



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Υπολογισμός Ελαχίστων Τιμών Ύψους Αγωγών ΑΑΑC Μέσης Κανονικής Επιφόρτισης Δικτύου Μέσης Τάσης.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παναγιώτης Δ. Βλάσσης

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Γ. Καραγιαννόπουλος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Υπολογισμός Ελαχίστων Τιμών Ύψους Αγωγών ΑΑΑC Μέσης Κανονικής Επιφόρτισης Δικτύου Μέσης Τάσης.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παναγιώτης Δ. Βλάσσης

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Γ. Καραγιαννόπουλος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την Οκτωβρίου 2012

.....

Κωνσταντίνος

Καραγιαννόπουλος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Νικόλαος

Θεοδώρου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Περικλής

Μπούρκας

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

.....
Παναγιώτης Δ. Βλάσσης

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

Copyright © Παναγιώτης Δ. Βλάσσης

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά στον υπολογισμό των ελάχιστων τιμών ύψους των αγωγών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Ο τύπος του αγωγού που μελετάται είναι ο AAAC (All Aluminium Alloy Conductors) μέσης κανονικής επιφόρτισης.

Αρχικά γίνεται μια γενική εισαγωγή για τα δίκτυα διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Στη συνέχεια, παρατίθενται και αναλύονται τα στοιχεία τα οποία αποτελούν μια εναέρια γραμμή μεταφοράς, με εκτενέστερη αναφορά στους αγωγούς μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας. Στο κυρίως μέρος αυτής της εργασίας, παρουσιάζονται τα διαγράμματα του επιτρεπόμενου ύψους αγωγών σε σχέση με τη θερμοκρασία, για διατομές 35 mm², 70 mm² και 185 mm² του αγωγού AAAC.

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

Λέξεις κλειδιά:

Εναέριο Δίκτυο Μεταφοράς, Μέση Τάση, Αγωγοί Μεταφοράς, Αγωγός AAAC, Βέλος Κάμψης, Επιτρεπόμενο Ύψος.

ABSTRACT

The present diploma thesis concerns the calculation of the minimum height values of the electrical power lines depending on the ambient temperature. The type of conductor is being studied is the AAAC (All Aluminium Alloy Conductors) of middle (normal) attributing.

Initially, there is a general introduction to the transmission and distribution of electricity. Then, the elements which constitute an overhead transmission line are listed and analyzed, with an extensive reference to the electricity conductors. In the main part of this paper, the diagrams of the allowable height of the conductors in relation to temperature are presented, for sections of 35 mm², 70 mm² and 185 mm² of conductor AAAC.

The results and conclusions of this project may seem especially useful for anyone interested, as regard the area of application.

Keywords:

Overhead Transmission Network, Medium-Voltage, Transmission Conductors, Conductor AAAC, Deflection, Allowable Height.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους αξιότιμους καθηγητές μου κ.κ. Περικλή Μπούρκα και Κώστα Καραγιαννόπουλο για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση τους, καθώς επίσης και για το άριστο κλίμα συνεργασίας κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω τη κα. Αικατερίνη Πολυκράτη, μέλος του ειδικού και διδακτικού προσωπικού του εργαστηρίου Ηλεκτρικών Μετρήσεων, για το ενδιαφέρον και την υποστήριξη που μου παρείχε κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους, καθώς και όσους με στήριξαν κατά τη διάρκεια του εγχειρήματος αυτού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	9
Κεφάλαιο 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
1.1 Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας	16
1.1.1 Δίκτυα Διανομής	16
1.1.2 Εξοπλισμός των Δικτύων Διανομής	17
1.2 Μεταφορά Ηλεκτρικής Ενέργειας	17
1.2.1 Εναέρια Δίκτυα Μεταφοράς	18
1.2.2 Βασικές Απαιτήσεις από Γραμμή Μεταφοράς	18
1.2.3 Χαρακτηριστικά Μεγέθη	19
1.2.4 Στοιχεία Γραμμών	20
1.3 Στύλοι Εναέριων Δικτύων	21
1.4 Συνδέσεις Εναέριων Δικτύων	22
1.4.1 Μονωτήρες	22
1.4.2 Λοιπά Εξαρτήματα	23
1.4.2.1 Εξαρτήματα Σύνδεσης Αγωγών	23
1.4.2.2 Εξαρτήματα Ανάρτησης Αγωγών	24
1.5 Συστήματα Ελέγχου Γραμμών Μεταφοράς	24
1.6 Αγωγοί Γραμμών Μεταφοράς	25
1.6.1 Γενικά	25
1.6.2 Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά Γραμμών.....	26
1.6.2.1 Υλικά Αγωγών	26
1.6.2.2 Μορφή Αγωγών	26
1.6.2.3 Χαλκός	28

1.6.2.4	Χάλυβας	29
1.6.2.5	Αλουμίνιο AAC	29
1.6.2.6	Αλουμίνιο ACSR	29
1.6.2.7	Κράματα Αλουμινίου AAAC	30
1.6.2.8	Αγωγοί Γης	30
1.6.3	Μηχανικά Χαρακτηριστικά Γραμμών	31
1.6.3.1	Γενικά	31
1.6.3.2	Επιφόρτιση Αγωγών	32
1.6.3.3	Επιφόρτιση Φορέων	32
1.6.4	Μηχανικά Χαρακτηριστικά Εναέριων Γραμμών	33
1.8	Υπολογισμός Καμπύλης και Βέλους Αγωγών	33
1.8.1	Γενική Περίπτωση	33
1.8.2	Επίδραση Ανέμου και Πάγου	37
1.8.3	Ανάρτηση σε Κεκλιμένο Επίπεδο	38
1.9	Εφαρμογές	40
1.10	Τρόπος Επιλογής Αγωγών	41
1.11	Πρότυπα	41
Κεφάλαιο 2	ΣΚΟΠΟΣ	43
Κεφάλαιο 3	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	45
3.1	Τεχνικά Φυλλάδια	45
3.2	Διαδικασία	47
Κεφάλαιο 4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	50
4.1	AAAC 35 mm ²	50
4.1.1	Βασικό Άνοιγμα 75m	50
4.1.2	Βασικό Άνοιγμα 100m	54
4.1.3	Βασικό Άνοιγμα 125m	58

4.1.4 Βασικό Άνοιγμα 150m	62
4.2 AAAC 70mm ²	66
4.2.1 Βασικό Άνοιγμα 75m	66
4.2.2 Βασικό Άνοιγμα 100m	70
4.2.3 Βασικό Άνοιγμα 125m	74
4.2.4 Βασικό Άνοιγμα 150m	78
4.2.5 Βασικό Άνοιγμα 175m	82
4.2.6 Βασικό Άνοιγμα 200m	86
4.3 AAAC 185 mm ²	90
4.3.1 Βασικό Άνοιγμα 75m	90
4.3.2 Βασικό Άνοιγμα 100m	94
4.3.3 Βασικό Άνοιγμα 125m	98
4.3.4 Βασικό Άνοιγμα 150m	102
4.3.5 Βασικό Άνοιγμα 175m	106
4.3.6 Βασικό Άνοιγμα 200m	110
4.3.7 Βασικό Άνοιγμα 225m	114
4.3.8 Βασικό Άνοιγμα 250m	118
4.3.9 Βασικό Άνοιγμα 275m	122
4.3.10 Βασικό Άνοιγμα 300m	126
4.3.11 Βασικό Άνοιγμα 325m	130
4.3.12 Βασικό Άνοιγμα 350m	134
4.3.13 Βασικό Άνοιγμα 375m	138
4.3.14 Βασικό Άνοιγμα 400m	142
4.3.15 Βασικό Άνοιγμα 425m	146
Κεφάλαιο 5 ΣΧΟΛΙΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	151
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	153

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας (Σ.Η.Ε) είναι το σύνολο των εγκαταστάσεων και των μέσων για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε εξυπηρετούμενες περιοχές κατανάλωσης. Τα σύγχρονα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας δομούνται με κριτήριο την λειτουργία σε τρία μέρη. Την παραγωγή, τη μεταφορά και την διανομή. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται στους σταθμούς παραγωγής. Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με τις γραμμές υψηλής και υπερυψηλής τάσεως, οι οποίες μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια σε κεντρικά σημεία του δικτύου, τους υποσταθμούς, από όπου ξεκινούν τα δίκτυα διανομής μέσης τάσεως τα οποία διανέμουν την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές δια μέσου των υποσταθμών διανομής και γραμμών χαμηλής τάσεως 400/230Volt.

1.1 ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1.1 Δίκτυα Διανομής

Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας είναι το σύνολο των διαδικασιών λειτουργίας και ελέγχου με τις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στους καταναλωτές, ώστε να χρησιμοποιηθεί από αυτούς μετατρεπόμενη σε άλλες πιο εξυπηρετικές μορφές όπως φως, θερμότητα, κίνηση, ήχο κ.λ.π. Τα δίκτυα διανομής περιλαμβάνουν τις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω των οποίων αυτή φτάνει έως τους καταναλωτές και τους υποσταθμούς υποβιβασμού της τάσης, οι οποίοι τις συνδέουν με το σύστημα μεταφοράς.

Τα Δίκτυα Διανομής (Δ.Δ.) φθάνουν μέχρι το μετρητή της παρεχόμενης στον καταναλωτή ενέργειας. Μετά το μετρητή αρχίζει η εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση, που περιλαμβάνει το εσωτερικό δίκτυο διανομής και τις συσκευές κατανάλωσης.

Η κατασκευαστική διαμόρφωση των δικτύων διανομής συνδέεται άμεσα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά δόμησης των πόλεων και, γενικότερα, του τρόπου χωροταξικής διαμόρφωσης κάθε χώρας. Αυτό διαπιστώνεται και από το γεγονός ότι τα δίκτυα διανομής κάθε χώρας έχουν κατά γενικό κανόνα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, σε αντίθεση με τα δίκτυα μεταφοράς που είναι διεθνώς όμοια. Τα δίκτυα διανομής διακρίνονται γενικά, ανάλογα με την τάση, σε δίκτυα υψηλής τάσης (35-150 kV), μέσης τάσης (1-35 kV) και χαμηλής τάσης (100-1000 V). Οι αναφερόμενες τάσεις είναι πολικές (μεταξύ φάσεων) τριφασικού συστήματος. Ανάλογα με την κατασκευαστική τους διαμόρφωση, τα δίκτυα διανομής διακρίνονται σε εναέρια και σε υπόγεια. Πλεονέκτημα των εναέριων δικτύων έναντι των υπογείων είναι ότι είναι λιγότερο δαπανηρά. Στην Ελλάδα τα δίκτυα μέσης τάσης είναι 20 kV, 15 kV και 6,6 kV.

Ωστόσο, στις πυκνοκατοικημένες περιοχές των πόλεων, τα δίκτυα διανομής κατασκευάζονται συνήθως υπόγεια, διότι δεν υπάρχει ο απαιτούμενος χώρος, ώστε να τηρούνται οι αποστάσεις ασφαλείας από τα κτίρια, αλλά και για λόγους αισθητικής. Η εγκατάσταση των υπόγειων γραμμών γίνεται κατά κανόνα κάτω από τα πεζοδρόμια, μέσα σε ειδικά διαμορφωμένα χαντάκια, ώστε να προστατεύονται από μηχανικές καταπονήσεις. Όταν ο χώρος του πεζοδρομίου δεν επαρκεί, η εγκατάσταση γίνεται κάτω από το οδόστρωμα.

1.1.2 Εξοπλισμός των Δικτύων Διανομής

Ένα σύστημα διανομής ενέργειας είναι μια πολυσύνθετη κατασκευή, αποτελούμενη από χιλιάδες, ίσως και εκατομμύρια, στοιχεία που λειτουργούν όλα μαζί με κοινό στόχο τη μεταφορά της ενέργειας από τα σημεία παραγωγής στους καταναλωτές.

Ουσιαστικά, υπάρχουν μόνο δύο κύριοι τύποι εξοπλισμού που αποτελούν ένα σύστημα διανομής:

- Οι γραμμές μεταφοράς και διανομής, που μεταφέρουν και διανέμουν αντίστοιχα την ενέργεια από το ένα μέρος στο άλλο,
- Και οι μετασχηματιστές, που αλλάζουν το επίπεδο της τάσης της μεταφερόμενης ενέργειας.

Στις παραπάνω κύριες κατηγορίες προστίθενται επίσης:

- Ο εξοπλισμός προστασίας που προσφέρει ασφάλεια και συνέχιση της λειτουργίας ακόμα και σε περίπτωση βλάβης,
- Και ο εξοπλισμός ρύθμισης τάσης, που χρησιμοποιείται για να διατηρεί την τάση μέσα σε επιτρεπτά όρια καθώς το φορτίο αλλάζει. Με αυτόν γίνεται η παρακολούθηση και ο έλεγχος των επιδόσεων του συστήματος, ο οποίος στη συνέχεια τροφοδοτεί αυτές τις πληροφορίες στα κέντρα ελέγχου για λόγους ασφάλειας και εύρυθμης λειτουργίας.

1.2 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Είναι απαραίτητο, τα δίκτυα που μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια να λειτουργούν με υψηλή τάση, πολύ μεγαλύτερη από την παραγόμενη τάση από τις γεννήτριες. Ο βασικός λόγος είναι η μείωση του ρεύματος μεταφοράς ώστε έτσι να μειωθούν οι απώλειες μεταφοράς και η πτώση τάσης στις γραμμές μεταφοράς. Για τον λόγο αυτό οι γεννήτριες συνδέονται σε σειρά με μετασχηματιστές, συνήθως κάθε γεννήτρια συνδέεται σε ένα μετασχηματιστή ώστε να είναι δυνατή η ανεξάρτητη λειτουργία τους.

Πριν από κάθε μετασχηματιστή τοποθετούνται οι αυτόματοι διακόπτες προστασίας που προστατεύουν την γεννήτρια σε περίπτωση βραχυκυκλώματος. Η λειτουργία τους βασίζεται στην διέγερση ορισμένων ηλεκτρονόμων.

Μετά την ανύψωση της τάσης δεν μένει παρά η σύνδεση του σταθμού στο δίκτυο και το βασικό πρόβλημα είναι ο παραλληλισμός των γεννητριών του σταθμού με το δίκτυο ώστε να αποδίδεται η ίδια τάση και συχνότητα με εκείνα του δικτύου. Κάθε γεννήτρια με τον μετασχηματιστή της συνδέεται σε ένα κοινό σύστημα ζυγών του σταθμού το οποίο συνδέεται με το εθνικό δίκτυο. Αμέσως μετά τους ζυγούς υπάρχει ένας αυτόματος διακόπτης με σκοπό να προστατεύει τον σταθμό από κάθε μη ομαλή κατάσταση της γραμμής μεταφοράς.

1.2.1 Εναέρια Δίκτυα Μεταφοράς

Ενα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της ηλεκτρικής ενέργειας είναι η δυνατότητα μεταφοράς της εύκολα σε μεγάλες αποστάσεις με μικρές απώλειες. Η μεταφορά αυτή είναι απαραίτητη λόγω των μεγάλων αποστάσεων των ενεργειακών κέντρων παραγωγής (υδροηλεκτρικοί σταθμοί σε λίμνες ή ποτάμια, ατμοηλεκτρικοί σταθμοί κοντά σε ορυχεία λιγνίτη, αιολικά πάρκα σε περιοχές με ισχυρό άνεμο, σταθμοί ντίζελ κοντά σε λιμάνια και μακριά από κατοικημένες περιοχές λόγω πιθανής μόλυνσης) από τα μεγάλα κέντρα ηλεκτρικής κατανάλωσης (μεγάλες πόλεις, βιομηχανικά συγκροτήματα).

Για την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τα σημεία παραγωγής στα σημεία κατανάλωσης χρησιμοποιούνται οι ηλεκτρικές γραμμές μεταφοράς, το μήκος των οποίων μπορεί να φτάσει μέχρι μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα. Οι γραμμές αυτές εκτός από την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται και για την πολλαπλή σύνδεση των σταθμών παραγωγής με τις καταναλώσεις ώστε σε περίπτωση που κάποιες μονάδες δεν λειτουργούν (βλάβη, προγραμματισμένη συντήρηση, έλλειψη καυσίμου) οι άλλες μονάδες του δικτύου να καλύπτουν την ζήτηση ενέργειας.

Οι γραμμές μεταφοράς δεν μπορούν να τροφοδοτήσουν άμεσα τους καταναλωτές που χρησιμοποιούν χαμηλές τάσεις (230/400V) αλλά φθάνουν μέχρι ορισμένα σημεία όπου γίνεται υποβιβασμός της τάσης του δικτύου. Από αυτά τα σημεία στα οποία βρίσκονται οι υποσταθμοί μεταφοράς αρχίζουν οι γραμμές διανομής που καταλήγουν στους υποσταθμούς διανομής όπου γίνεται υποβιβασμός της τάσης στην τάση που χρησιμοποιούν οι καταναλωτές χαμηλής τάσης. Η διάκριση μεταξύ των δύο τύπων δικτύων γίνεται από την περιοχή των τιμών της τάσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

1.2.2 Βασικές Απαιτήσεις από Γραμμή Μεταφοράς

Η ηλεκτρική ενέργεια κατά την μεταφορά της πρέπει να παρουσιάζει σταθερή τάση και συχνότητα και τις ελάχιστες δυνατές απώλειες. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω χαρακτηριστικά η γραμμή μεταφοράς πρέπει να παρουσιάζει κατάλληλα χαρακτηριστικά.

Κατά την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις εμφανίζεται πάνω στη γραμμή πτώση τάσης που οφείλεται στην σύνθετη αντίσταση της (ωμική, επαγωγική, χωρητική)

και εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος, δηλαδή την μεταφερόμενη ισχύ. Η σύνθετη αντίσταση της γραμμής εξαρτάται μόνο από τον τρόπο που είναι κατασκευασμένη η γραμμή.

Πρόβλημα όσον αφορά την συχνότητα δεν υπάρχει αφού αυτή δεν μεταβάλλεται κατά την μεταφορά της ενέργειας.

Για την ομαλή λειτουργία ενός τριφασικού δικτύου έχει σημασία η εξασφάλιση εξισορροπημένης λειτουργίας, δηλαδή πρέπει τα μονοφασικά συνήθως φορτία να ισοκατανέμονται στις τρεις φάσεις ώστε οι τριφασικοί καταναλωτές να έχουν συμμετρικές τάσεις τροφοδοσίας.

Πρέπει να αποφεύγεται με κάθε τρόπο η διακοπή τροφοδοσίας οποιουδήποτε αριθμού καταναλωτών, έστω και για μικρό χρονικό διάστημα, διότι αυτό συνεπάγεται μεγάλες οικονομικές ή άλλου είδους ζημιές. Αυτό πραγματοποιείται με τις πολλαπλές συνδέσεις και την τοποθέτηση οργάνων ελέγχου και διακοπών που επισημαίνουν και εντοπίζουν κάθε βλάβη που θα μπορούσε να οδηγήσει σε δυσάρεστο αποτέλεσμα. Μιά τέτοια περίπτωση είναι η χρήση γραμμών με παράλληλα κυκλώματα οπότε σε περίπτωση βλάβης του ενός θα χρησιμοποιείται το άλλο.

Ενας τελευταίος τομέας είναι η ασφαλής λειτουργία των γραμμών μεταφοράς, δηλαδή πρέπει οι τιμές των ηλεκτρικών μεγεθών να μην ξεπερνούν ορισμένες προκαθορισμένες χαρακτηριστικές τιμές για την ακίνδυνη λειτουργία της γραμμής, πράγμα που επιτυγχάνεται με την βοήθεια μετρητικών και ρυθμιστικών οργάνων που βρίσκονται σε κατάλληλα σημεία.

1.2.3 Χαρακτηριστικά Μεγέθη

Η μεταφερόμενη ενέργεια χαρακτηρίζεται από την τάση και την συχνότητα ενώ η μεταφερόμενη ισχύς καθορίζει την ένταση που διαρρέει την γραμμή.

Τα πλεονεκτήματα της μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας με υψηλή τάση είναι κύρια οικονομικά διότι η ισχύς μεταφέρεται με χαμηλή ένταση οπότε χρειάζονται αγωγοί μικρότερης διατομής με αποτέλεσμα οικονομία υλικού και μικρότερες απώλειες ισχύος λόγω του μικρότερου ρεύματος.

Διεθνώς έχει επικρατήσει η χρησιμοποίηση συχνότητας 50 ή 60 Hz.

Οι χρησιμοποιούμενες τάσεις μεταφοράς δεν είναι τυποποιημένες. Στην Ελλάδα, ο δημόσιος πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας(ΔΕΔΗΕ) χρησιμοποιεί γραμμές 400 KV (υπερυψηλή τάση), 150 KV (υψηλή τάση) και σε ορισμένες πυκνοκατοικημένες περιοχές 66 KV. Στην διανομή υπάρχει η τυποποιημένη τιμή των 20 KV αλλά υπάρχουν ακόμα τάσεις 15 KV και 6,6 KV.

Κάθε τάση μεταφοράς παρουσιάζει ορισμένη εμβέλεια, δηλαδή απόσταση στην οποία συμφέρει από οικονομική άποψη να χρησιμοποιηθεί. Έτσι με 15 KV είναι σωστό να μεταφέρεται ισχύς μέχρι 1.000 KW το πολύ μέχρι 50 χιλιόμετρα. Αν η απόσταση ή η ισχύς αυξηθούν, η τάση αυτή δεν είναι πια κατάλληλη.

1.2.4 Στοιχεία Γραμμών

Με τον όρο γραμμή μεταφοράς εννοείται το σύνολο των συσκευών και εγκαταστάσεων που απαιτούνται για την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας στις κατάλληλες συνθήκες.

Οι πιο βασικές από τις εγκαταστάσεις και συσκευές είναι:

A) Οι αγωγοί που μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια. Στις γραμμές υψηλής τάσης είναι συνήθως τρείς και στις διπλές γραμμές είναι έξι. Για λόγους οικονομίας δεν χρησιμοποιείται ουδέτερος αγωγός

B) Οι στύλοι ή πυλώνες στους οποίους στηρίζονται οι αγωγοί

Γ) Οι μονωτήρες που αφ' ενός συγκρατούν τους αγωγούς στους στύλους και αφ' ετέρου εξασφαλίζουν την μόνωσή τους ως προς γη

Δ) Οι μετασχηματιστές που μετασχηματίζουν την τάση στους υποσταθμούς μεταφοράς και διανομής

Ε) Τα συστήματα ελέγχου και προστασίας που ελέγχουν τις τιμές των χαρακτηριστικών μεγεθών κατά μήκος των γραμμών και τις προστατεύουν από ενδεχόμενες βλάβες που προκαλούνται λόγω προβλημάτων στην λειτουργία τους.

Μια άλλη διάκριση των γραμμών μεταφοράς θα μπορούσε να γίνει σε σχέση με τη θέση τους (εναέριας – αυτές που κρέμονται σε στύλους, και υπόγειες – αυτές που αποτελούνται από ένα καλώδιο και βρίσκονται μέσα στο έδαφος).

Επειδή τα έξοδα κατασκευής μιας υπόγειας γραμμής είναι σαφώς μεγαλύτερα εκείνων μιάς εναέριας (παρά το ότι οι τελευταίες χρειάζονται στύλους, μονωτήρες κλπ) οι γραμμές μεταφοράς είναι κατά κανόνα εναέριας.

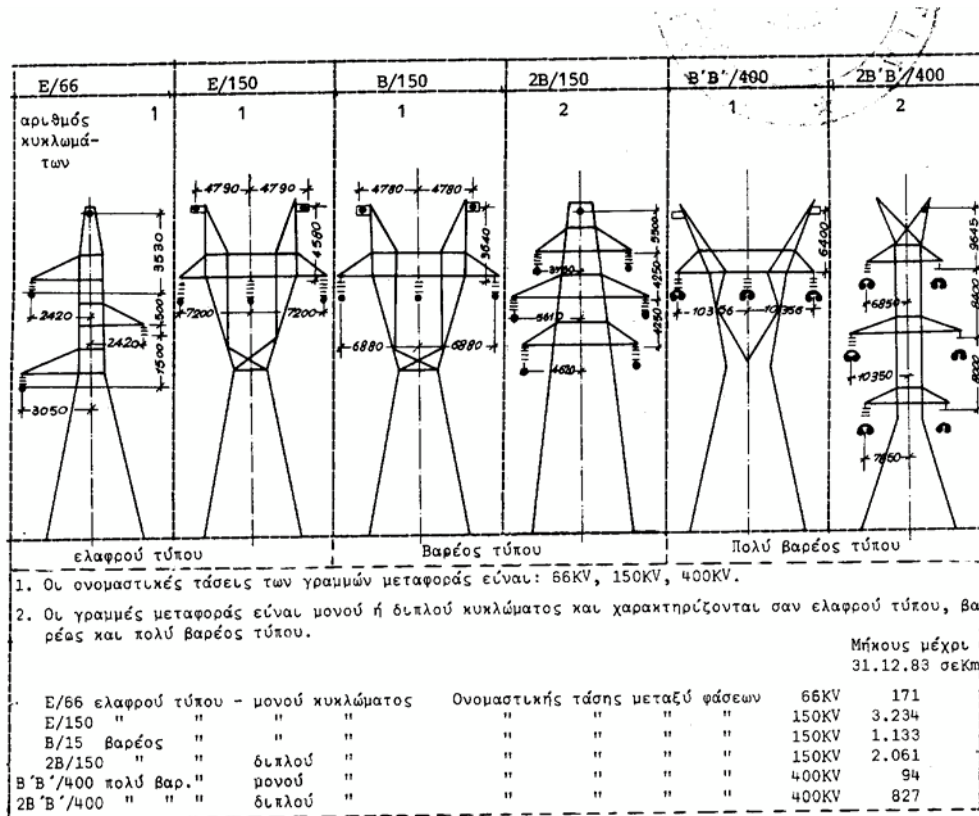
Συχνά, τα συστήματα μεταφοράς ενέργειας αποτελούνται από έναν συνδυασμό εναέριων γραμμών και υπογείων καλωδίων. Στις περισσότερες εγκαταστάσεις χαμηλότερης τάσης, το υπόγειο σύστημα καλωδίων συνδέεται με την εναέρια γραμμή μέσω ενός μικρού τμήματος καλωδίων που τοποθετείται σε έναν προστατευτικό κατακόρυφο σωλήνα στήριξης. Το καλώδιο ασφαλίζεται στον πάσσαλο και ο σωλήνας χρησιμοποιείται για μηχανική υποστήριξη. Η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος του συνολικού συστήματος περιορίζεται από το μέρος του συστήματος που λειτουργεί με την μέγιστη θερμοκρασία και πολύ συχνά το μέρος αυτό του συστήματος που αποτελεί τον παραπάνω περιοριστικό παράγοντα είναι μεταξύ του πασσάλου και του σωλήνα.

1.3 ΣΤΥΛΟΙ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Για τη στήριξη των αγωγών σε ένα εναέριο δίκτυο χρησιμοποιούνται:

- Ξύλινοι στύλοι ή από σπλισμένο σκυρόδεμα (μπετόν), για τη χαμηλή και τη μέση τάση (σπάνια χρησιμοποιούνται μεταλλικοί).
- Πυλώνες (χαλύβδινοι πύργοι) από γωνιακά ελάσματα για την υψηλή και υπερύψηλη τάση, καθώς και μεταλλικοί στύλοι σε χρωματισμούς που εναρμονίζονται με το περιβάλλον.

Οιτσιμεντένιοι στύλοι είναι πιό ανθεκτικοί από τους ξύλινους που είναι εκτεθειμένοι σε φθορά, αλλά είναι πιό εύθραυστοι σε απότομα κτυπήματα. Στις γραμμές υψηλής τάσης, όπως αναφέρθηκε, χρησιμοποιούνται μεταλλικοί στύλοι (πυλώνες) με κατασκευή σε κομμάτια υπό μορφή δικτυωμάτων. Στο Σχήμα 1 φαίνονται οι συνηθισμένοι τύποι πυλώνων που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ.



Σχήμα 1: Τύποι πυλώνων που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ

Οι διαστάσεις των στύλων καθορίζονται ανάλογα με την αποστολή τους. Έτσι οι πυλώνες πρέπει να είναι ψηλοί ώστε οι αγωγοί να απέχουν πολύ από το έδαφος και μεταξύ τους. Οι ελάχιστες αποστάσεις αγωγού γης και αγωγού αγωγού καθορίζονται σε τρόπο που να μην υπάρχει κίνδυνος ηλεκτρικού τόξου και επομένως βραχυκυκλώματος. Στον υπολογισμό των αποστάσεων λαμβάνεται υπόψη τόσο η καμπύλη που σχηματίζει ο αγωγός λόγω του βάρους του αλλά και η

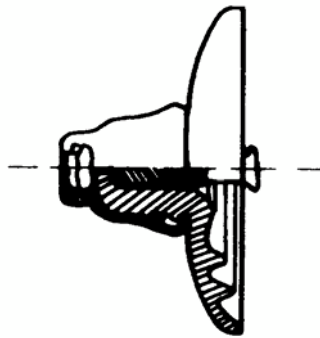
διαμόρφωση του εδάφους στην περιοχή που περνά η γραμμή και η επίδραση του ανέμου.

Οι στύλοι διακρίνονται ανάλογα με την θέση τους στους κανονικούς που τοποθετούνται ενδιάμεσα σε ευθύγραμμα τμήματα, στους γωνιακούς που τοποθετούνται στα σημεία όπου αλλάζει κατεύθυνση η γραμμή και στους τερματικούς που μπαίνουν στα άκρα της γραμμής. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην θεμελίωση γωνιακών ή τερματικών στύλων.

1.4 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

1.4.1 Μονωτήρες

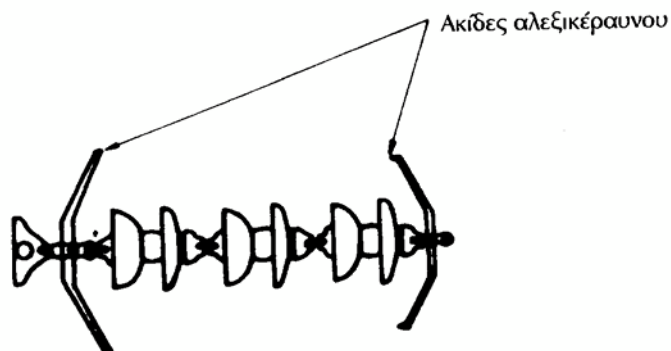
Είναι τα εξαρτήματα που χρησιμεύουν για την στερέωση των αγωγών των εναέριων γραμμών πάνω στους στύλους. Στο Σχήμα 2 φαίνεται η μορφή ενός μονωτήρα σε ημιτομή. Οι μονωτήρες πρέπει να έχουν αρκετή ηλεκτρική αντοχή ώστε να εξασφαλίζουν τέλεια μόνωση μεταξύ αγωγού και στύλου και μηχανική αντοχή ώστε να αντέχουν το βάρος του αγωγού μαζί με όλες τις καταπονήσεις όπως το χιόνι, ο αέρας κλπ.



Σχήμα 2: Μορφή μονωτήρα

Οι μονωτήρες κατασκευάζονται από πορσελάνη (σε ορισμένες περιπτώσεις και από γυαλί) σε μεγέθη που σχετίζονται με την τάση της γραμμής και σχήμα που εμποδίζει την επικάλυψη υγρασίας και σκόνης. Ηλεκτρική αντοχή του μονωτήρα ονομάζεται η ελάχιστη τάση που είναι απαραίτητη για να δημιουργηθεί ηλεκτρικός σπινθήρας μεταξύ των άκρων του και στην περίπτωση αυτή προκαλείται υπερπήδηση και τοπικό βραχυκύκλωμα γραμμής. Η ηλεκτρική αντοχή του μονωτήρα μειώνεται σημαντικά από οποιαδήποτε ανωμαλία στην επιφάνειά του (ακαθαρσία, ράγισμα, σπάσιμο, υγρασία).

Οι μονωτήρες των γραμμών μεταφοράς συνήθως αναρτώνται από τους στύλους και έχουν την μορφή αλυσσοειδών, όπως φαίνεται στο σχήμα 3, αποτελούμενων από σειρά μονωτήρων που συνδέονται μεταξύ τους με μεταλλικούς συνδετήρες και ο αριθμός τους εξαρτάται από την τάση της γραμμής (π.χ. 10 για γραμμές 150 KV).



Σχήμα 3: Αλυσσοειδής μονωτήρας

Η κατανομή της τάσης σε κάθε δίσκο της αλυσσοειδούς δεν γίνεται ομοιόμορφα αλλά ο πλησιέστερος στον αγωγό δέχεται το 23 της εκατό της συνολικής τάσης και για να εξασφαλιστεί ομοιομορφία χρησιμοποιούνται δίσκοι που αντέχουν την μέγιστη τάση ανεξάρτητα από την θέση τους στην αλυσίδα.

Στη χαμηλή τάση, οι μονωτήρες που χρησιμοποιούνται είναι δύο τύπων: οι κυλινδρικοί και οι τύπου κώδωνα. Στη μέση τάση, μέχρι 33 kV χρησιμοποιούνται μονωτήρες με ίσιο στέλεχος. Στην υψηλή τάση, χρησιμοποιούνται αποκλειστικά μονωτήρες ανάρτησης. Οι μονωτήρες ανάρτησης χρησιμοποιούνται και στη μέση τάση, κυρίως στις γωνίες των γραμμών και στα τέρματα.

1.4.2 Λοιπά Εξαρτήματα

1.4.2.1 Εξαρτήματα Σύνδεσης Αγωγών

Για τη σύνδεση των αγωγών μεταξύ τους ή με τα στηρίγματά τους (μονωτήρες), υπάρχουν διάφορα εξαρτήματα, τα κυριότερα από τα οποία είναι:

- Οι συνδετήρες, που εξασφαλίζουν την ηλεκτρική σύνδεση των αγωγών.
- Οι σφιγκτήρες, που εξασφαλίζουν τη μηχανική σύνδεση των αγωγών.
- Οι ενωτήρες, που εξασφαλίζουν ταυτόχρονα την ηλεκτρική και τη μηχανική σύνδεση.

1.4.2.2 Εξαρτήματα Ανάρτησης Αγωγών

Για τη στήριξη των αγωγών στους μονωτήρες έχουμε τους συνδέσμους, όπως είναι π.χ. οι σφιγκτήρες τέρματος και οι σφιγκτήρες ανάρτησης. Στη χαμηλή τάση (Χ.Τ.) και στη μέση τάση (Μ.Τ.) οι αγωγοί δένονται στους μονωτήρες με σύρμα, με διαφορετικούς όμως τρόπους. Τέλος, έχουμε τους διακλαδωτήρες, οι οποίοι χρησιμεύουν μόνο στη χαμηλή τάση για τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας από τη γραμμή στον καταναλωτή.

1.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΡΑΜΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Οι γραμμές πρέπει να ελέγχονται και να προστατεύονται από διάφορους κινδύνους, εκ των οποίων ο πιο σημαντικός είναι η δημιουργία υπερτάσεων (τάσεων με τιμές πολύ μεγαλύτερες από τις κανονικές). Η εμφάνιση των υπερτάσεων οφείλεται τόσο σε εσωτερικά όσο και σε εξωτερικά αίτια. Οι εσωτερικές υπερτάσεις διακρίνονται στις υπερτάσεις με κανονική συχνότητα και στις μεταβατικές υπερτάσεις μέσης συχνότητας.

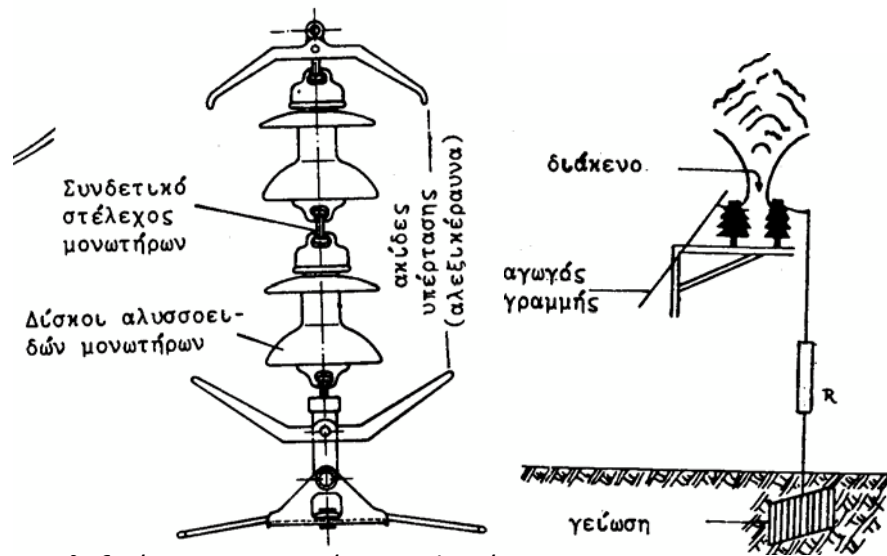
Οι υπερτάσεις με κανονική συχνότητα εμφανίζονται λόγω πρώτον της γείωσης μιας φάσης σε ένα τριφασικό δίκτυο και φθάνουν στις άλλες δυό φάσεις ως και το 40% της κανονικής τιμής της τάσης με γειωμένο ουδέτερο και το 20% με αγείωτο ουδέτερο, και δεύτερον της απότομης απώλειας φορτίου και φθάνουν μέχρι και 50% παραπάνω από την κανονική τάση δικτύου. Οι υπερτάσεις μέσης συχνότητας εμφανίζονται κατά την απομόνωση μέσω διακόπτη μιας γραμμής μεγάλου μήκους και φθάνουν μέχρι και 500 % της τάσης λειτουργίας.

Οι εξωτερικές υπερτάσεις δημιουργούνται κατά κύριο λόγο από την πτώση κεραυνών τόσο άμεσα σε τμήμα ή εξάρτημα της γραμμής όσο και έμμεσα στην περιοχή της γραμμής. Επικίνδυνες είναι οι οφειλόμενες σε άμεση πτώση κεραυνού στην γραμμή οπότε ένα πολύ μεγάλο ηλεκτρικό φορτίο σε κλάσμα δευτερολέπτου αναζητεί οδό διαφυγής προς γή με αποτέλεσμα την δημιουργία κρουστικών ρευμάτων με τιμές ακόμα και 100 KA και διάρκεια 1/50 του μs.

Η αντιμετώπιση των κινδύνων από τις υπερτάσεις γίνεται με τα εξής μέσα:

A) Τα σύρματα γης, που είναι ένας ή δύο αγωγοί λεπτότεροι των κυρίων αγωγών που βρίσκονται πιο ψηλά και γειώνονται σε κάθε στύλο και παίρνουν τα φορτία των κεραυνών και τα διοχετεύουν στην γή με αποτελεσματικότητα 99%. Χρησιμοποιούνται σε γραμμές πάνω από 60 KV λόγω του υψηλού κόστους εγκατάστασης.

B) Τα αλεξικέραυνα, που αποτελούν ένα πλάγιο δρόμο μικρής αντίστασης προς γή. Περιέχουν μεταβλητή αντίσταση που το ένα άκρο της συνδέεται με το δίκτυο και το άλλο με το έδαφος. Η αγωγή πραγματοποιείται μόλις αυξηθεί η τάση και μια απλή μορφή είναι ένα σύστημα δύο ακίδων σε απόσταση τέτοια που το διάκενο να διασπασθεί μόλις η τάση ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή. Στο Σχήμα 4 φαίνονται δύο μορφές αλεξικεραυνών υψηλής και μέσης τάσης.



Σχήμα 4: Αλεξικέραυνα γραμμών μεταφοράς

Γ) Οι αυτόματοι διακόπτες χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των γραμμών και τις απομονώνουν σε περίπτωση ανωμαλίας

Δ) Οι ρυθμιστές τάσης διατηρούν την τάση του δικτύου σε ορισμένη περιοχή τιμών.

1.6 ΑΓΩΓΟΙ ΓΡΑΜΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

1.6.1 Γενικά

Οι αγωγοί μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια και είναι, επομένως, τα σημαντικότερα μέρη μιας εναέριας γραμμής ενέργειας. Η επιλογή των αγωγών, η διατομή και οι διατάξεις τους αποτελούν σημείο κλειδί για μία γραμμή μεταφοράς, επειδή οι αγωγοί αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό μεταξύ 30 % και 35 % των συνολικών επενδύσεων της γραμμής. Η επιλογή του βέλτιστου αγωγού είναι ένας συμβιβασμός μεταξύ των μηχανικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων του, καθώς επίσης και της επένδυσης και του κόστους των απωλειών κατά τη διάρκεια ζωής της γραμμής.

Τα υλικά που γενικά χρησιμοποιούνται στους αγωγούς των γραμμών μεταφοράς είναι ο χαλκός και το αλουμίνιο. Δευτερευόντως, η κατασκευή των αγωγών συμπληρώνεται και με άλλου είδους υλικά, όπως ο χάλυβας. Οι κύριες απαιτήσεις από τα αγωγίμα υλικά είναι:

1. Η υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα
2. Η υψηλή μηχανική αντοχή
3. Το μικρό ειδικό βάρος
4. Η χαμηλή οξειδωση στον αέρα
5. Η ευχέρεια συνδέσεως των αγωγών

6. Το μικρό κόστος.

Η απαιτούμενη διατομή ενός αγωγού καθορίζεται από το ρεύμα που τον διαρρέει, αφού η ωμική αντίσταση της γραμμής μεταφοράς είναι αντιστρόφως ανάλογη της διατομής του αγωγού. Ο αγωγός της γραμμής μεταφοράς θερμαίνεται από τις ωμικές απώλειες και η θερμότητα αυτή ακτινοβολείται στον αέρα, αναπτύσσοντας μία θερμοκρασία ισορροπίας στον αγωγό. Σε υψηλές θερμοκρασίες η μηχανική αντοχή του αγωγού μειώνεται και έτσι η θερμοκρασία ισορροπίας του δεν πρέπει να υπερβαίνει ένα ορισμένο όριο, το οποίο είναι συνήθως 100 °C. Για να υπάρχει και ένα περιθώριο ασφαλείας, η σχεδίαση γίνεται συνήθως για 90 °C. Το αντίστοιχο ρεύμα αποτελεί το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο φορτίσεως του αγωγού και ονομάζεται ικανότητα μεταφοράς ρεύματος του αγωγού.

