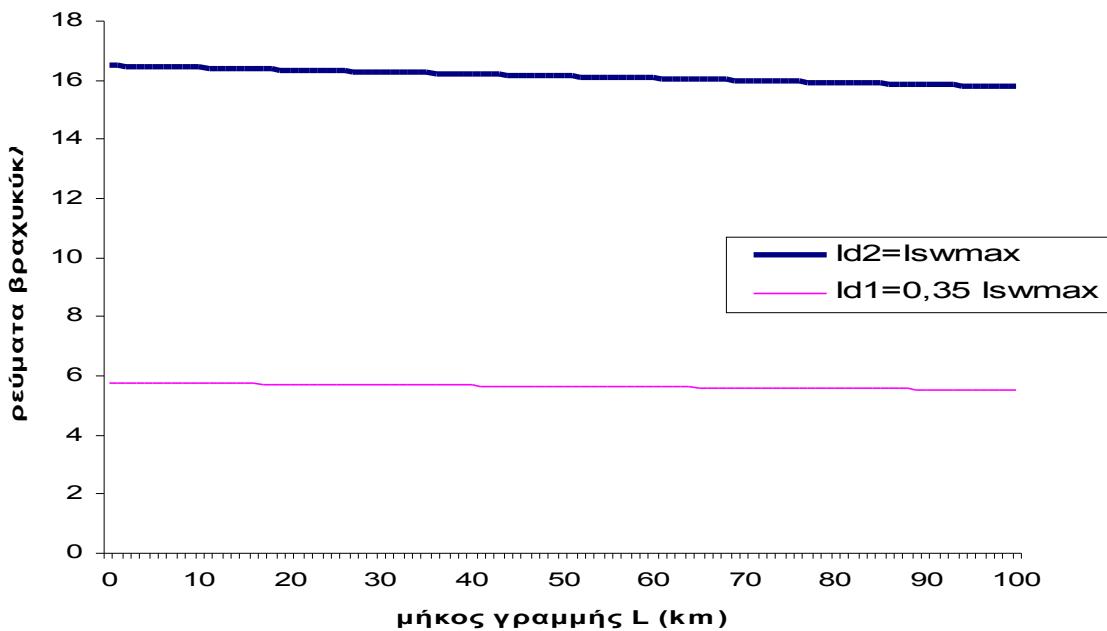
Σχήμα 5.2.5-2 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 50\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV



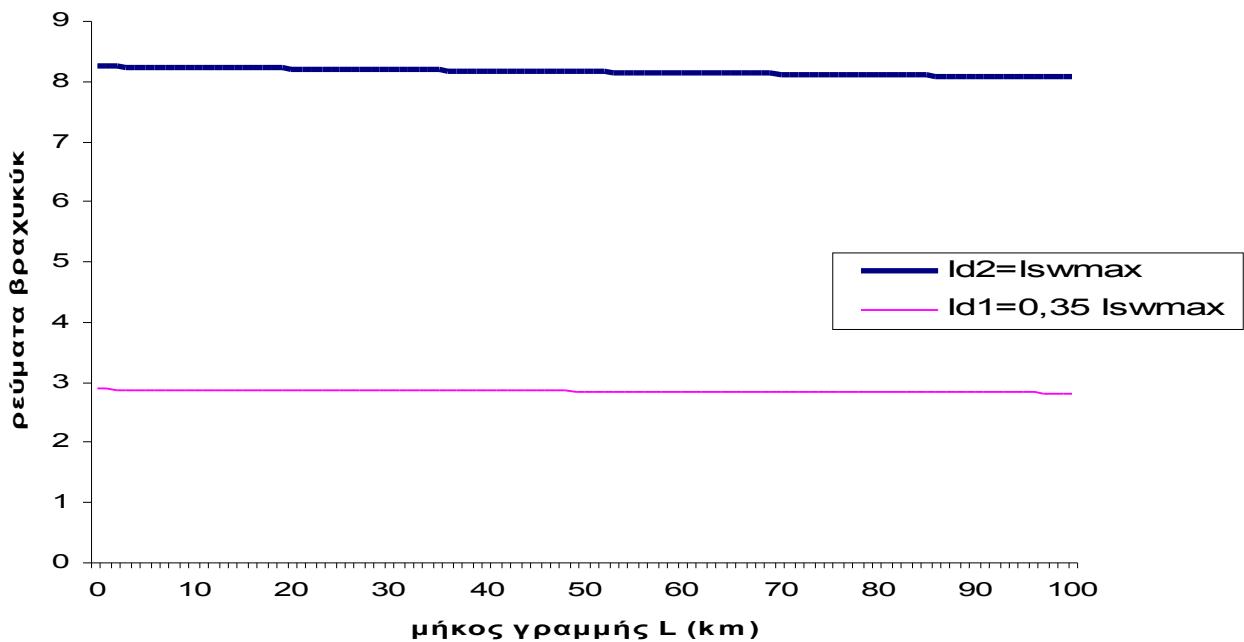
Σχήμα 5.2.5-3 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 100\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV



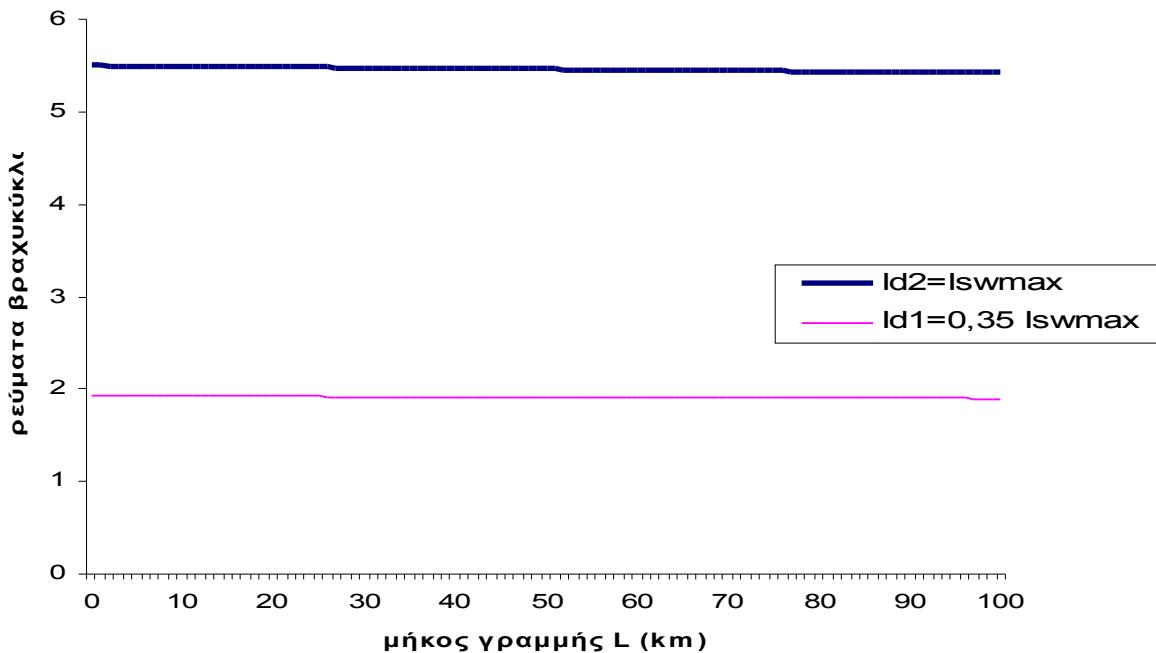
Σχήμα 5.2.5-4 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 200\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.2.5-5 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 1000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.2.5-6 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 2000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV



Σχήμα 5.2.5-7 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 3000\Omega$. ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/15kV

5.2.6. Διφασικό σφάλμα μέσω της αντίστασης R_d του εδάφους κατά την αποκοπή δυο αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV

5.2.6.1. Πίνακες

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _ρ (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	10,591	2077,32	51	10,965	17,034	49,137	447,726
1	0,215	0,334	11,214	1961,89	52	11,18	17,368	49,924	440,668
2	0,43	0,668	11,857	1855,39	53	11,395	17,702	50,711	433,827
3	0,645	1,002	12,518	1757,43	54	11,61	18,036	51,499	427,194
4	0,86	1,336	13,194	1667,43	55	11,825	18,37	52,287	420,758
5	1,075	1,67	13,882	1584,76	56	12,04	18,704	53,074	414,512
6	1,29	2,004	14,581	1508,78	57	12,255	19,038	53,862	408,448
7	1,505	2,338	15,29	1438,87	58	12,47	19,372	54,651	402,557
8	1,72	2,672	16,006	1374,47	59	12,685	19,706	55,439	396,832
9	1,935	3,006	16,73	1315,02	60	12,9	20,04	56,228	391,266
10	2,15	3,34	17,459	1260,07	61	13,115	20,374	57,016	385,853
11	2,365	3,674	18,195	1209,16	62	13,33	20,708	57,805	380,587
12	2,58	4,008	18,934	1161,91	63	13,545	21,042	58,594	375,462
13	2,795	4,342	19,679	1117,97	64	13,76	21,376	59,384	370,472
14	3,01	4,676	20,427	1077,03	65	13,975	21,71	60,173	365,613
15	3,225	5,01	21,178	1038,82	66	14,19	22,044	60,962	360,878
16	3,44	5,344	21,932	1003,09	67	14,405	22,378	61,752	356,263
17	3,655	5,678	22,689	969,62	68	14,62	22,712	62,542	351,765
18	3,87	6,012	23,449	938,212	69	14,835	23,046	63,332	347,378
19	4,085	6,346	24,211	908,69	70	15,05	23,38	64,122	343,098
20	4,3	6,68	24,975	880,898	71	15,265	23,714	64,912	338,922
21	4,515	7,014	25,74	854,694	72	15,48	24,048	65,702	334,846
22	4,73	7,348	26,508	829,951	73	15,695	24,382	66,492	330,867
23	4,945	7,682	27,277	806,554	74	15,91	24,716	67,282	326,98
24	5,16	8,016	28,047	784,401	75	16,125	25,05	68,073	323,183
25	5,375	8,35	28,819	763,397	76	16,34	25,384	68,863	319,473
26	5,59	8,684	29,591	743,459	77	16,555	25,718	69,654	315,846
27	5,805	9,018	30,365	724,509	78	16,77	26,052	70,445	312,301
28	6,02	9,352	31,14	706,478	79	16,985	26,386	71,236	308,834
29	6,235	9,686	31,916	689,301	80	17,2	26,72	72,027	305,443
30	6,45	10,02	32,693	672,922	81	17,415	27,054	72,817	302,125
31	6,665	10,354	33,471	657,287	82	17,63	27,388	73,609	298,878
32	6,88	10,688	34,249	642,348	83	17,845	27,722	74,4	295,7
33	7,095	11,022	35,029	628,06	84	18,06	28,056	75,191	292,589
34	7,31	11,356	35,808	614,382	85	18,275	28,39	75,982	289,542
35	7,525	11,69	36,589	601,277	86	18,49	28,724	76,773	286,558
36	7,74	12,024	37,37	588,71	87	18,705	29,058	77,565	283,634
37	7,955	12,358	38,151	576,649	88	18,92	29,392	78,356	280,769
38	8,17	12,692	38,934	565,065	89	19,135	29,726	79,148	277,961
39	8,385	13,026	39,716	553,93	90	19,35	30,06	79,939	275,209
40	8,6	13,36	40,499	543,22	91	19,565	30,394	80,731	272,51
41	8,815	13,694	41,283	532,91	92	19,78	30,728	81,523	269,864
42	9,03	14,028	42,067	522,979	93	19,995	31,062	82,314	267,268
43	9,245	14,362	42,851	513,407	94	20,21	31,396	83,106	264,722
44	9,46	14,696	43,636	504,175	95	20,425	31,73	83,898	262,223
45	9,675	15,03	44,421	495,265	96	20,64	32,064	84,69	259,772
46	9,89	15,364	45,206	486,661	97	20,855	32,398	85,482	257,365
47	10,105	15,698	45,992	478,347	98	21,07	32,732	86,274	255,002
48	10,32	16,032	46,778	470,31	99	21,285	33,066	87,066	252,683
49	10,535	16,366	47,564	462,536	100	21,5	33,4	87,858	250,405
50	10,75	16,7	48,35	455,012					

Πίνακας 5.2.6-1: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

του εδάφους, S_N = 50MVA, ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/20kV: R_{MΣ} = 0,048Ω , X_{MΣ} = 1,599Ω