1.6.2 Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά Γραμμών

1.6.2.1 Υλικά αγωγών

Ονομαστικά τα πιο διαδεδομένα υλικά των αγωγών παρουσιάζονται παρακάτω:

- Αλουμίνιο
- Κράματα αλουμινίου - μαγνησίου - πυριτίου
- Χαλύβδινα συρματίδια
- Χαλύβδινα συρματίδια επικαλυμμένα με αλουμίνιο
- Χαλκός και κράματα χαλκού
- Θερμικά ανθεκτικά κράματα αλουμινίου

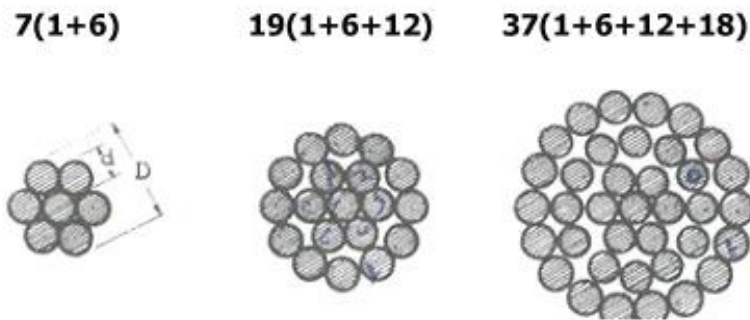
Όπως προαναφέρθηκε στα παραπάνω, η βάση κατασκευής των αγωγών είναι ο χαλκός και το αλουμίνιο, ενώ τα υπόλοιπα υλικά χρησιμοποιούνται επικουρικά για την ενίσχυση των ηλεκτρικών και των μηχανικών ικανοτήτων τους.

1.6.2.2 Μορφή Αγωγών

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.

Οι αγωγοί χαλκού και αλουμινίου, αποτελούνται από κλώνους της ίδιας διατομής. Γύρω από ένα κεντρικό αγωγό περιελίσσονται οι υπόλοιποι σε στρώσεις και οι αγωγοί παίρνουν τη μορφή των συρματόσχοινων. Οι αριθμοί των κλώνων είναι 7, 19, 37, 61 κ.λ.π.

Οι πολύκλωνοι αγωγοί έχουν μορφή όπως φαίνεται στο σχήμα 5.



Σχήμα 5: Γυμνοί πολύκλωνοι αγωγοί αποτελούμενοι από 7, 19 και 37 κλώνους.

Αν k είναι ο αριθμός των κλώνων και η είναι ο αριθμός των στρώσεων γύρω από τον κεντρικό αγωγό τότε $\Rightarrow k = 1 + 3\eta(\eta + 1)$

Αν κάθε κλώνος έχει διάμετρο d τότε ο αγωγός έχει διάμετρο D .

$$D = 4(2\eta + 1)$$

Η διατομή του αγωγού δεν μπορεί να βρεθεί με τον τύπο:

$$S = \frac{\Pi D^2}{4}$$

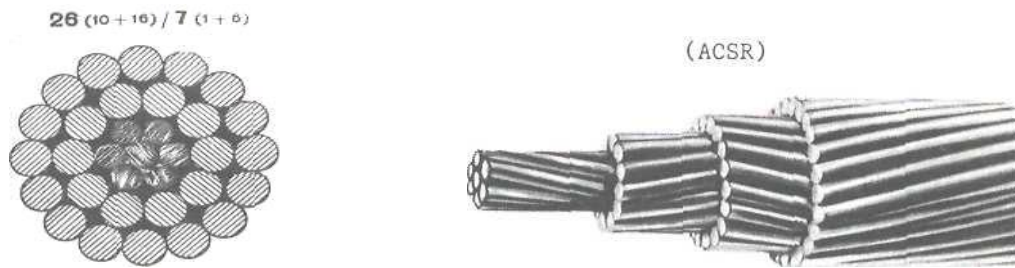
γιατί μεταξύ των αγωγών υπάρχουν διάκενα. Πρώτα υπολογίζεται τη διατομή κάθε σύρματος

(κλώνου):
$$S = \frac{\Pi d^2}{4}$$

Και κατόπιν υπολογίζεται η συνολική διατομή:

$$S = ks, \text{ όπου } k \text{ ο αριθμός των κλώνων.}$$

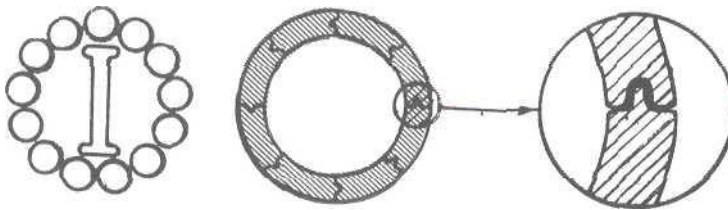
Οι αγωγοί αλουμινίου-χάλυβα ACSR έχουν τη μορφή που φαίνεται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6

Οι παραπάνω τύποι δεν μπορούν να εφαρμοστούν στους αγωγούς αυτούς γιατί η διάμετρος των χαλύβδινων συρμάτων είναι διαφορετική από την διατομή των συρμάτων αλουμινίου.

Σε γραμμές μεταφοράς πολύ υψηλής τάσης έχουν χρησιμοποιηθεί αγωγοί με ειδική διατομή, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.



Σχήμα 7: Αγωγοί ειδικών διατομών για γραμμές μεταφοράς πολύ υψηλής τάσης.

1.6.2.3 Χαλκός

Ο χαλκός έχει υψηλή αγωγιμότητα και όταν είναι σκληρής ελκύσεως, εμφανίζει μεγάλη μηχανική αντοχή. Βασικό τεχνικό μειονέκτημά του είναι το βάρος του. Αν και υπάρχει άφθονο στη φύση αποτελεί πλέον παρωχημένο υλικό όσον αφορά στους αγωγούς ΥΤ. Τα πλεονεκτήματά του όμως είναι η καλή αγωγιμότητα και είναι μέταλλο εύκολο σε επεξεργασία. Οι αγωγοί χαλκού υπάρχουν σε τρεις μορφές: μαλακής, μέσης και σκληρής έλκυσης. Οι αγωγοί μαλακής έλκυσης χρησιμοποιούνται στις γραμμές για μικρά ανοίγματα ή για γειώσεις. Είναι εύκαμπτοι και ανθεκτικοί στο σπάσιμο ακόμη και υπό μεγάλο μηχανικό φορτίο. Οι αγωγοί μέσης έλκυσης χρησιμοποιούνται για μεσαία ανοίγματα, ενώ οι σκληρής έλκυσης σε μεγαλύτερα. Οι τελευταίοι είναι και οι ισχυρότεροι από τους άλλους. Η δύναμή τους όμως τους κάνει δύσκολους στην επεξεργασία αλλά και κατά την διάρκεια της εργασίας.

1.6.2.4 Χάλυβας

Οι αγωγοί χάλυβα χρησιμοποιούνται όπως αναφέρθηκε σε ελάχιστες εφαρμογές. Είναι 90% λιγότερο αποδοτικοί σε σχέση με το χαλκό και πιάνουν εύκολα σκουριά. Για το λόγο αυτό δεν χρησιμοποιούνται σχεδόν ποτέ μόνοι τους. Οι αγωγοί χάλυβα συνήθως υπόκεινται σε γαλβανισμό (ή επικαλύπτονται με ένα στρώμα ψευδαργύρου για την αντιμετώπιση της σκουριάς). Το πλεονέκτημά τους είναι ότι είναι 3-5 φορές πιο ισχυροί από τους αγωγούς χαλκού και γι αυτό χρησιμοποιούνται ως αγωγοί γης.

1.6.2.5 Αλουμίνιο AAC (All Aluminium Conductors)

Το αλουμίνιο μπορεί εύκολα να οξειδωθεί και έχει χειρότερη συμπεριφορά στην θερμότητα σε σχέση με το χαλκό. Το αλουμίνιο είναι κατώτερο του χαλκού σε αγωγιμότητα και αντοχή, αλλά είναι πολύ ελαφρύτερο από το χαλκό, και συνδυαζόμενο με χάλυβα για απόκτηση της απαιτούμενης μηχανικής αντοχής είναι δυνατόν να συναγωνισθεί αποτελεσματικά το χαλκό. Κατά τα τελευταία χρόνια λόγω μεγαλύτερου κόστους, αλλά και επειδή πολλές φορές δεν ήταν εύκολα διαθέσιμος ο χαλκός, η χρήση του αλουμινίου ως αγωγού έχει επεκταθεί πολύ σε βάρος του χαλκού. Στις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας ειδικότερα, το αλουμίνιο χρησιμοποιείται ήδη σε συντριπτική πλειοψηφία έναντι του χαλκού. Στις γραμμές μεταφοράς του ελληνικού συστήματος χρησιμοποιούνται αποκλειστικά αγωγοί αλουμινίου.

1.6.2.6 Αλουμίνιο ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforcement)

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως το αλουμίνιο δεν χρησιμοποιείται μόνο του σαν αγωγός των εναέριων γραμμών μεταφοράς, λόγω μικρής μηχανικής αντοχής. Η τεχνική των συνεστραμμένων κλώνων διευκολύνει την ενσωμάτωση μέσα στον αγωγό αλουμινίου συρμάτων χάλυβα, τα οποία προσδίδουν σε αυτόν την απαιτούμενη μηχανική αντοχή. Προκύπτει κατ' αυτό τον τρόπο ο ευρύτατα χρησιμοποιούμενος "αγωγός αλουμινίου με ενίσχυση χάλυβα", ο οποίος στο κέντρο έχει κλώνους από χάλυβα και επάνω από αυτούς κλώνους αλουμινίου. Οι κλώνοι χάλυβα, εάν είναι περισσότεροι του ενός, είναι διατεταγμένοι σε στρώματα, τα οποία αποτελούν τον πυρήνα του αγωγού, πάνω στα οποία είναι διατεταγμένα τα στρώματα των κλώνων αλουμινίου. Η επιλογή σε κάθε περίπτωση της κατάλληλης συνθέσεως του αγωγού βασίζεται στις μηχανικές και ηλεκτρικές απαιτήσεις της γραμμής. Πολύ διαδεδομένη είναι η αμερικανική τυποποίηση των αγωγών ACSR, η οποία προβλέπει εκτεταμένη περιοχή διατομών. Στις ελληνικές γραμμές μεταφοράς χρησιμοποιούνται οι εξής διατομές αγωγών ACSR: 336 MCM, 636 MCM και 954 MCM, όπου 1 MCM = 1000 Circular Mils. Η πρώτη χρησιμοποιείται στις γραμμές 66 kV και στις ελαφριές γραμμές 150 kV, η δεύτερη στις βαριές 150 kV και η τρίτη στις γραμμές των 400 kV. Οι τιμές των διατομών, οι οποίες χαρακτηρίζουν τους αγωγούς ACSR είναι οι τιμές των διατομών του αλουμινίου των αγωγών.

1.6.2.7 Κράματα Αλουμινίου AAAC (All Aluminium Alloy Conductor)

Κατά τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιούνται και αγωγοί από κράματα αλουμινίου με άλλα μέταλλα, όπως το μαγνήσιο και το πυρίτιο. Οι αγωγοί αυτοί έχουν αυξημένη μηχανική αντοχή, ώστε να ικανοποιούν τις μηχανικές απαιτήσεις των γραμμών χωρίς ενίσχυση χάλυβα, ενώ διατηρούν αγωγιμότητα παραπλήσια εκείνης του αλουμινίου. Πλεονέκτημα των αγωγών από κράματα αλουμινίου είναι η ομοιογένεια του υλικού τους, λόγω της οποίας αποφεύγονται και ορισμένα προβλήματα ηλεκτρολυτικής διαβρώσεως, τα οποία εμφανίζει πολλές φορές η συνύπαρξη δύο διαφορετικών μετάλλων, καθώς και η απλούστευση των συνδέσεων και τερματικών. Η ΔΕΗ χρησιμοποιεί αγωγούς κραμάτων αλουμινίου στις γραμμές μέσης τάσης.

1.6.2.8 Αγωγοί Γης

Οι περισσότερες εναέριες γραμμές μεταφοράς που έχουν τάσεις 110 kV και πάνω είναι εφοδιασμένες με αγωγούς γης. Ο όρος αγωγός γης χρησιμοποιείται για όλους τους τύπους αγωγών με δυνατότητα γείωσης, σύμφωνα με το πρότυπο EN 50341-1. Ο κύριος σκοπός των αγωγών γης είναι η προστασία των αγωγών φάσης ενάντια στις άμεσες επιπτώσεις των κεραυνικών πληγμάτων, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν τη διακοπή της λειτουργίας της γραμμής. Εντούτοις, τα κτυπήματα κεραυνού, ακόμα και όταν καταλήγουν στους αγωγούς γης, μπορούν να προκαλέσουν μια άνοδο της τάσης στους πυλώνες αρκετά υψηλή για να προκαλέσει μια ανάστροφη ηλεκτρική εκκένωση από τον πυλώνα στον αγωγό κατά μήκος της αλύσου των μονωτήρων. Κατά συνέπεια, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η εμφάνιση ηλεκτρικής εκκένωσης κατά μήκος της αλύσου των μονωτήρων, εκτός από τη χρησιμοποίηση των αγωγών γης, είναι απαραίτητο να μειωθεί η αύξηση τάσης στους πυλώνες. Αυτό μπορεί να συμβεί μέσω κατάλληλης γείωσης των πυλώνων είτε με αγωγούς αντιστάθμισης, με βαθιές ράβδους είτε με άλλα μέσα.

Οι αγωγοί γης παρέχουν επίσης μία δίοδο επιστροφής για τα φασικά ρεύματα βραχυκύκλωσης. Πρέπει, επομένως, να καθοριστούν κατάλληλα ώστε να άγουν τα προβλεπόμενα ρεύματα βραχυκύκλωσης του συστήματος. Μειώνουν επίσης την ηλεκτρική παρεμβολή της γραμμής σε παράλληλες γραμμές. Επιπλέον, η χρήση των αγωγών γης συμβάλλει στο να μειωθεί το πλαίσιο γείωσης των υποσταθμών, καθώς η ποσότητα του ρεύματος που κυκλοφορεί στον αγωγό γης στα πρώτα ανοίγματα της γραμμής κοντά στον υποσταθμό θα μειώσει την ροή του ρεύματος μέσω του πλαισίου γείωσης.

Στις ελληνικές γραμμές μεταφοράς χρησιμοποιούνται χαλύβδινοι αγωγοί γης διαμέτρου 9,4 mm στις γραμμές 150 kV, και 12,6 mm στις γραμμές 400 kV.

1.6.3 Μηχανικά Χαρακτηριστικά Γραμμών

1.6.3.1 Γενικά

Τα δίκτυα, της αναλύθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια, χρησιμοποιούνται για την μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα περισσότερα δίκτυα είναι εναέρια. Τα υπόγεια και υποβρύχια δίκτυα κατασκευάζονται όταν το επιβάλλουν ειδικοί λόγοι (π.χ. όταν περνούν από πυκνοκατοικημένες περιοχές, όταν γίνεται σύνδεση της νησιού με το Εθνικό Σύστημα). Της αναφέρθηκε, τα εναέρια δίκτυα πλεονεκτούν σε σχέση με τα άλλα, γιατί έχουν μικρό κόστος κατασκευής, εύκολη επιθεώρηση και συντήρηση. Το κόστος της φθάνει το 30% περίπου του κόστους της υπόγειου δικτύου.

Για να κατασκευαστεί ένα δίκτυο πρέπει:

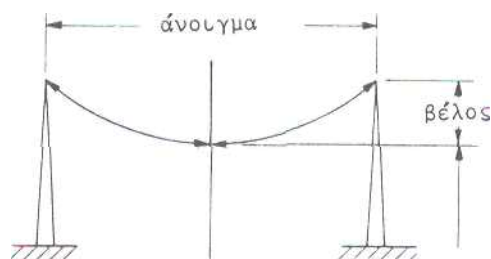
- Να είναι γνωστή η χρονολογική καμπύλη φορτίου (Χ.Κ.Φ.). Η μελέτη της Χ.Κ.Φ. της δίνει πολλά στοιχεία οικονομικά και τεχνικά. Από αυτά τα στοιχεία καθορίζεται η ισχύς που θα μεταφέρεται ή θα διανέμεται της καταναλωτές, λαμβάνοντας υπ' όψιν και την αύξηση του φορτίου που θα έχουμε στα επόμενα χρόνια.
- Να καθορίζονται οι θέσεις των υποσταθμών καθώς και η τάση του δικτύου.
- Να γίνεται χαρτογράφηση της περιοχής και να καθορίζεται η διαδρομή του δικτύου. Πάνω στο χάρτη φαίνονται τα υψόμετρα και οι θέσεις των πυλώνων.

Ο δημόσιος πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας έχει τυποποιήσει σε κατηγορίες τα δίκτυα, ώστε να υπάρχει και ομοιομορφία υλικού και μικρότερο κόστος.

Κατά τη μελέτη της δικτύου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- Η ευχέρεια συντήρησης και επισκευής του δικτύου.
- Το μήκος να είναι το μικρότερο δυνατό.
- Η δαπάνη απαλλοτριώσεων για το διάδρομο εργασιών να μην είναι πολύ μεγάλη.

Η απόσταση μεταξύ δύο πυλώνων, όπως φαίνεται στο σχήμα 8, καλείται άνοιγμα και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Κατά κανόνα οι πυλώνες απέχουν πολύ μεταξύ της. Η κατασκευή της είναι ισχυρή για να μπορούν να δεχτούν το βάρος των αγωγών, του χιονιού που θα επικολληθεί, της δυνάμεις του ανέμου και το δικό της βάρος. Άλλοι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στη μελέτη κατασκευής των εναέριων δικτύων είναι η σύσταση του εδάφους, καθώς και οι καιρικές συνθήκες της περιοχής.



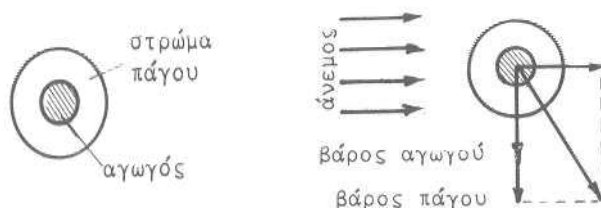
Σχήμα 8: Χαρακτηριστικά στοιχεία μιας εναέριας γραμμής

Τα στοιχεία που αποτελούν ένα δίκτυο (στυλοί, αγωγοί, μονωτήρες, κλπ) δέχονται ορισμένες δυνάμεις επιφόρτισης. Αυτές είναι διαμήκεις και εγκάρσιες.

1.6.3.2 Επιφόρτιση Αγωγών

Οι αγωγοί δέχονται δυνάμεις επιφόρτισης από το ίδιο το βάρος τους, το στρώμα πάγου που τους καλύπτει κυλινδρικά και την πίεση του ανέμου που δρα οριζόντια ως προς το έδαφος πάνω στον αγωγό με πάγο ή χωρίς πάγο.

Στη χώρα μας ο ΔΕΔΗΕ υπολογίζει το βάρος του πάγου με ακτίνα μέχρι 14 cm. Η συνολική επιφόρτιση του αγωγού είναι η συνισταμένη των τριών επιφορτίσεων, όπως φαίνεται στο σχήμα 9.

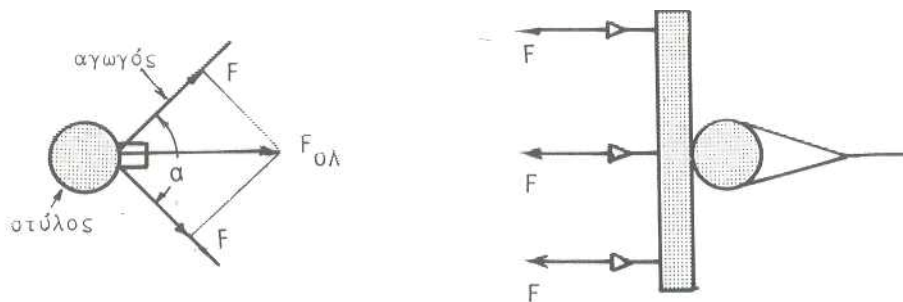


Σχήμα 9: Οι διάφορες επιφορτίσεις αγωγών εναέριων δικτύων
 Οριζόντιο βελάκι : επιφόρτιση ανέμου
 Κάθετο βελάκι : βάρος αγωγού καλυμμένου με πάγο
 Συνισταμένη αυτών : συνολική επιφόρτιση αγωγού.

Επίσης, πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η τάνυση των αγωγών, που μεταβάλλεται αρκετά με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. (Το καλοκαίρι αυξάνεται το βέλος σε σύγκριση με τον χειμώνα) .

1.6.3.3 Επιφόρτιση φορέων

Οι φορείς (μονωτήρες, βραχίονες κλπ) υπολογίζονται, ώστε να αντέχουν στις διάφορες επιφορτίσεις, που προέρχονται από τις συνολικές επιφορτίσεις των αγωγών και γίνονται ιδιαίτερα μεγάλες στις γωνίες και τα τέρματα. Οι δυνάμεις που ασκούνται σε αυτά φαίνονται στο σχήμα 10.



Σχήμα 10: Οι επιφορτίσεις των φορέων μιας γραμμής είναι ιδιαίτερα μεγάλες στις γωνίες και στα τέρματα

1.6.4 Μηχανικά χαρακτηριστικά εναέριων γραμμών

Η μηχανική σχεδίαση των εναέριων γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας υπόκειται σε ορισμένους κανόνες, οι οποίοι εξασφαλίζουν το απρόσιτο των αγωγών για το κοινό, αποβλέποντας στην ασφάλεια του. Οι βασικότερες απαιτήσεις της μηχανικής σχεδίασεως των γραμμών αφορούν στις ελάχιστες αποστάσεις των αγωγών από το έδαφος και από γειτονικά κτίσματα και στη μηχανική αντοχή των αγωγών, των μονωτήρων και των φορέων. Βάσει των δυνάμεων επιφόρτισης οι οποίες ασκούνται στις γραμμές μεταφοράς (το βάρος τους, η δύναμη του ανέμου και το βάρος του πάγου που τις καλύπτει), υπολογίζεται τόσο η καταπόνηση και, συνεπώς, η μηχανική αντοχή αγωγών και στηριγμάτων, όσο και η καμπύλη των αγωγών στο χώρο και οι αποστάσεις τους από το έδαφος.

1.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΚΑΙ ΒΕΛΟΥΣ ΑΓΩΓΩΝ

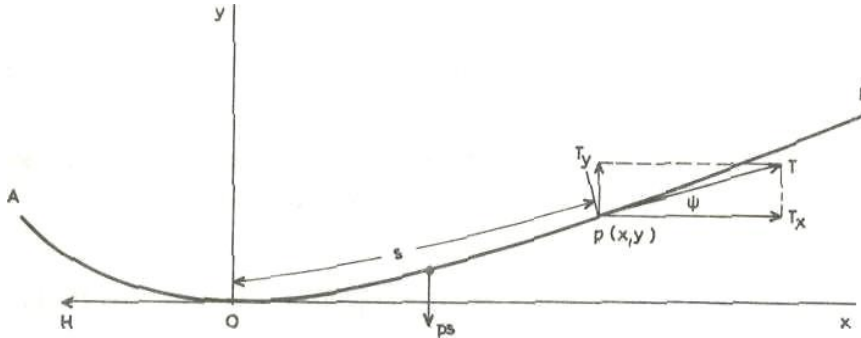
1.8.1 Γενική Περίπτωση

Έστω ότι αγωγός γραμμής βάρους p ανά μονάδα μήκους αναρτάται από τα σημεία A και B και έστω O το κατώτατο σημείο του αγωγού, δηλαδή το σημείο στο οποίο η καμπύλη γίνεται οριζόντια, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα 11. Έστω ένα σημείο P του αγωγού, με συντεταγμένες x και y στο σύστημα αξόνων του, το οποίο ορίζει ένα τμήμα OP μήκους s , κατά μήκος της καμπύλης του αγωγού και ϕ η γωνία, την οποία σχηματίζει η εφαπτόμενη της καμπύλης με την οριζόντια στο σημείο P . Οι δυνάμεις οι οποίες δρουν στο τμήμα OP είναι η οριζόντια τάση H στο O , η τάση T στο σημείο P , κατά την εφαπτόμενη της καμπύλης με συνιστώσες T_y και T_x , επίσης το βάρος ps του τμήματος OP , το οποίο εφαρμόζεται κατακόρυφα στο κέντρο βάρους του τμήματος OP . Δεδομένου ότι το τμήμα τού αγωγού βρίσκεται σε ισορροπία, τόσο οι οριζόντιες όσο και οι κατακόρυφες συνιστώσες των δυνάμεων είναι ίσες

μεταξύ τους δηλαδή :

$$H = T_x \quad (1.8.1-1 \alpha)$$

$$T_y = ps \quad (1.8.1-1 \beta)$$



Σχήμα 11: Καμπύλη αγωγού γραμμής με επίδραση του βάρους του

Η σχέση η πρώτη δείχνει ότι η οριζόντια συνιστώσα της τάσεως T_x , είναι σταθερή σε όλο το μήκος της γραμμής. Θα είναι επίσης:

$$\frac{T_y}{T_x} = \varepsilon \phi \Psi \quad (1.8.1-2)$$

Είναι όμως: $\varepsilon \phi \Psi = \frac{dy}{dx}$ Οπότε: $\frac{dy}{dx} = \frac{T_y}{T_x} = \frac{ps}{H}$ (1.8.1-3)

Το στοιχειώδες μήκος της καμπύλης στο σημείο P είναι:

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} \quad (1.8.1-4)$$

Οπότε:

$$\frac{ds}{dx} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} = \sqrt{1 + \frac{p^2 s^2}{H^2}} \quad \text{ή} \quad dx = \frac{ds}{\sqrt{1 + \frac{p^2 s^2}{H^2}}} \quad (1.8.1-5)$$

Ολοκληρώνοντας και τα δύο μέλη της εξίσωσης (1.8.1-5) ισχύει:

$$x + C = \frac{H}{p} \sinh^{-1}\left(\frac{ps}{H}\right) \quad (1.8.1-6)$$

όπου C η σταθερά της ολοκλήρωσης. Για $s=0$, $x=0$ οπότε $C=0$, και επιλύοντας ως προς s την εξ. (1.8.1-6) προκύπτει:

$$s = \frac{H}{p} \sinh\left(\frac{px}{H}\right) \quad (1.8.1-7)$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (1.8.1-3) το s με την τιμή αυτής της σχέσης (1.8.1-7) προκύπτει:

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{H}{p} \sinh\left(\frac{px}{H}\right) \Rightarrow y = \int \sinh\left(\frac{px}{H}\right) dx \Rightarrow \\ &\Rightarrow y = \frac{H}{p} \cosh\left(\frac{px}{H}\right) + D \end{aligned} \quad (1.8.1-8)$$

όπου D μία άλλη σταθερά ολοκλήρωσης. Στο σημείο O είναι $x=0$ και $y=0$, οπότε για το σημείο αυτό η εξίσωση (1.8.1-8) γίνεται:

$$0 = \frac{H}{p} + D \Rightarrow D = -\frac{H}{p} \quad (1.8.1-9)$$

Επομένως η εξίσωση της καμπύλης της γραμμής είναι:

$$y = \frac{H}{p} \left[\cosh\left(\frac{px}{H}\right) - 1 \right] \quad (1.8.1-10)$$

Η καμπύλη αυτή καλείται αλυσοειδής.

Η συνολική τάση T στο σημείο P είναι βάσει των εξισώσεων (1.8.1-1α), (1.8.1-1β) και (1.8.1-7),

$$T = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} = \sqrt{H^2 + H^2 \sinh^2\left(\frac{px}{H}\right)} \quad (1.8.1-11)$$

$$= \sqrt{H^2 \cosh^2\left(\frac{px}{H}\right)} \Rightarrow$$

$$T = H \cosh\left(\frac{px}{H}\right) \quad (1.8.1-12)$$

Εάν τα σημεία αναρτήσεως της γραμμής A, B βρίσκονται στο ίδιο ύψος και η μεταξύ τους οριζόντια απόσταση είναι $2l$, τότε στα σημεία αυτά στα οποία $\chi=\pm l$ θα είναι:

$$T = H \cosh\left(\frac{pl}{H}\right) \quad (1.8.1-13)$$

Η τάση του αγωγού στα σημεία αναρτήσεως στα οποία αυτή είναι και μεγαλύτερη από κάθε άλλο σημείο της γραμμής, καλείται τάνυση των αγωγών. Βέλος της γραμμής καλείται η τιμή του y στα σημεία A ή B και δίνεται από την εξίσωση (1.8.1-10) για $\chi=l$:

$$d = \frac{H}{p} \left[\cosh\left(\frac{pl}{H}\right) - 1 \right] \quad (1.8.1-14)$$

Το συνολικό μήκος του αγωγού προκύπτει από την εξίσωση (1.8.1-7) και είναι:

$$s = 2\left(\frac{H}{p}\right) \sinh\left(\frac{pl}{H}\right) \quad (1.8.1-15)$$

Προσεγγιστικοί τύποι: Εάν η ποσότητα $\frac{p^2 l^2}{2H^2}$ είναι μικρή σε σύγκριση με την μονάδα, η T είναι σχεδόν ίση με την H. Η εξίσωση της αλυσοειδούς (1.78.1-10) μπορεί να αναπτυχθεί ως εξής:

$$y = \frac{H}{p} \left(1 + \frac{p^2 x^2}{2H^2} + \frac{p^4 x^4}{24H^4} + \dots - 1 \right) \Rightarrow$$

$$y = px^2/2H$$

Θεωρώντας: $T=H$ έχουμε $y=px^2/2T$ (1.8.1-16 α,β)

Επομένως το βέλος είναι:

$$d = \frac{pl^2}{2T} \quad (1.8.1-17)$$

Το μήκος του τόξου s προκύπτει από την εξίσωση (1.8.1-7) κατά παρόμοιο τρόπο:

$$s = \left(\frac{H}{p}\right) \left(\frac{px}{H} + \frac{p^3 x^3}{6H^3} + \dots \right) \Rightarrow s = \left(x + \frac{p^2 x^3}{6T^2} \right) \quad (1.8.1-18)$$

Το συνολικό μήκος του αγωγού είναι βάσει της (1.8.1-18):

$$S=2(l+p^2I^3/6T^2) \quad (1.8.1-19)$$

Οι προσεγγιστικοί τύποι (1.8.1-16 α,β) έως και (1.8.1-19) δίνουν ικανοποιητική ακρίβεια για τις περισσότερες των περιπτώσεων της πράξεως, στις οποίες το βέλος είναι λιγότερο από 10% του ανοίγματος της γραμμής.

Το σφάλμα λόγω χρησιμοποίησεως του προσεγγιστικού τύπου μπορεί να είναι 4%.

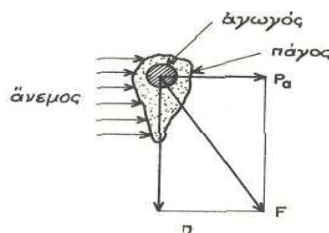
1.8.2 Επίδραση Ανέμου και Πάγου

Σε περιοχές στις οποίες η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πέφτει κάτω από 0⁰ C, σχηματίζονται συχνά στρώματα πάγου επάνω στους αγωγούς των γραμμών, τα οποία πολλές φορές έχουν σημαντικό πάχος και επιφάνεια. Η εξωτερική επιφάνεια την οποία προβάλλει ο αγωγός με το στρώμα του πάγου είναι αυξημένη και επομένως, εκτός από το πρόσθετο βάρος του πάγου ο αγωγός υφίσταται και αυξημένη δύναμη ανέμου. Κατά τον υπολογισμό του βέλους και της τανύσεως της γραμμής πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι πρόσθετες αυτές εξωτερικές καταπονήσεις.

Εάν το βάρος του πάγου είναι p_n ανά μέτρο, το συνολικό βάρος του αγωγού είναι $p+p_n$ ανά μέτρο. Εάν επίσης είναι p_a η δύναμη του ανέμου ανά τρέχον μέτρο αγωγού, η οποία υποτίθεται ότι δρα οριζόντια, τότε η συνολική δύναμη επί ενός μέτρου αγωγού θα είναι:

$$F = \sqrt{(p + p_n)^2 + p_a^2} \quad (1.8.2-1)$$

και θα δρα υπό γωνία ως προς την κατακόρυφο, όπως φαίνεται και από το ακόλουθο σχήμα 12.



Σχήμα 12: Συνολική δύναμη επί εναέριου αγωγού υπό την επίδραση πάγου και ανέμου

Ο αγωγός υπό την επίδραση της συνολικής δυνάμεως F τίθεται στο κεκλιμένο επίπεδο της δυνάμεως αυτής, αλλά διατηρεί το σχήμα αλυσσοειδούς καμπύλης με την σταθερά F στην θέση της ρ .

Εάν η συνολική διάμετρος του αγωγού είναι D εκατοστά και υποτεθεί ότι το στρώμα του πάγου έχει ομοιόμορφο ακτινικό πάχος K εκατοστά γύρω από τον αγωγό τότε, δεδομένου ότι το βάρος του πάγου είναι, περίπου 914 Kg/m^3 , το βάρος του πάγου ανά μέτρο αγωγού θα είναι:

$$p = 914 \cdot \pi \left[\left(\frac{D}{2} + K \right)^2 - \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right] \cdot 10^{-4} \Rightarrow$$

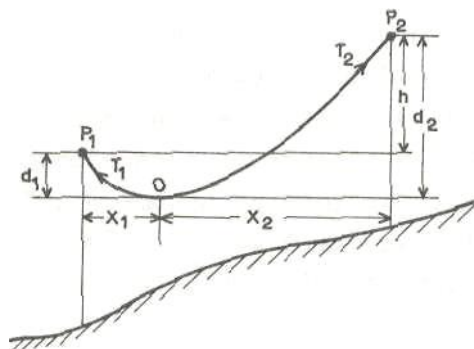
$$p = 0,287 \cdot K \cdot (D + K) \text{ Kg/m} \quad (1.8.2-2)$$

Η δύναμη του ανέμου ανά τρέχον μέτρο αγωγού, για πίεση ανέμου $u \text{ Kg/m}$, είναι:

$$p_a = u(D + 2K) \cdot 10^{-2} \text{ Kg/m} \quad (1.8.2-3)$$

1.8.3 Ανάρτηση Αγωγών σε Κεκλιμένο Επίπεδο

Το σχήμα 13 παριστάνει γραμμή αναρτημένη σε δύο σημεία P_1 και P_2 διαφορετικών υψομέτρων, των οποίων η υψομετρική διαφορά είναι h . Εάν το έδαφος δεν είναι πολύ απότομο θα υπάρξει ένα σημείο, στο οποίο ο αγωγός θα είναι οριζόντιος.



Σχήμα 13: Ανάρτηση γραμμής σε κεκλιμένο έδαφος.

Τότε η καμπύλη OP_1 είναι μία αλυσσοειδής ανοίγματος χ_1 , και η OP_2 είναι μία αλυσσοειδής ανοίγματος χ_2 . Οι εξισώσεις (1.8.1-13), (1.8.1-14) και (1.8.1.15) ισχύουν για κάθε μία πλευρά οπότε και είναι:

$$d_1 = \frac{H}{p} [\cosh(\frac{px_1}{H}) - 1] \quad (1.8.3-1 \alpha)$$

$$d_2 = \frac{H}{p} [\cosh(\frac{px_2}{H}) - 1] \quad (1.8.3-1 \beta)$$

$$T_1 = H \cosh(\frac{px_1}{H}) \quad (1.8.3-1 \gamma)$$

$$T_2 = H \cosh(\frac{px_2}{H}) \quad (1.8.3-1 \delta)$$

Προφανώς η μέγιστη τάνυση εφαρμόζεται στο υψηλότερο στήριγμα P_2 του σχήματος δεδομένου ότι το χ_2 είναι μεγαλύτερο από το χ_1 .

Γνωστά μεγέθη είναι τα p , h και η οριζόντια απόσταση μεταξύ των σημείων αναρτήσεως $\chi_1 + \chi_2$. Είναι συνεπώς:

$$d_2 - d_1 = \frac{H}{p} [\cosh(\frac{px_2}{H}) - \cosh(\frac{px_1}{H})] h$$

$$x_1 + x_2 = m$$

$$\text{και} \quad T = T_2 = H \cosh(\frac{px_2}{H}) \quad (1.8.3-2)$$

η οποία είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή της τάνυσης.

Οι τρεις εξισώσεις είναι αρκετές για τον προσδιορισμό των αγνώστων χ_1 , χ_2 και H από τα οποία μπορούν να βρεθούν το βέλος και η τάση. Αναλυτικά οι εξισώσεις μπορούν να επιλυθούν με την μέθοδο των διαδοχικών προσεγγίσεων και είναι χρήσιμη η εύρεση μιας προσεγγιστικής λύσεως, υποθέτοντας ότι η καμπύλη είναι παραβολή. Η προσεγγιστική λύση βρίσκετε ως ακολούθως:

Είναι:

$$d_1 = \frac{px_1^2}{2T} \quad d_2 = \frac{px_2^2}{2T} \quad T = H$$

$$d_2 - d_1 = h = (\frac{p}{2T})(x_2^2 + x_1^2)$$

$$= \left(\frac{p}{2T}\right)(x_2 + x_1)(x_2 - x_1) = \left(\frac{pm}{2T}\right)(x_2 - x_1) \quad (1.8.3-3)$$

Οπότε λοιπόν έχουμε:

$$x_2 - x_1 = \frac{2Th}{pm}$$

$$x_2 = \frac{1}{2}m + \frac{Th}{pm} \quad \text{και} \quad x_1 = \frac{1}{2}m - \frac{Th}{pm} \quad (1.8.3-4)$$

Έχοντας υπολογίσει, τα x_1 , x_2 από τις εξισώσεις (1.8.3-4), υπολογίζονται τα d_1 και d_2 από τις εξισώσεις (1.8.3-3).

1.9 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι αγωγοί αλουμινίου, όπως έχει ήδη αναφερθεί, χρησιμοποιούνται κατ' εξοχήν σε εφαρμογές εναέριων γραμμών μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι υψηλότερης αντοχής αγωγοί, οι ACSR, χρησιμοποιούνται σε μεγάλης έκτασης έργα, όπως π.χ. για τη διάσχιση ποταμών και οροσειρών, και γενικότερα σε εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν πολύ μεγάλα ανοίγματα σύλων. Το πλεονέκτημα των ACSR καλωδίων είναι ότι έχουν μεγάλη αντοχή σε εφελκυσμό και είναι ελαφριά, το οποίο σημαίνει ότι χρειάζονται λιγότερα στηρίγματα για μεγαλύτερη καλυπτόμενη έκταση. Τα ACSR είναι διαθέσιμα με διάφορα ποσοστά χαλύβδινου πυρήνα πετυχαίνοντας έτσι ποικίλες αντοχές επιφορτίσεων. Επίσης, ένα άλλο πλεονέκτημα αυτού του αγωγού είναι ότι η επιθυμητή αντοχή μπορεί να επιτευχθεί χωρίς απώλεια ικανότητας μεταφοράς του ηλεκτρικού ρεύματος.

Τα AAC καλώδια χρησιμοποιούνται κυρίως σε αστικές περιοχές, όπου η χωρητικότητα είναι περιορισμένη και τα στηρίγματα είναι πιο κοντά μεταξύ τους. Το πλεονέκτημα αυτού του είδους καλωδίων είναι ότι έχουν υψηλό βαθμό αντίστασης στη διάβρωση, και γι αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται ευρέως και σε παράκτιες περιοχές. Οι AAC αγωγοί αναπτύχθηκαν ως συνέπεια της γαλβανικής διάβρωσης στην οποία οι ACSR ήταν ευπαθείς.

Οι AAAC αγωγοί χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ισχύος στα εναέρια δίκτυα, τα οποία απαιτούν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή απ' ό τι οι αγωγοί AAC. Επιπλέον, οι AAAC αγωγοί, σε σύγκριση με τους AAC, έχουν καλύτερα χαρακτηριστικά ανάρτησης και μεγαλύτερη αντοχή στην αναλογία βάρους. Τέλος, τα AAAC καλώδια έχουν χαμηλότερο βάρος ανά μονάδα μήκους και ελαφρώς χαμηλότερη αντίσταση ανά μονάδα μήκους από τα ACSR.

1.10 ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΓΩΓΩΝ

Η επιλογή ή η ανάπτυξη αγωγών για τις γραμμές μεταφοράς και διανομής έχει γίνει μία απαιτητική λειτουργία τόσο από τεχνικής όσο και από οικονομικής άποψης. Η επιλογή του τύπου και της διάστασης του αγωγού που ταιριάζει καλύτερα σε μια συγκεκριμένη γραμμή απαιτεί λεπτομερή γνώση των χαρακτηριστικών των τύπων αγωγών που διατίθενται στο εμπόριο. Για μια βέλτιστη επιλογή θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα στοιχεία:

- Ηλεκτρική αγωγιμότητα και θερμική συμπεριφορά
- Θερμικά όρια φορτίου
- Οικονομία της μετάδοσης
- Μηχανική αντοχή του αγωγού
- Μηχανικό φορτίο και καμπύλες τάσης - παραμόρφωσης
- Τα χαρακτηριστικά πλαστικής παραμόρφωσης των μετάλλων και η συντελούμενη αύξηση του βέλους κάμψης, καθώς επίσης και η
- Συμπεριφορά υπό μηχανικές δονήσεις και η εξασθένιση της αντοχής.

1.11 ΠΡΟΤΥΠΑ

Πολλοί διαφορετικοί τύποι αγωγών έχουν χρησιμοποιηθεί από όταν εγκαταστάθηκαν αρχικά οι εναέρια γραμμές. Σε πολλές βιομηχανικές χώρες υπάρχουν πρότυπα για τους αγωγούς και επίσης διεθνή από την IEC και την CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization). Τα αμερικανικά πρότυπα (US) είναι επίσης διαδεδομένης χρήσης. Τα πρότυπα EN αντικατέστησαν τα εθνικά πρότυπα που ήταν έγκυρα μέχρι τώρα στις ευρωπαϊκές χώρες π.χ. στη Γερμανία τα πρότυπα αγωγών της σειράς DIN 48200. Από τα πρότυπα ο κατάλληλος αγωγός μπορεί να επιλεγεί για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Εκτός αυτού, ειδικοί εναέριοι αγωγοί μπορούν επίσης να κατασκευαστούν, όποτε κρίνεται απαραίτητο. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι AAAC αγωγοί υπόκεινται στα πρότυπα IEC 1089, DIN48201 και BS3242.