Γραμμή: A=95 mm² , R_ρ /km = 0,215Ω /km , X_ρ /km = 0,334Ω /km

$$R_{\delta} = 10\Omega$$

L (km)	R _{yp} (Ω)	X _{yp} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{yp} (Ω)	X _{yp} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	50,198	438,264	51	10,965	17,034	81,096	271,284
1	0,215	0,334	50,674	434,15	52	11,18	17,368	81,786	268,996
2	0,43	0,668	51,157	430,046	53	11,395	17,702	82,477	266,74
3	0,645	1,002	51,649	425,955	54	11,61	18,036	83,171	264,515
4	0,86	1,336	52,147	421,88	55	11,825	18,37	83,866	262,322
5	1,075	1,67	52,654	417,826	56	12,04	18,704	84,563	260,16
6	1,29	2,004	53,167	413,793	57	12,255	19,038	85,262	258,028
7	1,505	2,338	53,687	409,785	58	12,47	19,372	85,963	255,925
8	1,72	2,672	54,213	405,805	59	12,685	19,706	86,665	253,852
9	1,935	3,006	54,746	401,853	60	12,9	20,04	87,368	251,807
10	2,15	3,34	55,286	397,933	61	13,115	20,374	88,074	249,791
11	2,365	3,674	55,831	394,045	62	13,33	20,708	88,78	247,803
12	2,58	4,008	56,383	390,192	63	13,545	21,042	89,488	245,842
13	2,795	4,342	56,94	386,374	64	13,76	21,376	90,198	243,908
14	3,01	4,676	57,502	382,593	65	13,975	21,71	90,909	242
15	3,225	5,01	58,07	378,85	66	14,19	22,044	91,622	240,118
16	3,44	5,344	58,644	375,146	67	14,405	22,378	92,335	238,262
17	3,655	5,678	59,222	371,482	68	14,62	22,712	93,05	236,431
18	3,87	6,012	59,806	367,858	69	14,835	23,046	93,767	234,625
19	4,085	6,346	60,394	364,275	70	15,05	23,38	94,484	232,843
20	4,3	6,68	60,987	360,733	71	15,265	23,714	95,203	231,085
21	4,515	7,014	61,584	357,233	72	15,48	24,048	95,923	229,351
22	4,73	7,348	62,186	353,776	73	15,695	24,382	96,644	227,639
23	4,945	7,682	62,792	350,361	74	15,91	24,716	97,366	225,951
24	5,16	8,016	63,403	346,988	75	16,125	25,05	98,09	224,284
25	5,375	8,35	64,017	343,658	76	16,34	25,384	98,814	222,64
26	5,59	8,684	64,635	340,371	77	16,555	25,718	99,54	221,017
27	5,805	9,018	65,257	337,126	78	16,77	26,052	100,27	219,415
28	6,02	9,352	65,883	333,924	79	16,985	26,386	100,99	217,835
29	6,235	9,686	66,513	330,764	80	17,2	26,72	101,72	216,274
30	6,45	10,02	67,146	327,646	81	17,415	27,054	102,45	214,734
31	6,665	10,354	67,782	324,571	82	17,63	27,388	103,18	213,214
32	6,88	10,688	68,421	321,536	83	17,845	27,722	103,91	211,713
33	7,095	11,022	69,064	318,544	84	18,06	28,056	104,65	210,231
34	7,31	11,356	69,71	315,592	85	18,275	28,39	105,38	208,768
35	7,525	11,69	70,359	312,681	86	18,49	28,724	106,11	207,324
36	7,74	12,024	71,011	309,81	87	18,705	29,058	106,85	205,897
37	7,955	12,358	71,666	306,98	88	18,92	29,392	107,59	204,489
38	8,17	12,692	72,324	304,188	89	19,135	29,726	108,32	203,098
39	8,385	13,026	72,984	301,436	90	19,35	30,06	109,06	201,725
40	8,6	13,36	73,647	298,723	91	19,565	30,394	109,8	200,368
41	8,815	13,694	74,313	296,047	92	19,78	30,728	110,54	199,029
42	9,03	14,028	74,981	293,409	93	19,995	31,062	111,28	197,705
43	9,245	14,362	75,651	290,809	94	20,21	31,396	112,02	196,398
44	9,46	14,696	76,324	288,245	95	20,425	31,73	112,76	195,107
45	9,675	15,03	76,999	285,717	96	20,64	32,064	113,5	193,831
46	9,89	15,364	77,677	283,225	97	20,855	32,398	114,24	192,571
47	10,105	15,698	78,356	280,769	98	21,07	32,732	114,99	191,326
48	10,32	16,032	79,038	278,347	99	21,285	33,066	115,73	190,096
49	10,535	16,366	79,722	275,959	100	21,5	33,4	116,48	188,88
50	10,75	16,7	80,408	273,605					

Πίνακας 5.2.6-2: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης του εδάφους,

$$S_N = 50 \text{ MVA}, \text{ACSR}=95 \text{ mm}^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{\text{ΜΣ}} = 0,048\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 1,599\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{\gamma p} / \text{km} = 0,215\Omega / \text{km}, X_{\gamma p} / \text{km} = 0,334\Omega / \text{km}$$

$$R_\delta = 50\Omega$$

L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _ρ (Ω)	X _ρ (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	100,147	219,677	51	10,965	17,034	127,59	172,428
1	0,215	0,334	100,6	218,687	52	11,18	17,368	128,197	171,611
2	0,43	0,668	101,058	217,697	53	11,395	17,702	128,807	170,799
3	0,645	1,002	101,519	216,707	54	11,61	18,036	129,418	169,992
4	0,86	1,336	101,985	215,718	55	11,825	18,37	130,031	169,19
5	1,075	1,67	102,455	214,729	56	12,04	18,704	130,647	168,393
6	1,29	2,004	102,929	213,74	57	12,255	19,038	131,264	167,601
7	1,505	2,338	103,406	212,753	58	12,47	19,372	131,883	166,814
8	1,72	2,672	103,888	211,767	59	12,685	19,706	132,504	166,032
9	1,935	3,006	104,373	210,782	60	12,9	20,04	133,127	165,256
10	2,15	3,34	104,862	209,799	61	13,115	20,374	133,752	164,484
11	2,365	3,674	105,355	208,817	62	13,33	20,708	134,378	163,717
12	2,58	4,008	105,852	207,838	63	13,545	21,042	135,007	162,955
13	2,795	4,342	106,352	206,86	64	13,76	21,376	135,637	162,198
14	3,01	4,676	106,856	205,885	65	13,975	21,71	136,268	161,446
15	3,225	5,01	107,363	204,913	66	14,19	22,044	136,902	160,699
16	3,44	5,344	107,874	203,943	67	14,405	22,378	137,537	159,957
17	3,655	5,678	108,388	202,975	68	14,62	22,712	138,174	159,22
18	3,87	6,012	108,905	202,011	69	14,835	23,046	138,812	158,488
19	4,085	6,346	109,426	201,049	70	15,05	23,38	139,452	157,76
20	4,3	6,68	109,95	200,091	71	15,265	23,714	140,094	157,038
21	4,515	7,014	110,477	199,136	72	15,48	24,048	140,737	156,32
22	4,73	7,348	111,008	198,184	73	15,695	24,382	141,381	155,608
23	4,945	7,682	111,541	197,236	74	15,91	24,716	142,027	154,9
24	5,16	8,016	112,078	196,292	75	16,125	25,05	142,675	154,196
25	5,375	8,35	112,618	195,351	76	16,34	25,384	143,324	153,498
26	5,59	8,684	113,161	194,414	77	16,555	25,718	143,975	152,804
27	5,805	9,018	113,706	193,481	78	16,77	26,052	144,627	152,115
28	6,02	9,352	114,255	192,552	79	16,985	26,386	145,28	151,431
29	6,235	9,686	114,807	191,627	80	17,2	26,72	145,935	150,752
30	6,45	10,02	115,361	190,706	81	17,415	27,054	146,591	150,077
31	6,665	10,354	115,918	189,789	82	17,63	27,388	147,249	149,407
32	6,88	10,688	116,478	188,877	83	17,845	27,722	147,908	148,741
33	7,095	11,022	117,04	187,969	84	18,06	28,056	148,568	148,08
34	7,31	11,356	117,606	187,066	85	18,275	28,39	149,23	147,424
35	7,525	11,69	118,174	186,167	86	18,49	28,724	149,893	146,772
36	7,74	12,024	118,744	185,272	87	18,705	29,058	150,557	146,124
37	7,955	12,358	119,317	184,382	88	18,92	29,392	151,222	145,481
38	8,17	12,692	119,893	183,497	89	19,135	29,726	151,889	144,843
39	8,385	13,026	120,471	182,617	90	19,35	30,06	152,557	144,209
40	8,6	13,36	121,052	181,741	91	19,565	30,394	153,226	143,579
41	8,815	13,694	121,634	180,87	92	19,78	30,728	153,896	142,954
42	9,03	14,028	122,22	180,004	93	19,995	31,062	154,568	142,333
43	9,245	14,362	122,808	179,142	94	20,21	31,396	155,24	141,716
44	9,46	14,696	123,398	178,286	95	20,425	31,73	155,914	141,104
45	9,675	15,03	123,99	177,434	96	20,64	32,064	156,589	140,495
46	9,89	15,364	124,584	176,587	97	20,855	32,398	157,265	139,891
47	10,105	15,698	125,181	175,745	98	21,07	32,732	157,942	139,292
48	10,32	16,032	125,78	174,908	99	21,285	33,066	158,62	138,696
49	10,535	16,366	126,381	174,077	100	21,5	33,4	159,299	138,105
50	10,75	16,7	126,984	173,25					

Πίνακας 5.2.6-3: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης του εδάφους,

$$S_N = 50MVA, \text{ ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{M\Sigma} = 0,048\Omega, X_{M\Sigma} = 1,599\Omega$$

$$\text{Γραμμή: } A=95 mm^2, R_{\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

$$R_{\delta} = 100\Omega$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	200,12	109,93	51	10,965	17,034	225,13	97,721
1	0,215	0,334	200,56	109,69	52	11,18	17,368	225,67	97,489
2	0,43	0,668	201,01	109,45	53	11,395	17,702	226,2	97,257
3	0,645	1,002	201,45	109,21	54	11,61	18,036	226,74	97,026
4	0,86	1,336	201,9	108,96	55	11,825	18,37	227,28	96,796
5	1,075	1,67	202,35	108,72	56	12,04	18,704	227,82	96,566
6	1,29	2,004	202,8	108,48	57	12,255	19,038	228,37	96,336
7	1,505	2,338	203,26	108,24	58	12,47	19,372	228,91	96,107
8	1,72	2,672	203,72	107,99	59	12,685	19,706	229,46	95,878
9	1,935	3,006	204,17	107,75	60	12,9	20,04	230	95,65
10	2,15	3,34	204,63	107,51	61	13,115	20,374	230,55	95,423
11	2,365	3,674	205,1	107,27	62	13,33	20,708	231,1	95,196
12	2,58	4,008	205,56	107,02	63	13,545	21,042	231,65	94,969
13	2,795	4,342	206,03	106,78	64	13,76	21,376	232,21	94,743
14	3,01	4,676	206,5	106,54	65	13,975	21,71	232,76	94,517
15	3,225	5,01	206,97	106,3	66	14,19	22,044	233,32	94,292
16	3,44	5,344	207,44	106,05	67	14,405	22,378	233,88	94,067
17	3,655	5,678	207,92	105,81	68	14,62	22,712	234,43	93,843
18	3,87	6,012	208,39	105,57	69	14,835	23,046	234,99	93,62
19	4,085	6,346	208,87	105,33	70	15,05	23,38	235,55	93,397
20	4,3	6,68	209,35	105,09	71	15,265	23,714	236,12	93,174
21	4,515	7,014	209,83	104,84	72	15,48	24,048	236,68	92,952
22	4,73	7,348	210,32	104,6	73	15,695	24,382	237,25	92,731
23	4,945	7,682	210,8	104,36	74	15,91	24,716	237,81	92,51
24	5,16	8,016	211,29	104,12	75	16,125	25,05	238,38	92,289
25	5,375	8,35	211,78	103,88	76	16,34	25,384	238,95	92,07
26	5,59	8,684	212,27	103,64	77	16,555	25,718	239,52	91,85
27	5,805	9,018	212,77	103,4	78	16,77	26,052	240,09	91,632
28	6,02	9,352	213,26	103,16	79	16,985	26,386	240,66	91,413
29	6,235	9,686	213,76	102,92	80	17,2	26,72	241,24	91,196
30	6,45	10,02	214,26	102,68	81	17,415	27,054	241,81	90,979
31	6,665	10,354	214,76	102,44	82	17,63	27,388	242,39	90,762
32	6,88	10,688	215,26	102,2	83	17,845	27,722	242,97	90,546
33	7,095	11,022	215,77	101,96	84	18,06	28,056	243,55	90,331
34	7,31	11,356	216,27	101,72	85	18,275	28,39	244,13	90,116
35	7,525	11,69	216,78	101,48	86	18,49	28,724	244,71	89,902
36	7,74	12,024	217,29	101,25	87	18,705	29,058	245,29	89,689
37	7,955	12,358	217,8	101,01	88	18,92	29,392	245,88	89,476
38	8,17	12,692	218,32	100,77	89	19,135	29,726	246,46	89,263
39	8,385	13,026	218,83	100,53	90	19,35	30,06	247,05	89,051
40	8,6	13,36	219,35	100,3	91	19,565	30,394	247,64	88,84
41	8,815	13,694	219,86	100,06	92	19,78	30,728	248,22	88,63
42	9,03	14,028	220,38	99,826	93	19,995	31,062	248,81	88,42
43	9,245	14,362	220,9	99,59	94	20,21	31,396	249,4	88,21
44	9,46	14,696	221,43	99,355	95	20,425	31,73	250	88,001
45	9,675	15,03	221,95	99,121	96	20,64	32,064	250,59	87,793
46	9,89	15,364	222,48	98,886	97	20,855	32,398	251,18	87,585
47	10,105	15,698	223,01	98,652	98	21,07	32,732	251,78	87,378
48	10,32	16,032	223,53	98,419	99	21,285	33,066	252,38	87,172
49	10,535	16,366	224,07	98,186	100	21,5	33,4	252,97	86,966
50	10,75	16,7	224,6	97,953					

Πίνακας 5.2.6-4: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$R_s = 200\Omega$

του εδάφους,

$S_N = 50MVA$, ACSR=95 mm²,

ΜΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,048\Omega$, $X_{M\Sigma} = 1,599\Omega$

Γραμμή: A=95 mm², $R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	1000,1	21,998	51	10,965	17,034	1022,7	21,512
1	0,215	0,334	1000,5	21,988	52	11,18	17,368	1023,2	21,502
2	0,43	0,668	1001	21,979	53	11,395	17,702	1023,6	21,492
3	0,645	1,002	1001,4	21,969	54	11,61	18,036	1024,1	21,483
4	0,86	1,336	1001,8	21,96	55	11,825	18,37	1024,5	21,473
5	1,075	1,67	1002,3	21,95	56	12,04	18,704	1025	21,464
6	1,29	2,004	1002,7	21,941	57	12,255	19,038	1025,4	21,454
7	1,505	2,338	1003,1	21,931	58	12,47	19,372	1025,9	21,445
8	1,72	2,672	1003,6	21,922	59	12,685	19,706	1026,4	21,435
9	1,935	3,006	1004	21,912	60	12,9	20,04	1026,8	21,426
10	2,15	3,34	1004,4	21,903	61	13,115	20,374	1027,3	21,416
11	2,365	3,674	1004,9	21,893	62	13,33	20,708	1027,7	21,407
12	2,58	4,008	1005,3	21,884	63	13,545	21,042	1028,2	21,397
13	2,795	4,342	1005,8	21,874	64	13,76	21,376	1028,6	21,387
14	3,01	4,676	1006,2	21,865	65	13,975	21,71	1029,1	21,378
15	3,225	5,01	1006,6	21,855	66	14,19	22,044	1029,6	21,368
16	3,44	5,344	1007,1	21,846	67	14,405	22,378	1030	21,359
17	3,655	5,678	1007,5	21,836	68	14,62	22,712	1030,5	21,349
18	3,87	6,012	1008	21,826	69	14,835	23,046	1030,9	21,34
19	4,085	6,346	1008,4	21,817	70	15,05	23,38	1031,4	21,33
20	4,3	6,68	1008,8	21,807	71	15,265	23,714	1031,9	21,321
21	4,515	7,014	1009,3	21,798	72	15,48	24,048	1032,3	21,311
22	4,73	7,348	1009,7	21,788	73	15,695	24,382	1032,8	21,301
23	4,945	7,682	1010,2	21,779	74	15,91	24,716	1033,3	21,292
24	5,16	8,016	1010,6	21,769	75	16,125	25,05	1033,7	21,282
25	5,375	8,35	1011	21,76	76	16,34	25,384	1034,2	21,273
26	5,59	8,684	1011,5	21,75	77	16,555	25,718	1034,6	21,263
27	5,805	9,018	1011,9	21,741	78	16,77	26,052	1035,1	21,254
28	6,02	9,352	1012,4	21,731	79	16,985	26,386	1035,6	21,244
29	6,235	9,686	1012,8	21,722	80	17,2	26,72	1036	21,235
30	6,45	10,02	1013,3	21,712	81	17,415	27,054	1036,5	21,225
31	6,665	10,354	1013,7	21,703	82	17,63	27,388	1037	21,215
32	6,88	10,688	1014,2	21,693	83	17,845	27,722	1037,4	21,206
33	7,095	11,022	1014,6	21,683	84	18,06	28,056	1037,9	21,196
34	7,31	11,356	1015	21,674	85	18,275	28,39	1038,4	21,187
35	7,525	11,69	1015,5	21,664	86	18,49	28,724	1038,8	21,177
36	7,74	12,024	1015,9	21,655	87	18,705	29,058	1039,3	21,168
37	7,955	12,358	1016,4	21,645	88	18,92	29,392	1039,8	21,158
38	8,17	12,692	1016,8	21,636	89	19,135	29,726	1040,3	21,149
39	8,385	13,026	1017,3	21,626	90	19,35	30,06	1040,7	21,139
40	8,6	13,36	1017,7	21,617	91	19,565	30,394	1041,2	21,13
41	8,815	13,694	1018,2	21,607	92	19,78	30,728	1041,7	21,12
42	9,03	14,028	1018,6	21,598	93	19,995	31,062	1042,1	21,111
43	9,245	14,362	1019,1	21,588	94	20,21	31,396	1042,6	21,101
44	9,46	14,696	1019,5	21,578	95	20,425	31,73	1043,1	21,091
45	9,675	15,03	1020	21,569	96	20,64	32,064	1043,6	21,082
46	9,89	15,364	1020,4	21,559	97	20,855	32,398	1044	21,072
47	10,105	15,698	1020,9	21,55	98	21,07	32,732	1044,5	21,063
48	10,32	16,032	1021,3	21,54	99	21,285	33,066	1045	21,053
49	10,535	16,366	1021,8	21,531	100	21,5	33,4	1045,4	21,044
50	10,75	16,7	1022,3	21,521					

Πίνακας 5.2.6-5: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 1000\Omega$$

του εδάφους,

$$S_N = 50MVA, \text{ACSR}=95mm^2,$$

ΜΣ 150kV/20kV: R_{MΣ} = 0,048Ω , X_{MΣ} = 1,599Ω

Γραμμή: A=95mm², R_{γρ}/km = 0,215Ω/km, X_{γρ}/km = 0,334Ω/km

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	2000,1	10,999	51	10,965	17,034	2022,4	10,878
1	0,215	0,334	2000,5	10,997	52	11,18	17,368	2022,8	10,876
2	0,43	0,668	2001	10,995	53	11,395	17,702	2023,3	10,874
3	0,645	1,002	2001,4	10,992	54	11,61	18,036	2023,7	10,871
4	0,86	1,336	2001,8	10,99	55	11,825	18,37	2024,1	10,869
5	1,075	1,67	2002,3	10,988	56	12,04	18,704	2024,6	10,866
6	1,29	2,004	2002,7	10,985	57	12,255	19,038	2025	10,864
7	1,505	2,338	2003,1	10,983	58	12,47	19,372	2025,5	10,862
8	1,72	2,672	2003,6	10,98	59	12,685	19,706	2025,9	10,859
9	1,935	3,006	2004	10,978	60	12,9	20,04	2026,4	10,857
10	2,15	3,34	2004,4	10,976	61	13,115	20,374	2026,8	10,855
11	2,365	3,674	2004,9	10,973	62	13,33	20,708	2027,2	10,852
12	2,58	4,008	2005,3	10,971	63	13,545	21,042	2027,7	10,85
13	2,795	4,342	2005,7	10,969	64	13,76	21,376	2028,1	10,847
14	3,01	4,676	2006,2	10,966	65	13,975	21,71	2028,6	10,845
15	3,225	5,01	2006,6	10,964	66	14,19	22,044	2029	10,843
16	3,44	5,344	2007	10,962	67	14,405	22,378	2029,5	10,84
17	3,655	5,678	2007,5	10,959	68	14,62	22,712	2029,9	10,838
18	3,87	6,012	2007,9	10,957	69	14,835	23,046	2030,4	10,835
19	4,085	6,346	2008,3	10,954	70	15,05	23,38	2030,8	10,833
20	4,3	6,68	2008,8	10,952	71	15,265	23,714	2031,3	10,831
21	4,515	7,014	2009,2	10,95	72	15,48	24,048	2031,7	10,828
22	4,73	7,348	2009,6	10,947	73	15,695	24,382	2032,2	10,826
23	4,945	7,682	2010,1	10,945	74	15,91	24,716	2032,6	10,824
24	5,16	8,016	2010,5	10,943	75	16,125	25,05	2033	10,821
25	5,375	8,35	2010,9	10,94	76	16,34	25,384	2033,5	10,819
26	5,59	8,684	2011,4	10,938	77	16,555	25,718	2033,9	10,816
27	5,805	9,018	2011,8	10,935	78	16,77	26,052	2034,4	10,814
28	6,02	9,352	2012,3	10,933	79	16,985	26,386	2034,8	10,812
29	6,235	9,686	2012,7	10,931	80	17,2	26,72	2035,3	10,809
30	6,45	10,02	2013,1	10,928	81	17,415	27,054	2035,7	10,807
31	6,665	10,354	2013,6	10,926	82	17,63	27,388	2036,2	10,805
32	6,88	10,688	2014	10,924	83	17,845	27,722	2036,6	10,802
33	7,095	11,022	2014,4	10,921	84	18,06	28,056	2037,1	10,8
34	7,31	11,356	2014,9	10,919	85	18,275	28,39	2037,5	10,797
35	7,525	11,69	2015,3	10,916	86	18,49	28,724	2038	10,795
36	7,74	12,024	2015,8	10,914	87	18,705	29,058	2038,4	10,793
37	7,955	12,358	2016,2	10,912	88	18,92	29,392	2038,9	10,79
38	8,17	12,692	2016,6	10,909	89	19,135	29,726	2039,3	10,788
39	8,385	13,026	2017,1	10,907	90	19,35	30,06	2039,8	10,785
40	8,6	13,36	2017,5	10,904	91	19,565	30,394	2040,2	10,783
41	8,815	13,694	2018	10,902	92	19,78	30,728	2040,7	10,781
42	9,03	14,028	2018,4	10,9	93	19,995	31,062	2041,1	10,778
43	9,245	14,362	2018,8	10,897	94	20,21	31,396	2041,6	10,776
44	9,46	14,696	2019,3	10,895	95	20,425	31,73	2042	10,774
45	9,675	15,03	2019,7	10,893	96	20,64	32,064	2042,5	10,771
46	9,89	15,364	2020,2	10,89	97	20,855	32,398	2042,9	10,769
47	10,105	15,698	2020,6	10,888	98	21,07	32,732	2043,4	10,766
48	10,32	16,032	2021	10,885	99	21,285	33,066	2043,8	10,764
49	10,535	16,366	2021,5	10,883	100	21,5	33,4	2044,3	10,762
50	10,75	16,7	2021,9	10,881					

Πίνακας 5.2.6-6: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

$$R_{\delta} = 2000\Omega \quad \text{του εδάφους,}$$

$$S_N = 50MVA, \text{ACSR}=95 mm^2,$$

$$\text{ΜΣ } 150\text{kV}/20\text{kV}: R_{\text{ΜΣ}} = 0,048\Omega, X_{\text{ΜΣ}} = 1,599\Omega$$

$$\text{Γραμμή: A=95 mm}^2, R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km, X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$$