ΣΚΟΠΟΣ

2. ΣΚΟΠΟΣ

Το βέλος κάμψης των αγωγών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Με άνοδο της θερμοκρασίας οι αγωγοί διαστέλλονται, το βέλος κάμψης τους μεγαλώνει και η απόσταση του χαμηλότερου σημείου τους από το έδαφος μειώνεται. Για το λόγο αυτό ανάλογα με το είδος των αγωγών και της επιφόρτισής τους, καθορίζεται στους κανονισμούς του δημόσιου πάροχου ηλεκτρικής ενέργειας η αρχική τάνυση των αγωγών και το επιτρεπόμενο ύψος των αγωγών από οροφές και δώματα στη θερμοκρασία των 16 °C. Με βάση αυτό το ύψος στους 16 °C, υπολογίζεται από διαγράμματα που δίνονται στους κανονισμούς και το επιτρεπόμενο ύψος σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

Έχει συμβεί σε περίπτωση ατυχημάτων που εμπλέκονται αγωγοί να παρερμηνευθεί ο κανονισμός, να μην ληφθεί υπόψη η διαστολή των αγωγών, αλλά να θεωρείται ότι το επιτρεπόμενο ύψος ήταν στους 16 °C, με αποτέλεσμα η υπόθεση να οδηγείται στη δικαιοσύνη και να σπαταλείται άδικα δημόσιο χρήμα.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να γίνει ακριβής υπολογισμός για κάθε άνοιγμα στύλων, για τα διάφορα βασικά ανοίγματα, του ελάχιστου επιτρεπόμενου ύψους αγωγού ανάλογα με τη θερμοκρασία. Στη συγκεκριμένη εργασία, οι υπολογισμοί έγιναν για τον αγωγό τύπου AAAC (All Aluminium Alloy Conductors), για διαμέτρους 35 mm², 70 mm² και 185 mm² και για μέση κανονική επιφόρτιση.

Δημιουργήθηκε έτσι μια βάση δεδομένων, στην οποία θα μπορεί να ανατρέχει ο κάθε ενδιαφερόμενος και για κάθε περίπτωση εύκολα να αντλεί τις αντίστοιχες πληροφορίες.

Τέλος, τα αρχεία excel που αποτελούν τη βάση δεδομένων είναι αναγνώσιμα από πρόγραμμα που δημιουργήθηκε στα πλαίσια άλλης διπλωματικής εργασίας, για ακόμη ευκολότερη χρήση τους. Στο πρόγραμμα εισάγονται ως δεδομένα ο τύπος του αγωγού, η διάμετρός του και το αντίστοιχο άνοιγμα, και δίνεται ως έξοδος το διάγραμμα επιτρεπόμενου ύψους-θερμοκρασίας.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

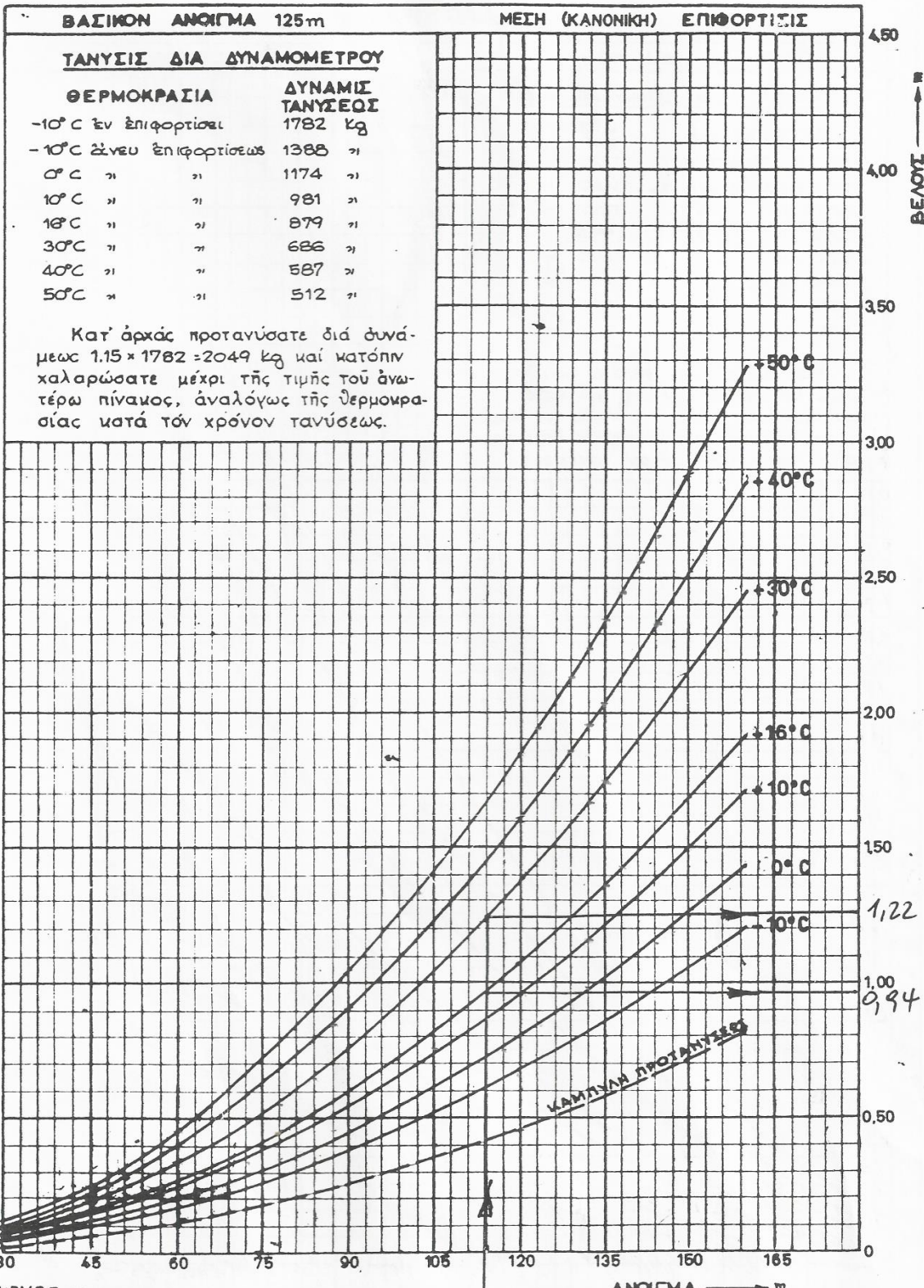
3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

3.1 Τεχνικά Φυλλάδια

Η διαδικασία υπολογισμού ξεκινάει από την ανάγνωση των τεχνικών φυλλαδίων του κανονισμού διανομής του δημόσιου πάροχου ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία βρίσκονται στο κεφάλαιο «τυποποιημένες κατασκευές διανομής», στην ενότητα για την τάνυση των αγωγών (CS). Περιέχουν πληροφορίες για τον αγωγό, οι οποίες αφορούν στον τύπο, στη διατομή, στο βασικό άνοιγμα και στην επιφόρτιση. Για παράδειγμα, τεχνικό φυλλάδιο CS-256, για τον αγωγό τύπου AAAC, διατομής 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και μέσης κανονικής επιφόρτισης. Στα φυλλάδια δίνεται επίσης και η δύναμη τανύσεως για θερμοκρασίες $-10 \text{ }^\circ\text{C}$, $0 \text{ }^\circ\text{C}$, $+10 \text{ }^\circ\text{C}$, $+16 \text{ }^\circ\text{C}$, $+30 \text{ }^\circ\text{C}$, $+40 \text{ }^\circ\text{C}$ και $+50 \text{ }^\circ\text{C}$. Το κυριότερο δεδομένο που παρέχεται, έχει να κάνει με το διάγραμμα βέλους κάμψης και άνοιγμα στύλων. Στον οριζόντιο άξονα είναι οι τιμές των ανοιγμάτων των στύλων, και στον κάθετο άξονα είναι οι αντίστοιχες τιμές του μήκους (γ_i) του βέλους κάμψης. Επιπλέον, σε κάθε διάγραμμα υπάρχουν οχτώ καμπύλες, οι οποίες είναι: η καμπύλη προτανύσεως και οι καμπύλες για θερμοκρασίες $-10 \text{ }^\circ\text{C}$, $0 \text{ }^\circ\text{C}$, $+10 \text{ }^\circ\text{C}$, $+16 \text{ }^\circ\text{C}$, $+30 \text{ }^\circ\text{C}$, $+40 \text{ }^\circ\text{C}$ και $+50 \text{ }^\circ\text{C}$. Ένα τέτοιο τεχνικό φυλλάδιο φαίνεται στο σχήμα 14.

CS-256

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΕΛΟΥΣ & ΠΙΝΑΞ ΔΥΝΑΜΕΩΝ
ΔΙΑ ΤΗΝ ΤΑΝΥΣΙΝ ΑΓΟΓΩΝ
ΑΑΑC 185 mm²



ΔΕΚΕΜΒΡ. 73

CS-256

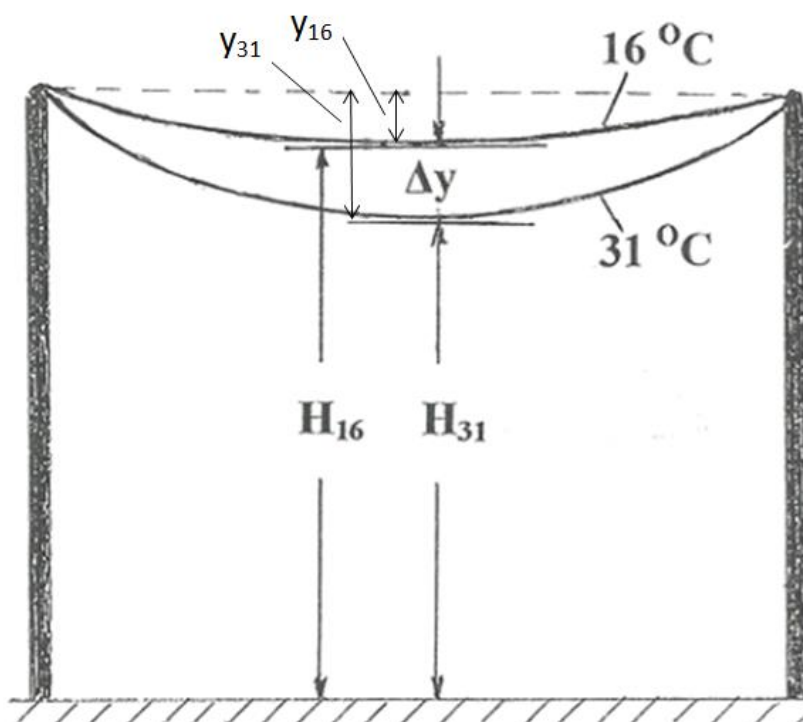
ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Σχήμα 14

3.2 Διαδικασία

Το πρώτο βήμα κατά τη διαδικασία υπολογισμού του ελάχιστου επιτρεπόμενου ύψους, είναι ο υπολογισμός του ύψους αναφοράς, δηλαδή του ύψους του αγωγού στους 16 °C, το οποίο συμβολίζεται με H_{16} . Σύμφωνα με τον κανονισμό, για ανοίγματα μέχρι 45 m το ύψος αναφοράς είναι 2,5 m. Για ανοίγματα μεγαλύτερα των 45 m ισχύει ότι, για κάθε επιπλέον μέτρο αυξάνεται το ύψος αναφοράς κατά ένα εκατοστό. Για παράδειγμα, για άνοιγμα 111 m, το ύψος αναφοράς είναι $H_{16} = 2,5 + (111 - 45) / 100 = 3,16$ m.

Το δεύτερο βήμα στη διαδικασία υπολογισμού αφορά στη δημιουργία ενός πίνακα. Στην πρώτη στήλη μπαίνουν οι προς εξέταση θερμοκρασίες 0 °C, +10 °C, +16 °C, +30 °C, +40 °C και +50 °C. Στη δεύτερη στήλη μπαίνει το βέλος των αγωγών για τις παραπάνω θερμοκρασίες. Αυτό προκύπτει από τα τεχνικά φυλλάδια του κανονισμού, όπου για κάθε τιμή ανοίγματος, από την αντίστοιχη καμπύλη θερμοκρασίας λαμβάνεται το αντίστοιχο βέλος κάμψης. Τα βέλη κάμψης συμβολίζονται με $\gamma_0, \gamma_{10}, \gamma_{16}, \gamma_{30}, \gamma_{40}$ και γ_{50} . Στην τρίτη στήλη μπαίνει η διαφορά του εκάστοτε βέλους με το βέλος αναφοράς των 16 °C, δηλαδή για παράδειγμα $\Delta\gamma = \gamma_{30} - \gamma_{16}$. Στην τελευταία στήλη, μπαίνει το ελάχιστο επιτρεπτό ύψος για κάθε θερμοκρασία, το οποίο προκύπτει από τον τύπο $H_i = H_{16} - \Delta\gamma$, όπου $i = 0, 10, 16, 30, 40, 50$. Όλα τα παραπάνω μεγέθη φαίνονται στο σχήμα 15.



Σχήμα 15

Το τρίτο και τελευταίο βήμα της διαδικασίας υπολογισμού έχει να κάνει με τη δημιουργία των διαγραμμάτων ελάχιστου επιτρεπτού ύψους γραμμής (σε m) σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος (σε °C). Αυτό πραγματοποιείται με τη

βοήθεια του προγράμματος Excel, όπου στον οριζόντιο άξονα μπαίνουν όλες οι προς εξέταση θερμοκρασίες και στον κατακόρυφο τα αντίστοιχα ύψη γραμμών που έχουν υπολογιστεί.

Παρακάτω, παρουσιάζονται ενδεικτικά έξι διαγράμματα από το κάθε βασικό άνοιγμα για τις τρεις διατομές του αγωγού AAAC (35 mm², 70 mm² και 185 mm²), καθώς όλα τα αποτελέσματα είναι διαθέσιμα μέσω του προγράμματος που έχει υλοποιηθεί. Να σημειωθεί ότι για τους υπολογισμούς που έγιναν, το βήμα που χρησιμοποιήθηκε για την εξέταση κάθε ανοίγματος είναι ανάλογο του εκάστοτε διαγράμματος. Έτσι, για τον αγωγό AAAC διατομής 35 mm², χρησιμοποιήθηκε βήμα δύο μέτρων για τα βασικά ανοίγματα των 75 m και 100 m, βήμα τριών μέτρων για το άνοιγμα των 125 m και βήμα τεσσάρων μέτρων για το άνοιγμα των 150 m. Για τον αγωγό AAAC διατομής 70 mm², χρησιμοποιήθηκε βήμα δύο μέτρων για τα βασικά ανοίγματα των 75 m και 100 m, βήμα τριών μέτρων για το άνοιγμα των 125 m και βήμα τεσσάρων μέτρων για τα ανοίγματα των 150 m, 175 m και 200 m. Για τον αγωγό AAAC διατομής 185 mm², χρησιμοποιήθηκε βήμα δύο μέτρων για τα βασικά ανοίγματα των 75 m και 100 m, βήμα τριών μέτρων για το άνοιγμα των 125 m, βήμα τεσσάρων μέτρων για τα ανοίγματα των 150 m, 175 m και 200 m, βήμα έξι μέτρων για τα ανοίγματα των 225 m, 250 m, 275 m, 300 m, 325 m, 350 m και 37 5m, και βήμα οχτώ μέτρων για τα ανοίγματα των 400 m και 425 m.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

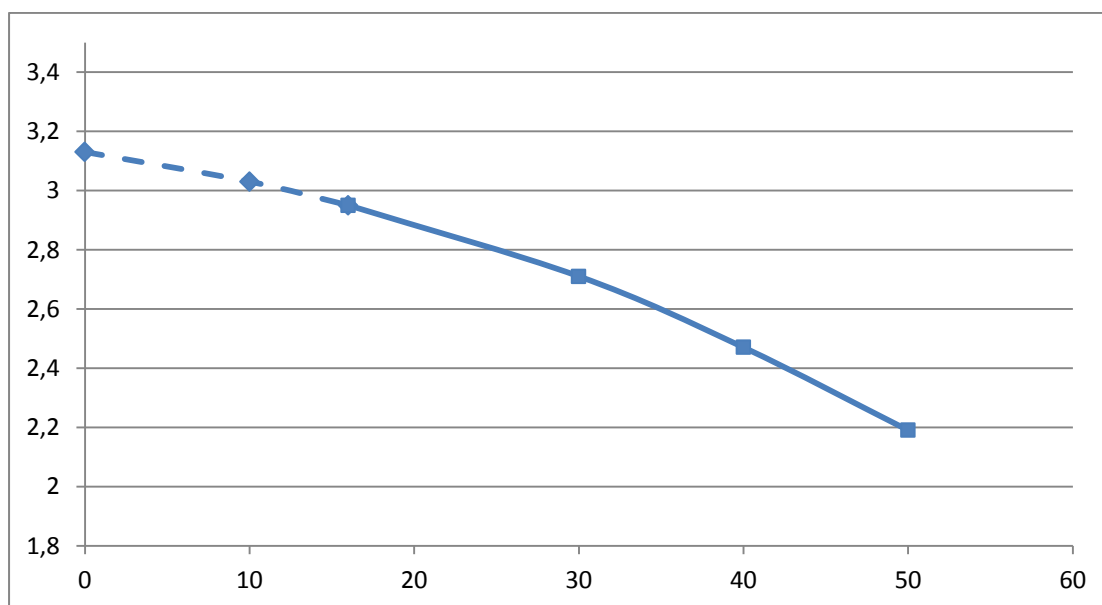
Στις παραγράφους 4.1, 4.2 και 4.3 παρουσιάζονται τα διαγράμματα ελάχιστου επιτρεπόμενου ύψους-θερμοκρασίας, για τον αγωγό AAAC, για διαμέτρους 35 mm², 70 mm² και 185 mm² αντίστοιχα. Να επισημανθεί ότι η περιοχή των αποδεκτών τιμών είναι αυτή πάνω από την καμπύλη των διαγραμμάτων, ενώ κάτω από αυτή είναι οι απαγορευμένες τιμές. Επίσης, το διακεκομμένο τμήμα των καμπυλών, το οποίο περιλαμβάνει τις θερμοκρασίες από 0 °C μέχρι 16 °C, υποδεικνύει ότι σε αυτό το εύρος θερμοκρασιών ο αγωγός υφίσταται συστολή σε σχέση με τη θερμοκρασία αναφοράς του κανονισμού, δηλαδή τους 16 °C. Οι παραπάνω επισημάνσεις ισχύουν για όλα τα διαγράμματα που θα παρουσιαστούν σε αυτή την ενότητα.

4.1 ΑΓΩΓΟΣ AAAC ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ 35mm²

4.1.1 Βασικό Άνοιγμα 75m

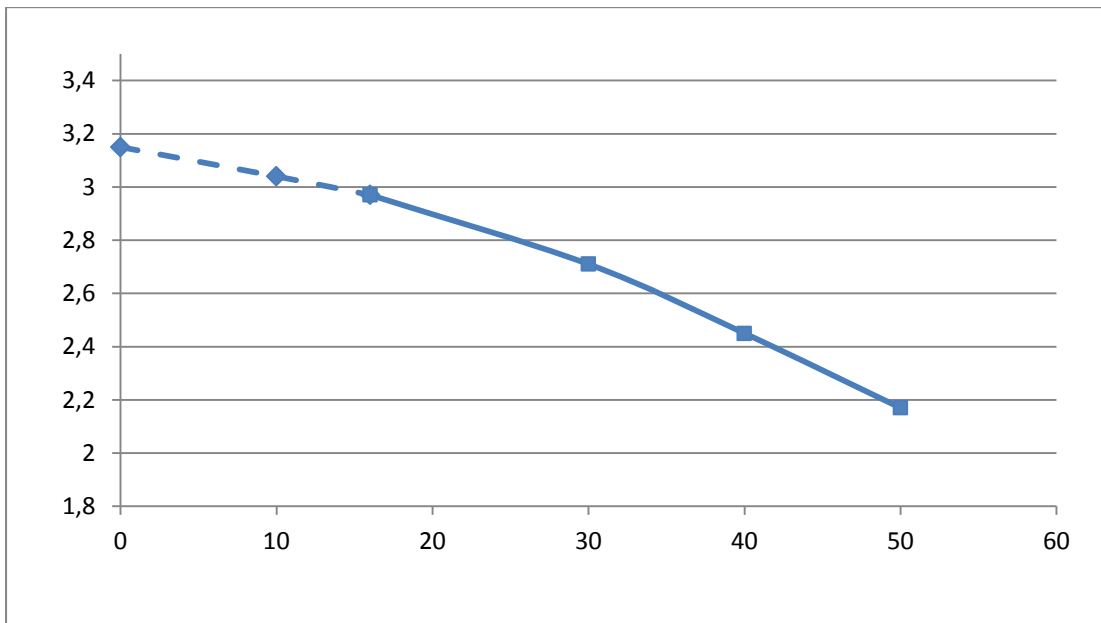
Στα σχήματα 16 έως 21 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 35 mm² με βασικό άνοιγμα 75 m, για ανοίγματα 90 m, 92 m, 94 m, 96 m, 98 m και 100 m αντίστοιχα.

Άνοιγμα: 90m



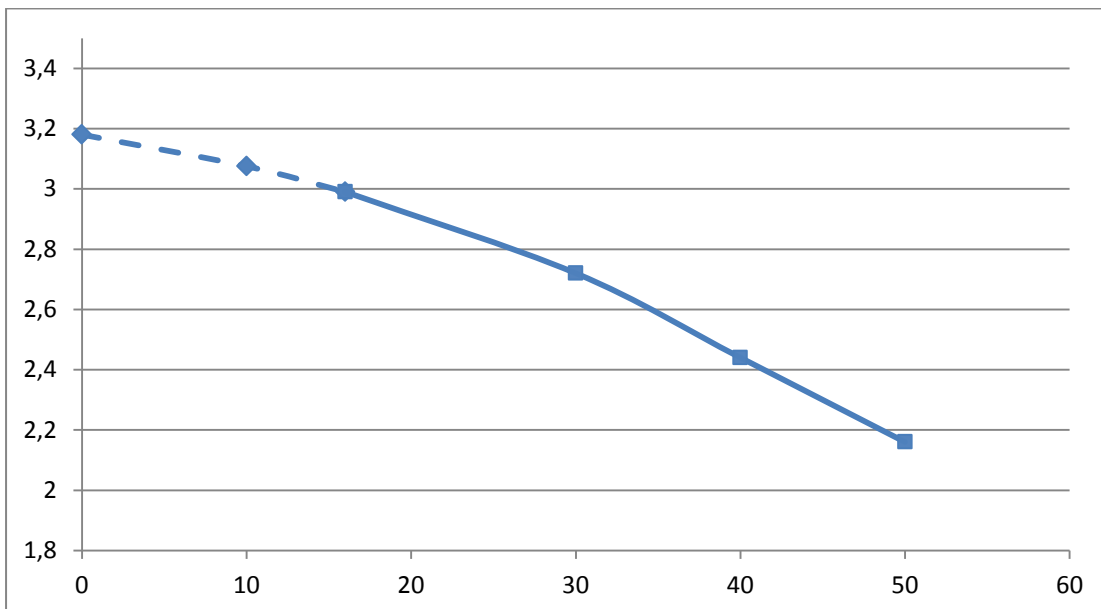
Σχήμα 16: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 90 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 92m



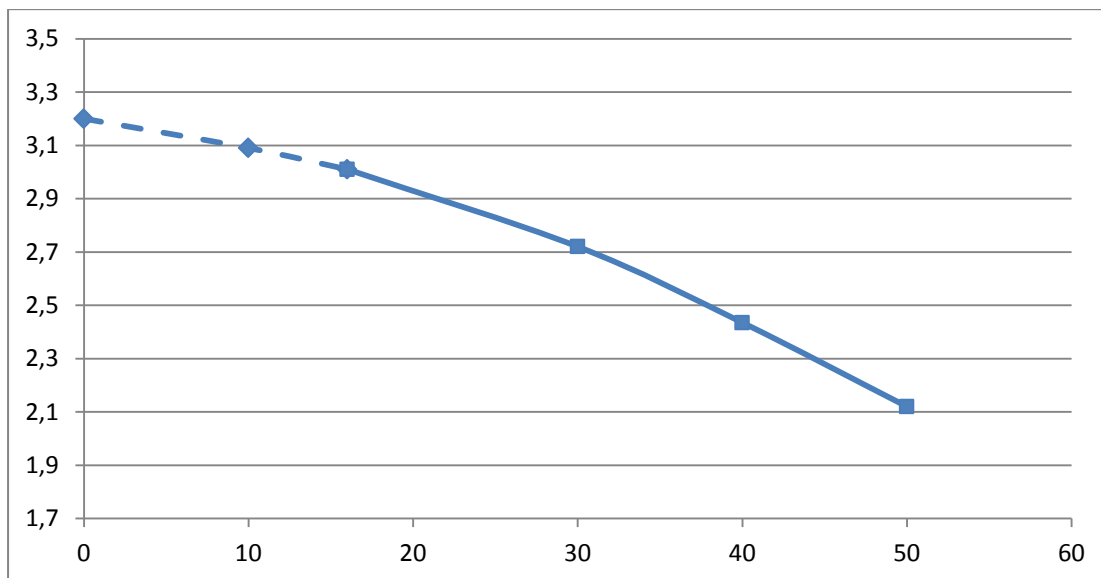
Σχήμα 17: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 92 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 94m



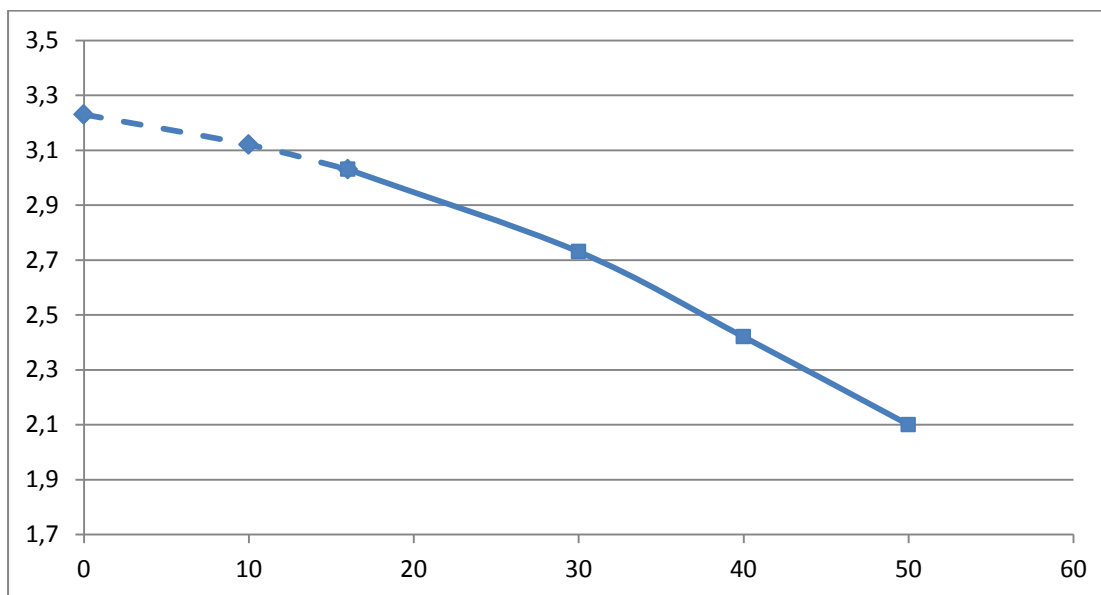
Σχήμα 18: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 94 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 96m



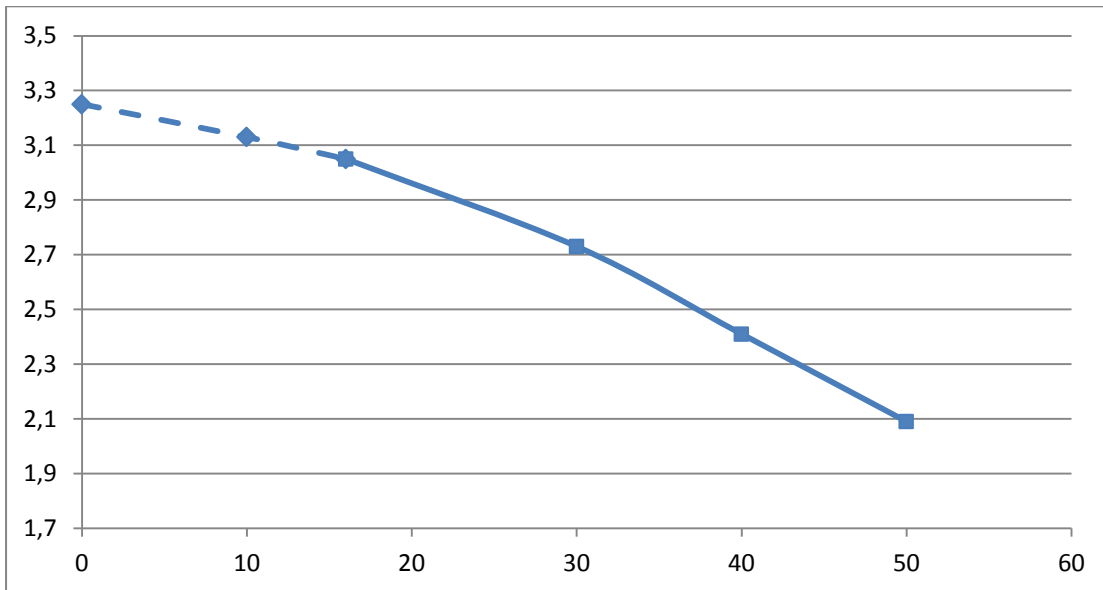
Σχήμα 19: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 96 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 98m



Σχήμα 20: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 98 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 100m

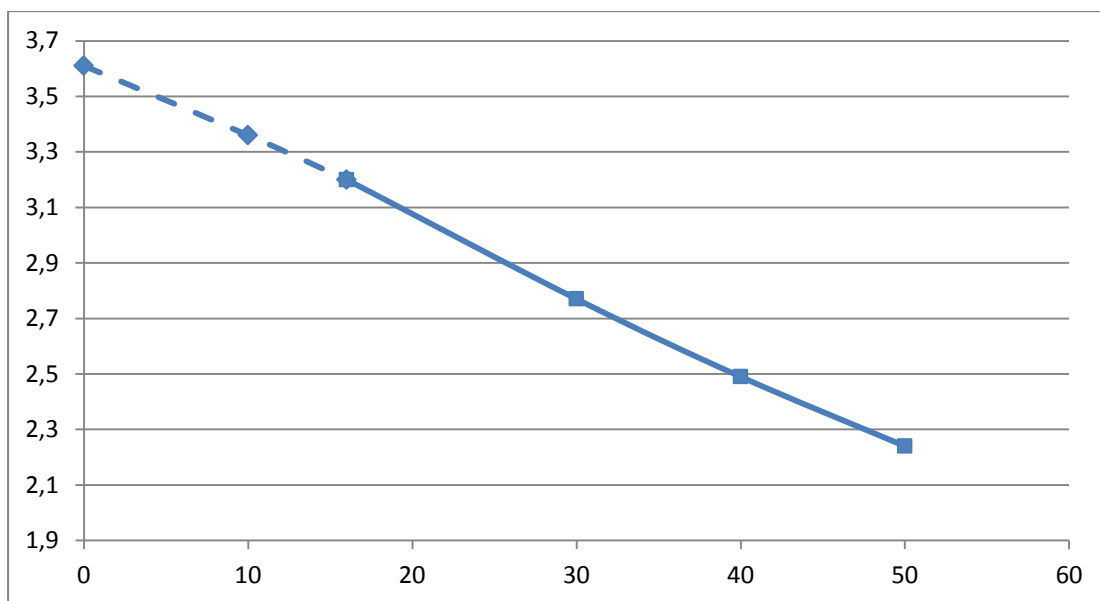


Σχήμα 21: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 100 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.1.2 Βασικό Άνοιγμα 100m

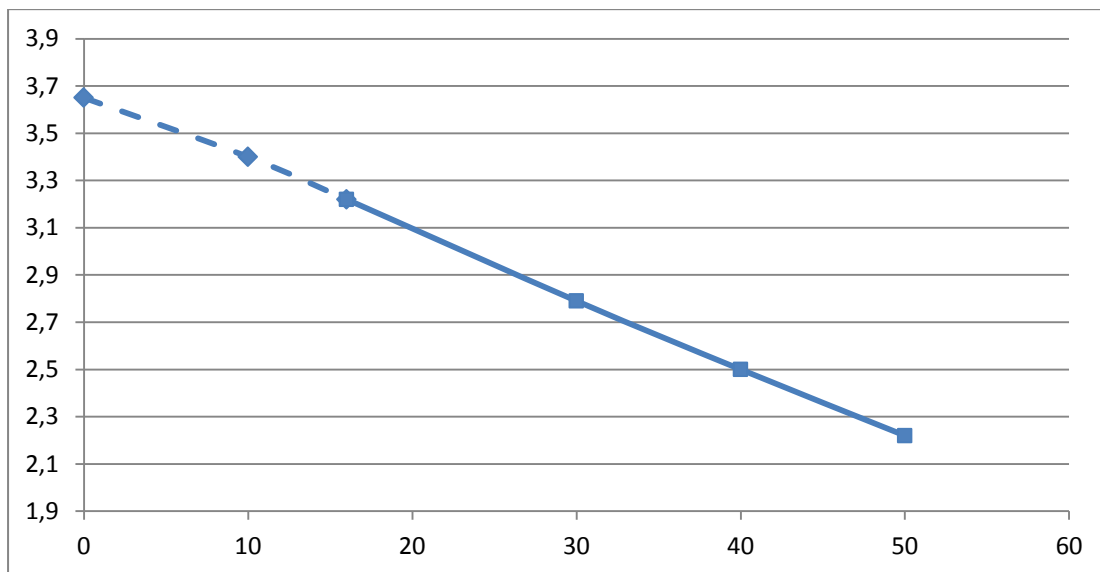
Στα σχήματα 22 έως 27 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 35 mm² με βασικό άνοιγμα 100 m, για ανοίγματα 115 m, 117 m, 119 m, 121 m, 123 m και 125 m.

Άνοιγμα: 115m



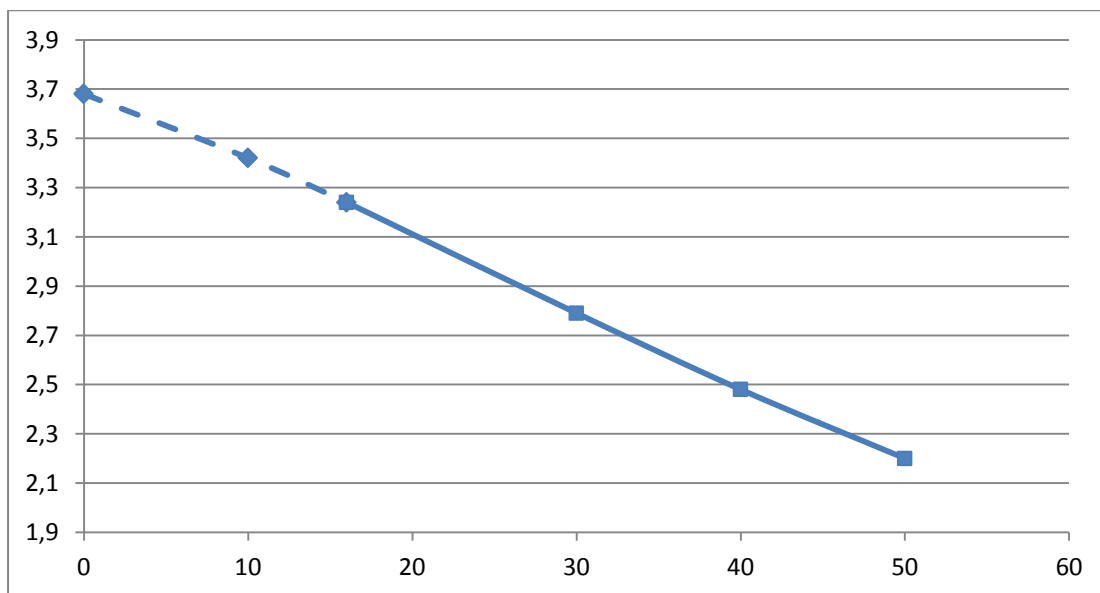
Σχήμα 22: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 115 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 117m



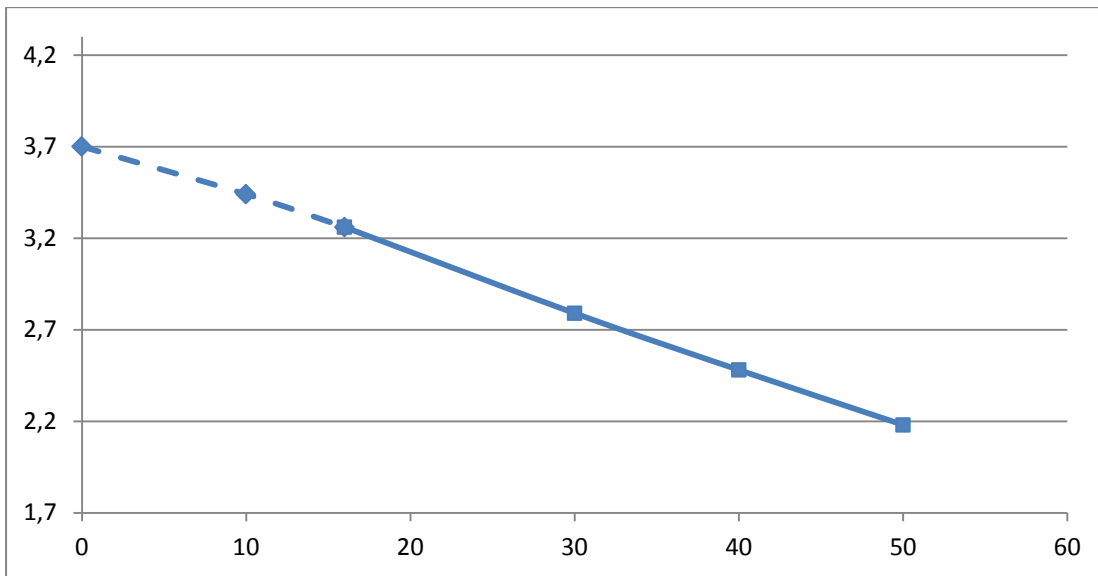
Σχήμα 23: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 117 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 119m



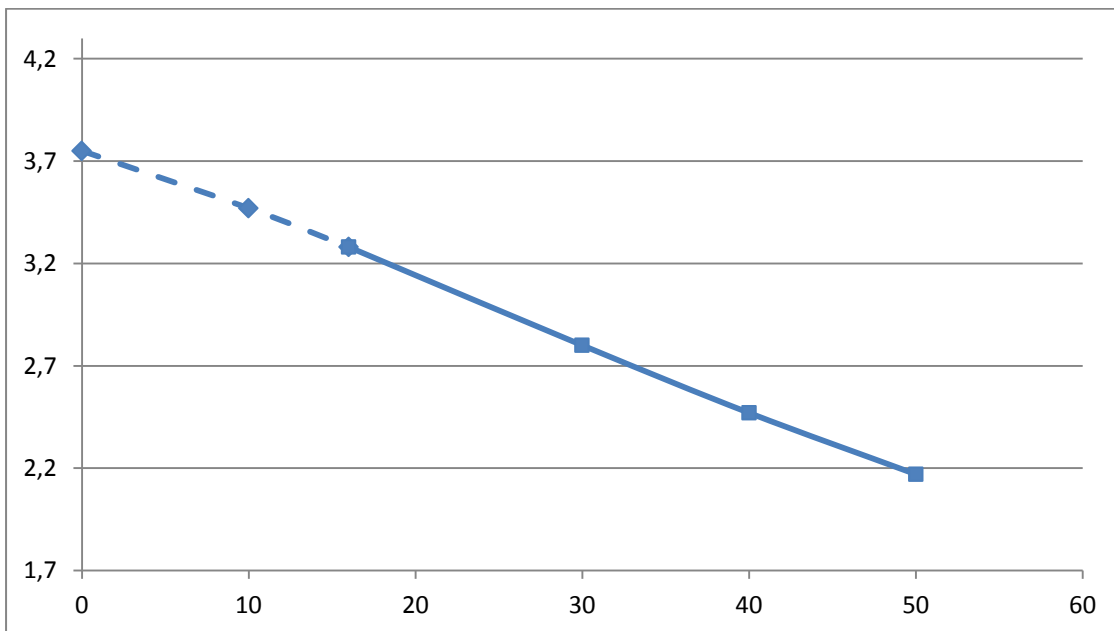
Σχήμα 24: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 119 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 121m



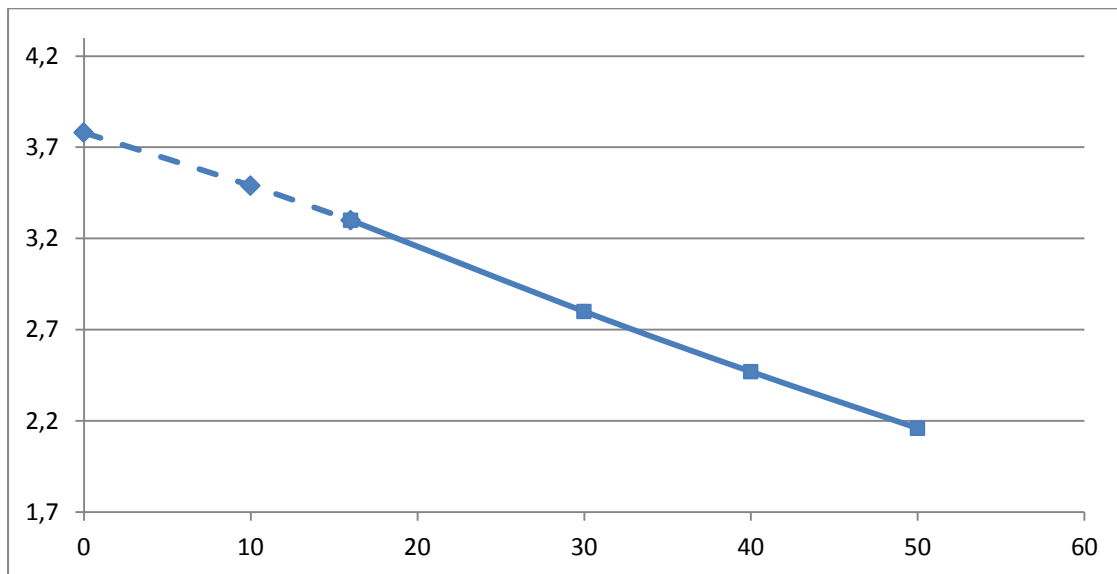
Σχήμα 25: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 121 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 123m



Σχήμα 26: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 123 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 125m

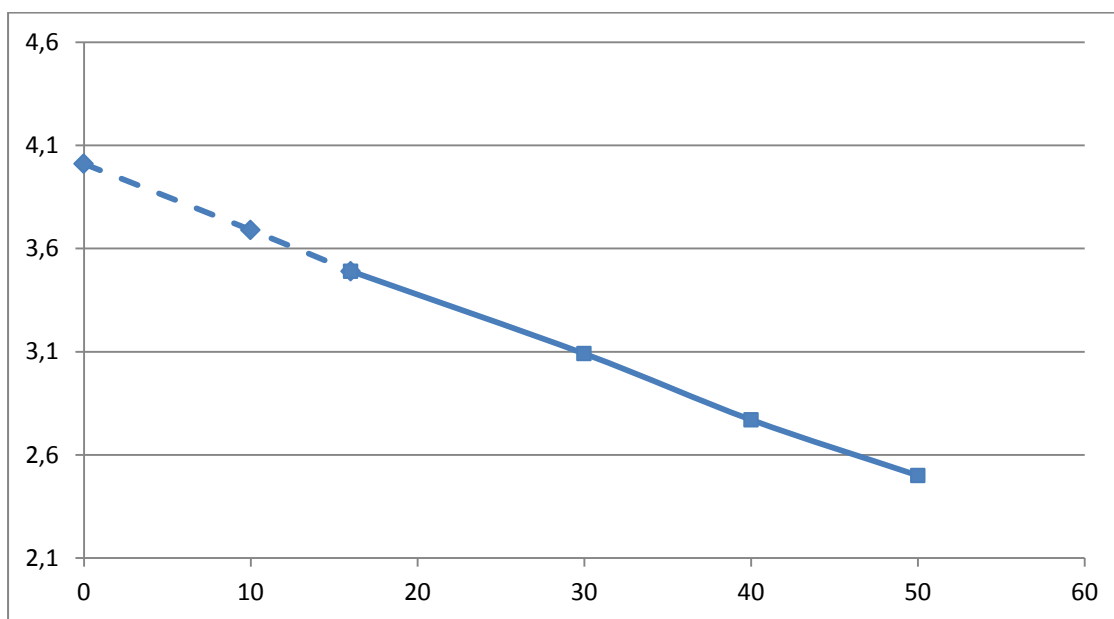


Σχήμα 27: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 125 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.1.3 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125m

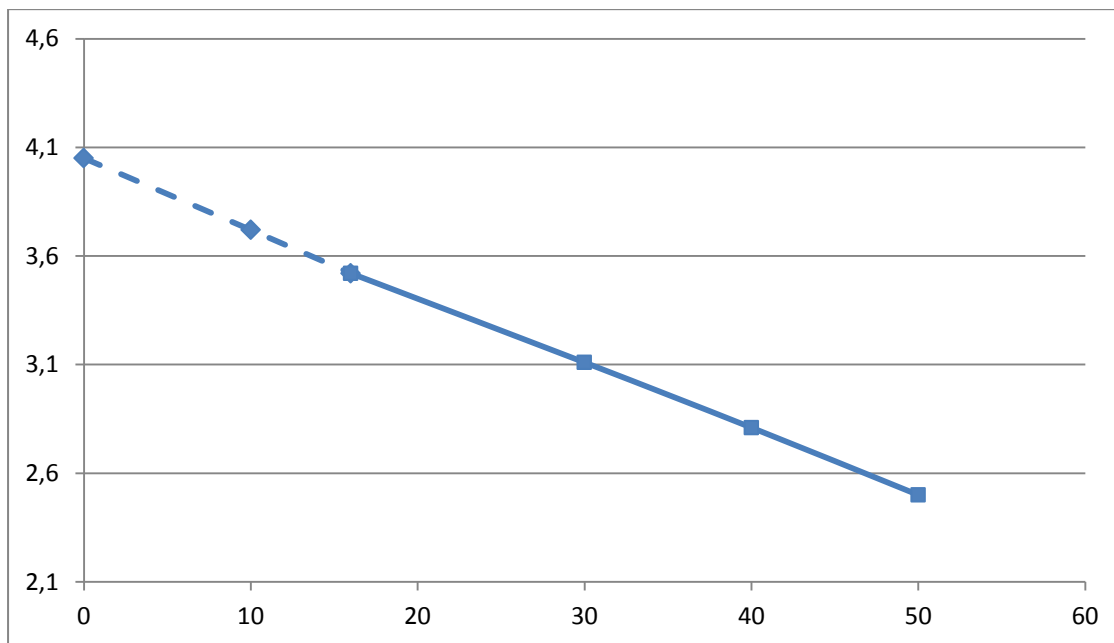
Στα σχήματα 28 έως 33 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 35 mm² με βασικό άνοιγμα 125 m, για ανοίγματα 144 m, 147 m, 150 m, 153 m, 156 m και 159 m.