L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)	L (km)	R _{γρ} (Ω)	X _{γρ} (Ω)	Z _{ολ} (Ω)	I _{sw max} = I _{d2} (A)
0	0	0	3000,1	7,333	51	10,965	17,034	3022,3	7,279
1	0,215	0,334	3000,5	7,332	52	11,18	17,368	3022,7	7,278
2	0,43	0,668	3001	7,331	53	11,395	17,702	3023,1	7,277
3	0,645	1,002	3001,4	7,33	54	11,61	18,036	3023,6	7,276
4	0,86	1,336	3001,8	7,329	55	11,825	18,37	3024	7,275
5	1,075	1,67	3002,3	7,328	56	12,04	18,704	3024,4	7,274
6	1,29	2,004	3002,7	7,327	57	12,255	19,038	3024,9	7,273
7	1,505	2,338	3003,1	7,326	58	12,47	19,372	3025,3	7,272
8	1,72	2,672	3003,5	7,325	59	12,685	19,706	3025,8	7,271
9	1,935	3,006	3004	7,324	60	12,9	20,04	3026,2	7,27
10	2,15	3,34	3004,4	7,323	61	13,115	20,374	3026,6	7,269
11	2,365	3,674	3004,8	7,322	62	13,33	20,708	3027,1	7,268
12	2,58	4,008	3005,3	7,32	63	13,545	21,042	3027,5	7,267
13	2,795	4,342	3005,7	7,319	64	13,76	21,376	3028	7,266
14	3,01	4,676	3006,1	7,318	65	13,975	21,71	3028,4	7,265
15	3,225	5,01	3006,6	7,317	66	14,19	22,044	3028,8	7,263
16	3,44	5,344	3007	7,316	67	14,405	22,378	3029,3	7,262
17	3,655	5,678	3007,4	7,315	68	14,62	22,712	3029,7	7,261
18	3,87	6,012	3007,9	7,314	69	14,835	23,046	3030,2	7,26
19	4,085	6,346	3008,3	7,313	70	15,05	23,38	3030,6	7,259
20	4,3	6,68	3008,7	7,312	71	15,265	23,714	3031	7,258
21	4,515	7,014	3009,2	7,311	72	15,48	24,048	3031,5	7,257
22	4,73	7,348	3009,6	7,31	73	15,695	24,382	3031,9	7,256
23	4,945	7,682	3010	7,309	74	15,91	24,716	3032,4	7,255
24	5,16	8,016	3010,5	7,308	75	16,125	25,05	3032,8	7,254
25	5,375	8,35	3010,9	7,307	76	16,34	25,384	3033,3	7,253
26	5,59	8,684	3011,3	7,306	77	16,555	25,718	3033,7	7,252
27	5,805	9,018	3011,8	7,305	78	16,77	26,052	3034,1	7,251
28	6,02	9,352	3012,2	7,304	79	16,985	26,386	3034,6	7,25
29	6,235	9,686	3012,7	7,303	80	17,2	26,72	3035	7,249
30	6,45	10,02	3013,1	7,301	81	17,415	27,054	3035,5	7,248
31	6,665	10,354	3013,5	7,3	82	17,63	27,388	3035,9	7,247
32	6,88	10,688	3014	7,299	83	17,845	27,722	3036,4	7,246
33	7,095	11,022	3014,4	7,298	84	18,06	28,056	3036,8	7,244
34	7,31	11,356	3014,8	7,297	85	18,275	28,39	3037,2	7,243
35	7,525	11,69	3015,3	7,296	86	18,49	28,724	3037,7	7,242
36	7,74	12,024	3015,7	7,295	87	18,705	29,058	3038,1	7,241
37	7,955	12,358	3016,1	7,294	88	18,92	29,392	3038,6	7,24
38	8,17	12,692	3016,6	7,293	89	19,135	29,726	3039	7,239
39	8,385	13,026	3017	7,292	90	19,35	30,06	3039,5	7,238
40	8,6	13,36	3017,4	7,291	91	19,565	30,394	3039,9	7,237
41	8,815	13,694	3017,9	7,29	92	19,78	30,728	3040,3	7,236
42	9,03	14,028	3018,3	7,289	93	19,995	31,062	3040,8	7,235
43	9,245	14,362	3018,8	7,288	94	20,21	31,396	3041,2	7,234
44	9,46	14,696	3019,2	7,287	95	20,425	31,73	3041,7	7,233
45	9,675	15,03	3019,6	7,286	96	20,64	32,064	3042,1	7,232
46	9,89	15,364	3020,1	7,285	97	20,855	32,398	3042,6	7,231
47	10,105	15,698	3020,5	7,284	98	21,07	32,732	3043	7,23
48	10,32	16,032	3020,9	7,282	99	21,285	33,066	3043,5	7,229
49	10,535	16,366	3021,4	7,281	100	21,5	33,4	3043,9	7,228
50	10,75	16,7	3021,8	7,28					

Πίνακας 5.2.6-7: Διφασικό σφάλμα λόγω ροής ρεύματος μέσω της αντίστασης

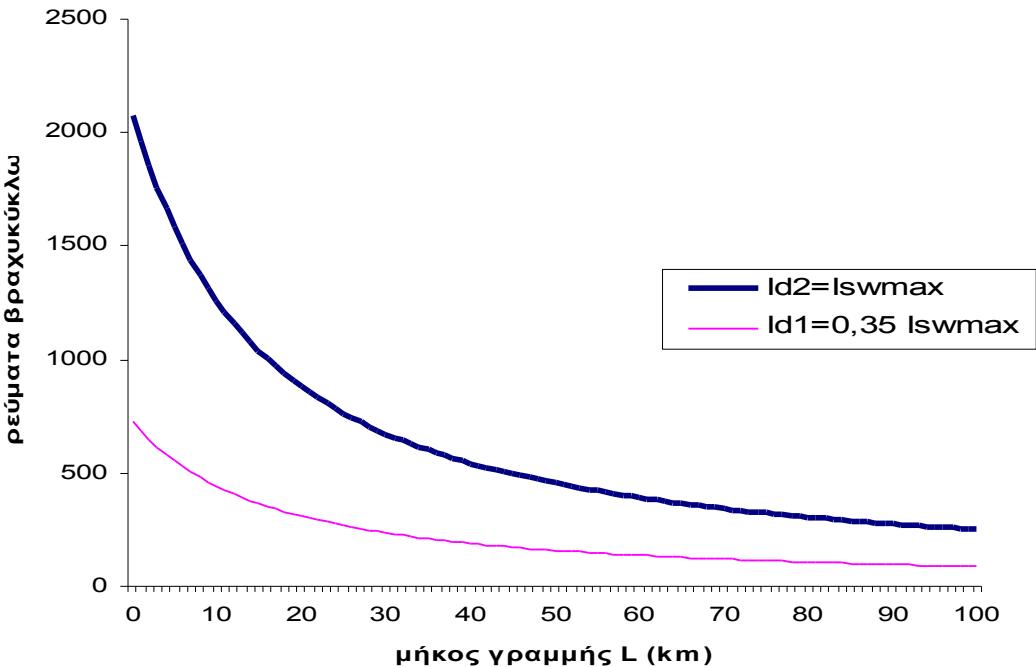
$R_{\delta} = 3000\Omega$ του εδάφους,

$S_N = 50MVA$, ACSR=95 mm²,

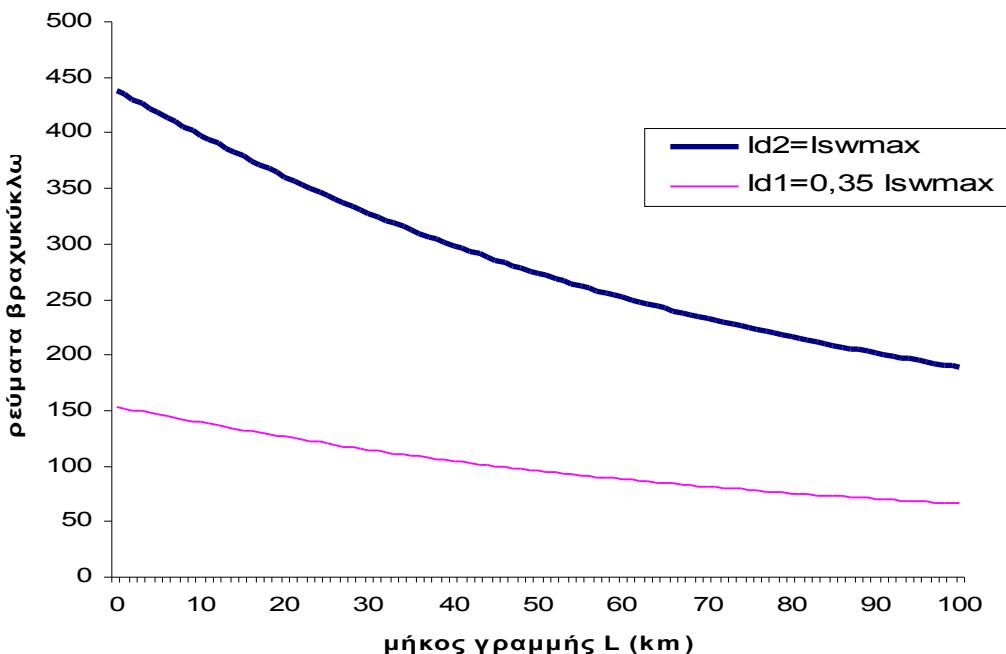
MΣ 150kV/20kV: $R_{M\Sigma} = 0,048\Omega$, $X_{M\Sigma} = 1,599\Omega$

Γραμμή: $A=95\text{ mm}^2$, $R_{\gamma\rho}/km = 0,215\Omega/km$, $X_{\gamma\rho}/km = 0,334\Omega/km$

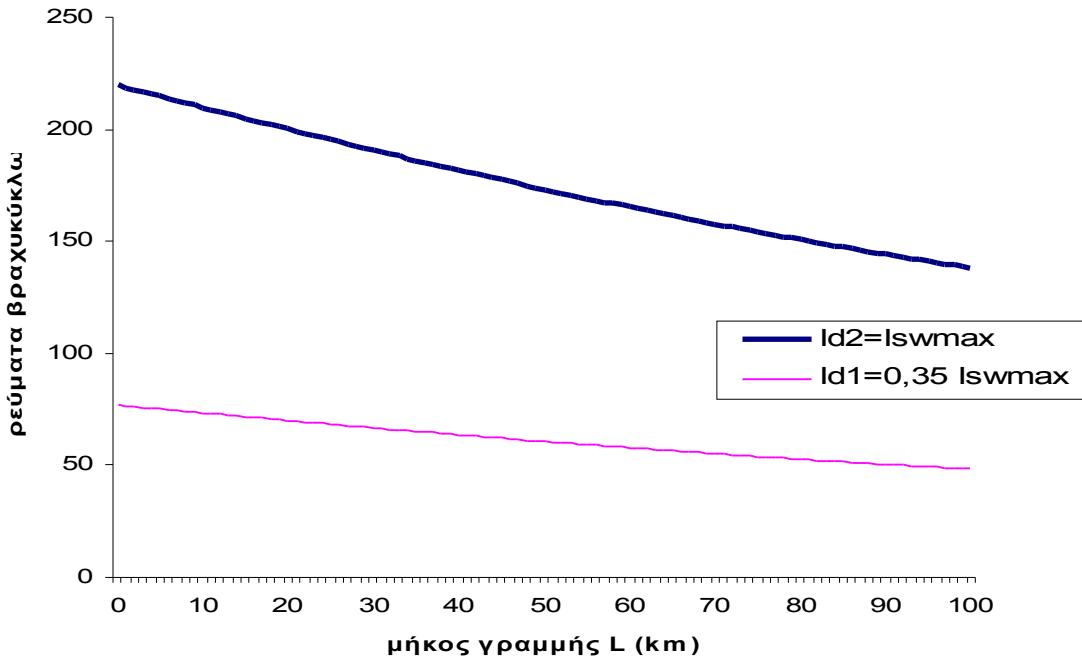
5.2.6.2. Διαγράμματα



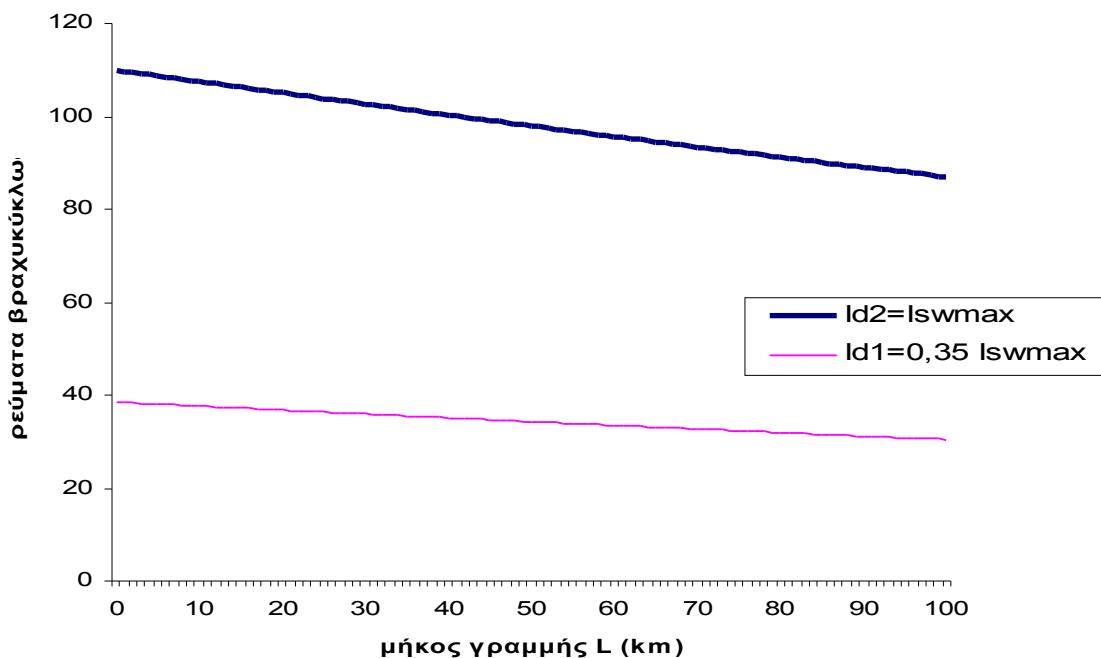
Σχήμα 5.2.6-1 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 10\Omega$.
ACSR 95mm², $S_N=50$ MVA, ΜΣ 150kV/20kV