Άνοιγμα: 144m



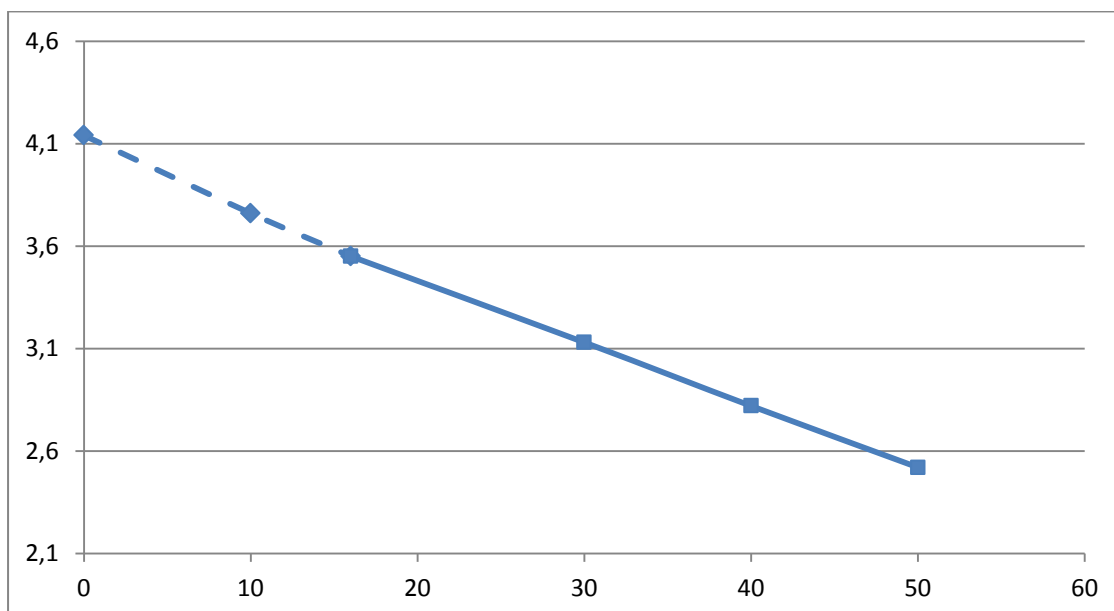
Σχήμα 28: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 144 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 147m



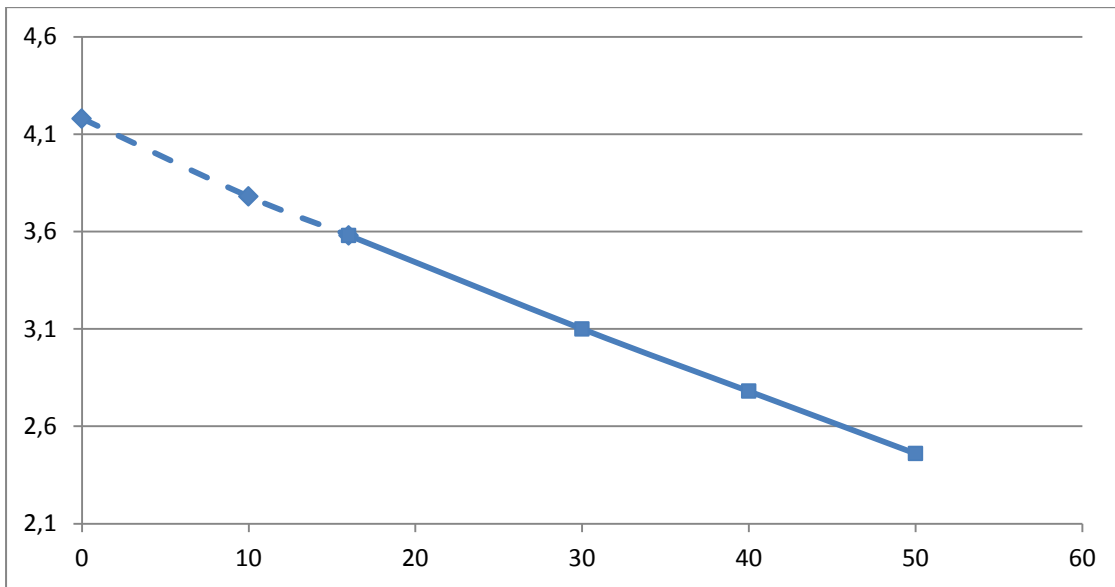
Σχήμα 29: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 147 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 150m



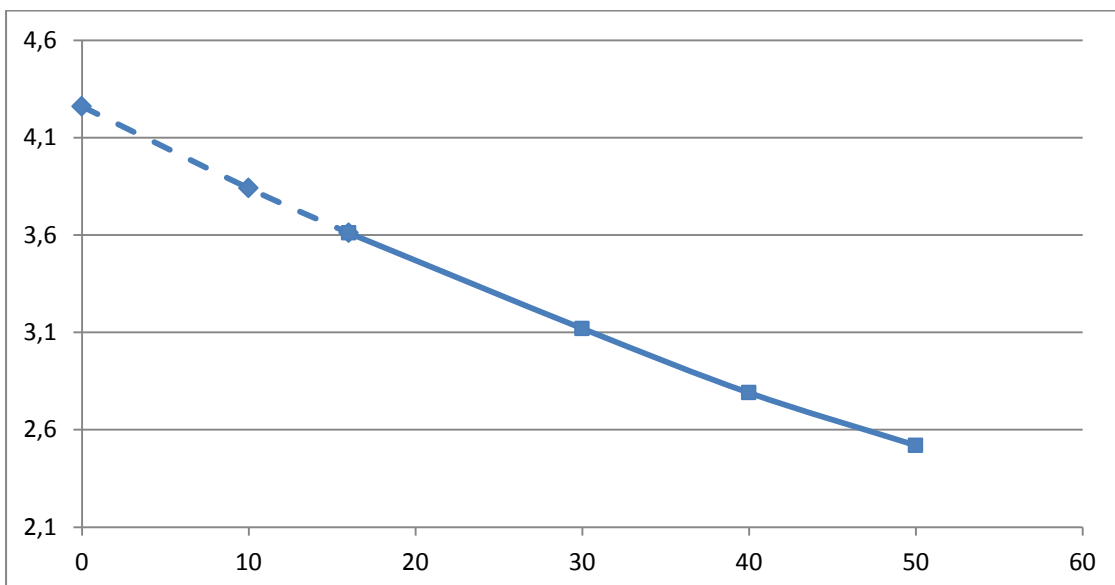
Σχήμα 30: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 150 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 153m



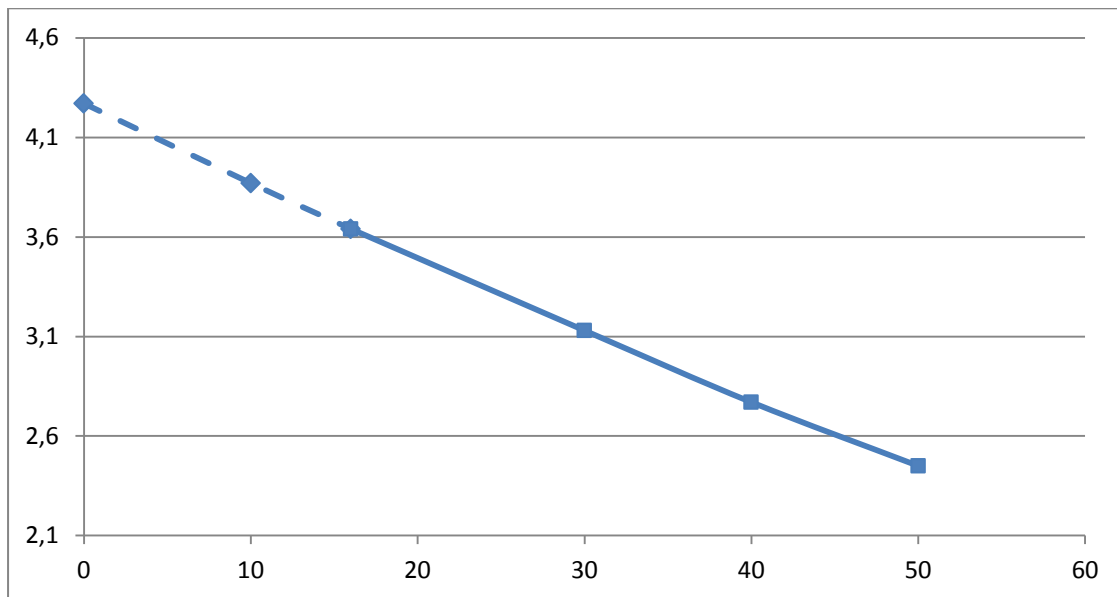
Σχήμα 31: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 153 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 156m



Σχήμα 32: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 156 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 159m

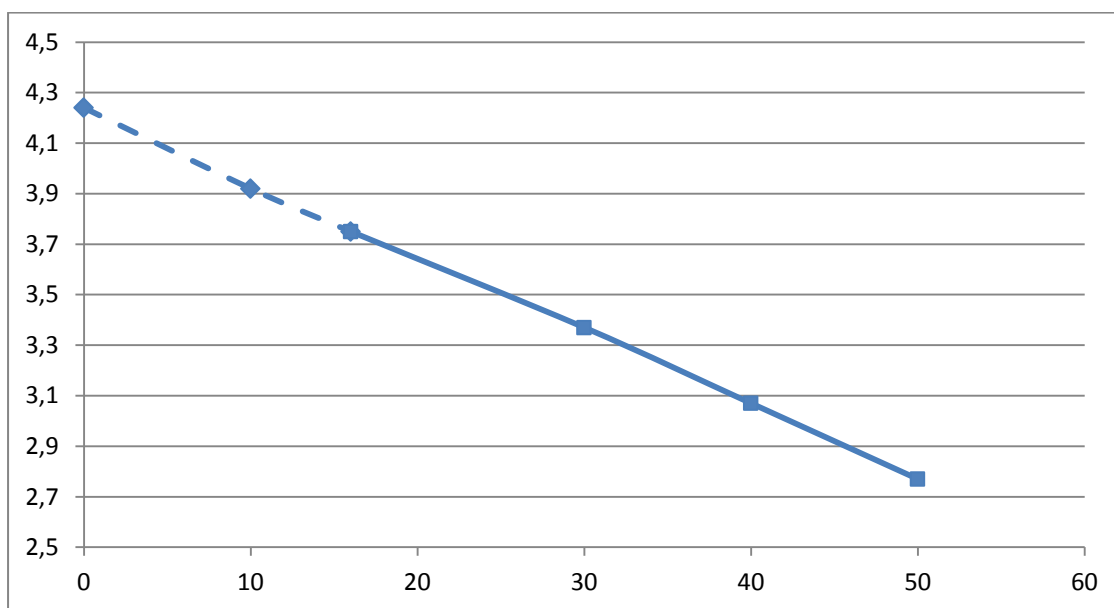


Σχήμα 33: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 159m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.1.4 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150m

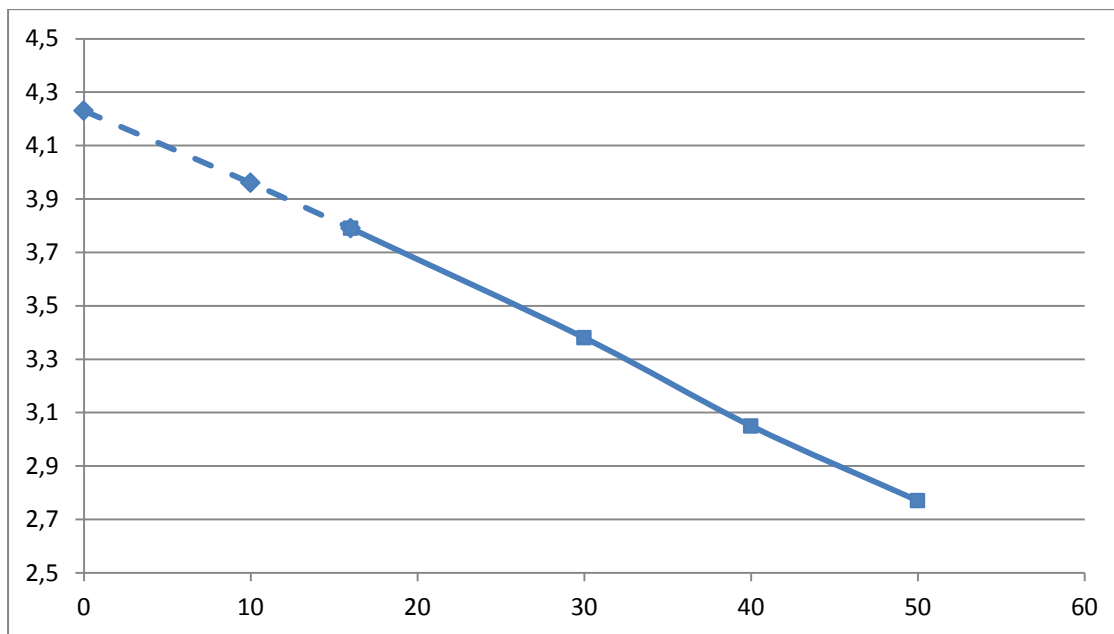
Στα σχήματα 34 έως 39 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 35 mm² με βασικό άνοιγμα 125 m, για ανοίγματα 170 m, 174 m, 178 m, 182 m, 186 m και 190 m.

Άνοιγμα: 170m



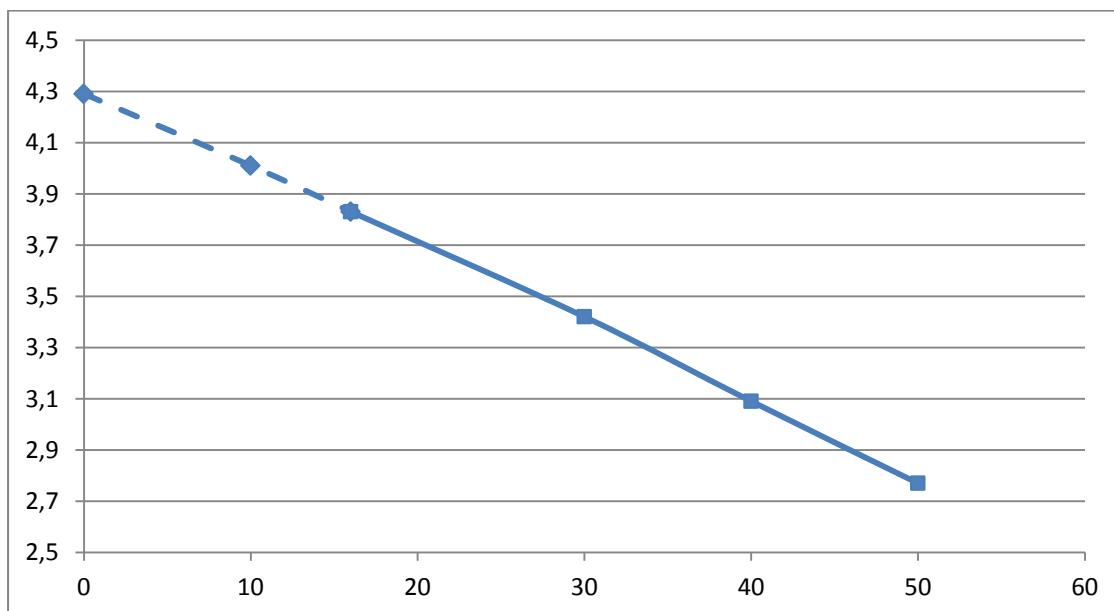
Σχήμα 34: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 170m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 174m



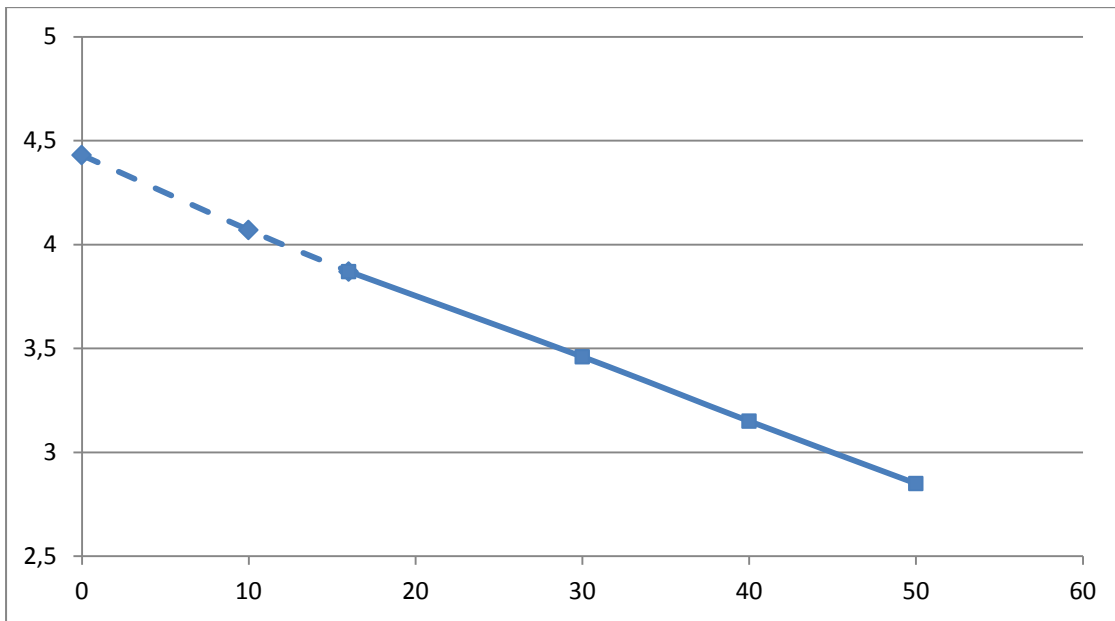
Σχήμα 35: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 174m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 178m



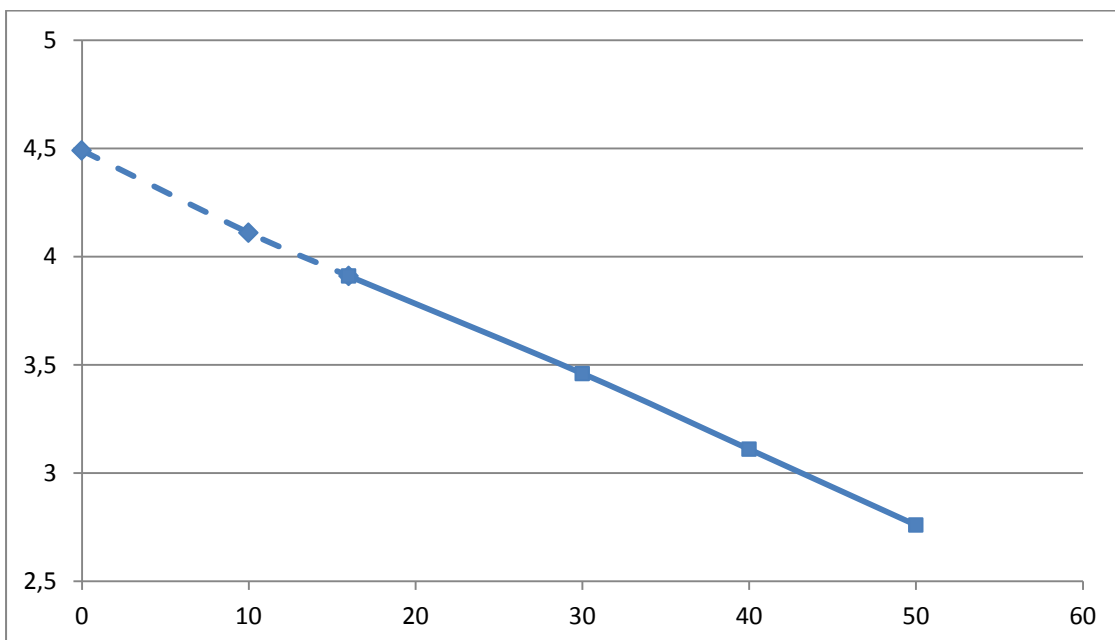
Σχήμα 36: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm², με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 178m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 182m



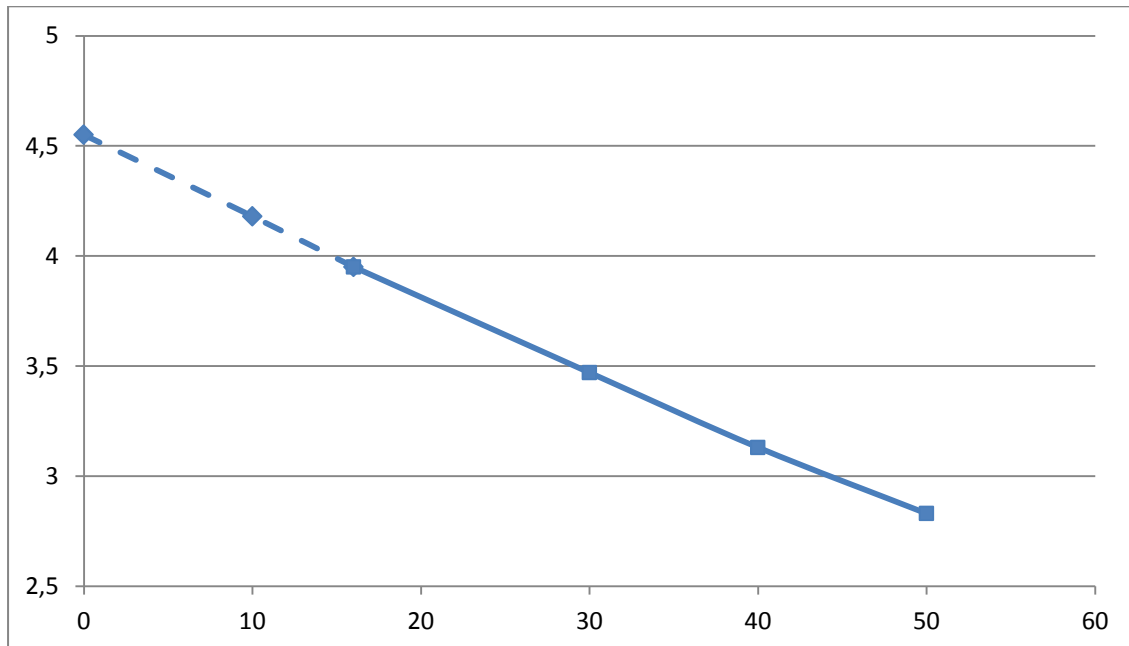
Σχήμα 37: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 182m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 186m



Σχήμα 38: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 186m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 190m



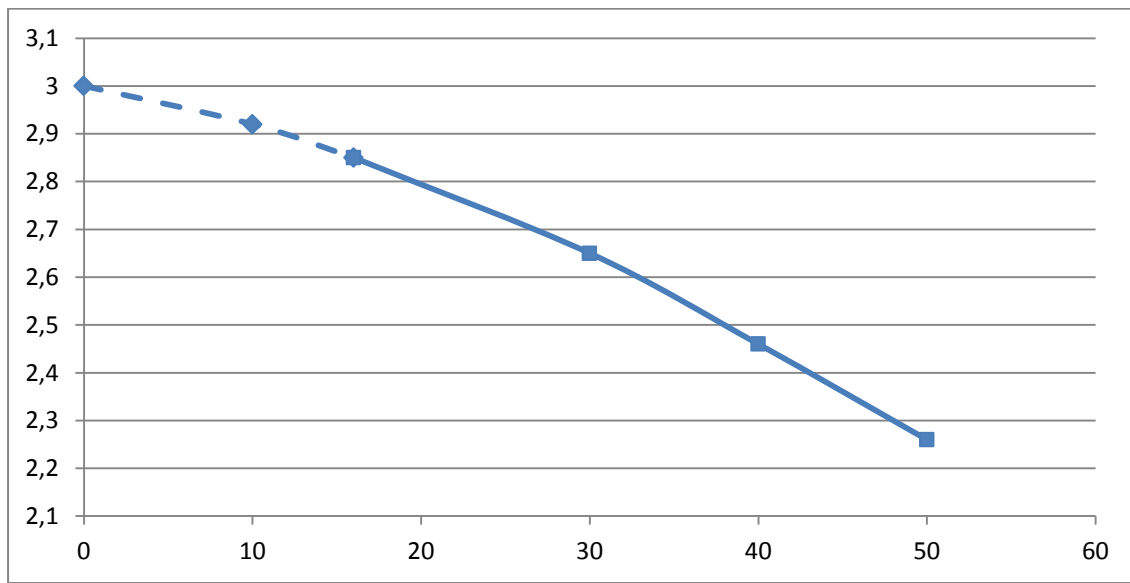
Σχήμα 39: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 35 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 190m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.2 ΑΓΩΓΟΣ ΑΑΑΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ 70mm²

4.2.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 75m

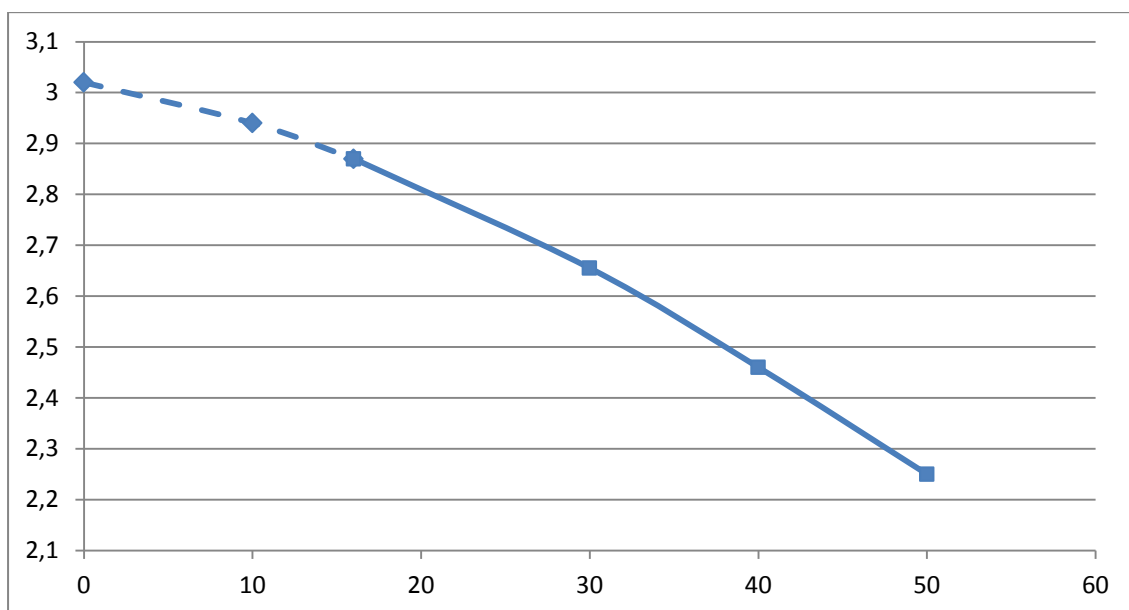
Στα σχήματα 40 έως 45 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό ΑΑΑΣ 70 mm² με βασικό άνοιγμα 75 m, για ανοίγματα 80 m, 82m, 84 m, 86 m, 88 m και 90 m.

Άνοιγμα: 80m



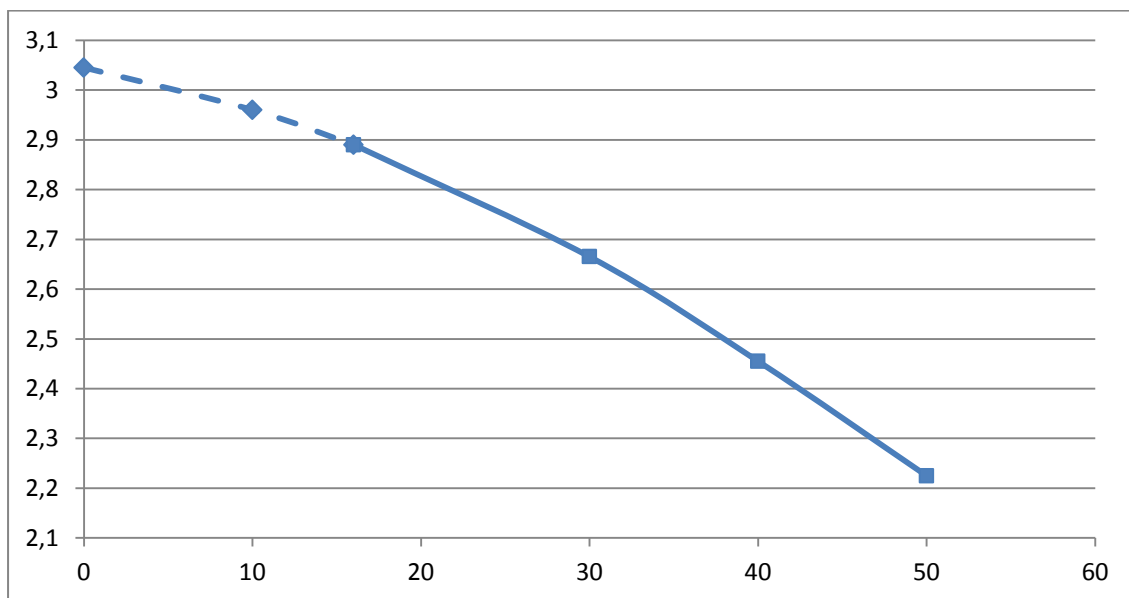
Σχήμα 40: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό ΑΑΑΣ, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 80m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 82m



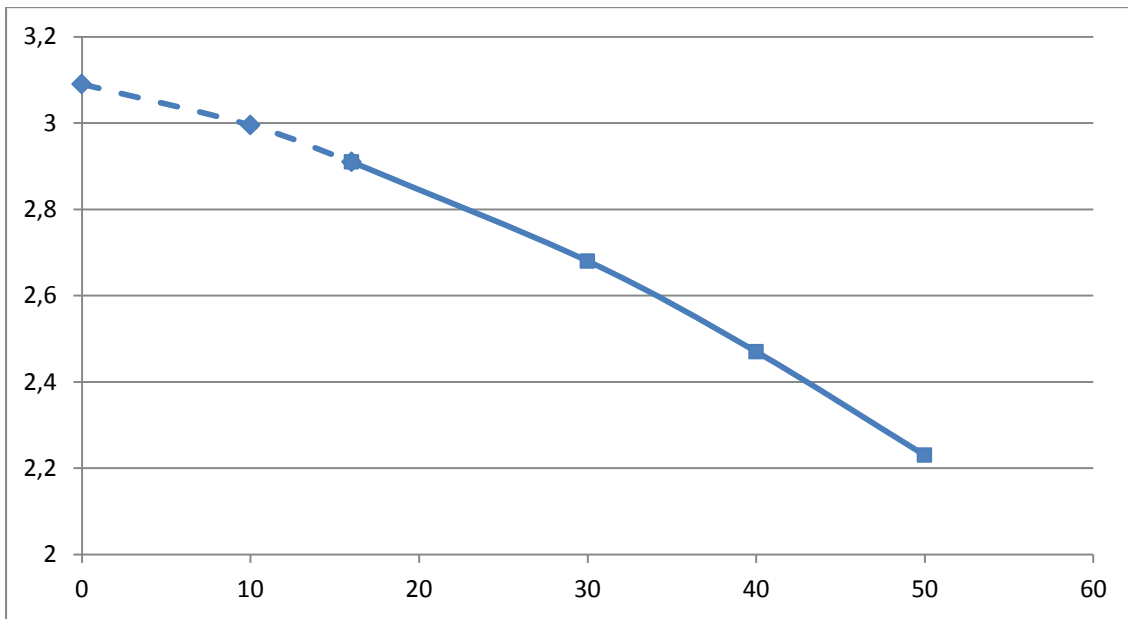
Σχήμα 41: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 82m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 84m



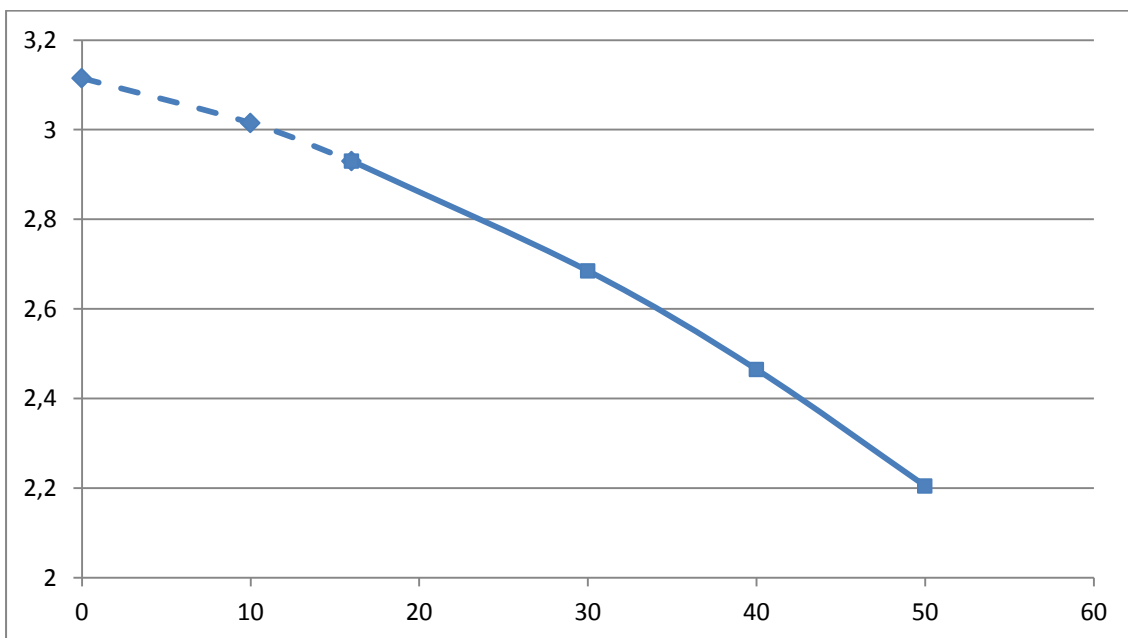
Σχήμα 42: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 84m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 86m



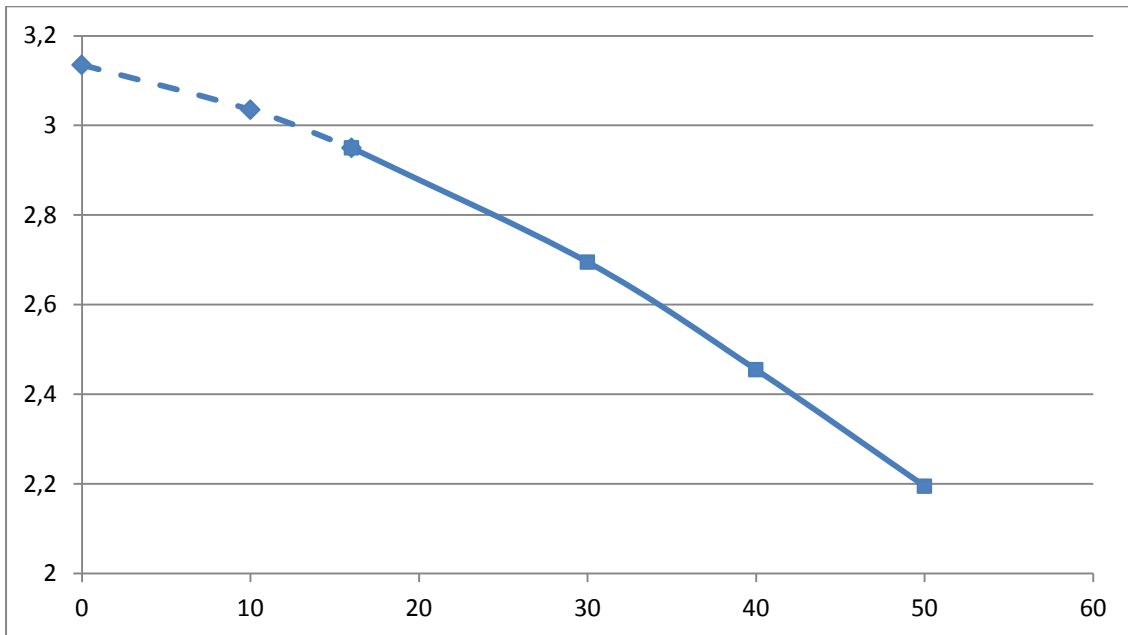
Σχήμα 43: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 86m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 88m



Σχήμα 44: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 88m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 90m

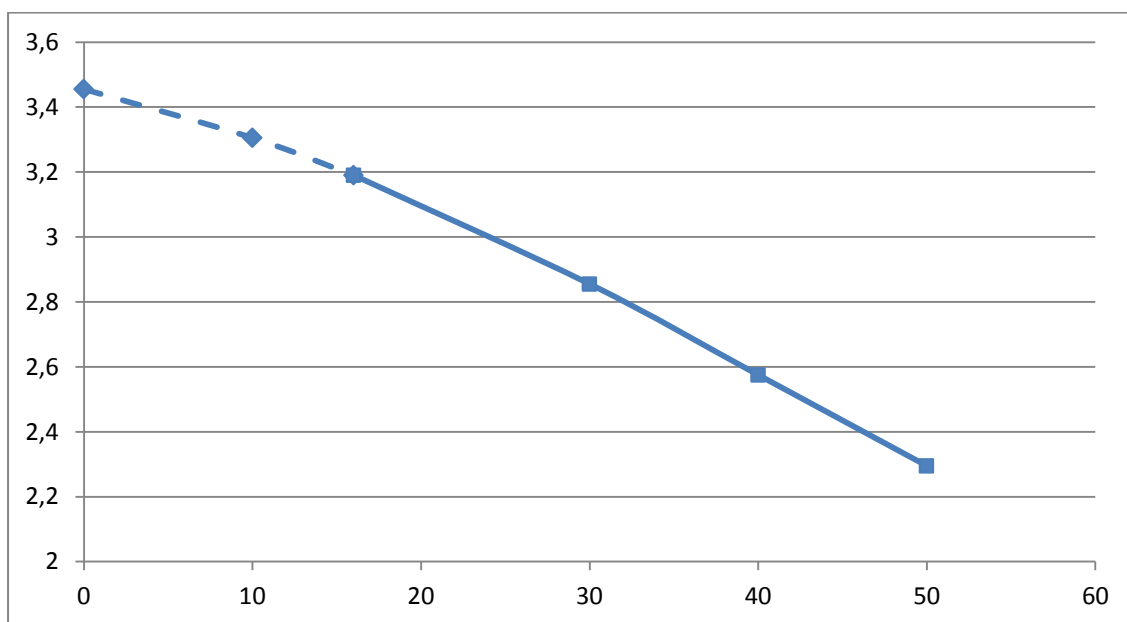


Σχήμα 45: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 90m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.2.2 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100m

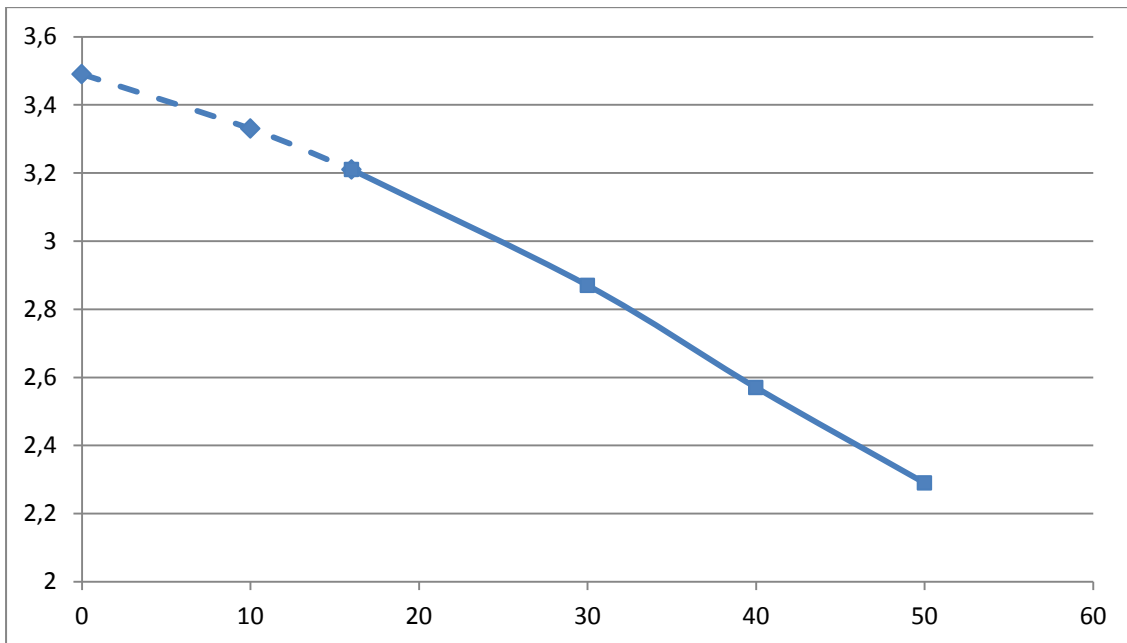
Στα σχήματα 46 έως 51 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 70 mm² με βασικό άνοιγμα 100 m, για ανοίγματα 114 m, 116 m, 118 m, 120 m, 122 m και 124 m.

Άνοιγμα: 114m



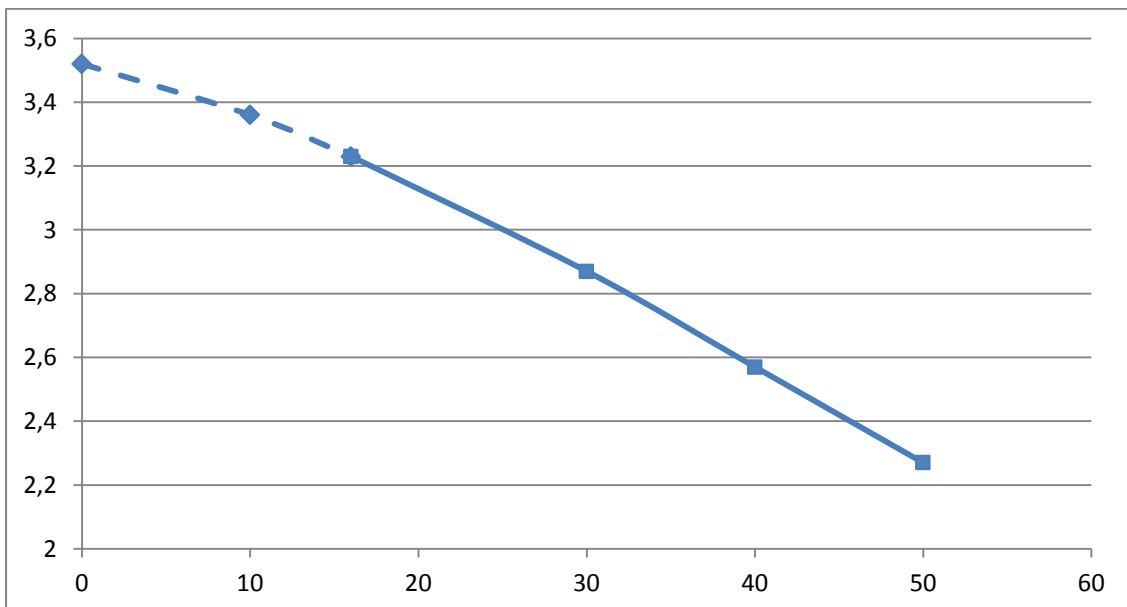
Σχήμα 46: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 114m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 116m



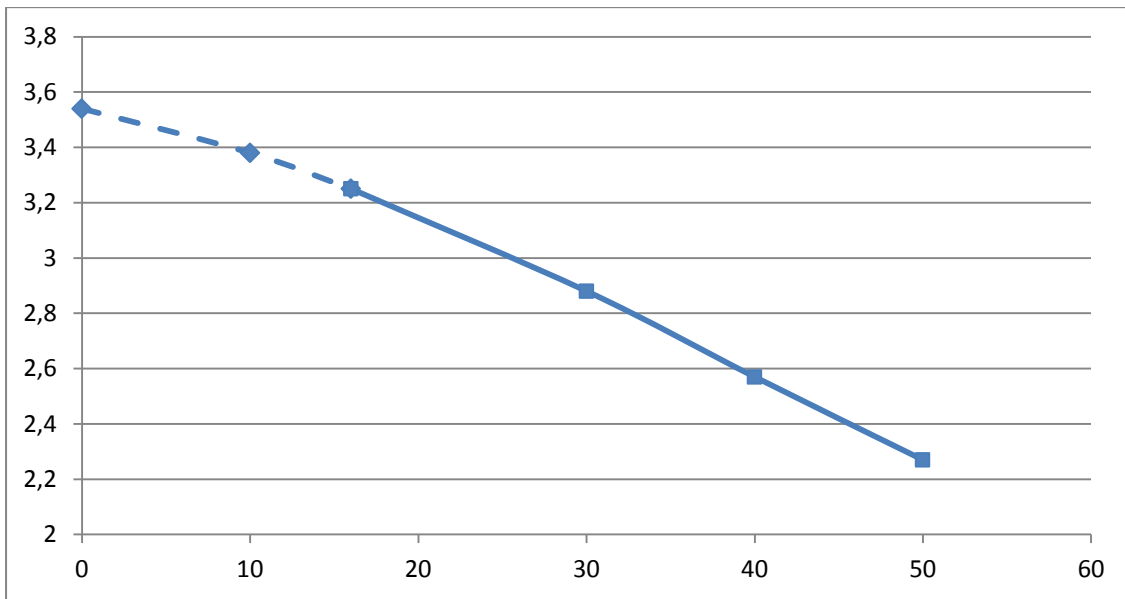
Σχήμα 47: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 116m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 118m



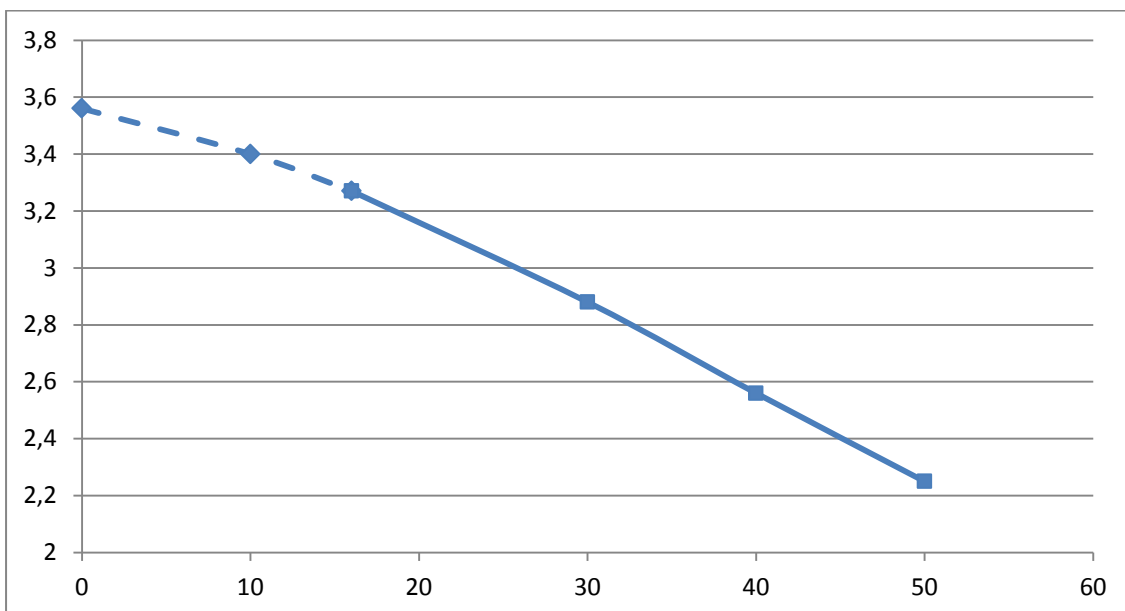
Σχήμα 48: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 118m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 120m



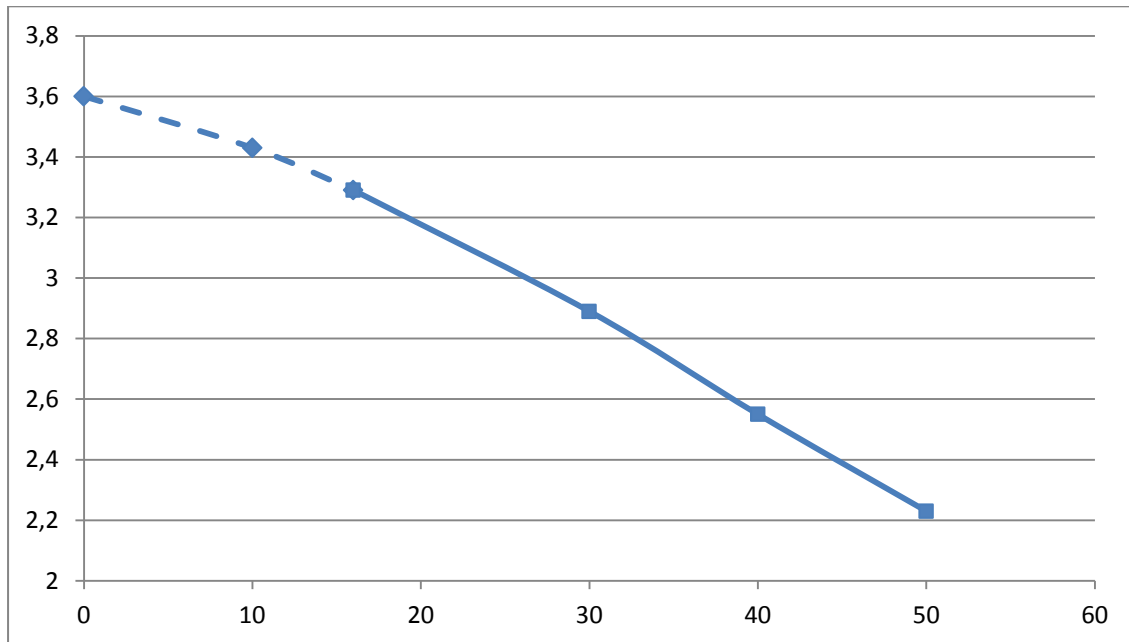
Σχήμα 49: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAS, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 120m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 122m



Σχήμα 50: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAS, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 122m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 124m

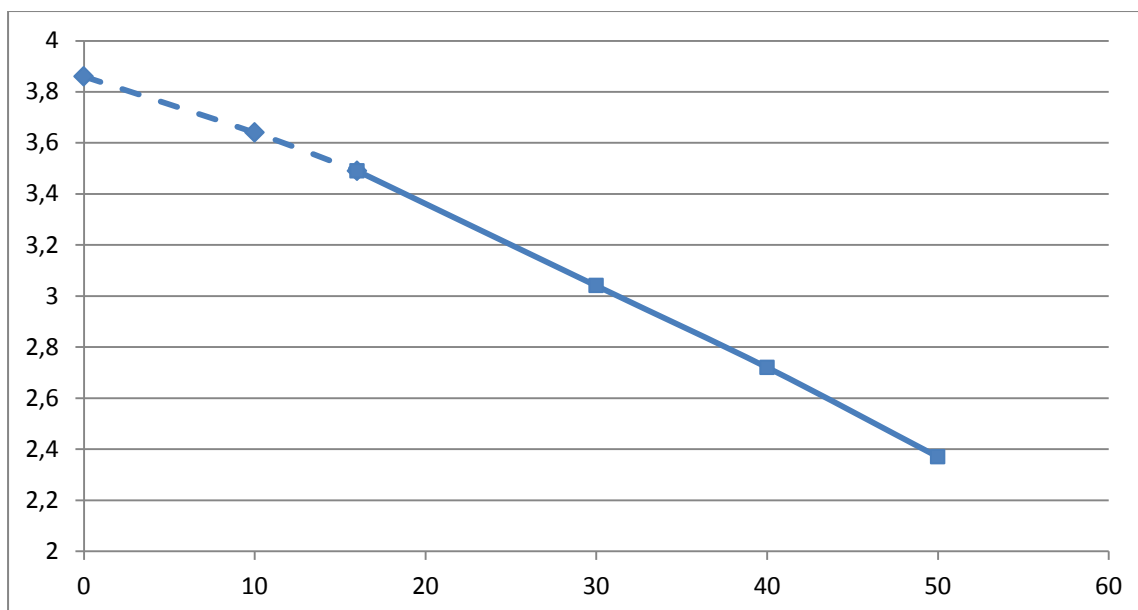


Σχήμα 51: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 124m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.2.3 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125m

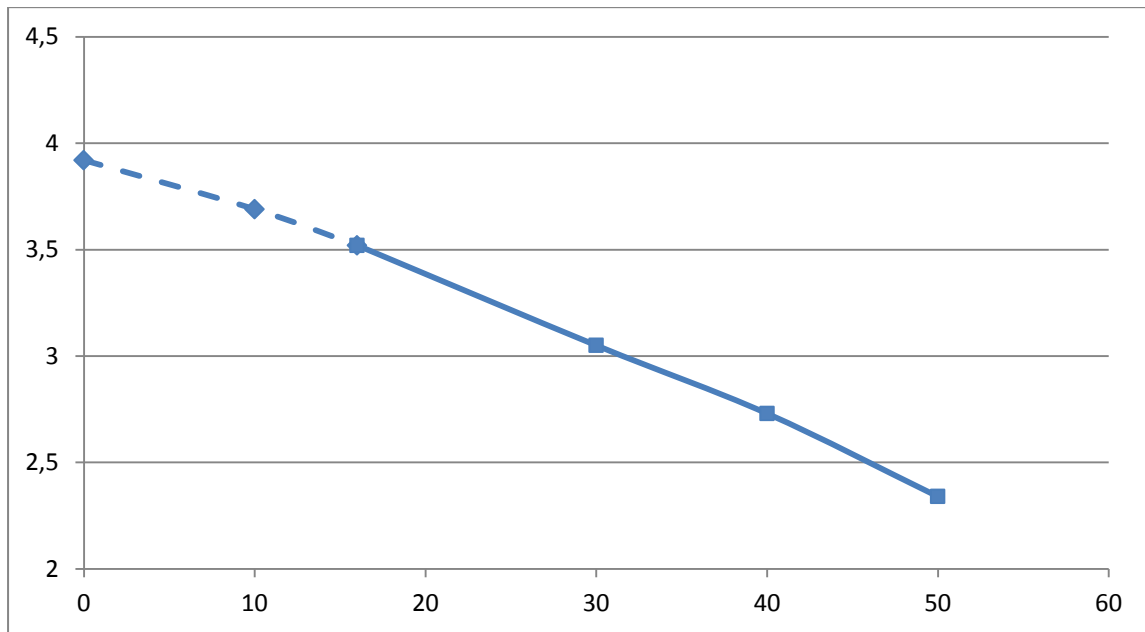
Στα σχήματα 52 έως 57 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 70 mm² με βασικό άνοιγμα 125 m, για ανοίγματα 144 m, 147 m, 150 m, 153 m, 156 m και 159 m.

Άνοιγμα: 144m



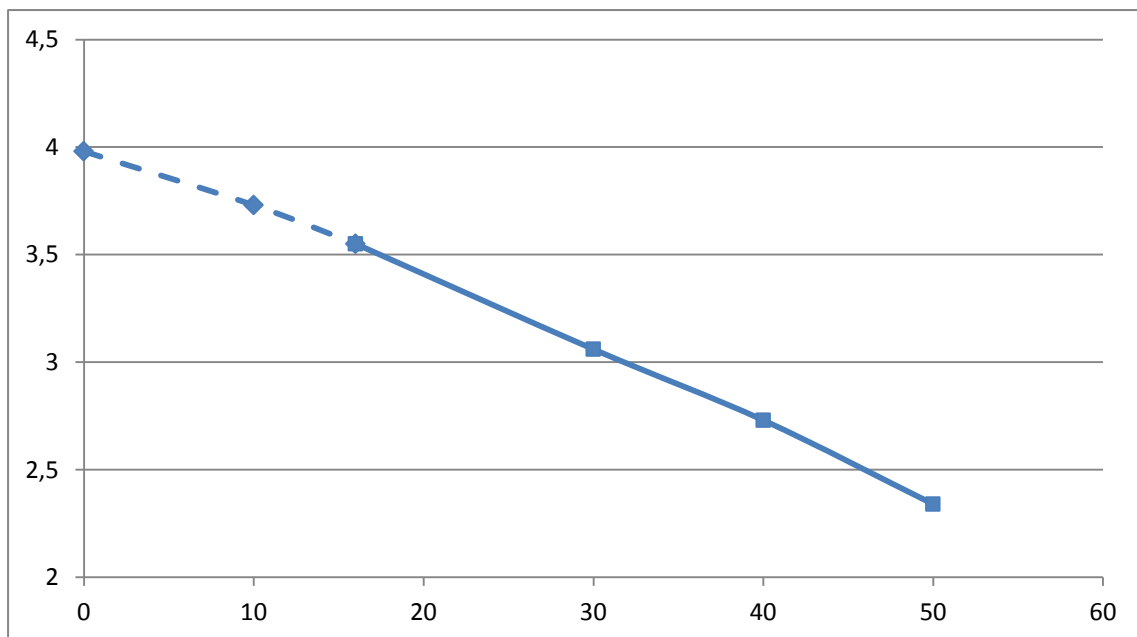
Σχήμα 52: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 144m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 147m



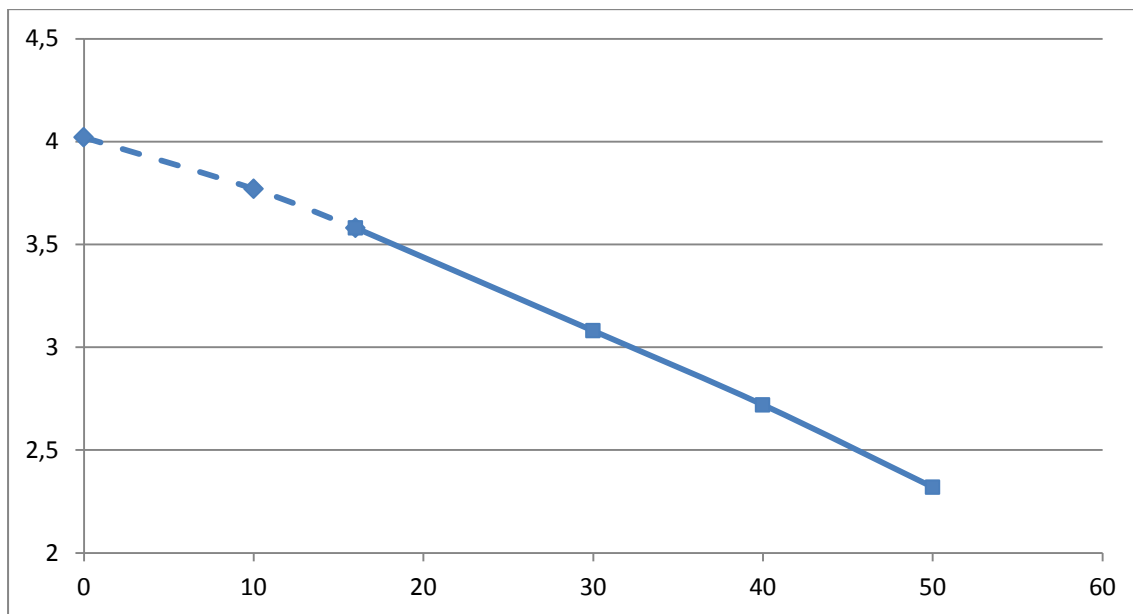
Σχήμα 53: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 147m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 150m



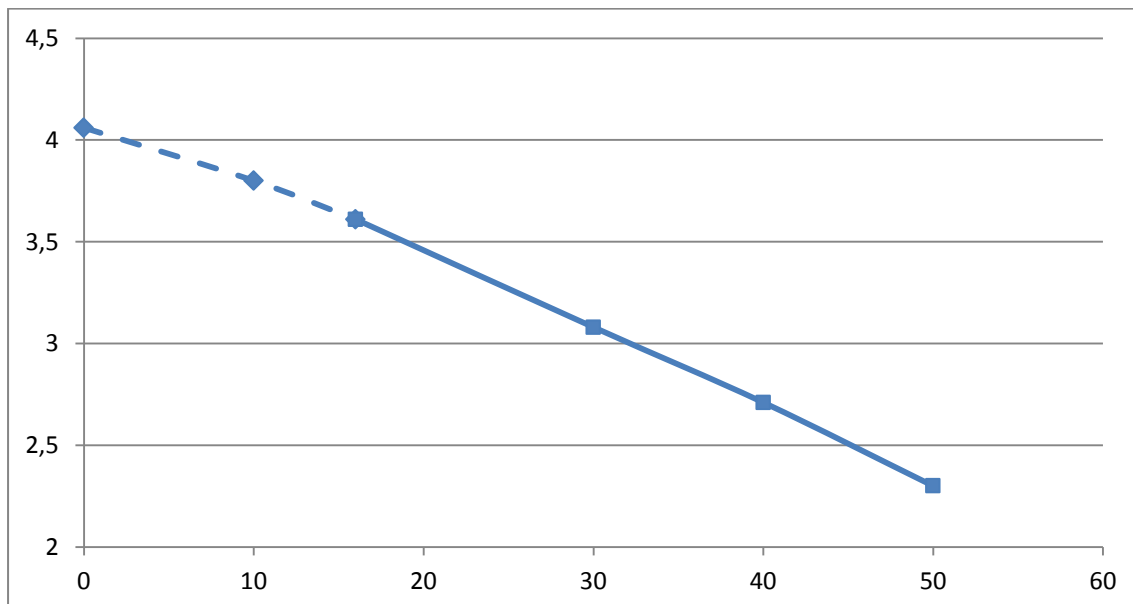
Σχήμα 54: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 150m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 153m



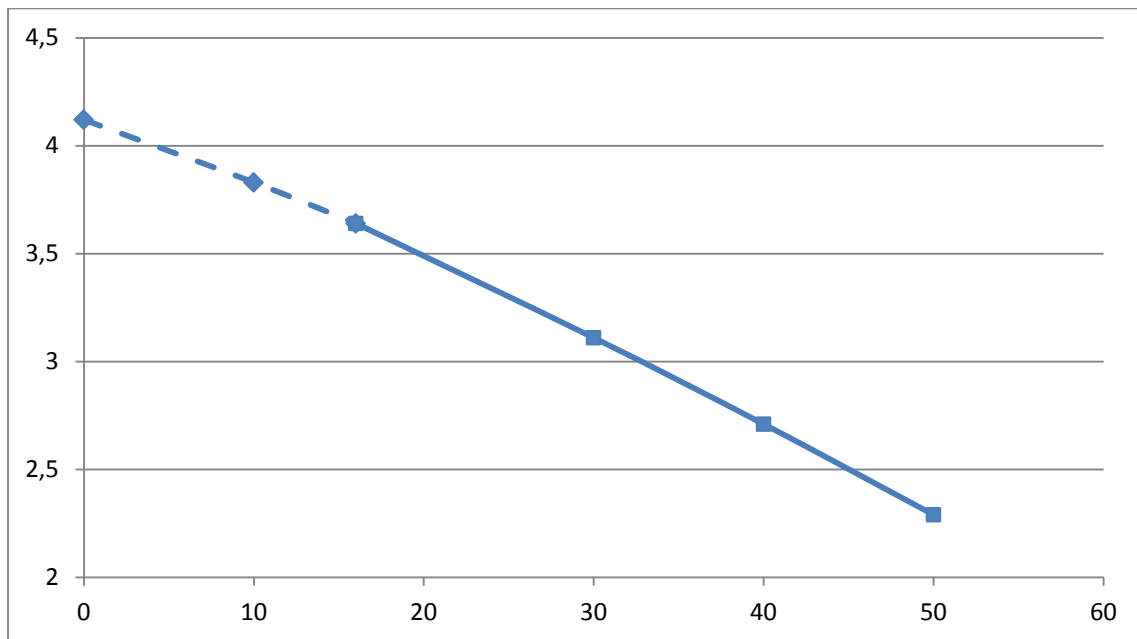
Σχήμα 55: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 153m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 156m



Σχήμα 56: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 156m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 159m

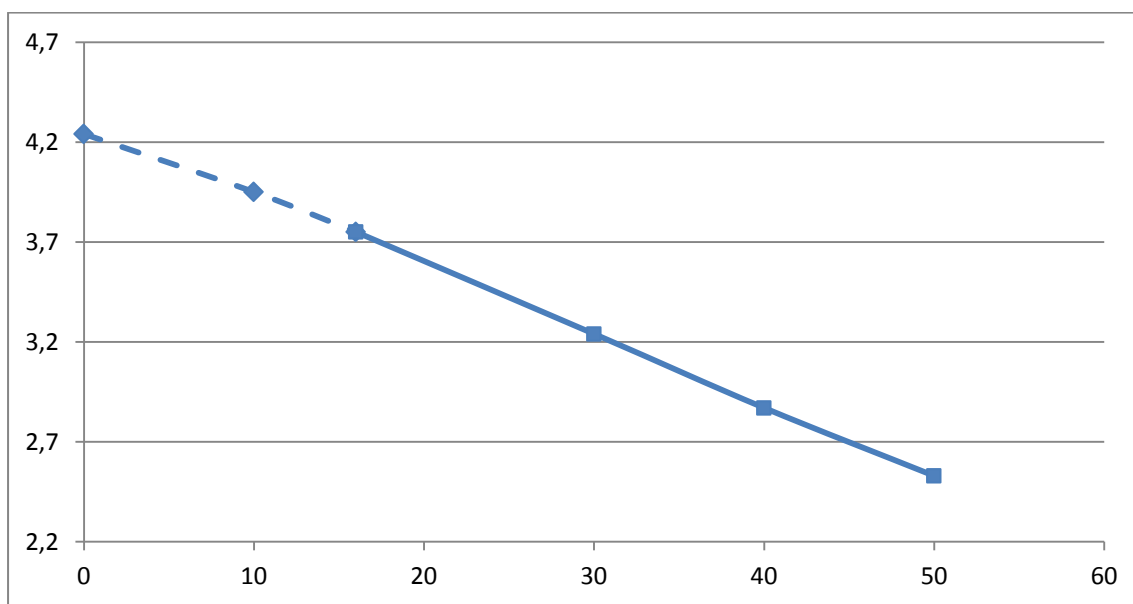


Σχήμα 57: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 159m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.2.4 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150m

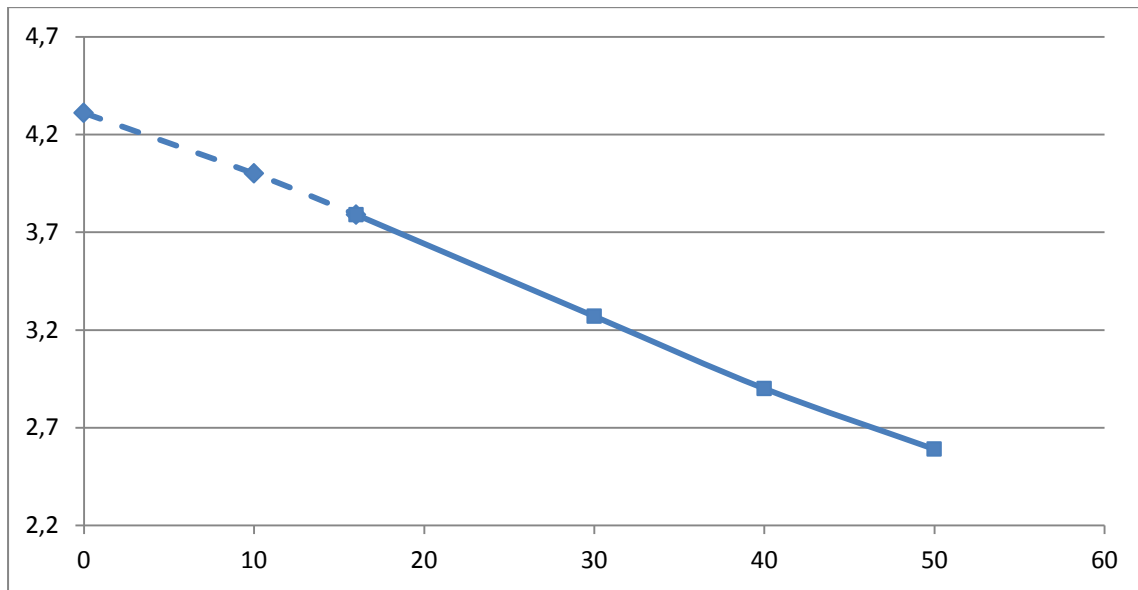
Στα σχήματα 58 έως 63 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 70 mm² με βασικό άνοιγμα 150 m, για ανοίγματα 170 m, 174 m, 178 m, 182 m, 186 m και 190 m.

Άνοιγμα: 170m



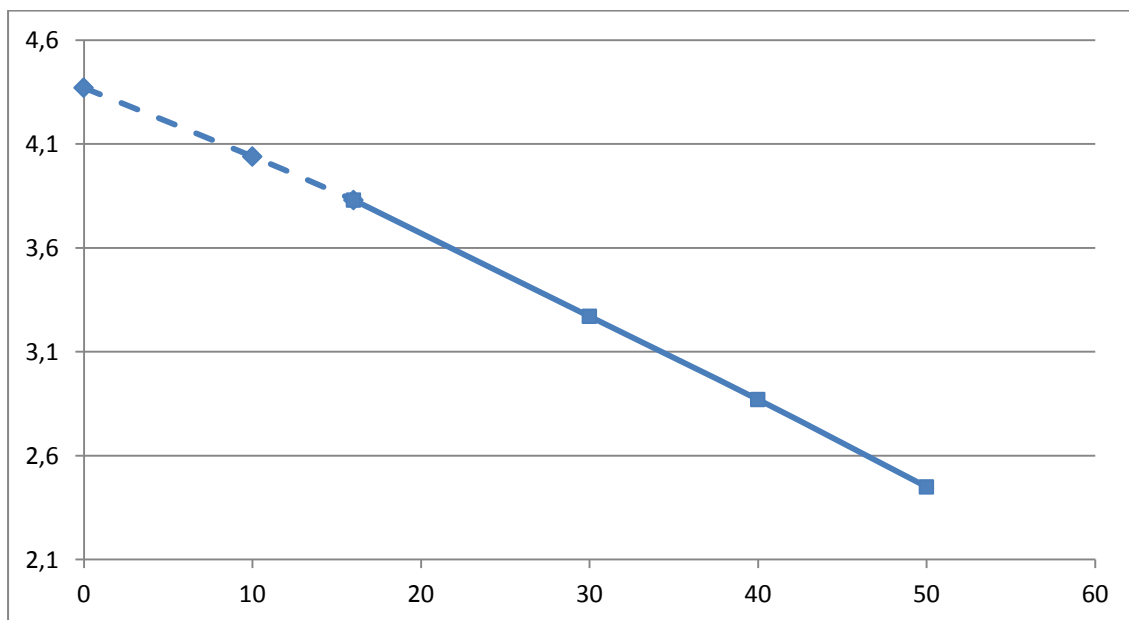
Σχήμα 58: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 170m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 174m



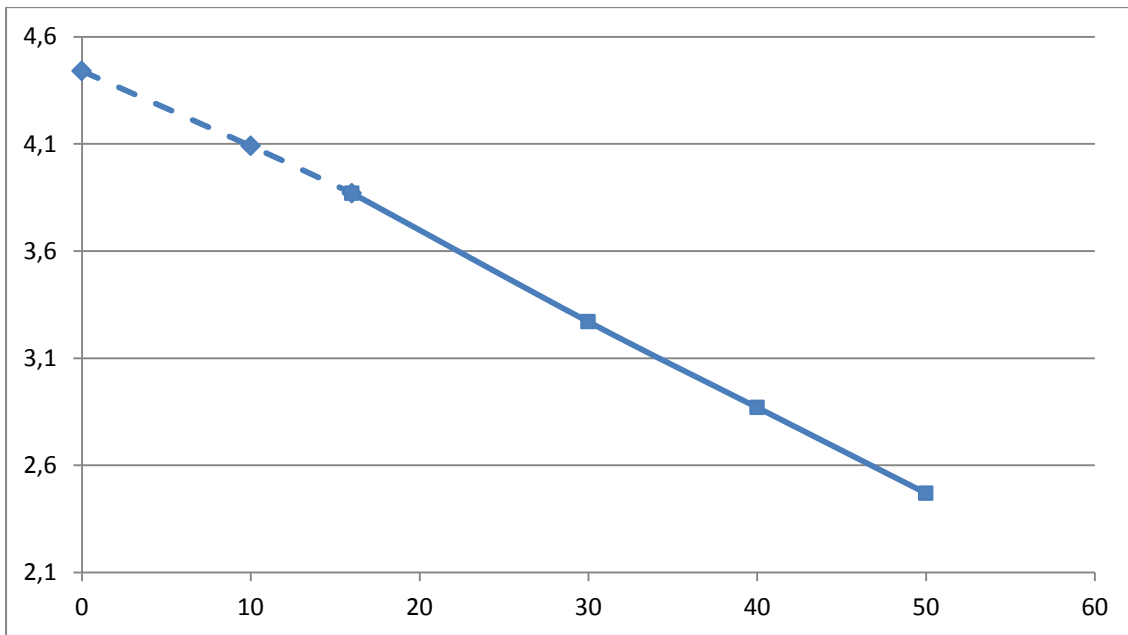
Σχήμα 59: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 174m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 178m



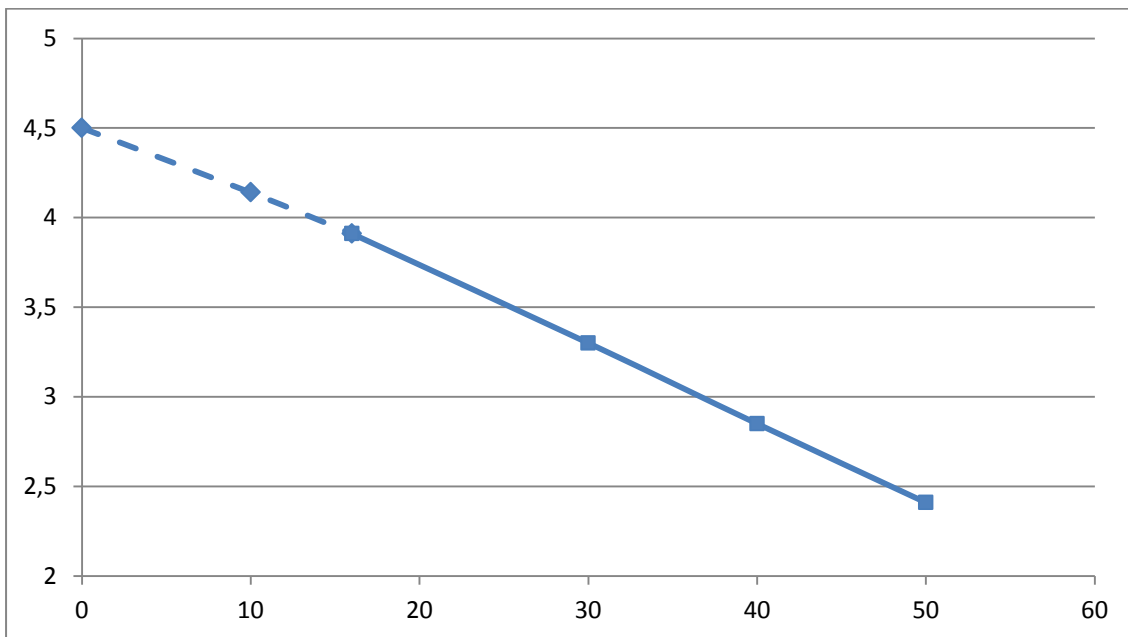
Σχήμα 60: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 178m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 182m



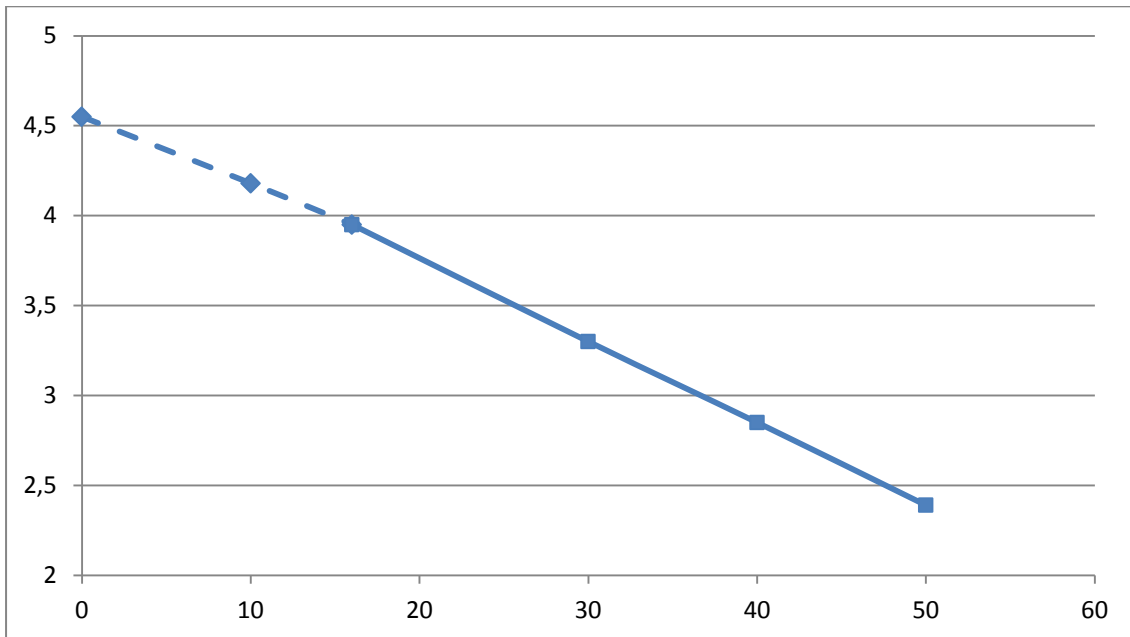
Σχήμα 61: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 182m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 186m



Σχήμα 62: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 186m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 190m

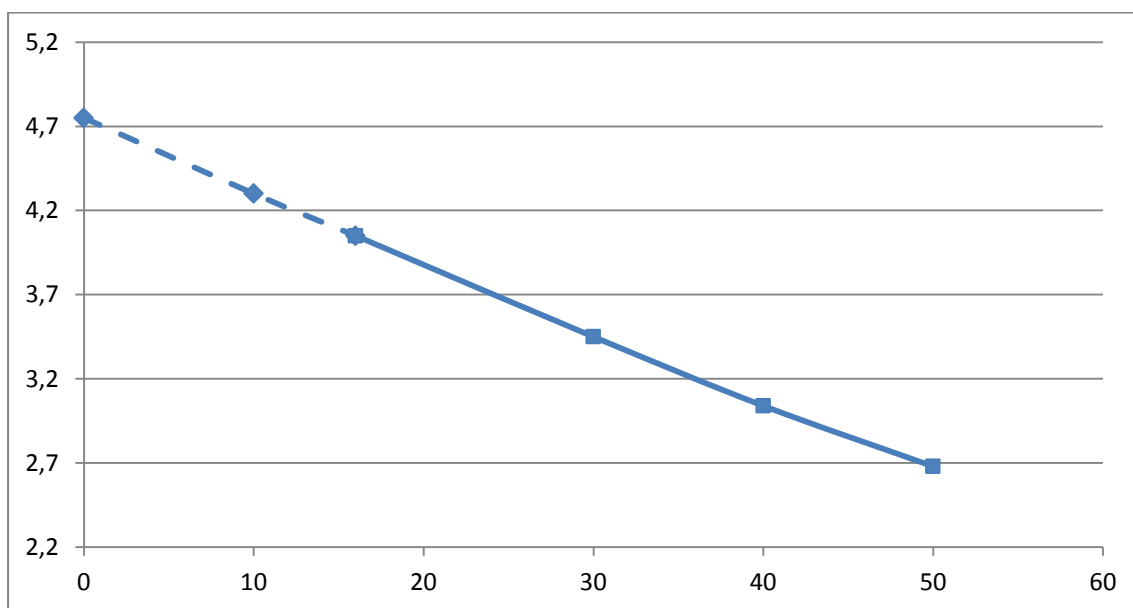


Σχήμα 63: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 190m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.2.5 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 175m

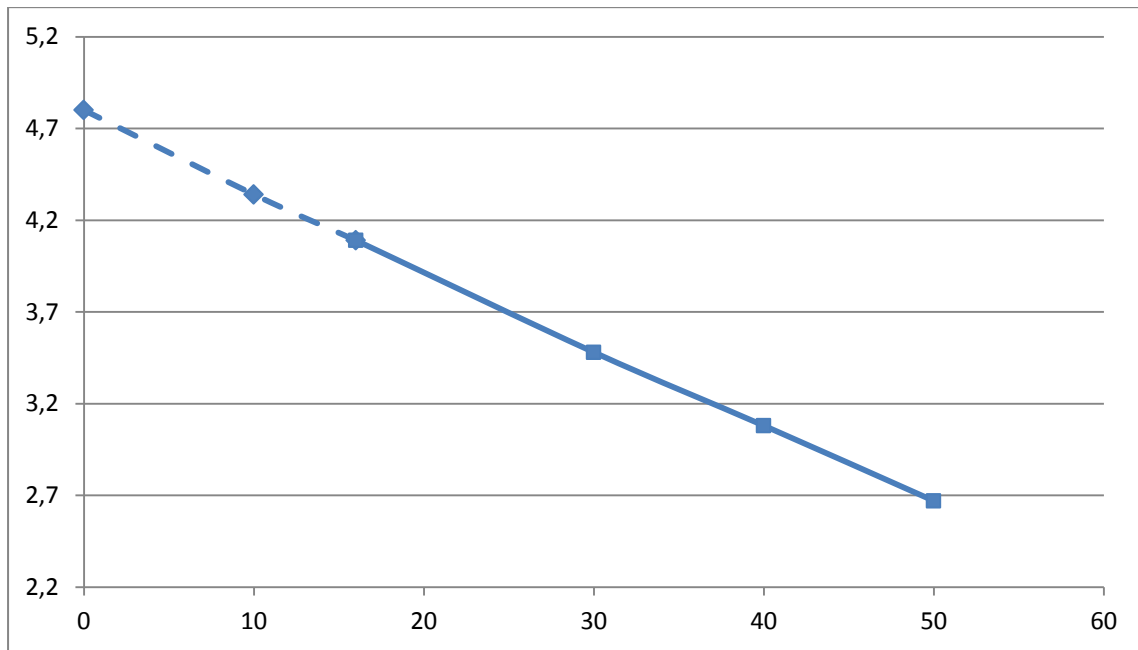
Στα σχήματα 64 έως 69 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 70 mm² με βασικό άνοιγμα 175 m, για ανοίγματα 200 m, 204 m, 208 m, 212 m, 216 m και 220 m.