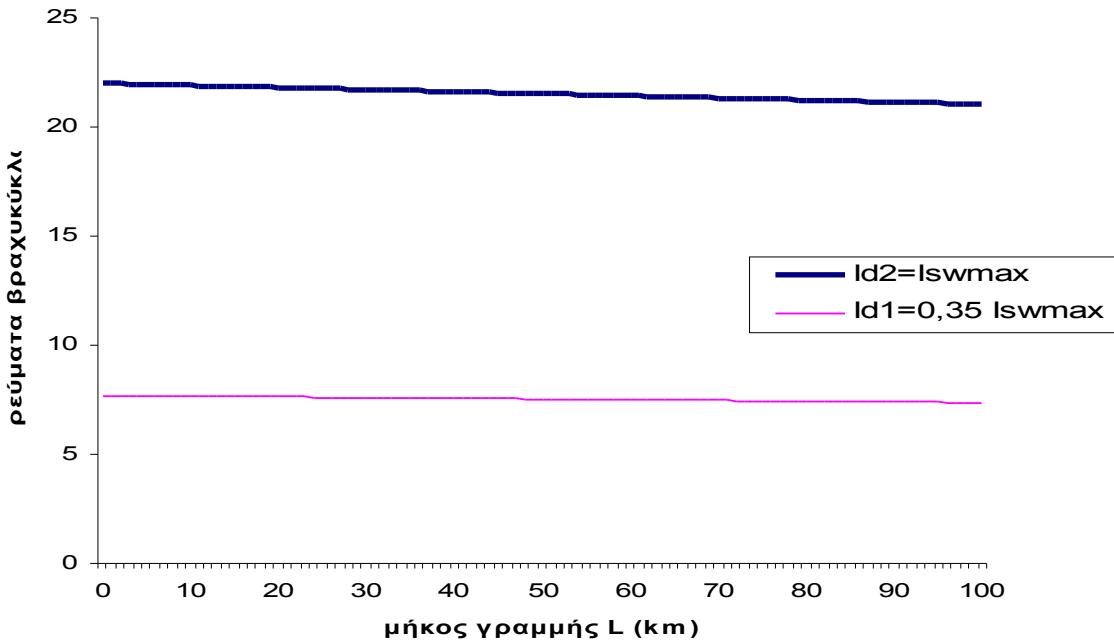
Σχήμα 5.2.6-2 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 50\Omega$.
ACSR 95mm², $S_N=50$ MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.2.6-3 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 100\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV

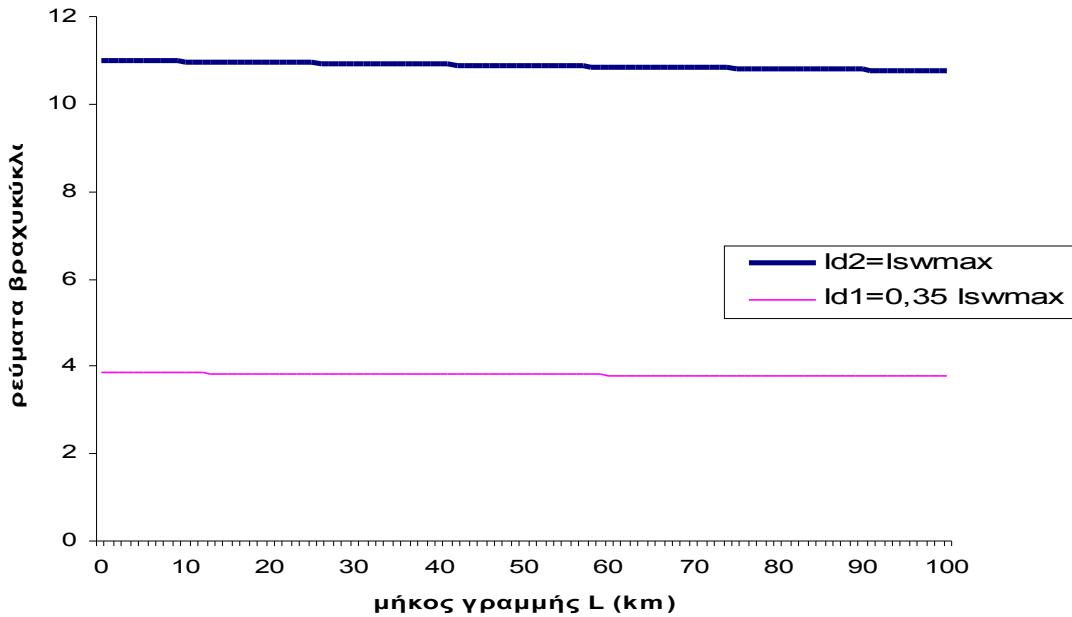


Σχήμα 5.2.6-4 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 200\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV



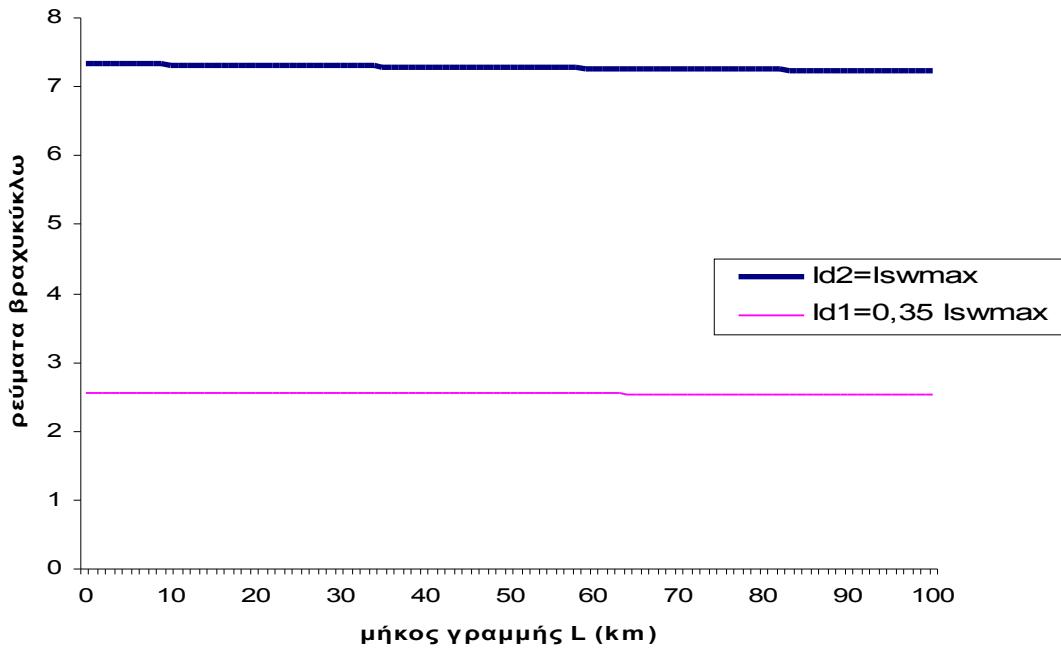
Σχήμα 5.2.6-5 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος

Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 1000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.2.6-6 Τιμή ρεύματος ροής γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος

Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_\delta = 2000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV



Σχήμα 5.2.6-7 Τιμή ρεύματος ροής προς γη σε συνάρτηση με την απόσταση του σφάλματος

Διφασικό βραχυκύκλωμα στο έδαφος στη ΜΤ μέσω της αντίστασης $R_s = 3000\Omega$.
ACSR 95mm², S_N=50MVA, ΜΣ 150kV/20kV

6. ΣΧΟΛΙΑ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6.1) δίνονται συγκεντρωτικά αποτελέσματα της θερμοκρασίας κατά το διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα ή στο έδαφος:

S_N	U_{N2}	15kV				20kV			
		$\Delta \theta_{max}$ (°C)	t=0.15s	t=0.25s	t=0.4s	t=1s	t=0.15s	t=0.25s	t=0.4s
15MVA	ΔΘ1	1.304	1.364	1.453	1.81	0.734	0.767	0.817	1.018
	ΔΘ2	3.005	3.065	3.154	3.511	1.691	1.724	1.774	1.975
	ΔΘ3	1.944	2.43	3.159	6.075	1.094	1.367	1.777	3.417
	ΔΘ4	3.645	4.131	4.86	7.776	2.05	2.324	2.734	4.374
25MVA	ΔΘ1	3.623	3.789	4.037	5.029	2.038	2.131	2.271	2.829
	ΔΘ2	8.348	8.514	8.762	9.754	4.696	4.789	4.928	5.487
	ΔΘ3	5.4	6.75	8.775	16.88	3.038	3.797	4.936	9.492
	ΔΘ4	10.13	11.48	13.5	21.6	5.695	6.455	7.594	12.15
50MVA	ΔΘ1	14.49	15.15	16.15	20.12	8.152	8.524	9.082	11.31
	ΔΘ2	33.39	34.05	35.05	39.02	18.78	19.16	19.71	21.95
	ΔΘ3	21.6	27	35.1	67.5	12.15	15.19	19.74	37.97
	ΔΘ4	40.5	45.9	54	86.4	22.78	25.82	30.38	48.6

Πίνακας 6.1 Θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά το διφασικό βραχυκύκλωμα στον αέρα ή στο έδαφος για μετασχηματιστή με τάση δευτερεύοντος 15kV ή 20kV και ισχύ 15/25/50 MVA.

Από τις τιμές αυτές φαίνεται ότι:

- Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται είναι μικρότερη από το όριο λειτουργίας που θέτουν οι κανονισμοί (με έντονο χρώμα στον πίνακα επισημαίνονται οι 5 μεγαλύτερες τιμές της θερμοκρασίας). Με βάση τους κανονισμούς ασφαλής ένας αγωγός ACSR θεωρείται για θερμοκρασία έως 180°C, δηλαδή για $\Delta \theta \leq 140^o C$ (για $\theta_{περιβαλ} = 40^o C$). Συνεπώς, **δεν τίθεται κανένα θέμα ασφάλειας του αγωγού.**
- Φαίνεται επίσης ότι **δεν μπορούν μα δημιουργηθούν τήγματα αλουμινίου** καθώς η θερμοκρασία τήξης του αλουμινίου είναι 660°C.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6.2) δίνονται συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις τιμές του ρεύματος ανάλογα με την αντίσταση διάβασης του εδάφους R_δ :

S_N	U_{N2}	15kV				20kV			
		R_δ (Ω)	I_{d1min} (A)	I_{swmin} (A)	I_{d1max} (A)	I_{swmax} (A)	I_{d1min} (A)	I_{swmin} (A)	I_{d1max} (A)
15MVA	0	68.23	194.943	962.5	2750	86.758	247.881	721.875	2062.5
	10	64.058	183.022	488.775	1396.5	81.88	233.945	518.924	1482.64
	50	48.839	139.54	114.273	326.493	63.489	181.398	149.697	427.707
	100	35.954	102.725	57.543	164.409	47.264	135.041	76.325	218.07
	200	22.75	65.001	28.836	82.389	30.154	86.155	38.384	109.669
	1000	5.523	15.779	5.774	16.497	7.36	21.029	7.697	21.992
	2000	2.825	8.071	2.887	8.249	3.766	10.759	3.849	10.998
	3000	1.897	5.42	1.925	5.5	2.529	7.227	2.567	7.333
25MVA	0	69.959	199.883	1604.17	4583.33	90.599	258.853	1203.13	3437.5
	10	65.488	187.109	538.24	1537.83	85.099	243.139	639.891	1828.26
	50	49.475	141.356	114.955	328.443	64.978	185.652	152.18	434.8
	100	36.21	103.457	57.65	164.716	47.881	136.802	76.696	219.132
	200	22.818	65.193	28.855	82.442	30.319	86.625	38.444	109.84
	1000	5.524	15.782	5.774	16.498	7.363	21.037	7.698	21.995
	2000	2.825	8.071	2.888	8.25	3.766	10.761	3.85	10.999
	3000	1.897	5.421	1.925	5.5	2.529	7.227	2.567	7.333
50MVA	0	71.305	203.727	3208.33	9166.67	93.672	267.635	2406.3	6875
	10	66.593	190.265	565.415	1615.47	87.642	250.405	727.062	2077.32
	50	49.954	142.725	115.3	329.431	66.108	188.88	153.392	438.264
	100	36.4	104.002	57.709	164.884	48.336	138.105	76.887	219.677
	200	22.867	65.334	28.866	82.474	30.438	86.966	38.476	109.93
	1000	5.525	15.785	5.775	16.499	7.365	21.044	7.7	21.998
	2000	2.825	8.072	2.888	8.25	3.767	10.762	3.85	10.999
	3000	1.897	5.421	1.925	5.5	2.53	7.228	2.567	7.333

Πίνακας 6.2 Τιμή ρεύματος βραχυκύλωσης σε συνάρτηση με την αντίσταση διάβασης R_δ κατά το διφασικό βραχυκύλωμα για μετασχηματιστή με τάση δευτερεύοντος 15kV ή 20kV και ισχύ 15/25/50 MVA.