Άνοιγμα: 200m



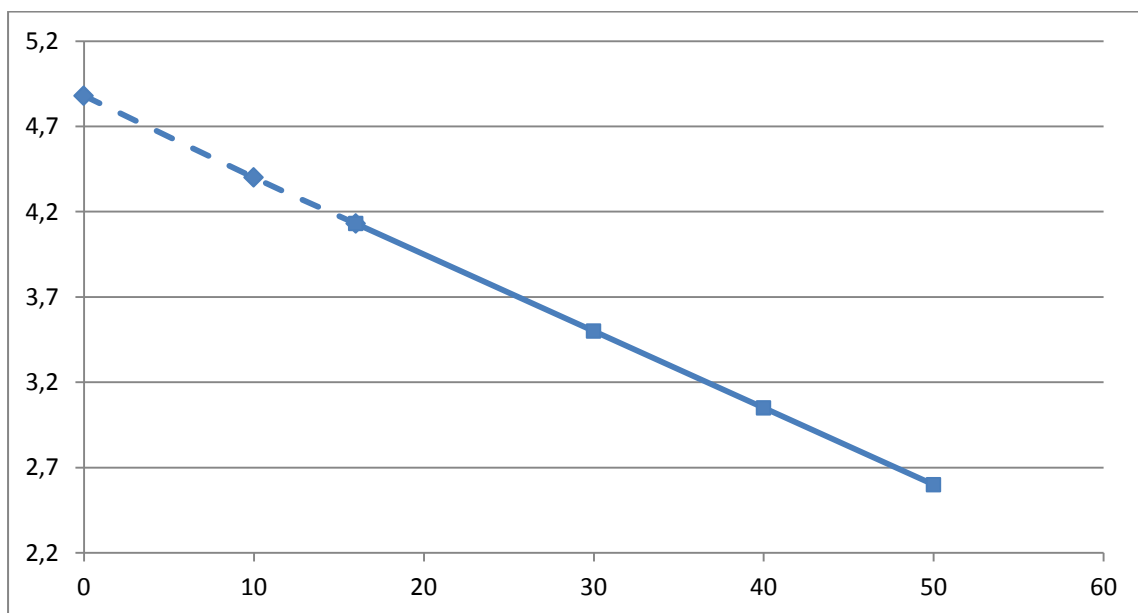
Σχήμα 64: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 200m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 204m



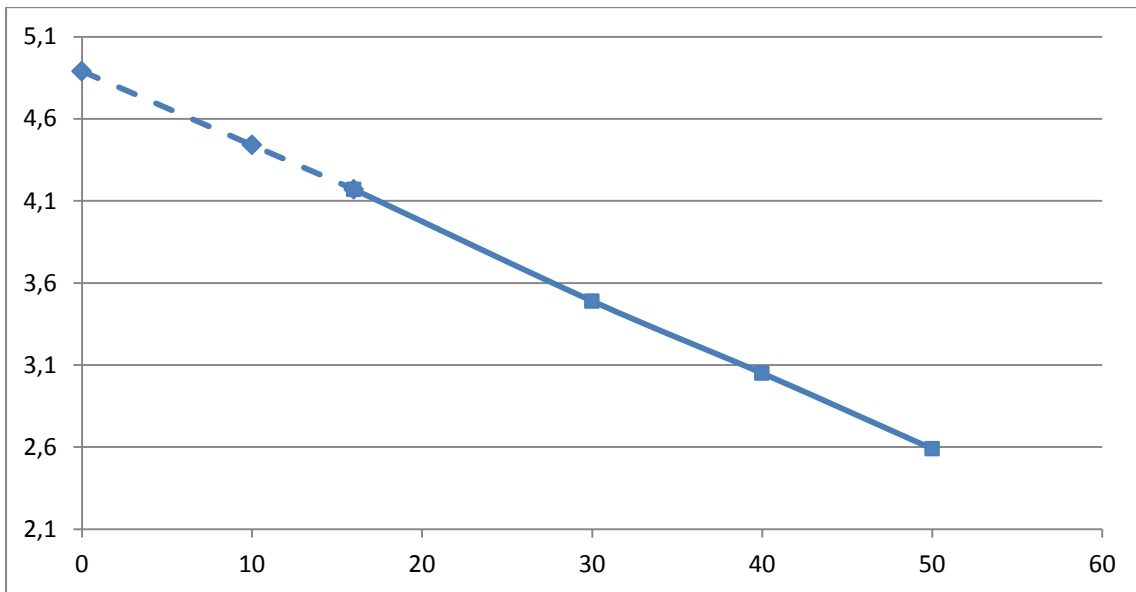
Σχήμα 65: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 204m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 208m



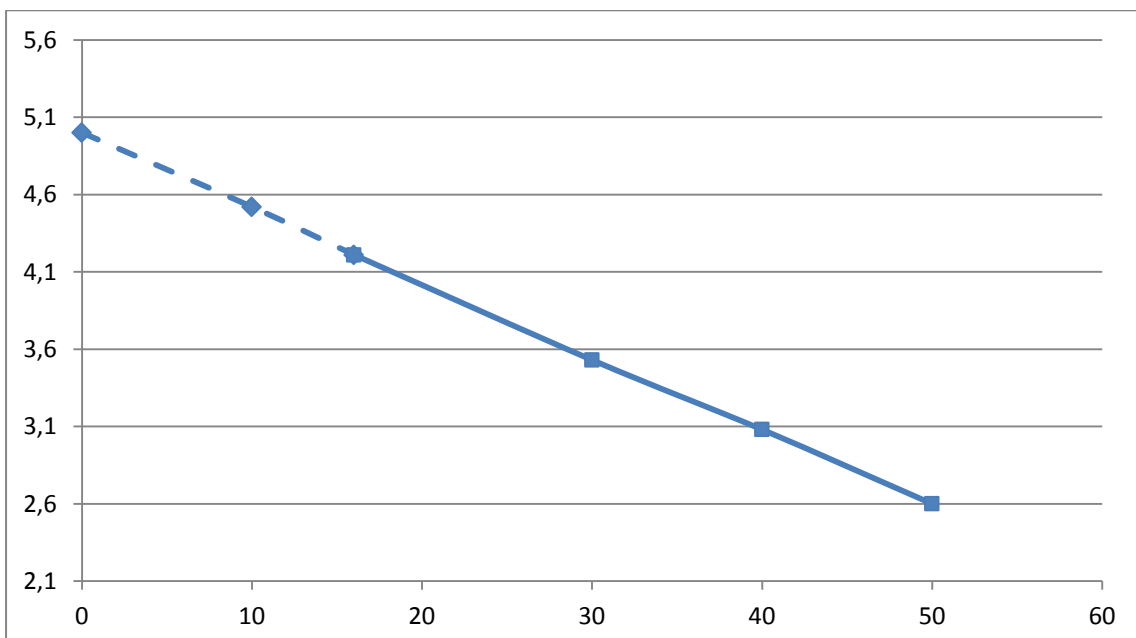
Σχήμα 66: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 208m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 212m



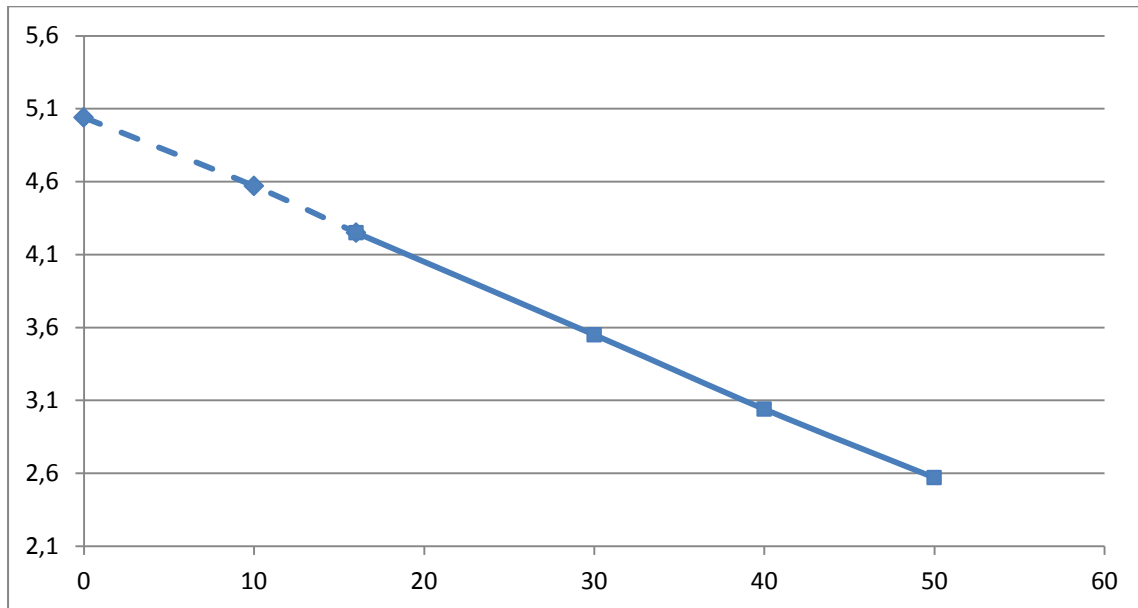
Σχήμα 67: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 212m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 216m



Σχήμα 68: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 216m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 220m

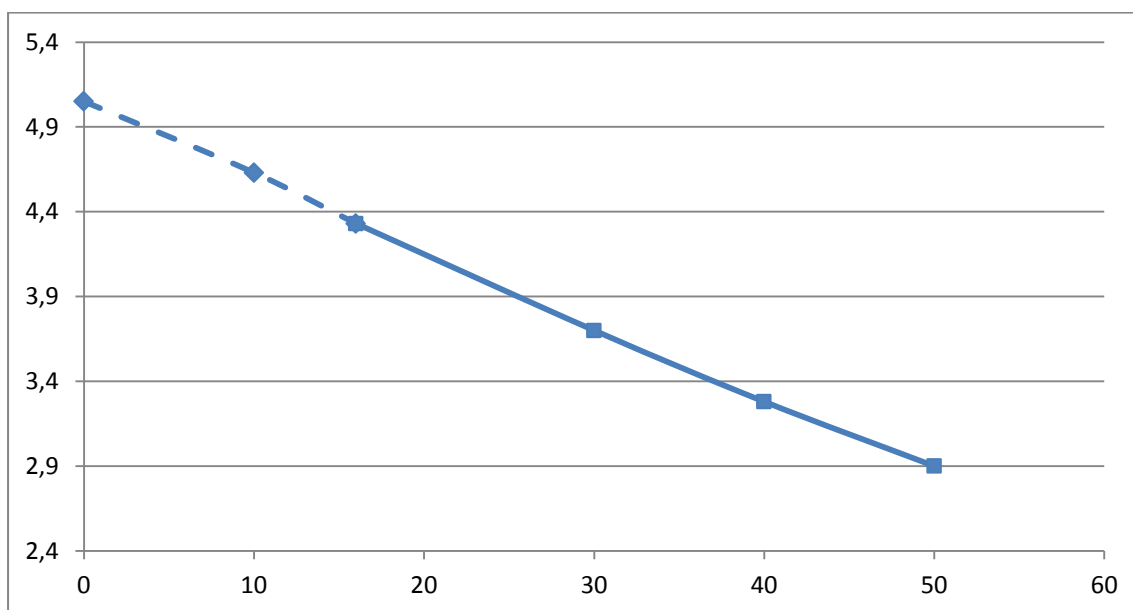


Σχήμα 69: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 220m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.2.6 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 200m

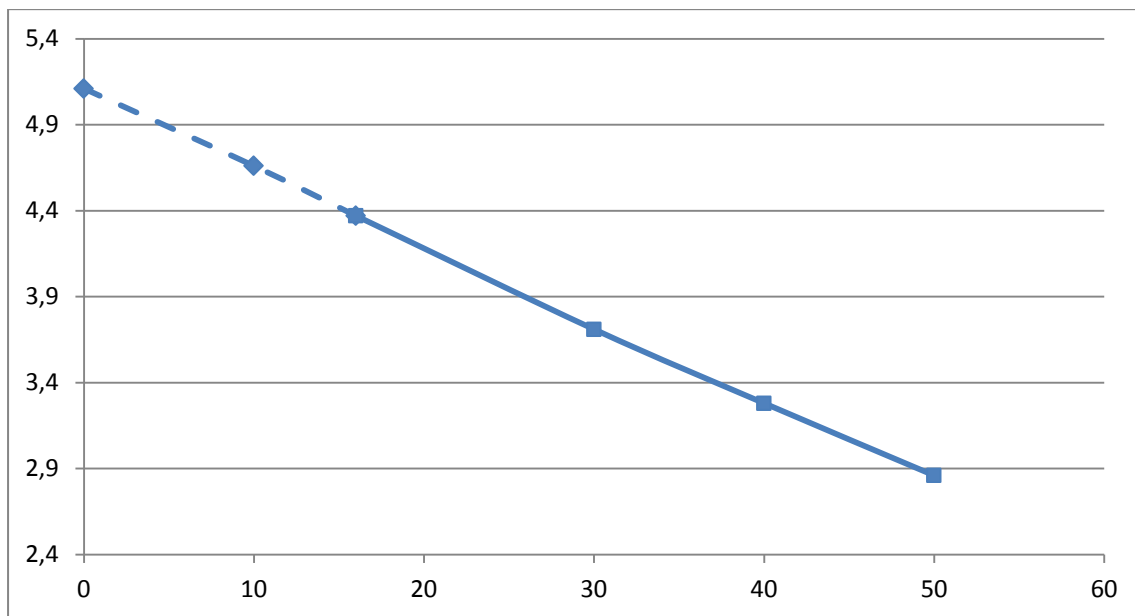
Στα σχήματα 70 έως 75 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 70 mm² με βασικό άνοιγμα 200 m, για ανοίγματα 230 m, 234 m, 238 m, 242 m, 246 m και 250 m.

Άνοιγμα: 230m



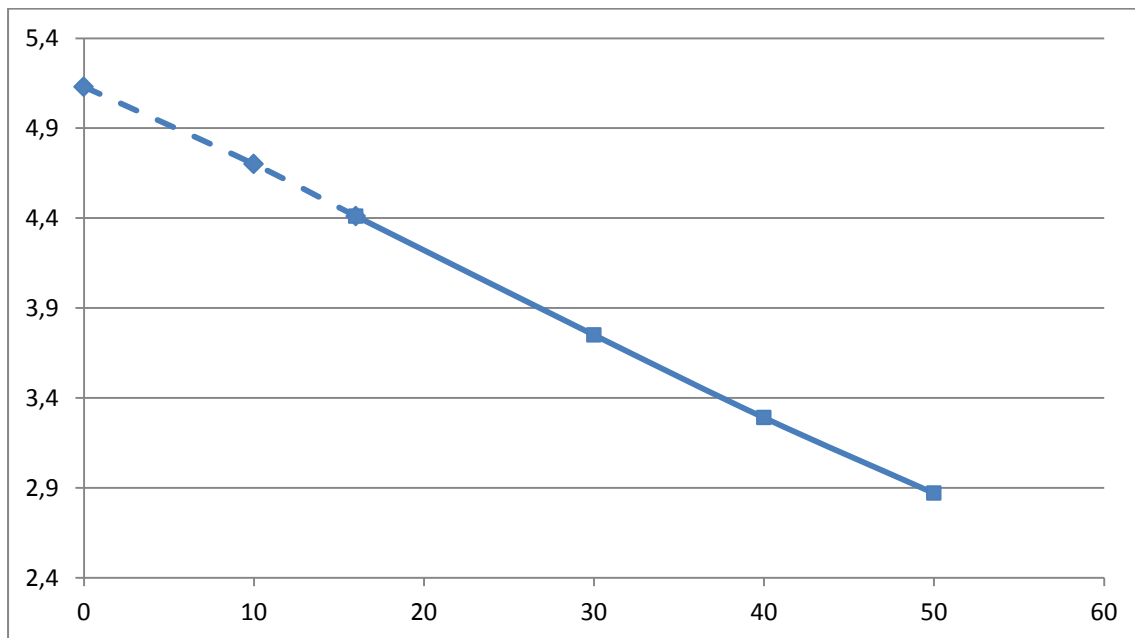
Σχήμα 70: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm², με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 230m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 234m



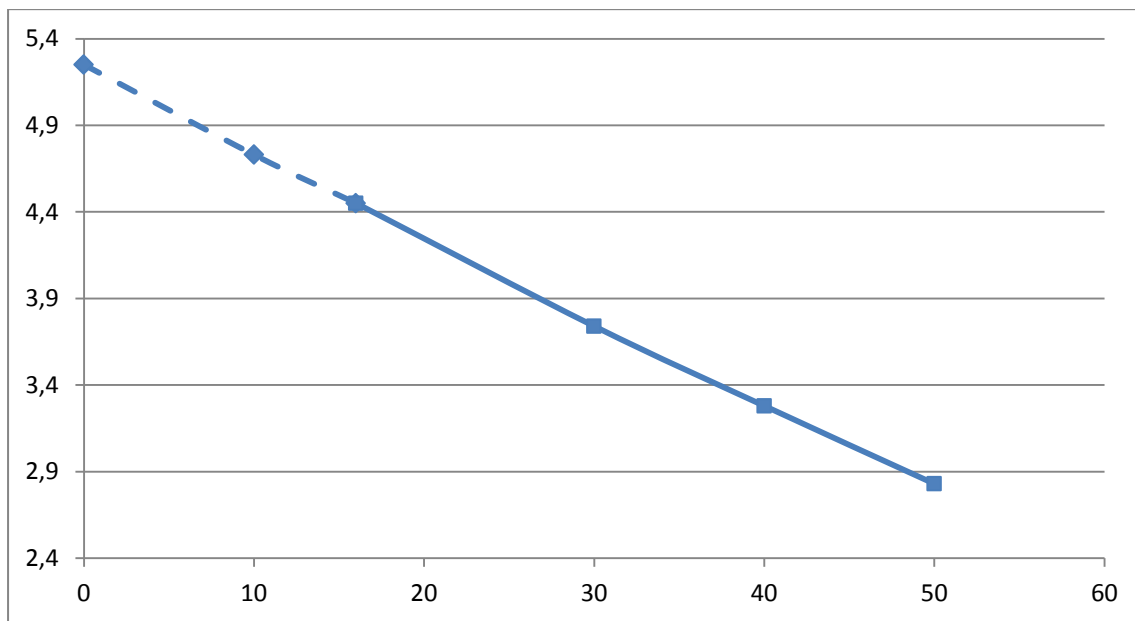
Σχήμα 71: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 234m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 238m



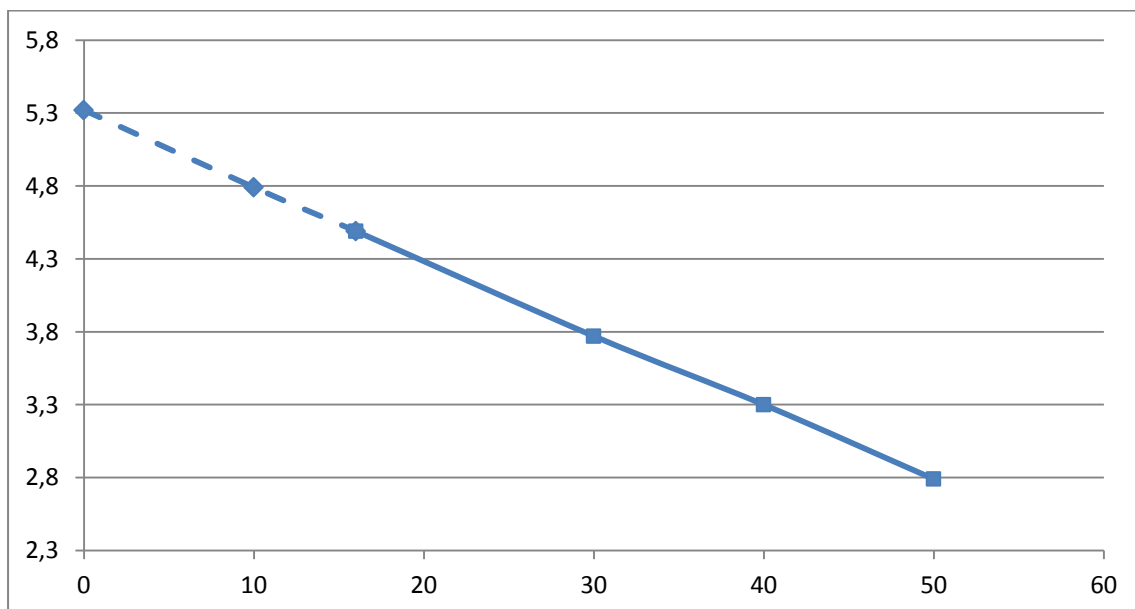
Σχήμα 72: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 238m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 242m



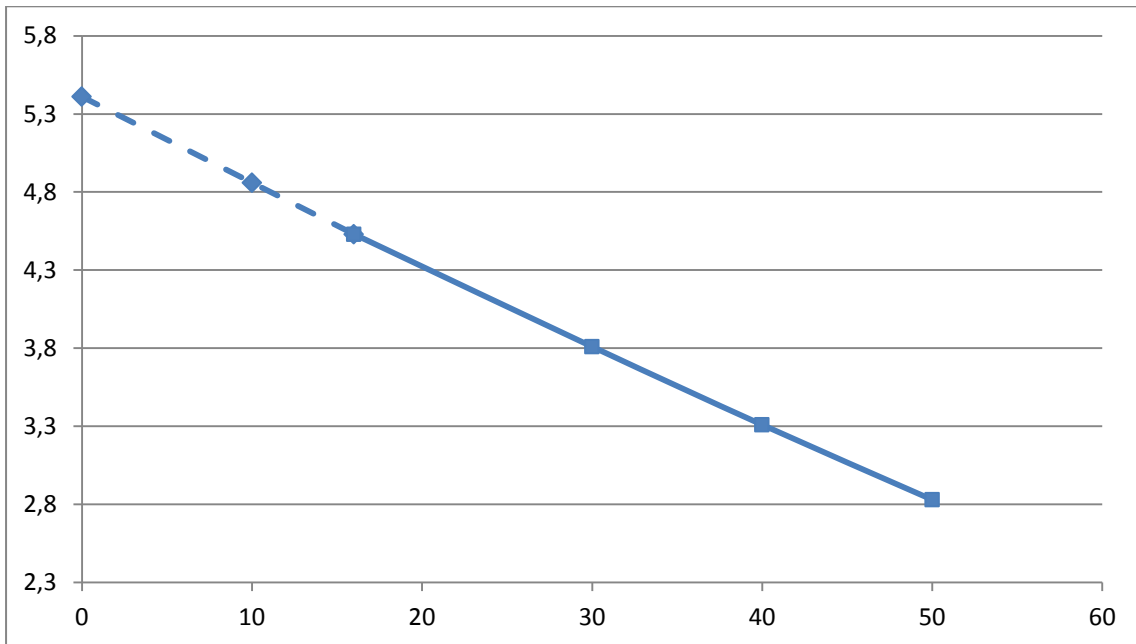
Σχήμα 73: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 242m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 246m



Σχήμα 74: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 246m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 250m



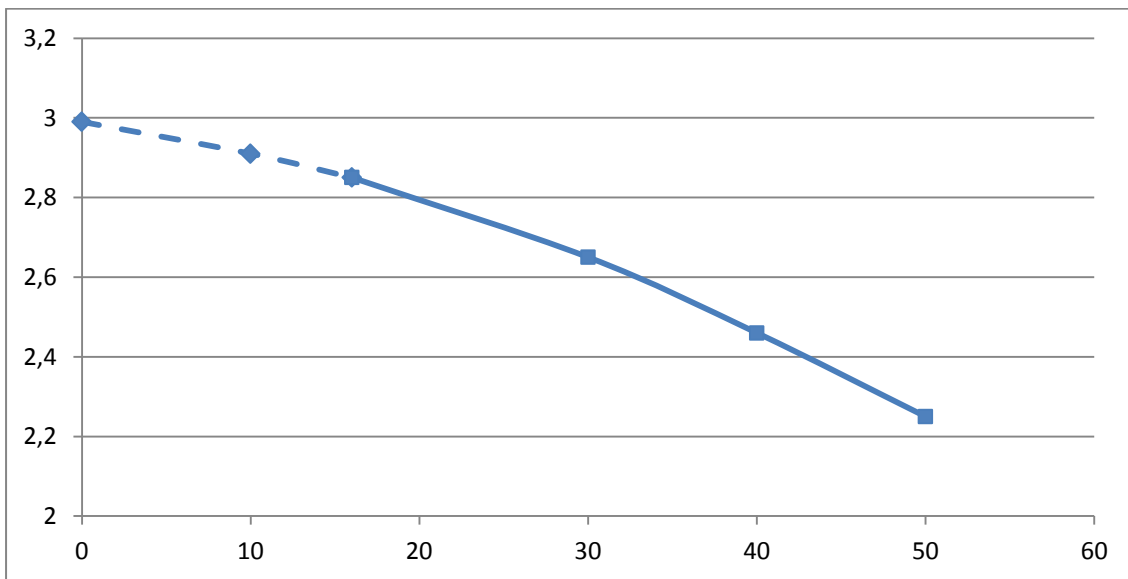
Σχήμα 75: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 70 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 250m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3 ΑΓΩΓΟΣ ΑΑΑC ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ 185mm²

4.3.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 75m

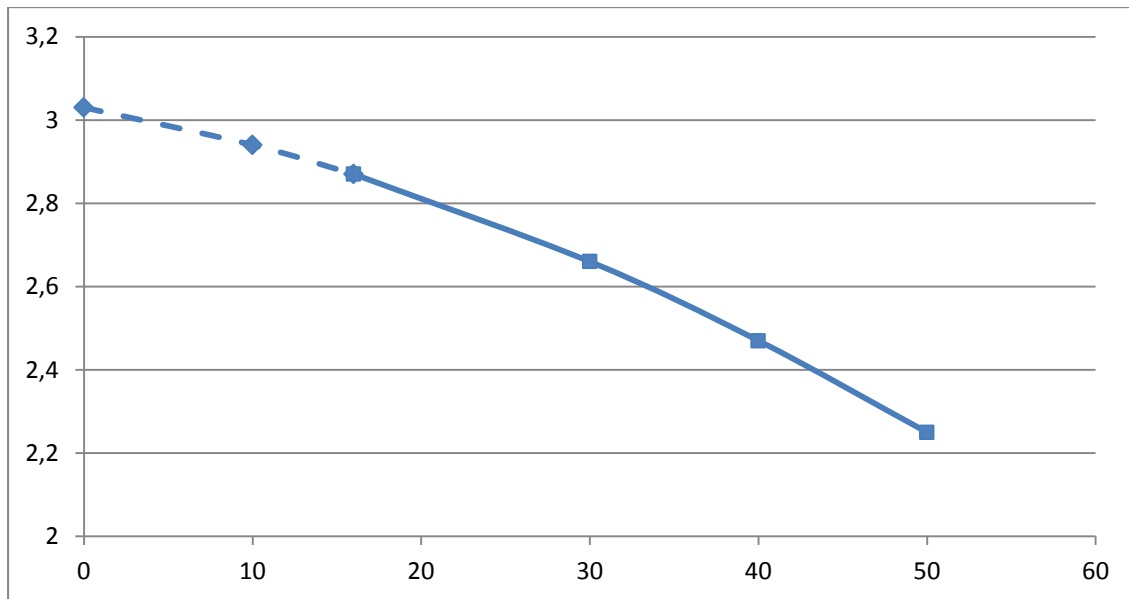
Στα σχήματα 76 έως 81 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό ΑΑΑC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 75 m, για ανοίγματα 80 m, 82 m, 84 m, 86 m, 88 m και 90 m.

Άνοιγμα: 80m



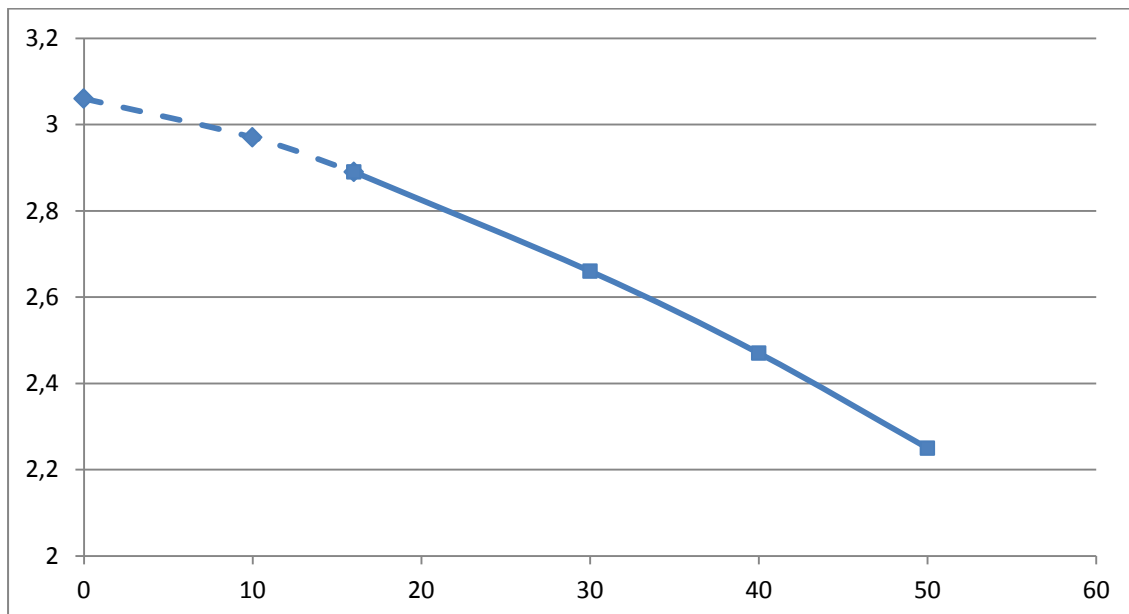
Σχήμα 76: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό ΑΑΑC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 80m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 82m



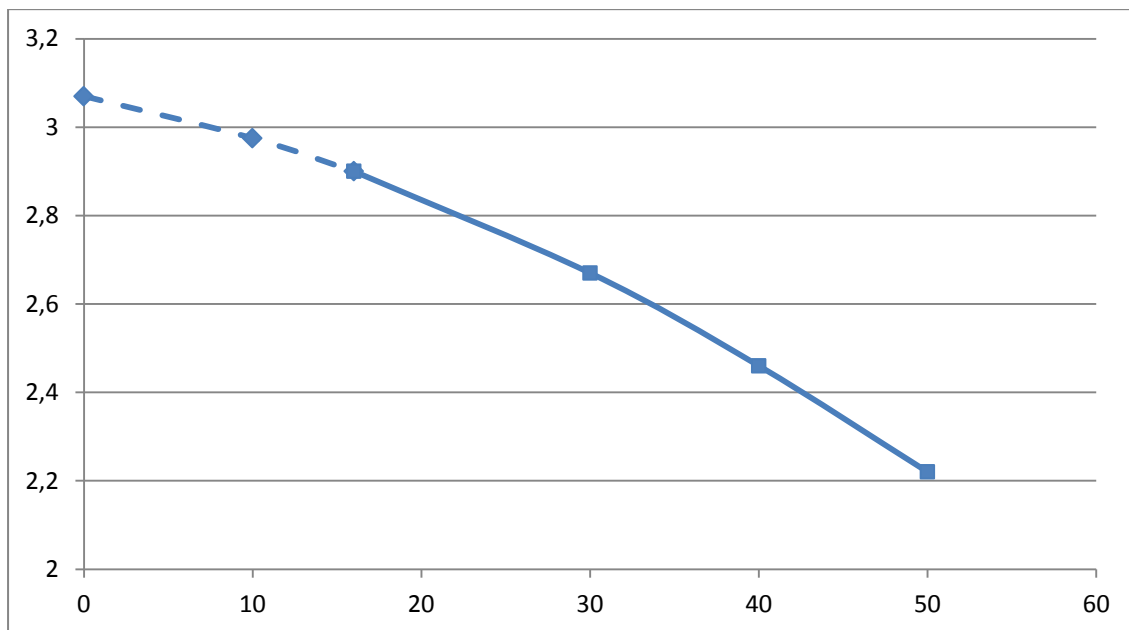
Σχήμα 77: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 82m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 84m



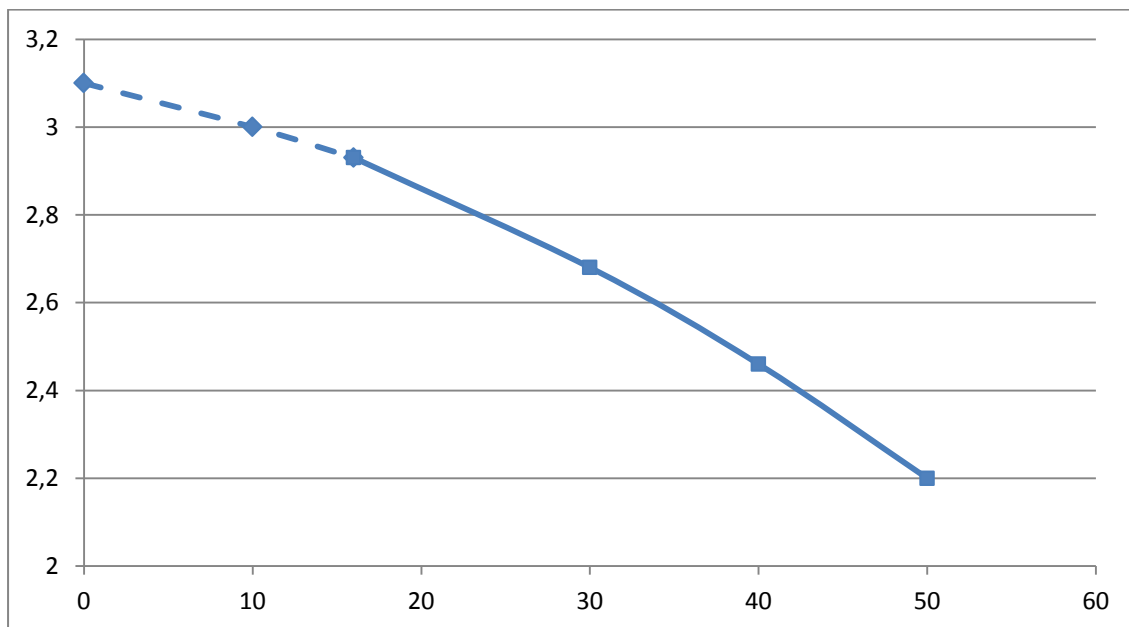
Σχήμα 78: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 84m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 86m



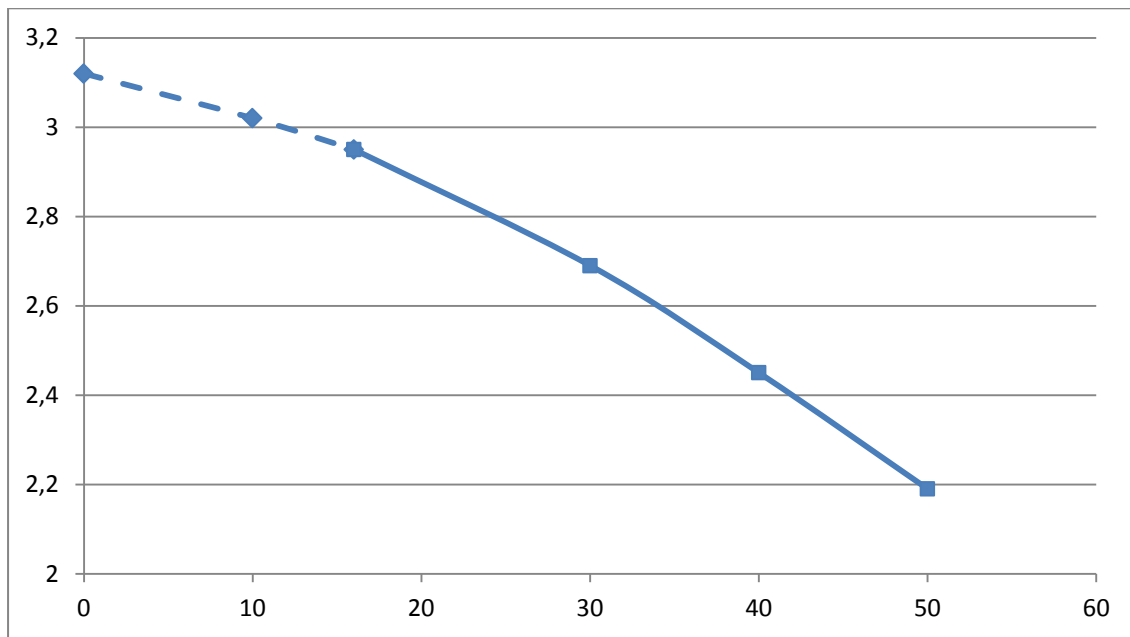
Σχήμα 79: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 86m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 88m



Σχήμα 80: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 88m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 90m

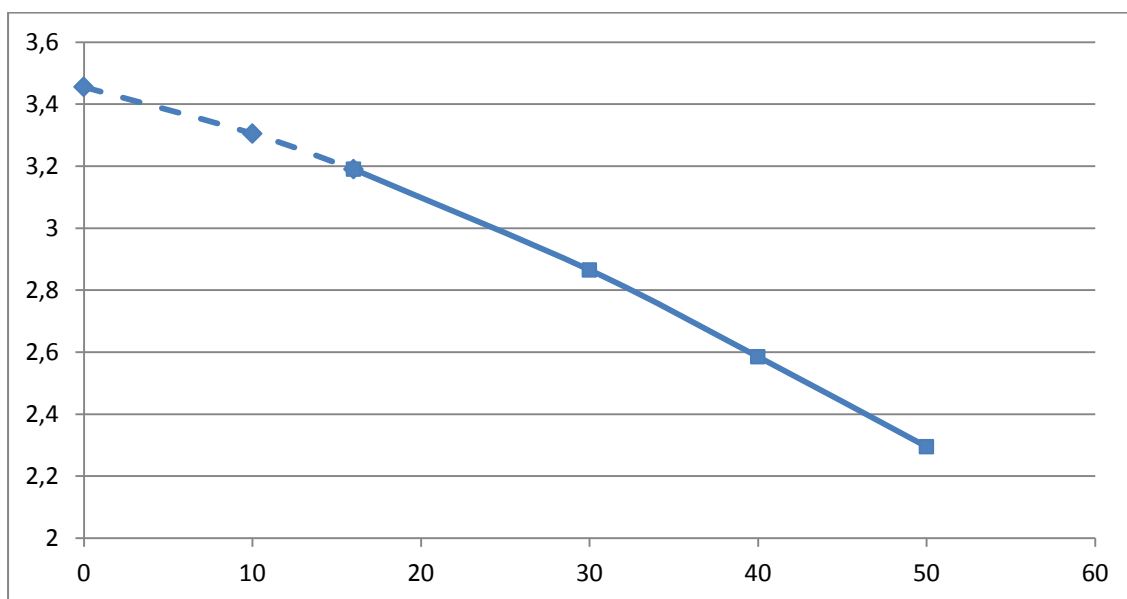


Σχήμα 81: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 90m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.2 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100m

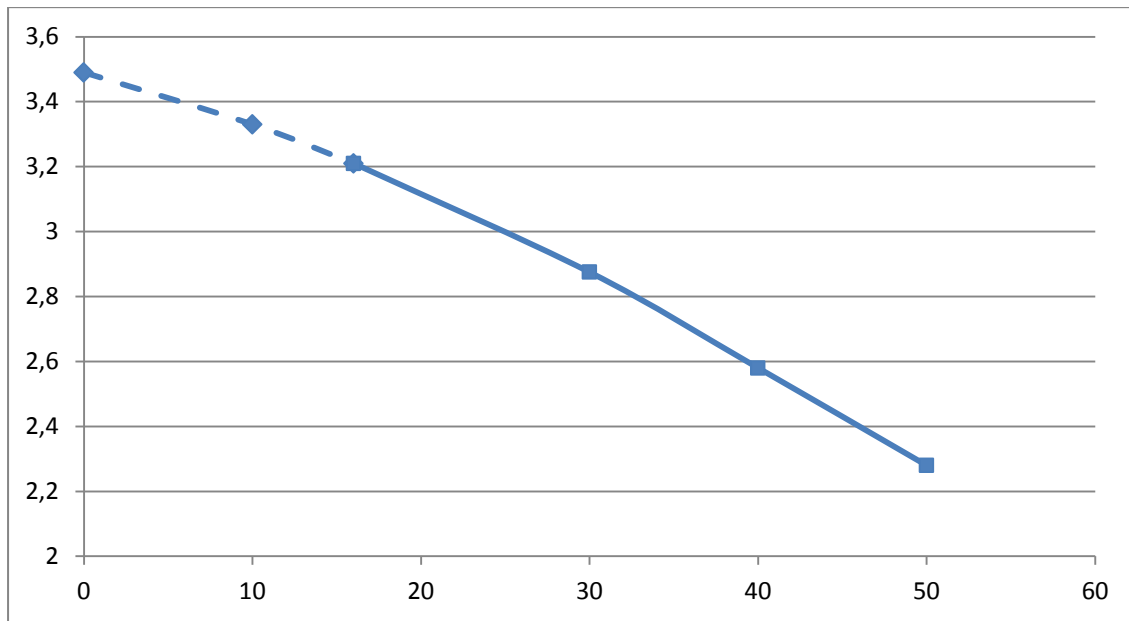
Στα σχήματα 82 έως 87 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 100 m, για ανοίγματα 114 m, 116 m, 118 m, 120 m, 122 m και 124 m.

Άνοιγμα: 114m



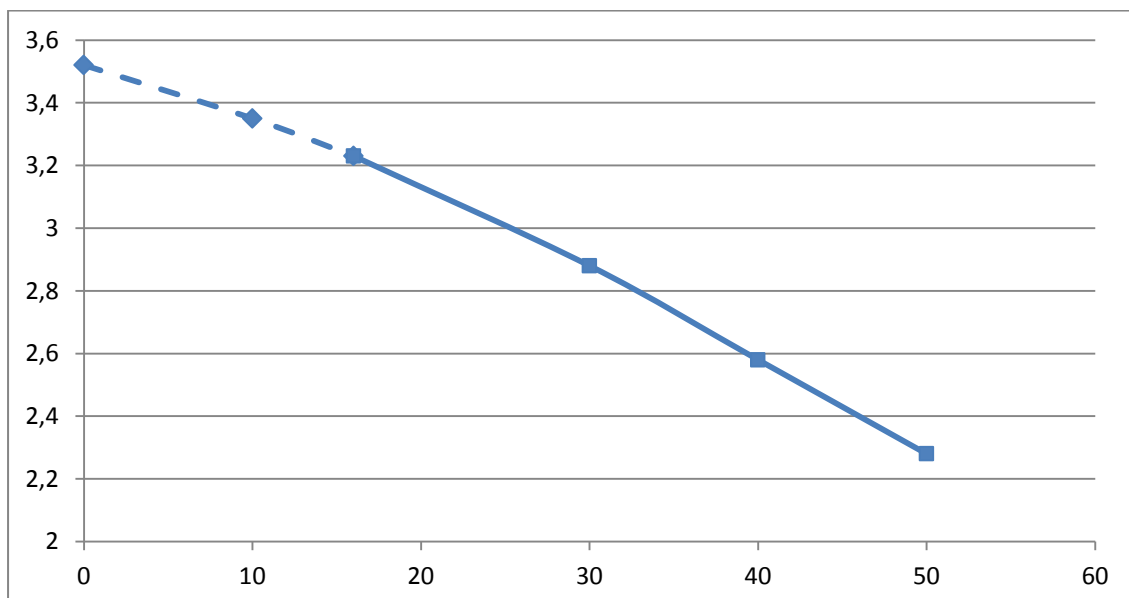
Σχήμα 82: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 114m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 116m



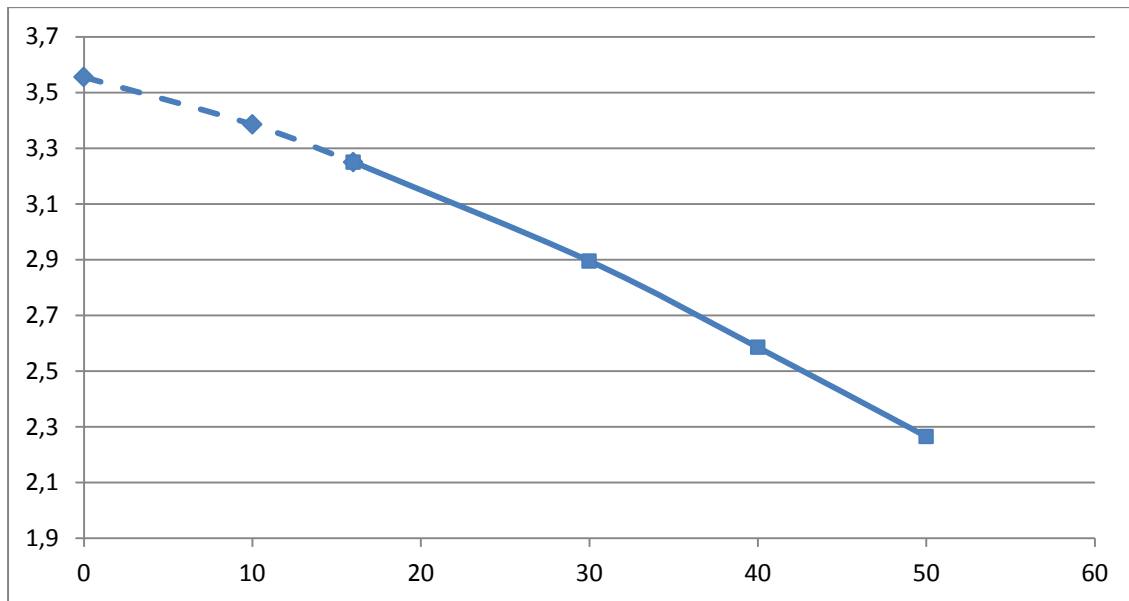
Σχήμα 83: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 116m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 118m



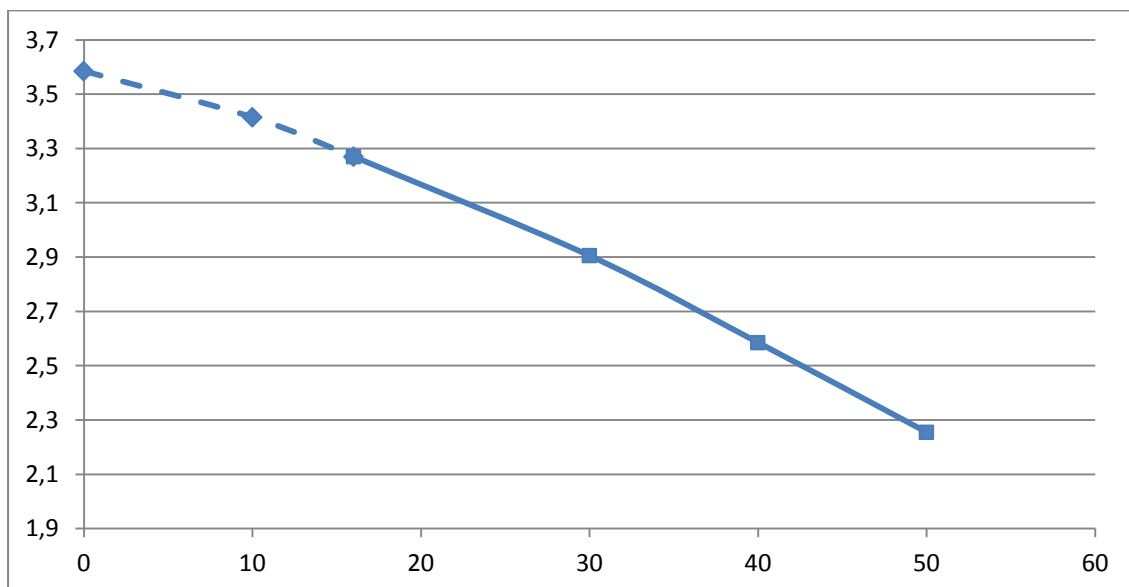
Σχήμα 84: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 118m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 120m



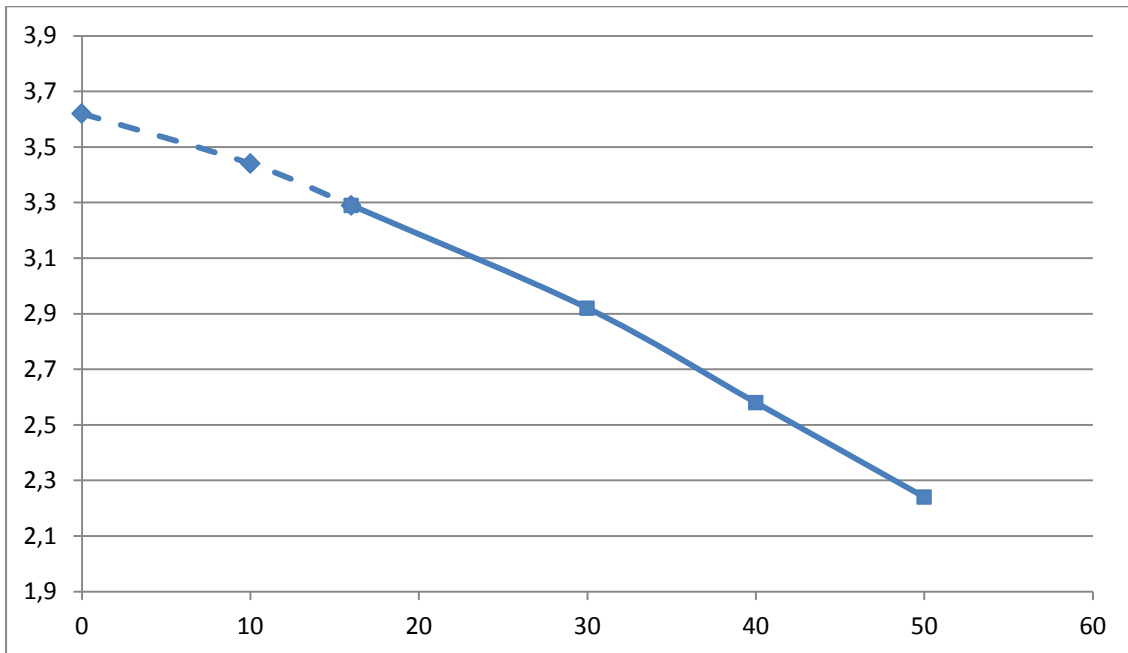
Σχήμα 85: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 120m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 122m



Σχήμα 86: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 122m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 124m

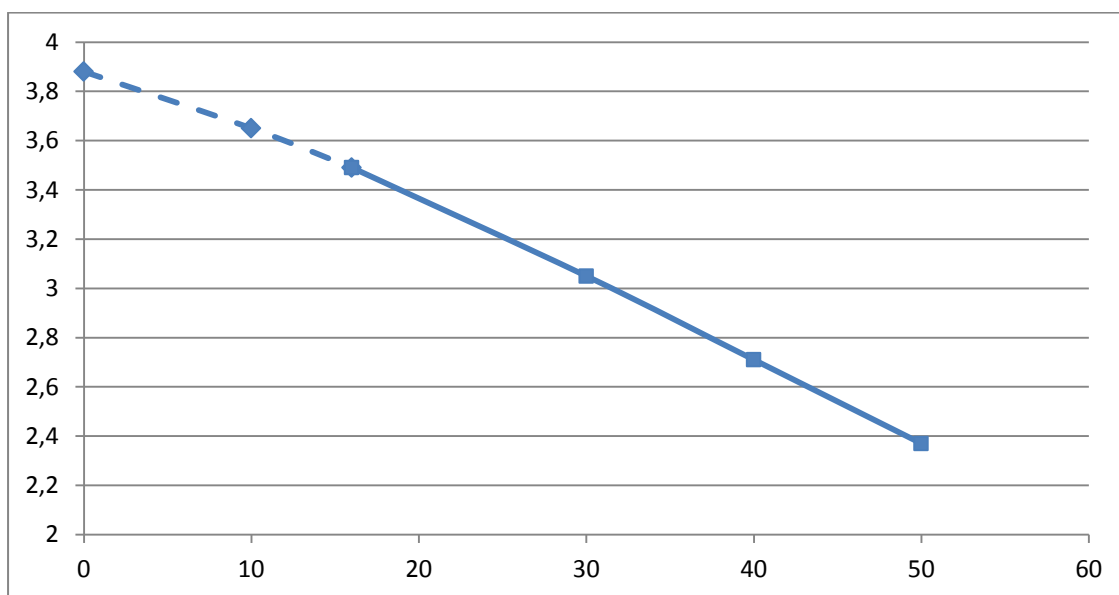


Σχήμα 87: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 124m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.3 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125m

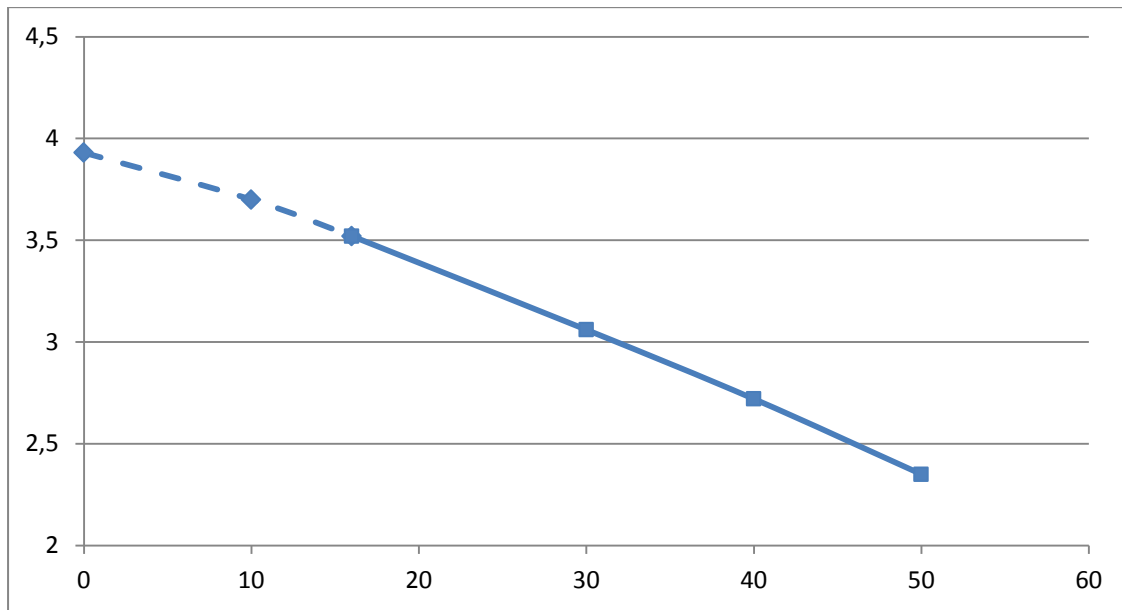
Στα σχήματα 88 έως 93 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 125 m, για ανοίγματα 144 m, 147 m, 150 m, 153 m, 156 m και 159 m.

Άνοιγμα: 144m



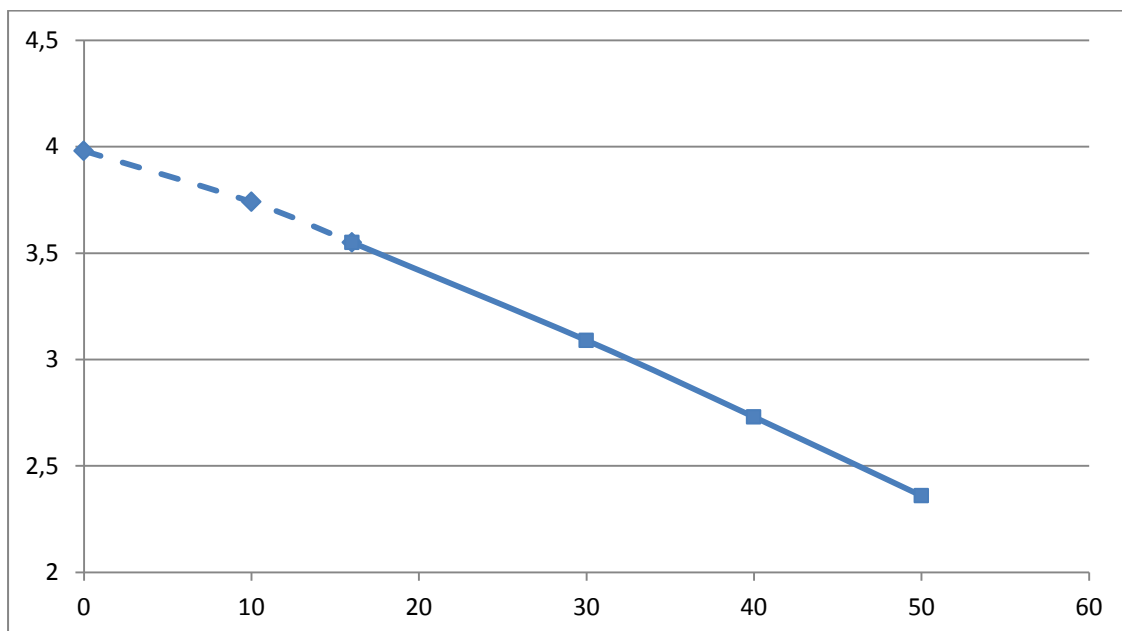
Σχήμα 88: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 144m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 147m



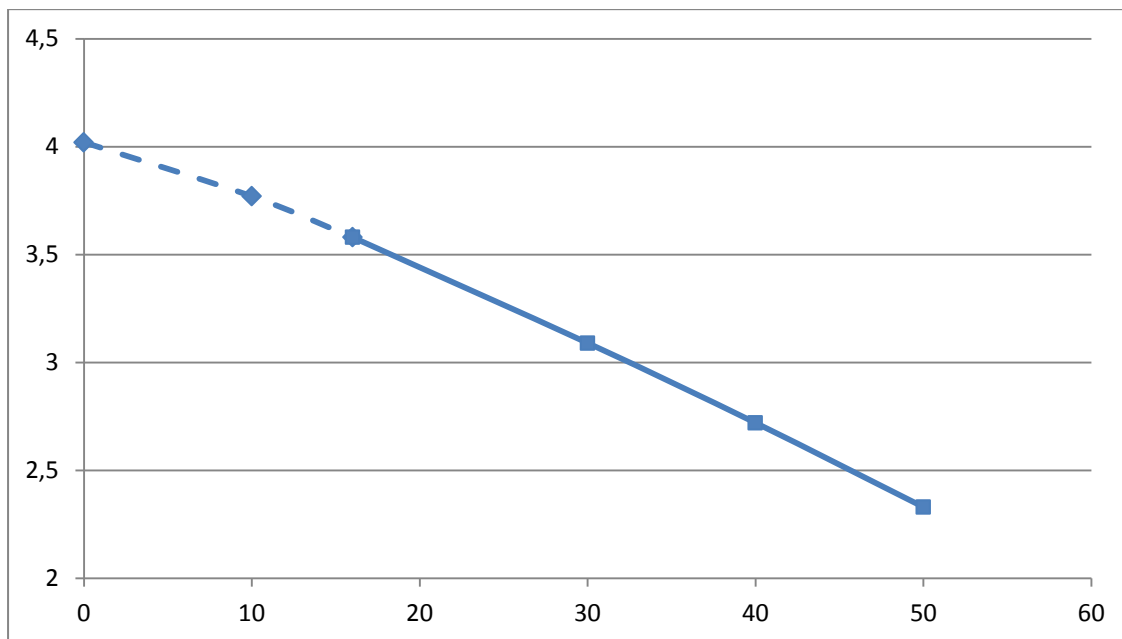
Σχήμα 89: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 147m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 150m



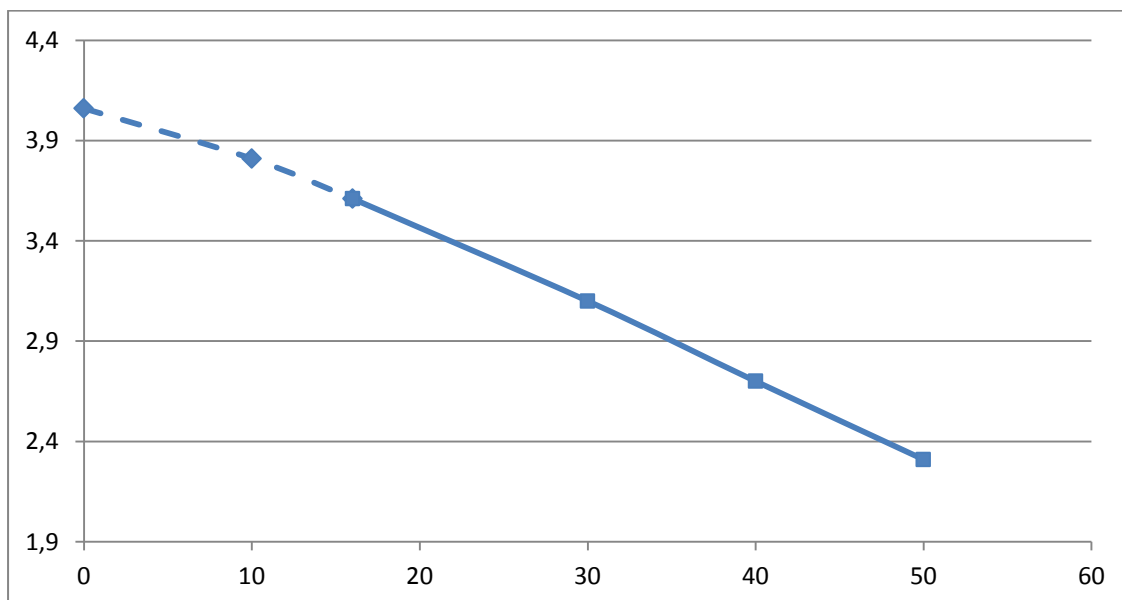
Σχήμα 90: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 150m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 153m



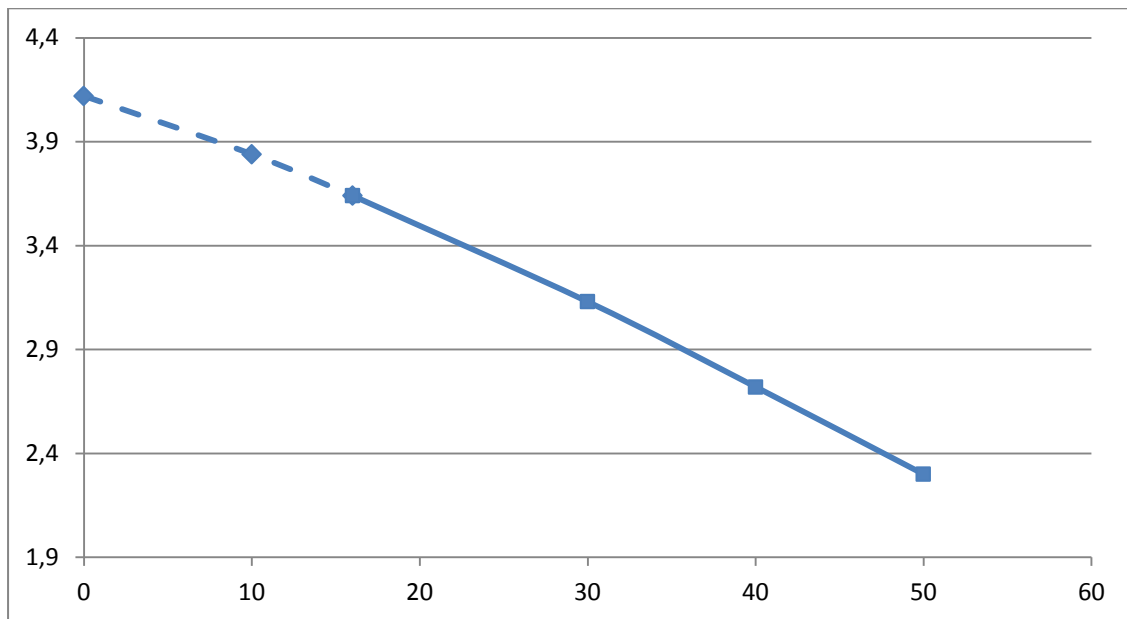
Σχήμα 91: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 153m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 156m



Σχήμα 92: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 156m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 159m

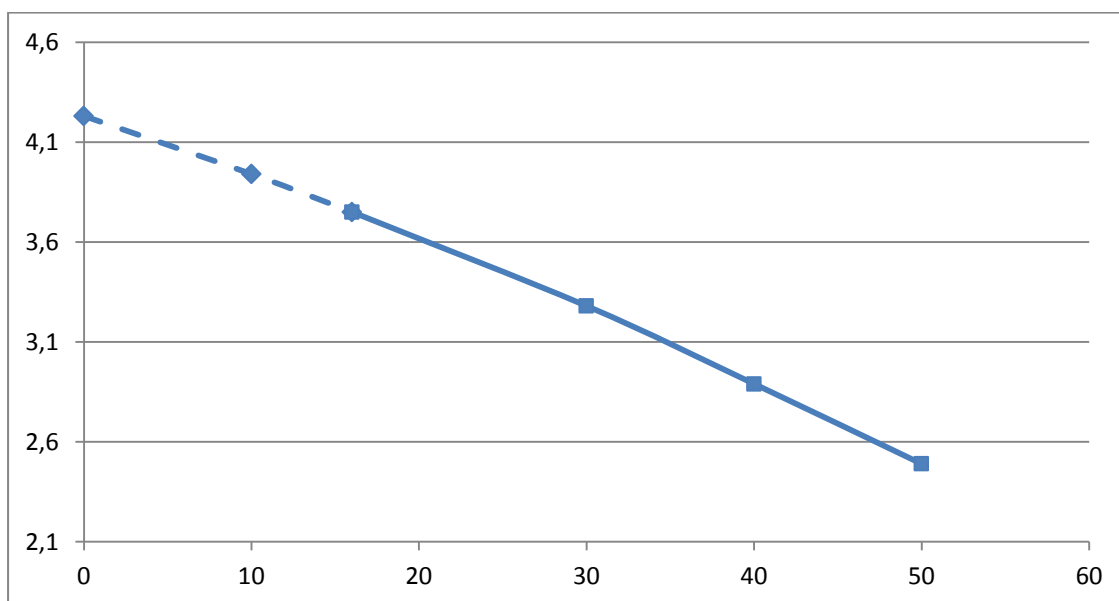


Σχήμα 93: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 159m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.4 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150m

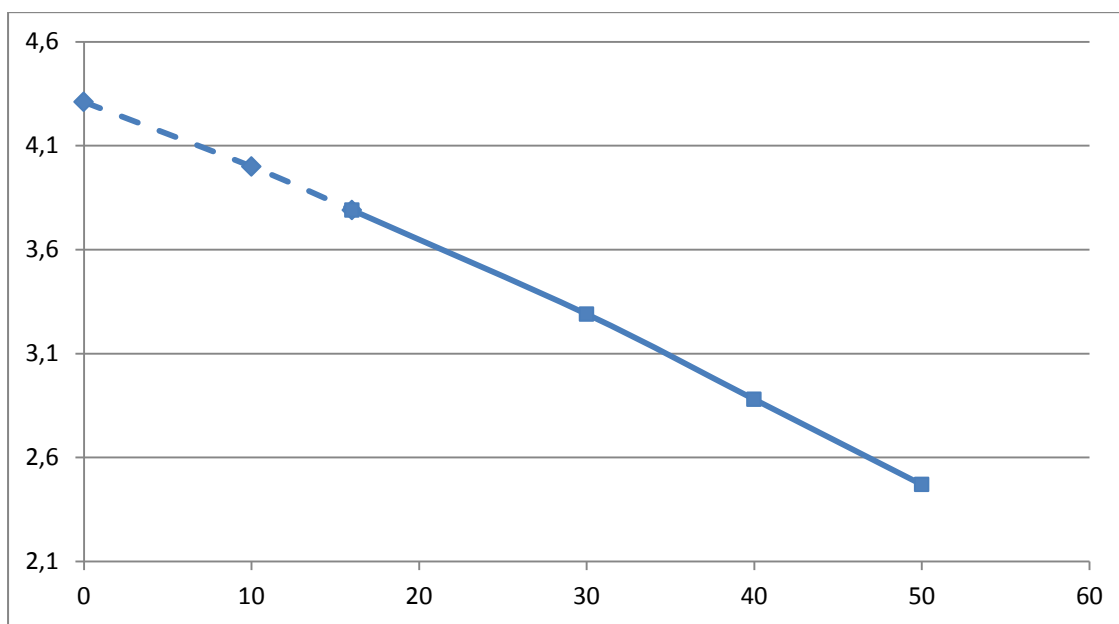
Στα σχήματα 94 έως 99 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 150 m, για ανοίγματα 170 m, 174 m, 178 m, 182 m, 186 m και 190 m.

Άνοιγμα: 170m



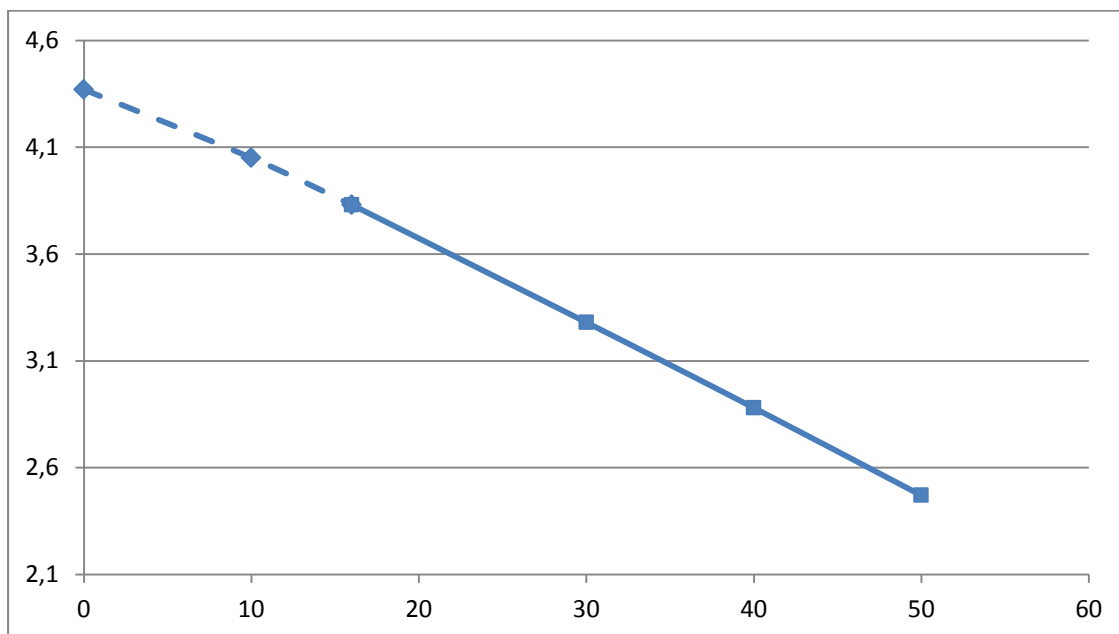
Σχήμα 94: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 170m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 174m



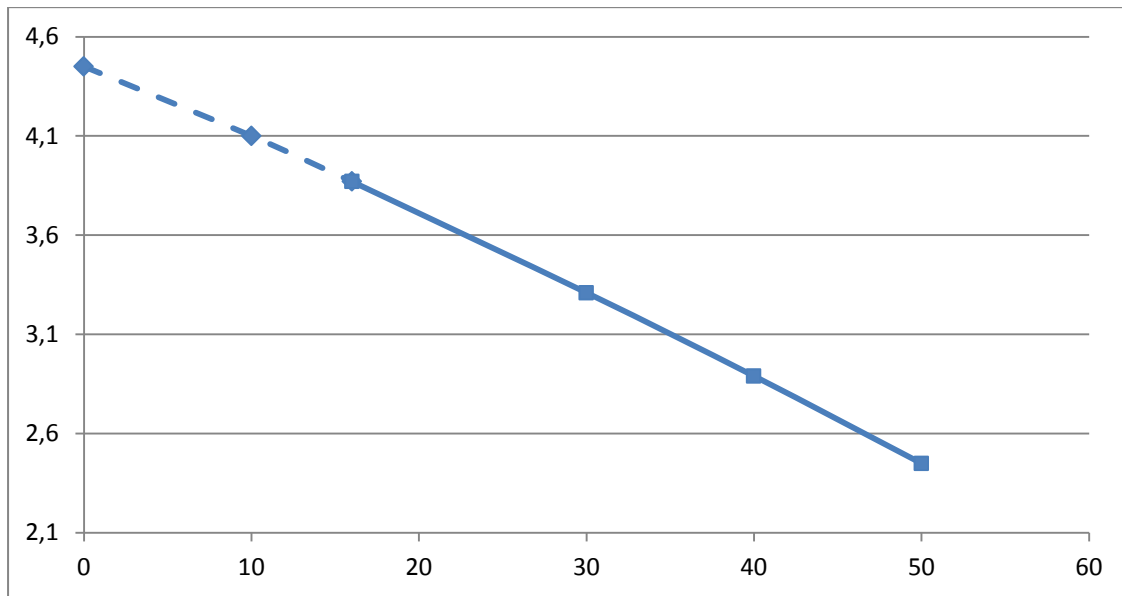
Σχήμα 95: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 174m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 178m



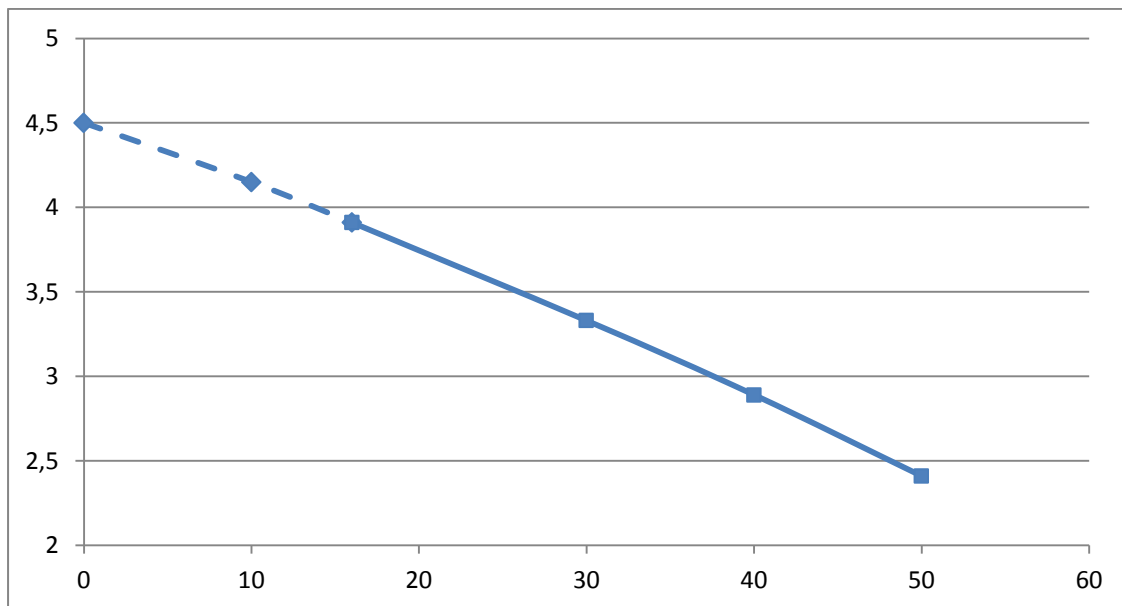
Σχήμα 96: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 178m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 182m



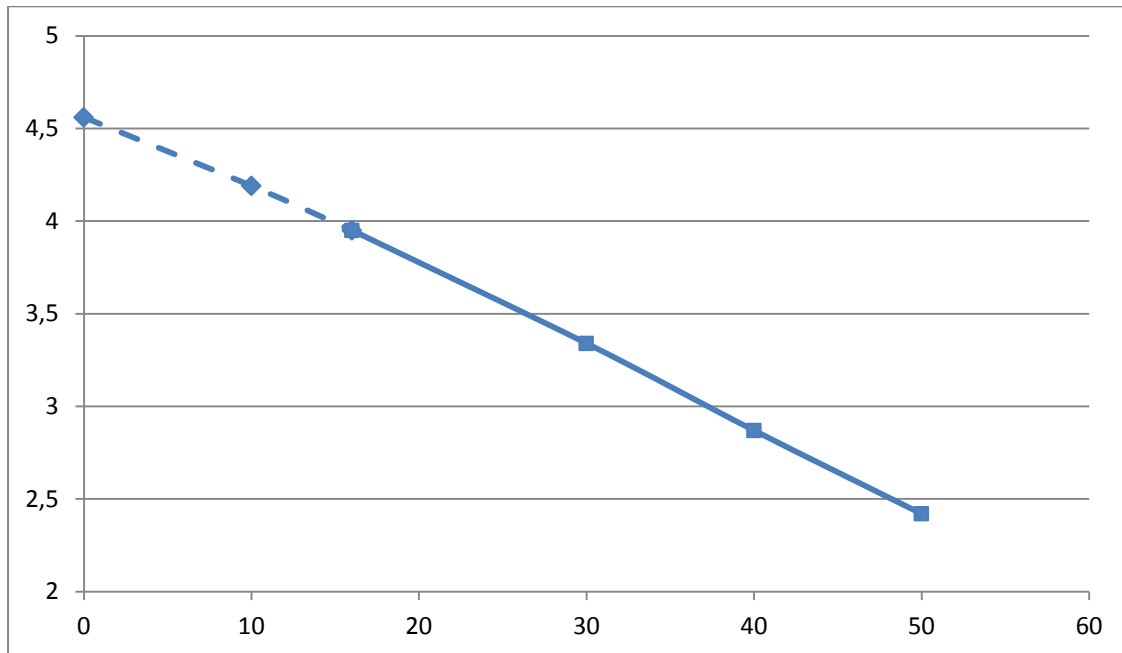
Σχήμα 97: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 182m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 186m



Σχήμα 98: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 186m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 190m

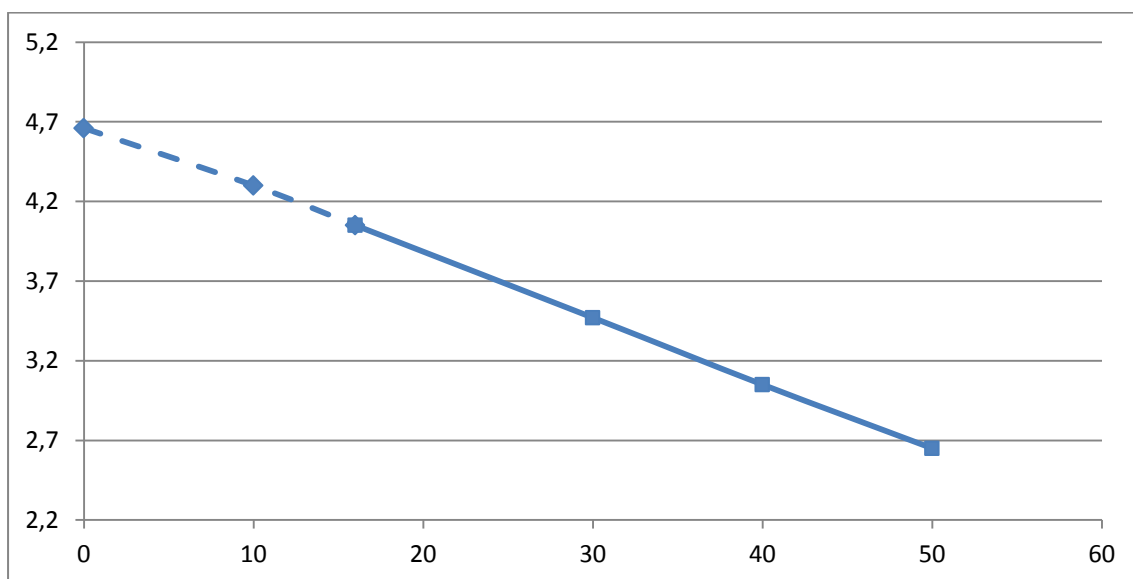


Σχήμα 99: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 190m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.5 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 175m

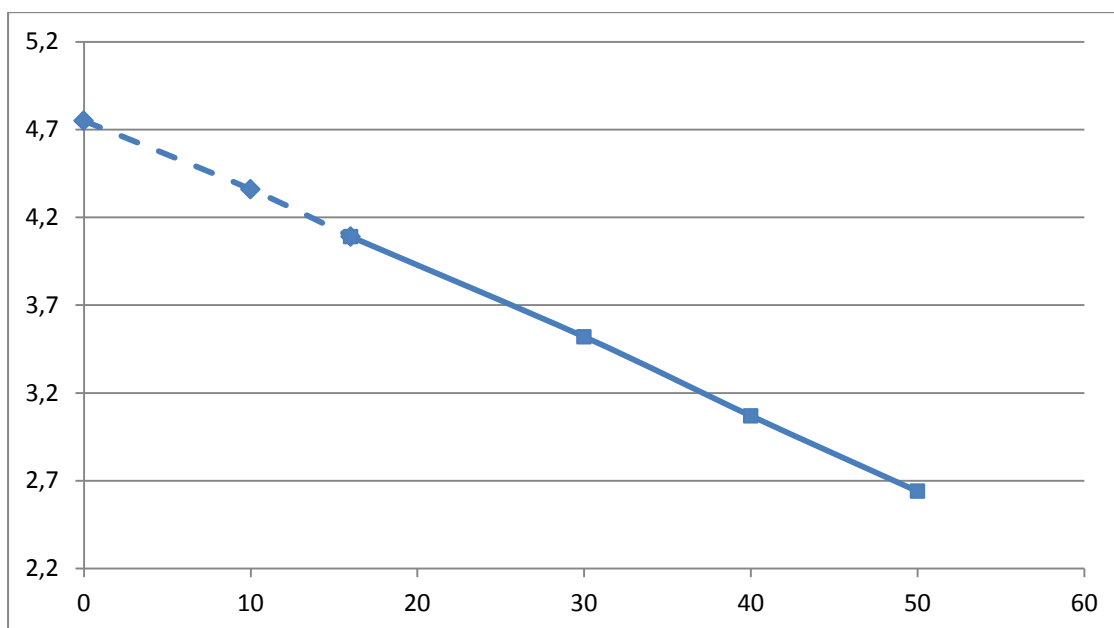
Στα σχήματα 100 έως 105 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 175 m, για ανοίγματα 200 m, 204 m, 208 m, 212 m, 216 m και 220 m.