Διαπιστώνεται ότι κυρίως στις μεγάλες τιμές της αντίστασης διάβασης εκδηλώνονται τιμές ρεύματος προς ΓΗ που μπορεί να μη θέσουν σε λειτουργία την προστασία της γραμμής προς γη, η οποία είναι ρυθμισμένη συνήθως στα 50 – 80 A. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει άμεσος κίνδυνος για τον άνθρωπο αν έρθει σε επαφή με έναν εκ των αγωγών (αγωγοί Μέσης Τάσης). Επίσης, πρέπει να συντρέχουν και κίνδυνοι πυρκαγιάς αν κάτω από τον αγωγό υπάρχει το απαιτούμενο πυροθερμικό φορτίο.

Προς αποφυγή των ανωτέρω δυσμενών περιπτώσεων φαίνεται ότι είναι απαραίτητο να υπάρχει προστασία στη γραμμή που να διακόπτει τη λειτουργία της σε περίπτωση αποκοπής ενός ή περισσοτέρων αγωγών. Αυτό μπορεί να γίνει π.χ. αν εγκαταστήσουμε στον τελευταίο στύλο της γραμμής μια ηλεκτρική διάταξη με ηλεκτρονόμους σε κάθε φάση η οποία σε περίπτωση αποκοπής ενός αγωγού ο ηλεκτρονόμος θα οπλίζει και θα στέλνει σήμα στην αρχή της γραμμής (σε έναν διακόπτη) που θα ανοίγει και θα απομονώνει το δίκτυο.

7. Παρουσίαση των τεχνικών προστασίας γραμμών μεταφοράς με ηλεκτρονόμους και προτάσεις επίλυσης του προβλήματος του ρεύματος διαρροής

7.1 Τεχνικές και εξοπλισμός προστασίας γραμμών μεταφοράς με ηλεκτρονόμους.

Οι τεχνικές προστασίας με ηλεκτρονόμους που χρησιμοποιούνται σε γραμμές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνουν τα εξής [25]:

1. Στιγμιαίοι ηλεκτρονόμοι Υπερέντασης (instantaneous overcurrent relays)

Η κύρια εφαρμογή των ηλεκτρονόμων υπερέντασης είναι στα ακτινικά συστήματα όπου παρέχουν προστασία για σφάλματα φάσεων αλλά και γης. Επίσης, χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικά συστήματα και σε δευτερεύουσες γραμμές μεταφοράς, όπου δε συμφέρουν οικονομικά άλλα είδη προστασίας, όπως ηλεκτρονόμοι απόστασης και τηλεπροστασίας (distance or pilot relays).

2. Ηλεκτρονόμοι Υπερέντασης, Αντιστρόφου χρόνου, Χρονικής καθυστέρησης (inverse, time delay overcurrent relays)

Η χρονική καθυστέρηση εισάγεται ώστε να είναι δυνατός ο συντονισμός και η συνεργασία μεταξύ διαφόρων ηλεκτρονόμων. Για παράδειγμα, ένας ηλεκτρονόμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βοηθητική προστασία (back-up) σε περίπτωση που ο κύριος ηλεκτρονόμος που επιβλέπει μια ζώνη προστασίας δεν ανταποκριθεί μέσα σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.

3. Ηλεκτρονόμοι Υπερέντασης, Κατεύθυνσης (directional overcurrent relays)

Οι ηλεκτρονόμοι υπερέντασης και κατεύθυνσης είναι απαραίτητοι για δίκτυα με πολλαπλές πηγές ενέργειας, όταν είναι σκόπιμο να απομονώνονται σφάλματα προς μια μόνο κατεύθυνση. Προσδίδεται το χαρακτηριστικό της κατεύθυνσης στους ηλεκτρονόμους υπερέντασης, ώστε να είναι δυνατή η συνεργασία και ο συντονισμός μεταξύ όλων των ηλεκτρονόμων που «βλέπουν» ένα σφάλμα. Έτσι, ένας ηλεκτρονόμος κατεύθυνσης μπορεί να ξεχωρίσει αν ένα σφάλμα είναι εσωτερικό ή εξωτερικό της ζώνης προστασίας του. Απαιτούνται δύο είσοδοι, το ρεύμα λειτουργίας και μια είσοδος αναφοράς (τάση ή ρεύμα), γνωστή ως «πόλωση», που μένει αμετάβλητη σε περίπτωση σφάλματος.

4. Ηλεκτρονόμοι αποστάσεως (distance relays)

Οι ηλεκτρονόμοι αυτοί μετρούν τη σύνθετη αντίσταση της γραμμής από τη θέση που είναι εγκατεστημένοι μέχρι τη θέση του σφάλματος και ανάλογα με την προκαθορισμένη τους ρύθμιση (στη R-X χαρακτηριστική που εκφράζει τη ζώνη προστασίας τους) επενεργούν στον αντίστοιχο διακόπτη ισχύος. Καθώς η αντίσταση ανά χιλιόμετρο μιας γραμμής είναι σχετικά σταθερή ποσότητα, οι ηλεκτρονόμοι αποστάσεως ουσιαστικά ανταποκρίνονται στην απόσταση που συμβαίνει το σφάλμα.

5. Σύστημα «τηλεπροστασίας» (pilot protection system)

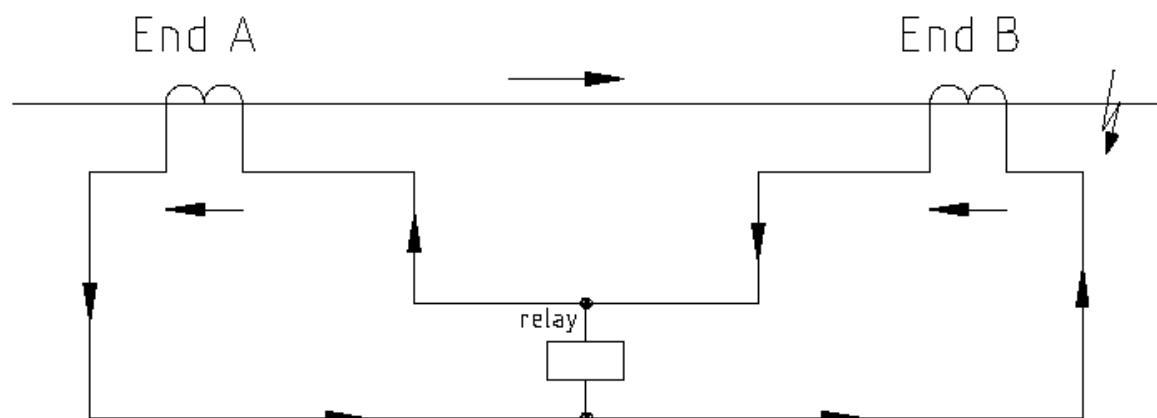
Στα συστήματα τηλεμέτρησης και τηλεπροστασίας, τα διάφορα μεγέθη του συστήματος μετρούνται σε κάθε άκρο μιας γραμμής και οι πληροφορίες αυτές είναι διαθέσιμες και στα υπόλοιπα τερματικά άκρα της γραμμής μέσω ενός συστήματος

τηλεπικοινωνίας. Έτσι, είναι δυνατή η συνεργασία και ο συντονισμός των μονάδων προστασίας σε μεγάλες αποστάσεις σε μικρό χρονικό διάστημα.

6. Διαφορικοί ηλεκτρονόμοι εντάσεως (Current balance)

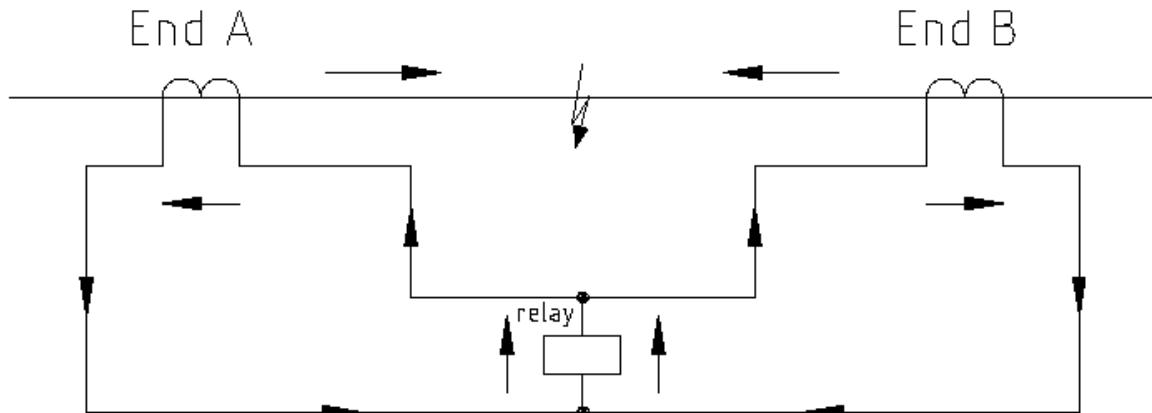
Η Διαφορική Προστασία, όπως υποδηλώνει και η ονομασία, συγκρίνει τα ρεύματα που εισέρχονται και εξέρχονται από τη ζώνη προστασίας και λειτουργεί όταν η διαφορά τους υπερβαίνει μια προκαθορισμένη τιμή.

Η αρχή λειτουργίας του **συστήματος ισορροπίας εντάσεως (balanced circulating current system)** παρουσιάζεται στο Σχήμα 7.1-1. Οι μετασχηματιστές εντάσεως συνδέονται εν σειρά και ο ηλεκτρονόμος προστασίας συνδέεται στη μέση του κυκλώματος ελέγχου. Σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας ή σε περίπτωση σφάλματος εκτός της ζώνης προστασίας A-B, τα ρεύματα στο δευτερεύον και των δυο μετασχηματιστών εντάσεως είναι ίσα, οπότε σύμφωνα με το Νόμο Kirchhoff δεν κυκλοφορεί ρεύμα από το πηνίο του ηλεκτρονόμου και μένει ανενεργός (ισορροπία εντάσεως) [24].



Σχήμα 7.1-1 [24] Σύστημα ισορροπίας εντάσεως
Κατάσταση κανονικής λειτουργίας ή σφάλμα εκτός της ζώνης προστασίας A-B

Αντίθετα, σε περίπτωση σφάλματος εντός της ζώνης προστασίας A-B, η ροή ισχύος και ρεύματος είναι προς το σημείο βραχυκύλωσης, οπότε παύει να ισχύει η ισορροπία εντάσεως στο κύκλωμα ελέγχου, δηλαδή κυκλοφορεί ρεύμα από το πηνίο του ηλεκτρονόμου και αυτός ενεργοποιείται (Σχήμα 7.1-2) [24].



Σχήμα 7.1-2 [24] Σύστημα ισορροπίας εντάσεως
σφάλμα εντός της ζώνης προστασίας Α-Β και ενεργοποίηση
ηλεκτρονόμου

Η διαφορική προστασία εντάσεως (current balance) χρησιμοποιείται στις γραμμές μεταφοράς για να συγκρίνει τα ρεύματα δυο παράλληλων αγωγών για τον εντοπισμό σφάλματος σε έναν αγωγό από αυτούς. Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου προστασίας είναι ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί για την προστασία ενός μόνο αγωγού, πρέπει να τεθεί εκτός για τη λειτουργία του ενός μόνο, απαιτεί διασυνδέσεις στα κυκλώματα ελέγχου και των δυο αγωγών και μπορεί να μη λειτουργήσει σωστά σε περίπτωση σφάλματος και των δυο υπό προστασία αγωγών [23].

Η ιδανική λύση για την προστασία μιας γραμμής μεταφοράς θα ήταν να χρησιμοποιηθεί η αρχή της διαφορικής προστασίας για κάθε αγωγό της γραμμής. Η τεχνική **pilot wire relaying** έχει αυτή την αρχή λειτουργίας και η σύγκριση των ρευμάτων γίνεται μέσω δυο μεταλλικών καλωδίων. Μέχρι πρόσφατα αυτή η λύση δεν ήταν πρακτική λόγω των μεγάλων αποστάσεων των γραμμών. Για μια τριφασική γραμμή θα απαιτούνταν 6 αγωγοί: ένας για κάθε φάση, ένας για τον ουδέτερο και δυο για το κύκλωμα ελέγχου του ηλεκτρονόμου. Σήμερα όμως, με τη χρήση **ψηφιακών ηλεκτρονόμων** που συνεργάζονται μέσω **τηλεπικοινωνιακών συστημάτων**, η διαφορική προστασία των γραμμών μεταφοράς έχει γίνει δημοφιλής [25].

Με την εισαγωγή ενός διαύλου μετάδοσης πληροφορίας ανάμεσα στα δυο άκρα της γραμμής είναι εφικτή η εφαρμογή της αρχής της διαφορικής προστασίας χωρίς τη χρήση καλωδίων ελέγχου (pilot protection). Στα δυο άκρα είναι τοποθετημένοι οι ηλεκτρονόμοι προστασίας οι οποίοι ανταλλάσσουν πληροφορίες και, συγκρίνοντας την τοπική κατάσταση με αυτή του απομακρυσμένου άκρου της γραμμής, εντοπίζουν αν έχει συμβεί κάποιο σφάλμα ενδιάμεσα. Κάθε ηλεκτρονόμος επενεργεί στον αντίστοιχο διακόπτη ισχύος και έτσι είναι δυνατή η άμεση απομόνωση ενός σφάλματος εντός της γραμμής και από τα δυο άκρα της. Αυτό δεν είναι δυνατόν στις απλές προστασίες υπερέντασης και απόστασης επειδή ένα σφάλμα ανιχνεύεται μόνο από πληροφορίες στο ένα άκρο της γραμμής και επομένως η απομόνωση ενός σφάλματος που θα συμβεί στο μακρινό άκρο απαιτεί κάποια χρονική καθυστέρηση [25].

Τα μέσα που χρησιμοποιούνται συνήθως ως κανάλια επικοινωνίας είναι τηλεφωνικά καλώδια από χαλκό, οπτικές ίνες, μικροκύματα.

Μια άλλη κοινή μέθοδος για την εγκατάσταση τηλεπικοινωνιακής ζεύξης μεταξύ των δυο άκρων της γραμμής είναι μέσω της ίδιας της γραμμής ισχύος (power line carrier, plc). Το υψηλό σήμα διαβιβάζεται από το ένα άκρο της γραμμής ισχύος μέσω χωρητικού μετασχηματιστή τάσης και συλλέγεται στο άλλο άκρο με παρόμοια συσκευή. Ειδικοί μηχανισμοί, που είναι εγκατεστημένοι και στα δυο άκρα, εμποδίζουν τη διάδοση του σήματος προς άλλες γραμμές του δικτύου [24].

Συνήθεις τεχνικές «τηλεπροστασίας» είναι οι εξής:

Σύγκριση κατεύθυνσης (Directional comparison)

Ένας ηλεκτρονόμος κατεύθυνσης μπορεί να διακρίνει ένα εσωτερικό ή ένα εξωτερικό σφάλμα στη ζώνη προστασίας του. Αποστέλλοντας την πληροφορία αυτή στο απομακρυσμένο άκρο της γραμμής και με κατάλληλη λογική και ψηφιακή σχεδίαση, οι ηλεκτρονόμοι και των δυο άκρων είναι σε θέση να λάβουν τις κατάλληλες αποφάσεις.

Σύγκριση φάσεως (Phase comparison relaying)

Η προστασία μέσω σύγκρισης φάσεως είναι ένα είδος διαφορικής προστασίας που συγκρίνει τις φάσεις των ρευμάτων της γραμμής και στα δυο άκρα. Αν τα δυο ρεύματα είναι σε φάση, δεν υπάρχει σφάλμα στην περιοχή προστασίας, ενώ αν έχουν διαφορά φάσης 180° τότε υπάρχει σφάλμα στη γραμμή.

Διαφορική προστασία εντάσεως (Current differential)

Πρόκειται για πραγματική διαφορική μέτρηση των ρευμάτων της γραμμής και στα δυο άκρα. Ιδανικά, η διαφορά θα έπρεπε να ήταν μηδενική, αλλά αυτό είναι πρακτικά αδύνατο εξαιτίας σφαλμάτων μέτρησης των μετασχηματιστών έντασης, μη πανομοιότυπων λόγων μετασχηματισμού ή λόγω χωρητικών και επαγωγικών ρευμάτων της γραμμής.

Οι πληροφορίες από τη μέτρηση αφορούν τη φάση και το πλάτος του ρεύματος σε κάθε άκρο και αποστέλλονται σε όλα τα άκρα της γραμμής για το σωστό συντονισμό των προστασιών.

Υπάρχουν δυο μέθοδοι για την υλοποίηση της διαφορικής προστασίας εντάσεως. Η πρώτη μέθοδος συνδυάζει τις πληροφορίες από το κάθε άκρο σε ένα σύνθετο σήμα και στη συνέχεια συγκρίνει τα σύνθετα αυτά σήματα μέσω ενός καναλιού επικοινωνίας. Η δεύτερη μέθοδος κάνει δειγματοληψία σε κάθε φασικό ρεύμα ξεχωριστά και μέσω ψηφιακής επεξεργασίας σήματος το μετατρέπει σε ψηφιακό σήμα και το αποστέλλει στα άκρα της γραμμής.

Ως μέσα επικοινωνίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεταλλικά τηλεφωνικά καλώδια, μικροκύματα ή οπτικές ίνες, αλλά όχι η μέθοδος PLC (power line carrier) λόγω του μεγάλου εύρους ζώνης (bandwidth) που απαιτεί αυτή η τεχνική.

7.2 Προτάσεις επίλυσης του προβλήματος του ρεύματος διαρροής.

Οι ηλεκτρονόμοι (relays) σε συνδυασμό με τους διακόπτες ισχύος (circuit breakers) χρησιμοποιούνται καθολικά στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά στα συστήματα διανομής έχουν κυρίως εφαρμογή οι ασφάλειες (fuses), οι διακόπτες

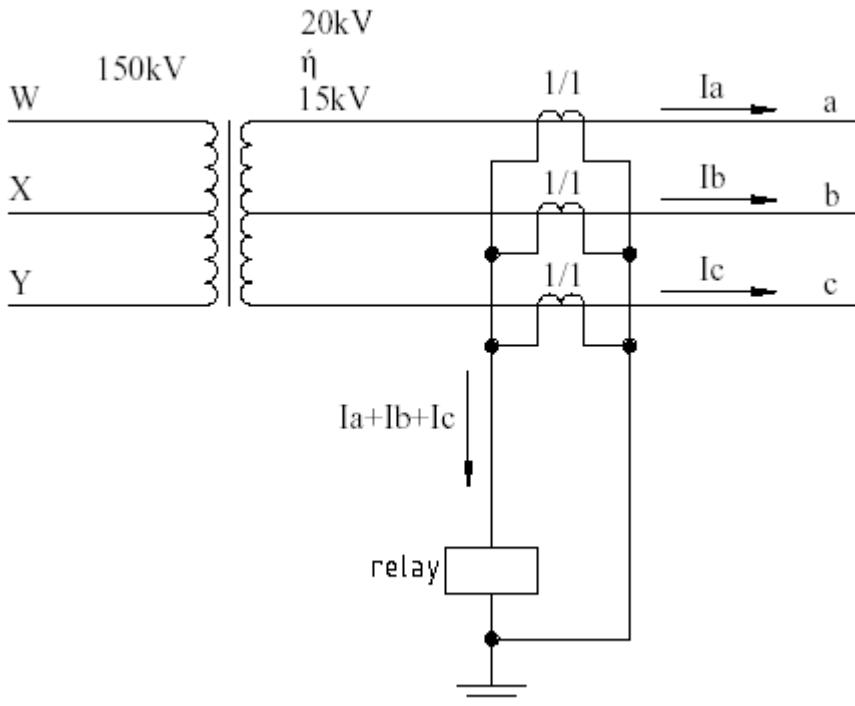
αυτόματης επαναφοράς (reclosers) και οι διακόπτες απομονώσεως (sectionalizers) [23], όπως αναφέρθηκε και στην Εισαγωγή.

Όμως, οι διακόπτες ή οι ασφάλειες προστασίας ενεργοποιούνται ή τήκονται αντίστοιχα κάθε φορά που το ρεύμα βραχυκύκλωσης $I_{sw,max}$ ξεπερνά το ρεύμα ονομαστικής τιμής $I_{a,ov}$ των προστασιών ($I_{sw,max} > I_{a,ov}$). Αν όμως κάποιος αγωγός της γραμμής μεταφοράς κοπεί και έρθει σε επαφή με το έδαφος, εάν η αντίσταση του εδάφους είναι υψηλή, παρατηρείται ότι $I < I_{a,ov}$, οπότε δεν πρόκειται για ρεύμα βραχυκύκλωσης, αλλά για ρεύμα διαρροής προς γη. Στην περίπτωση αυτή οι προστασίες δε θα λειτουργήσουν και υπάρχει κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή σε περίπτωση άμεσης επαφής με τον αγωγό.

Για την επίλυση αυτού του προβλήματος, λοιπόν, θα πρέπει να κάνουμε χρήση των τεχνικών προστασίας που περιγράφονται στην *Παράγραφο 7.1*.

1. Μια λύση είναι η διαφορική προστασία εντάσεως (current balance) για τη σύγκριση των ρευμάτων σε δυο παράλληλους αγωγούς και τον εντοπισμό σφάλματος σε έναν αγωγό από αυτούς. Αλλά, όπως αναφέρθηκε και στην *Παράγραφο 7.1*, τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου προστασίας είναι ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί για την προστασία ενός μόνο αγωγού, πρέπει να τεθεί εκτός για τη λειτουργία του ενός μόνο, απαιτεί διασυνδέσεις στα κυκλώματα ελέγχου και των δυο αγωγών και μπορεί να μη λειτουργήσει σωστά σε περίπτωση σφάλματος και των δυο υπό προστασία αγωγών [23].

Μια παραλλαγή αυτής της λύσης, παρουσιάζεται στο *Σχήμα 7.2-1*.



Σχήμα 7.2-1 Σύγκριση ρευμάτων στους 3 παράλληλους αγωγούς της γραμμής.

Υπό φυσιολογικές συνθήκες, λόγω των συμμετρικών ρευμάτων \tilde{I}_a , \tilde{I}_b και \tilde{I}_c ισχύει $\tilde{I}_a + \tilde{I}_b + \tilde{I}_c = 0$, οπότε ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Σε περίπτωση που κοπούν ένας ή δυο αγωγοί από τις φάσεις a, b, c δεν υπάρχει συμμετρία και ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται. Ο ηλεκτρονόμος και οι διακόπτες ισχύος τοποθετούνται στην αρχή της γραμμής Μέσης Τάσης και έτσι απομονώνεται το ρεύμα διαρροής.

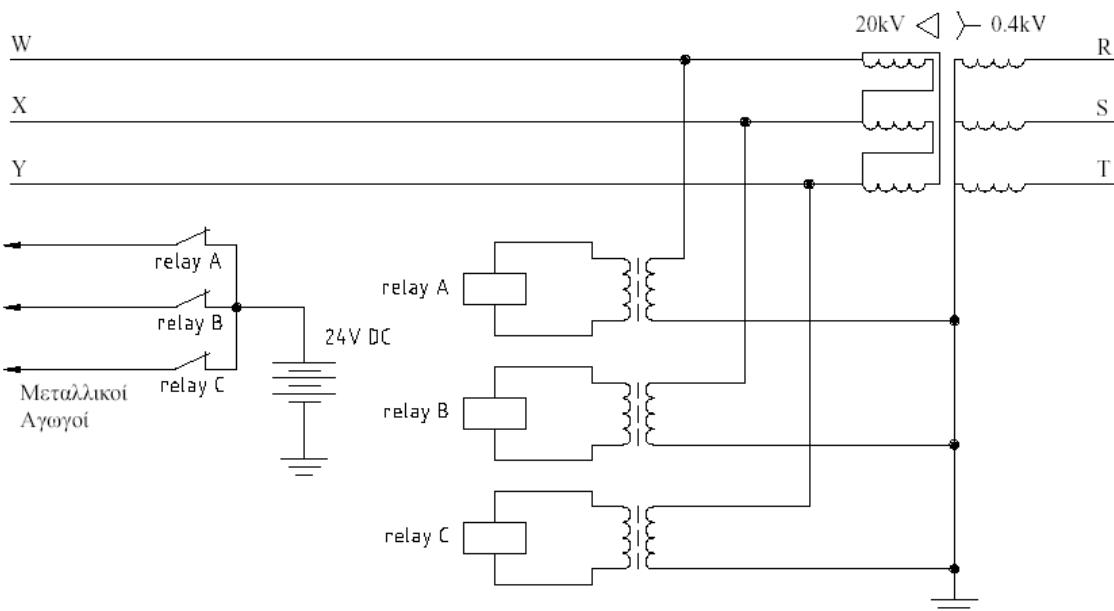
Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου προστασίας είναι ότι πρέπει να τεθεί εκτός σε περίπτωση βλάβης μιας ή δυο φάσεων, αλλιώς διακόπτεται όλη η τροφοδοσία των καταναλωτών. Επίσης, μπορεί να μη λειτουργήσει σωστά σε περίπτωση σφάλματος και των τριών αγωγών.

2. Μια δεύτερη λύση είναι η εγκατάσταση τηλεπικοινωνιακής ζεύξης μεταξύ των δυο άκρων της γραμμής Μέσης Τάσης μέσω της ίδιας της γραμμής ισχύος (power line carrier, plc). Τρία υψίσυχα σήματα αποστέλλονται μέσω των τριών φάσεων από το τέλος της γραμμής προς την αρχή της γραμμής, όπου είναι εγκατεστημένος ένας ψηφιακός ηλεκτρονόμος και τρεις διακόπτες ισχύος για κάθε φάση. Σε περίπτωση που κοπεί κάποιος αγωγός από τις φάσεις a, b, c σταματάει η λήψη του αντίστοιχου σήματος από τον ψηφιακό ηλεκτρονόμο οπότε στέλνει εντολή στον αντίστοιχο διακόπτη ισχύος στην αρχή της γραμμής να ανοίξει και να αποτρέψει κάθε κίνδυνο δημιουργίας ρεύματος διαρροής. Στην περίπτωση αυτή απομονώνεται μόνο η φάση που υπέστη το σφάλμα και οι άλλες φάσεις λειτουργούν κανονικά.

Τα συστήματα PLC με ισχύ εξόδου των 10 W είναι αξιόπιστα μέχρι 100 μίλια, ενώ με ισχύ εξόδου των 100 W είναι αποτελεσματικά για πάνω από 150 μίλια [25].

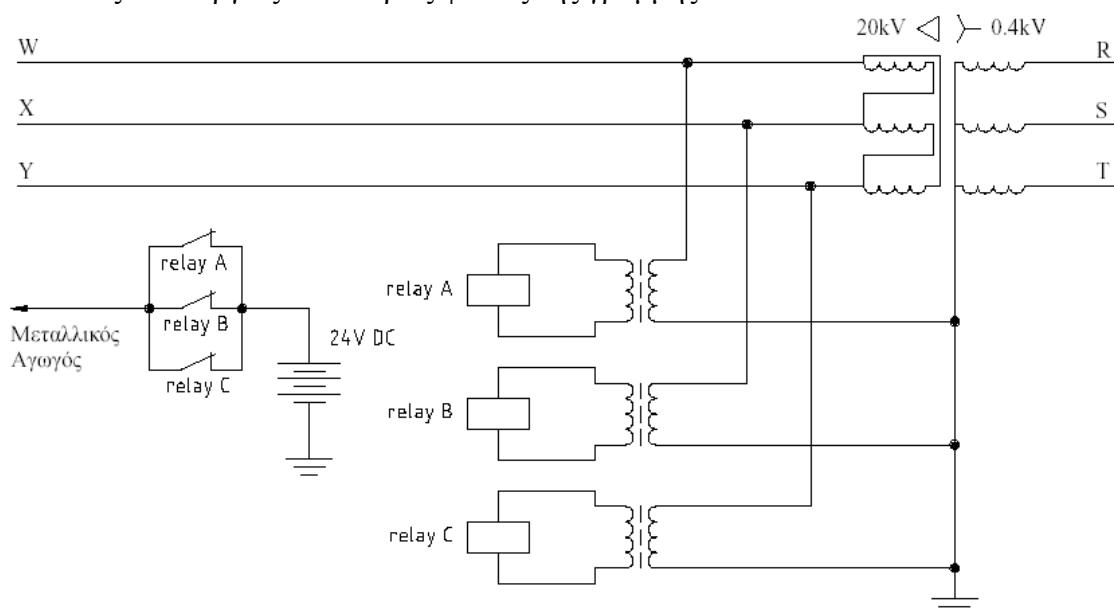
Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου προστασίας είναι το υψηλότερο κόστος και πιθανά προβλήματα θορύβου στα μεταδιόδιμενα σήματα λόγω κεραυνών, σφαλμάτων, διακοπτικών και άλλων φαινομένων που δημιουργούν τόξο [25].

3. Μια τρίτη λύση για την ανίχνευση κομμένου αγωγού στη γραμμή είναι η τοποθέτηση στο τέλος της γραμμής Μέσης Τάσης ενός μετασχηματιστή τάσεως μεταξύ κάθε φάσεως και ουδετέρου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.2-2.



Σχήμα 7.2-2 Έλεγχος ύπαρξης τάσης στο τέλος της γραμμής. Κύκλωμα ελέγχου με 3 μεταλλικούς αγωγούς.

Σε περίπτωση που κοπεί κάποιος αγωγός, στο τέλος της γραμμής δε θα υπάρχει τάση στην αντίστοιχη φάση, οπότε ο αντίστοιχος ηλεκτρονόμος θα απενεργοποιηθεί και η NC επαφή του που βρίσκεται στο κύκλωμα ελέγχου θα κλείσει. Τότε η τάση από την μπαταρία του κυκλώματος ελέγχου θα μεταφερθεί μέσω μεταλλικών καλωδίων στον αντίστοιχο διακόπτη ισχύος στην αρχή της γραμμής Μέσης Τάσης ώστε αυτός να ανοίξει και να αποτρέψει κάθε κίνδυνο δημιουργίας ρεύματος διαρροής. Στην περίπτωση αυτή απομονώνεται μόνο η φάση που υπέστη το σφάλμα και οι άλλες φάσεις λειτουργούν κανονικά. Όμως χρειάζονται συνολικά τρία μεταλλικά καλώδια για το κύκλωμα ελέγχου, μήκους ίσο με το μήκος της γραμμής. Το κόστος θα μπορούσε να μειωθεί χρησιμοποιώντας μόνο ένα μεταλλικό αγωγό, όπως φαίνεται στο *Σχήμα 7.2-3*, αλλά σε περίπτωση σφάλματος σε μια φάση θα βγουν εκτός λειτουργίας και οι τρεις φάσεις της γραμμής.



Σχήμα 7.2-3 Έλεγχος ύπαρξης τάσης στο τέλος της γραμμής. Κύκλωμα ελέγχου με 1 μεταλλικό αγωγό.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] **ΜΠΟΥΡΚΑΣ Π.Δ., ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ Κ.Γ.:** Βιομηχανικές Ηλεκτρικές Διατάξεις και Υλικά, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2003.
- [2] **ΜΠΟΥΡΚΑΣ Π.Δ.:** Ασκήσεις Βιομηχανικών και Κτιριακών Εγκαταστάσεων, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2008
- [3] **ΜΠΟΥΡΚΑΣ Π.Δ.:** Εφαρμογές Κτιριακών και Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1998
- [4] **ΝΤΟΚΟΠΟΥΛΟΣ Π.:** Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2005.
- [5] **ΤΣΑΝΑΚΑΣ Κ.Δ.:** Συμμετρικές Συνιστώσες και Ανάλυση Σφαλμάτων στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας, Ξάνθη 1985
- [6] **ΠΑΠΑΔΙΑΣ Β.Κ.:** Ανάλυση Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας, Τόμος I, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1985
- [7] **ΠΑΠΑΔΙΑΣ Β.Κ.:** Ανάλυση Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας, Τόμος II, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1985
- [8] **ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Μ.Π.:** Δίκτυα Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας, Τόμος I, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1994
- [9] **ΤΣΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Α.Α.:** Μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής Ενέργειας, Αθήνα 1973
- [10] **ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Φ.Ι., ΤΣΑΡΑΜΙΑΔΗΣ Π.:** Δίκτυα Σταθμοί, Εκδόσεις Ήβος.
- [11] **AEG:** Hilfsbuch für elektrische Licht und Kraft-Anlagen, 6 Aufgabe
- [12] **PHILLIPPOW E.:** Taschenbuch Elektrotechnik, Band 2 Starkstromtechnik, VEB Verlag Technik Berlin, 1966
- [13] **GERS J.M., HOLMES E.J.:** Protection of Electricity Distribution Networks 2nd Edition, IEE Power & Energy Series 47
- [14] **NASAR S.A., TRUTT F.C.:** Electric Power Systems, CRC Press
- [15] **ΠΟΛΥΚΡΑΤΗ Α.Δ.:** Συμπεριφορά Στατικών Ηλεκτρικών Συνδέσμων υπό Ταχέως Μεταβαλλόμενες Ηλεκτρικές Καταπονήσεις, PhD thesis, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, 2005
- [16] **ΠΑΪΣΙΟΣ Μ.Π.:** Θερμική Συμπεριφορά Στατικών Ηλεκτρικών Επαφών υπό Συνεχές ή Κεραυνικό Ρεύμα, PhD thesis, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, 2007
- [17] **ΦΙΛΙΠΠΑΚΟΥ Μ.Π.::** Ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων και πειραματική διερεύνηση θερμικών και ηλεκτρικών φαινομένων καταπόνησης σε επαφές διακοπτών. PhD thesis, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, 1999
- [18] **KUPFMULLER K.:** Einführung in die theoretische Elektrotechnik, Springer -Verlag, 1962
- [19] **HUGH D. YOUNG:** Πανεπιστημιακή Φυσική, Τόμος Α και Β – Εκδόσεις Παπαζήση, 1994

- [20] **ΒΙΛΛΙΑΣ Γ.Α., ΜΕΡΜΙΓΚΑΣ Α. Χ., ΠΥΡΓΙΩΤΗ Ε. Χ., ΜΠΟΥΡΚΑΣ Π. Δ.**: Θερμική Συμπεριφορά Γραμμών Κορμού Διανομής Μέσης Τάσης κατά το Βραχυκύκλωμα στον Αέρα, 3^ο Συνέδριο Φοιτητών Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Θεσσαλονίκη, 2009.
- [21] **ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ Β., ΠΕΡΔΙΟΣ ΣΤ., ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ Γ., ΧΟΥΣΙΑΝΑΚΟΣ Κ.**: Πυρασφάλεια.: Εφαρμοσμένη πυροπροστασία και στοιχεία πυρόσβεσης - Εκδόσεις Φοίβος, Αθήνα, 1988
- [22] **YUNUS A. CENGEL**: Heat Transfer : A Practical Approach - McGraw-Hill, 1998
- [23] **J. LEWIS BLACKBURN, THOMAS J. DOMIN** : Protective Relaying Principles and Applications, Third Edition - 2006 by Taylor & Francis Group, LLC, CRC Press
- [24] **LES HEWITSON, MARK BROWN, BEN RAMESH** : Practical Power Systems Protection - 2004, IDC Technologies, Newnes Publications
- [25] **STANLEY H. HOROWITZ, ARUN G. PHADKE** : Power System Relaying, Third Edition - 2008 Research Studies Press Limited and John Wiley & Sons, Ltd.
- [26] **WALTER M.** : Kurzschlußtröme in Drehstromnetzen, Oldenburg Verlag, München.
- [27] **HOLM R.** : Electric contacts. Theory and Applications, Springer-Verlag, Berlin.