Άνοιγμα: 200m



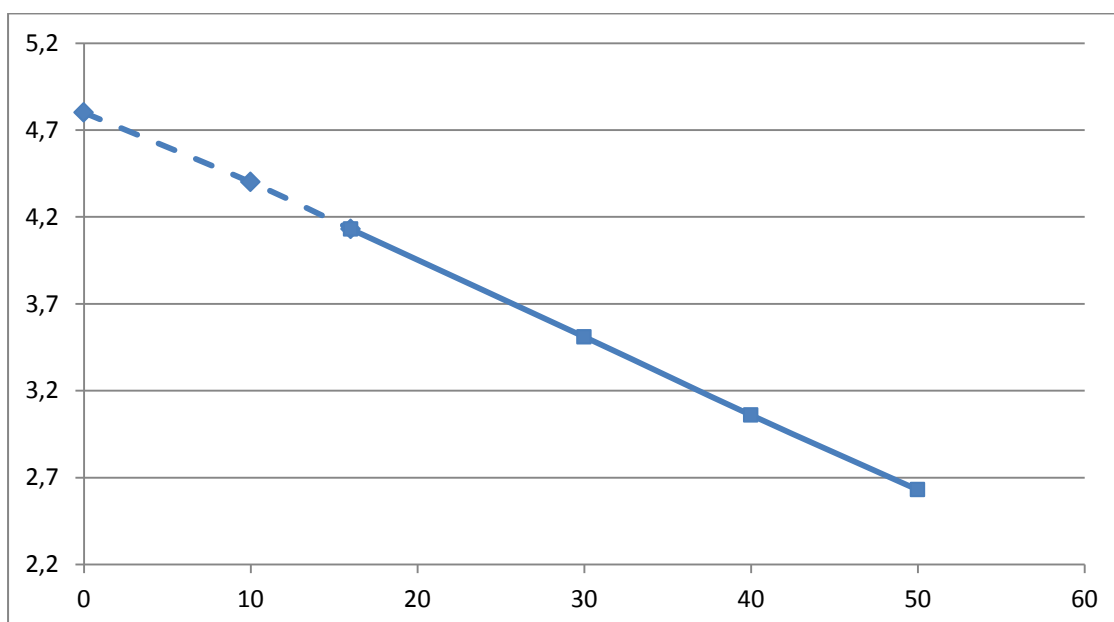
Σχήμα 100: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 175m και ανοίγματος 200m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 204m



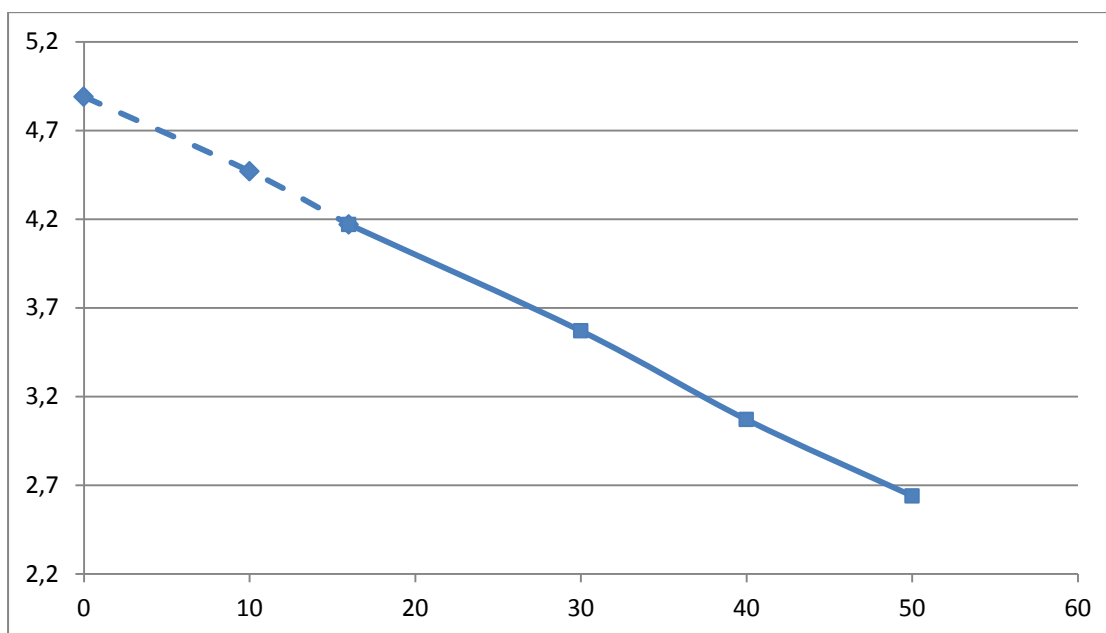
Σχήμα 101: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 175m και ανοίγματος 204m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 208m



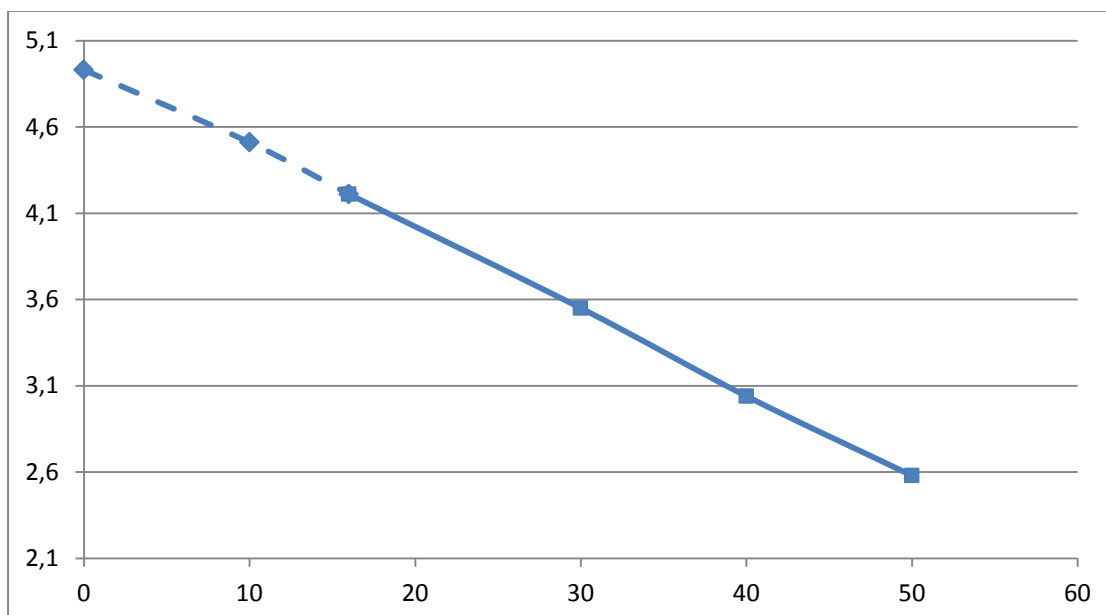
Σχήμα 102: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 175m και ανοίγματος 208m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 212m



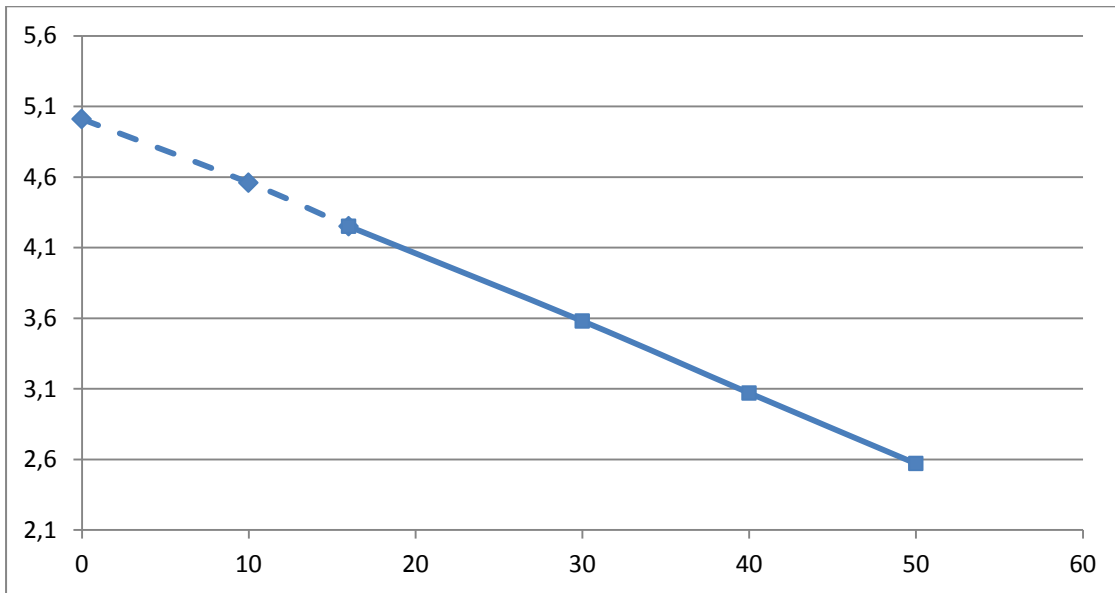
Σχήμα 103: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 175m και ανοίγματος 212m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 216m



Σχήμα 104: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 175m και ανοίγματος 216m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 220m

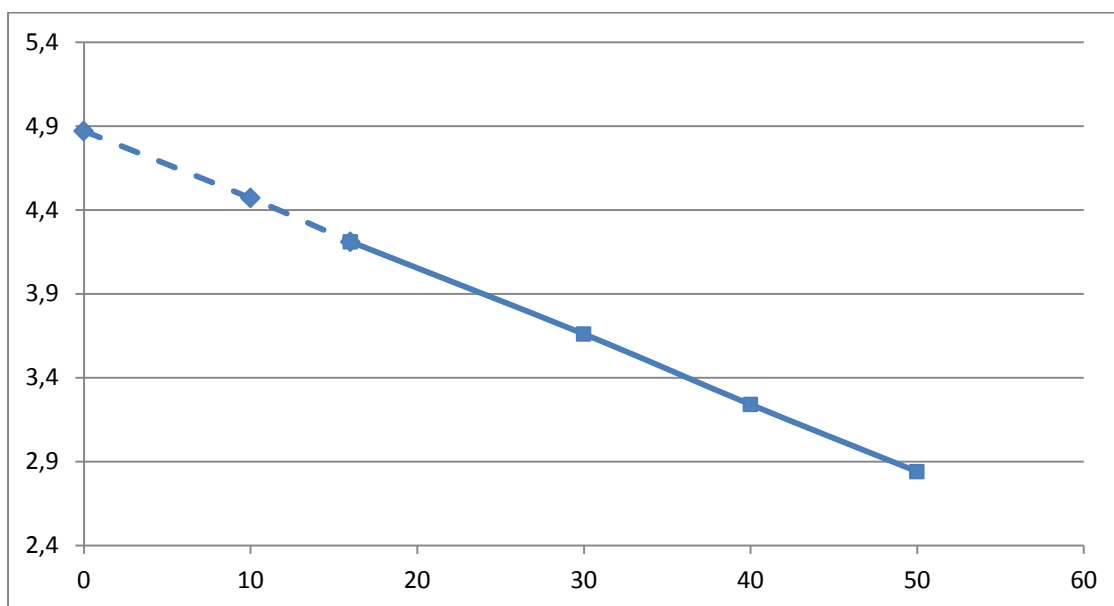


Σχήμα 105: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 175m και ανοίγματος 220m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.6 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 200m

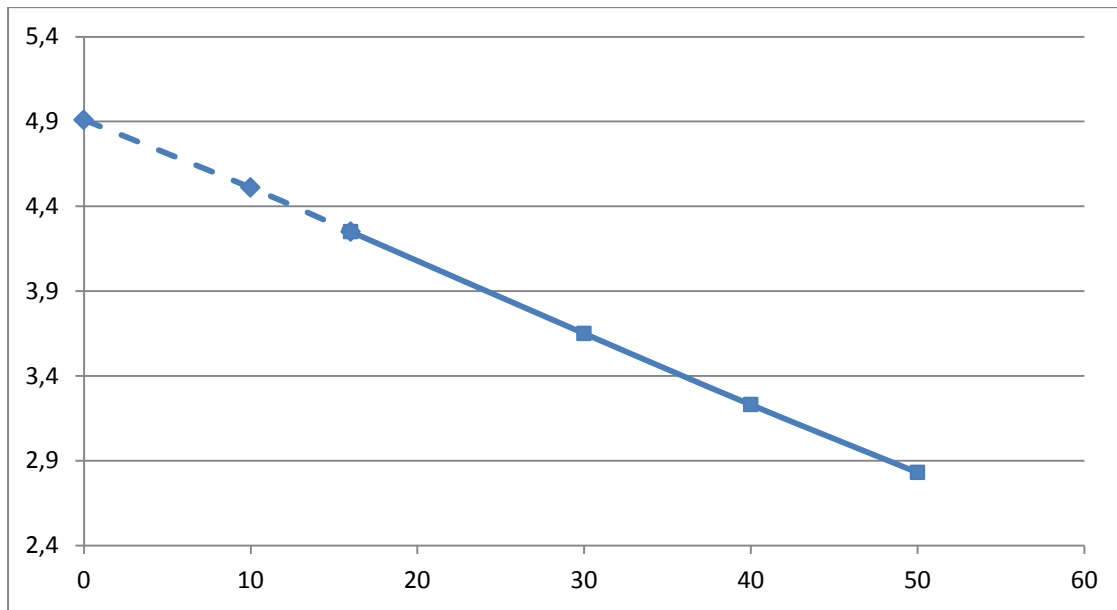
Στα σχήματα 106 έως 111 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 200 m, για ανοίγματα 218 m, 222 m, 226 m, 230 m, 234 m και 238 m.

Άνοιγμα: 218m



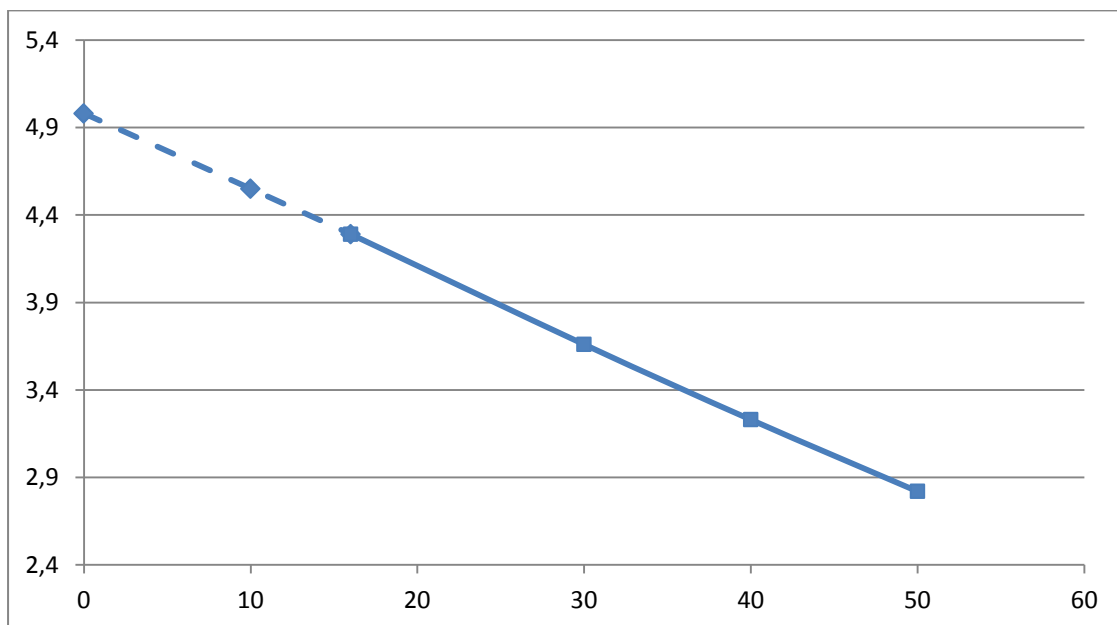
Σχήμα 106: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 200m και ανοίγματος 218m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 222m



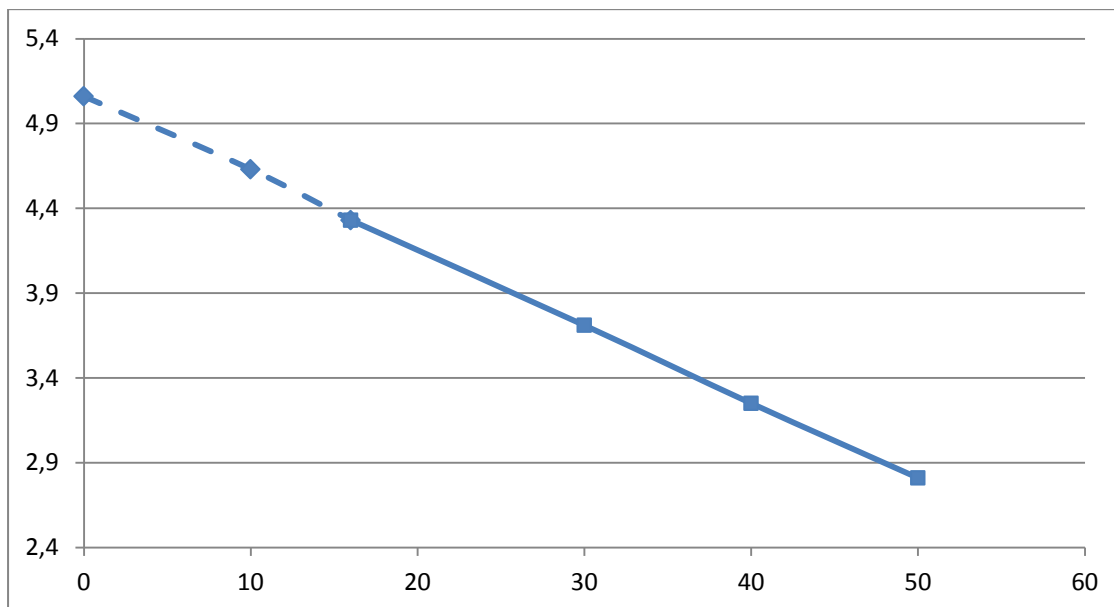
Σχήμα 107: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 200m και ανοίγματος 222m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 226m



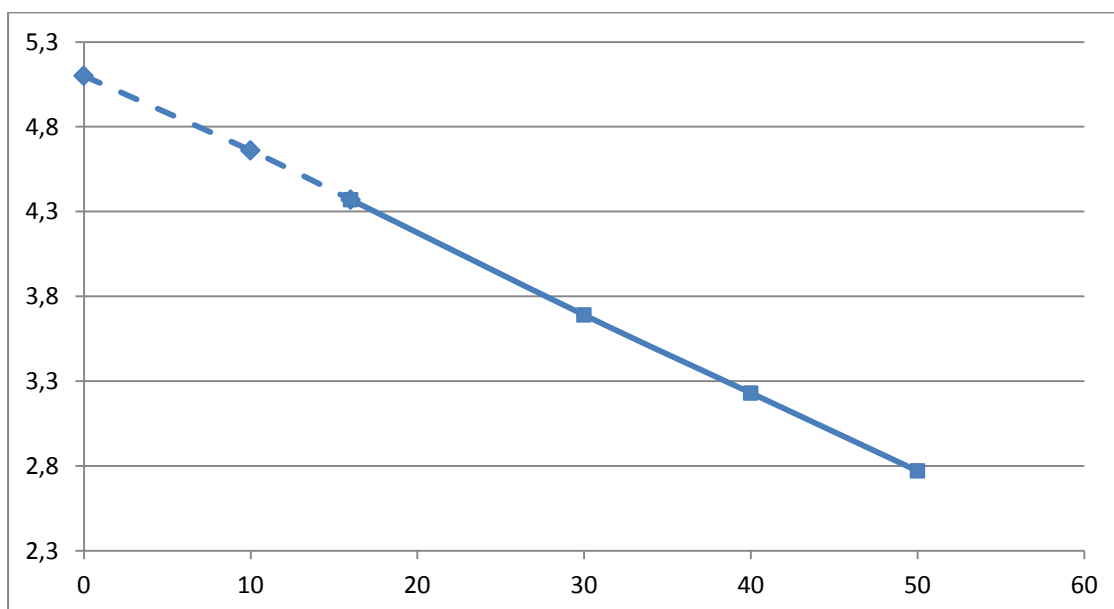
Σχήμα 108: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 200m και ανοίγματος 226m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 230m



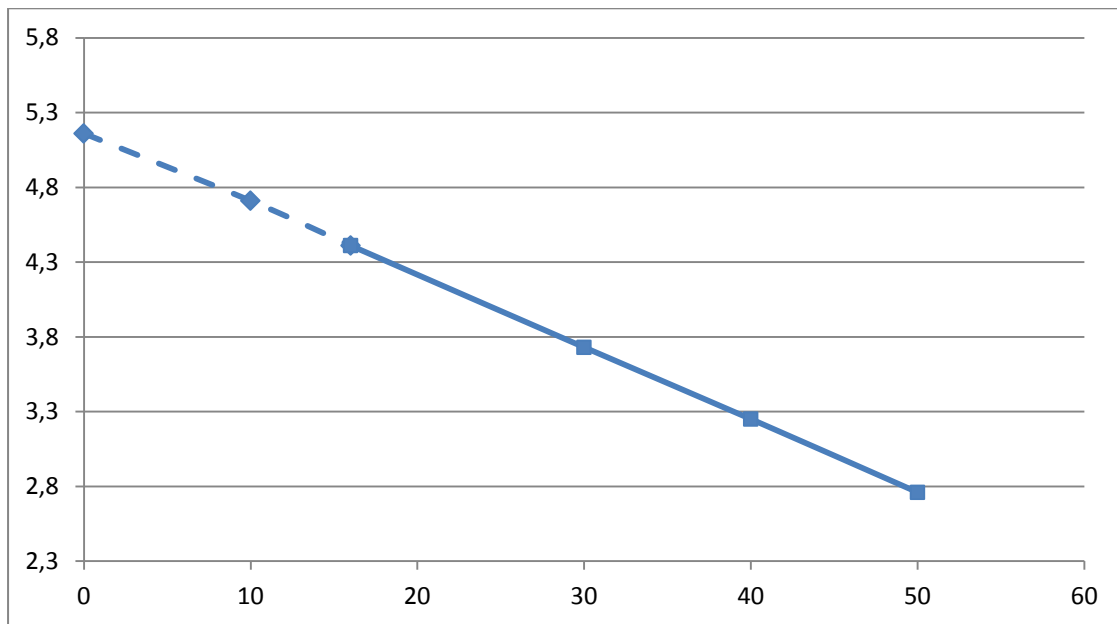
Σχήμα 109: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 200m και ανοίγματος 230m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 234m



Σχήμα 110: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 200m και ανοίγματος 234m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 238m

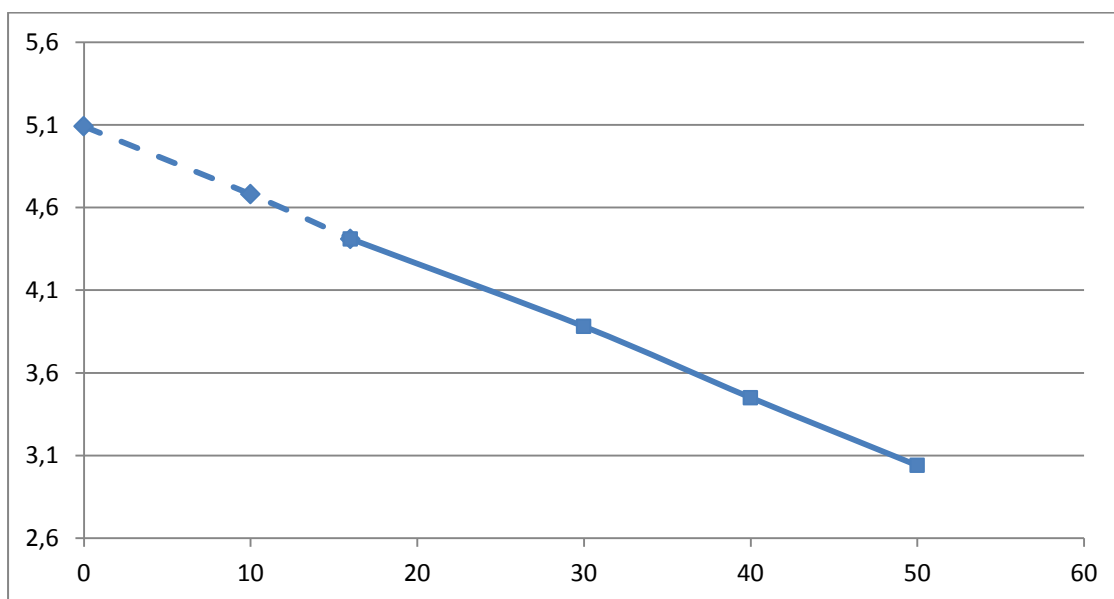


Σχήμα 111: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 200m και ανοίγματος 238m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.7 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 225m

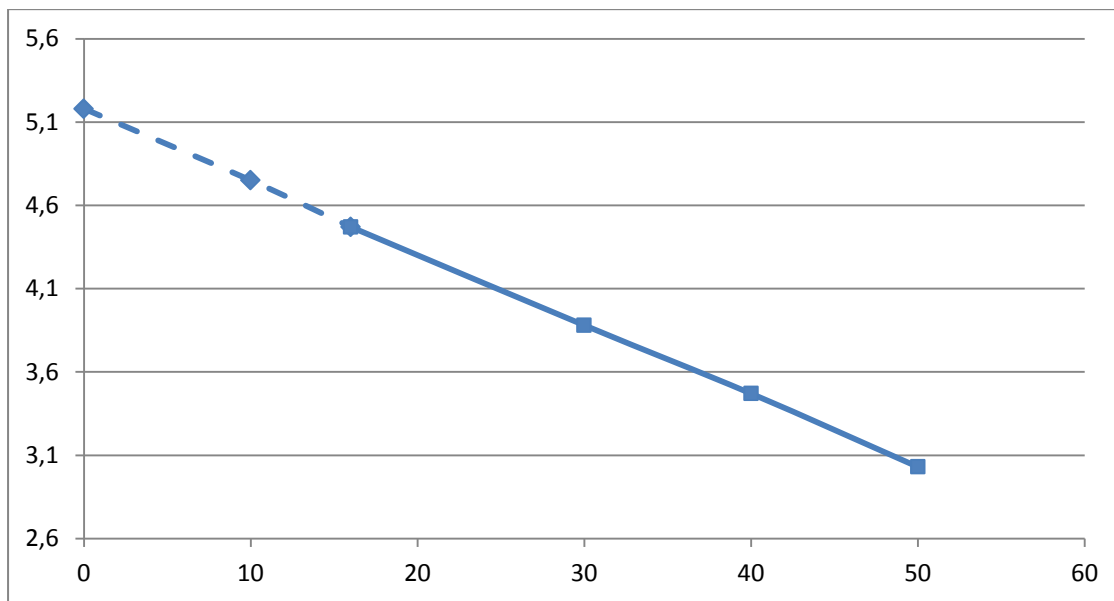
Στα σχήματα 112 έως 117 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 225 m, για ανοίγματα 236 m, 242 m, 248 m, 254 m, 260 m και 266 m.

Άνοιγμα: 236m



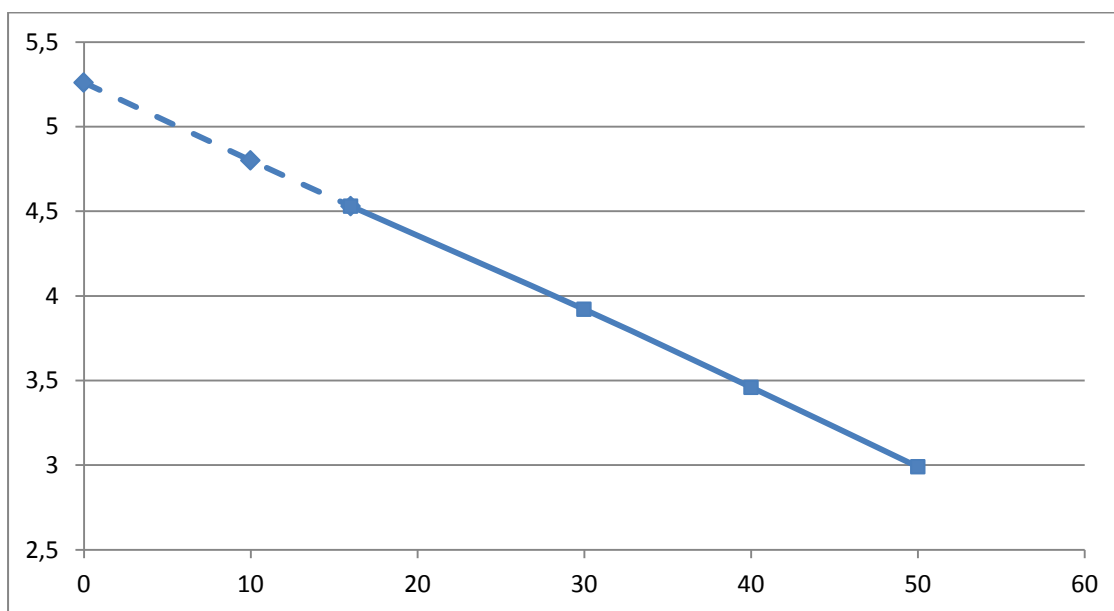
Σχήμα 112: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 225m και ανοίγματος 236m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 242m



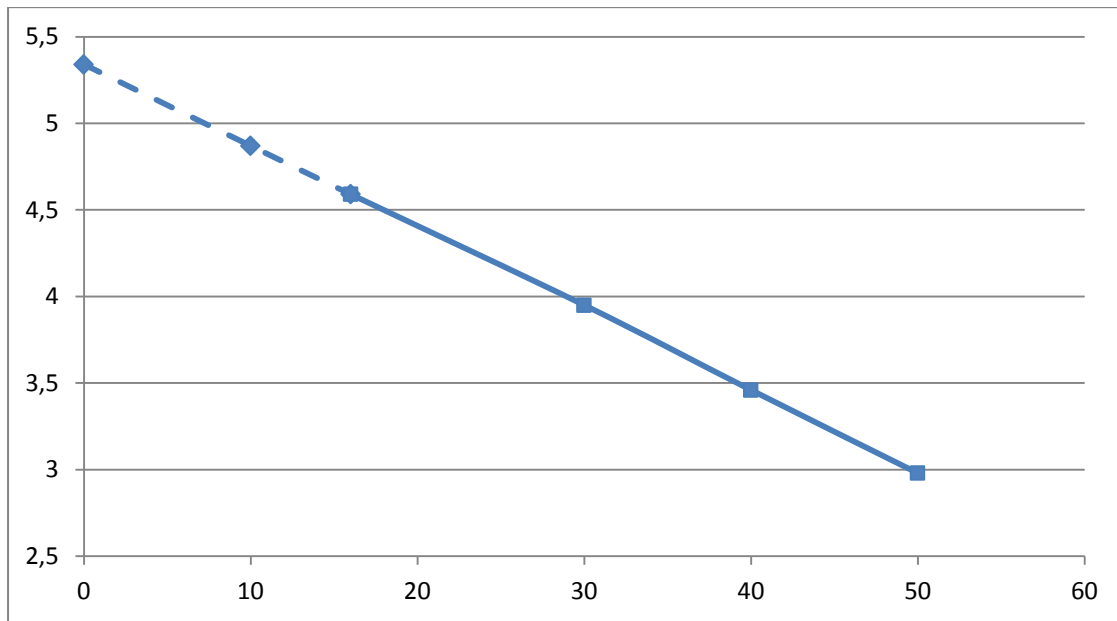
Σχήμα 113: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 225m και ανοίγματος 242m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 248m



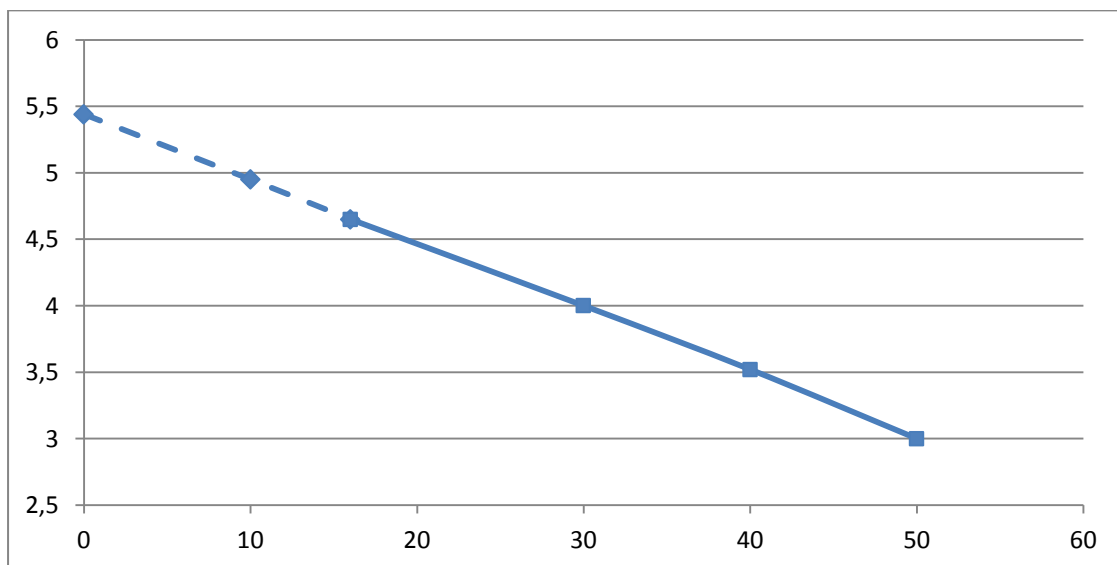
Σχήμα 114: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 225m και ανοίγματος 248m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 254m



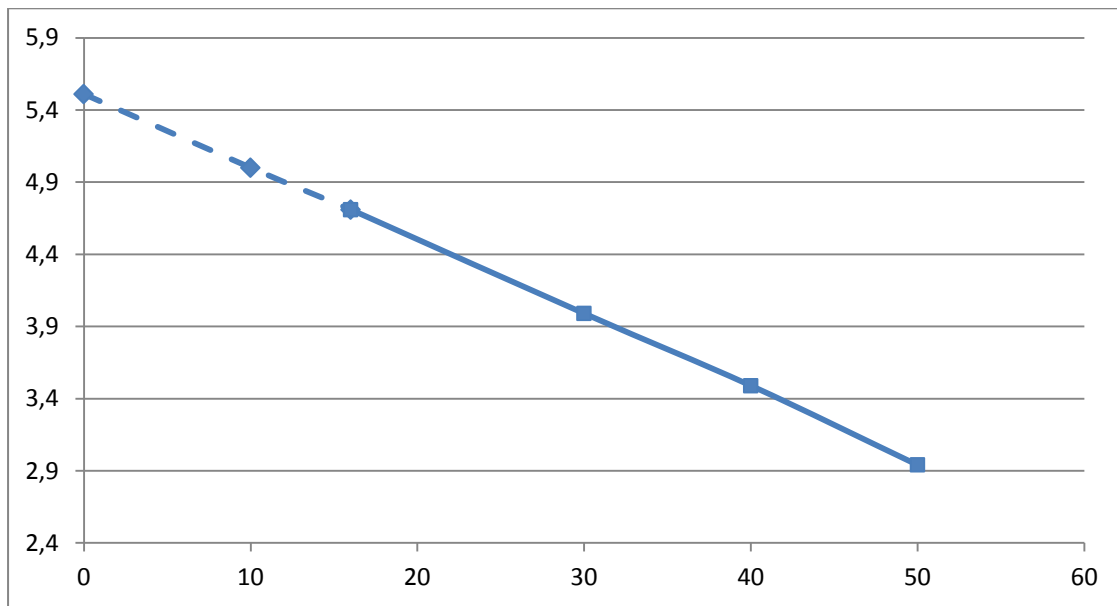
Σχήμα 115: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 225m και ανοίγματος 254m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 260m



Σχήμα 116: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 225m και ανοίγματος 260m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 266m

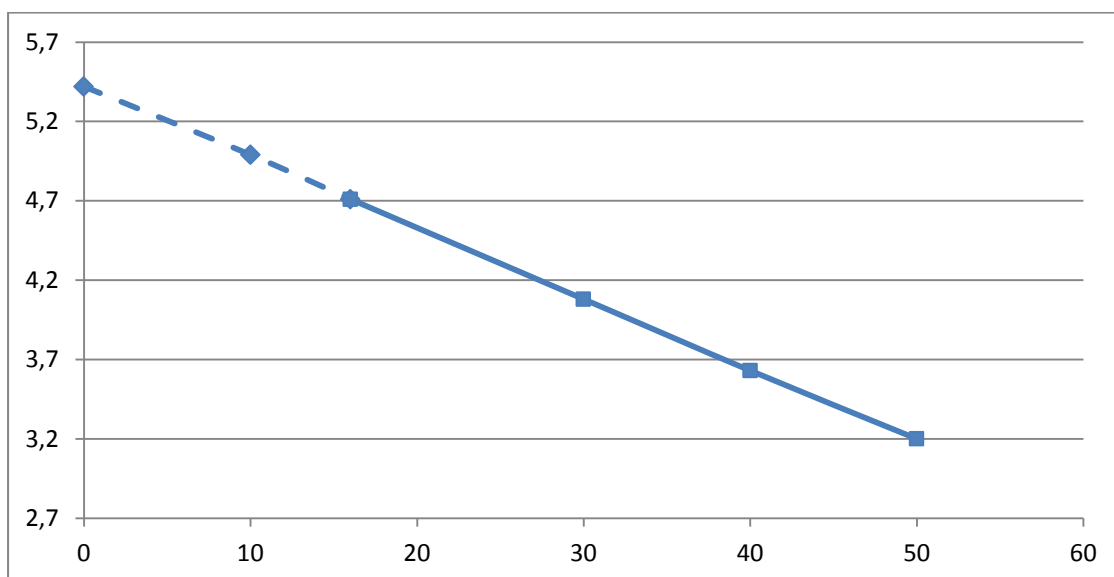


Σχήμα 117: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 225m και ανοίγματος 266m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.8 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 250m

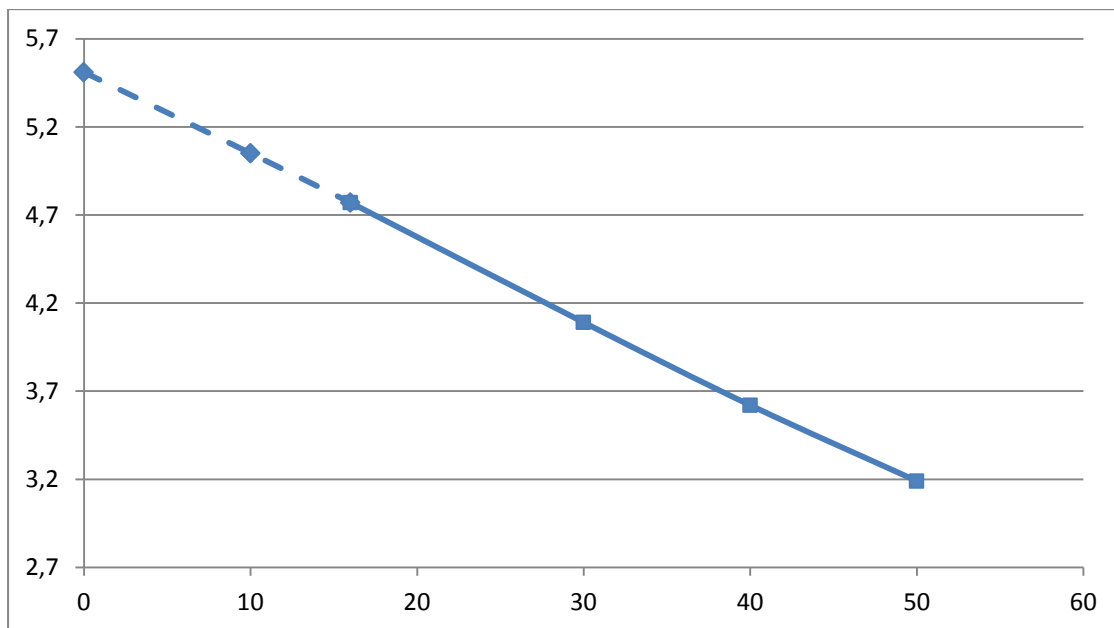
Στα σχήματα 118 έως 123 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 250 m, για ανοίγματα 266 m, 272 m, 278 m, 284 m, 290 m και 296 m.

Άνοιγμα: 266m



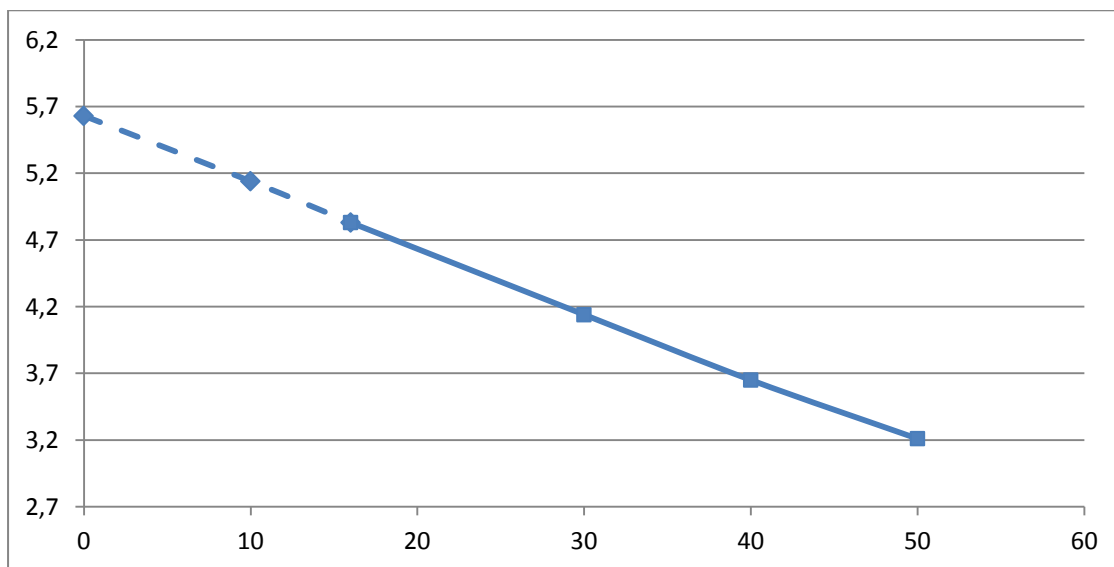
Σχήμα 118: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 250m και ανοίγματος 266m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 272m



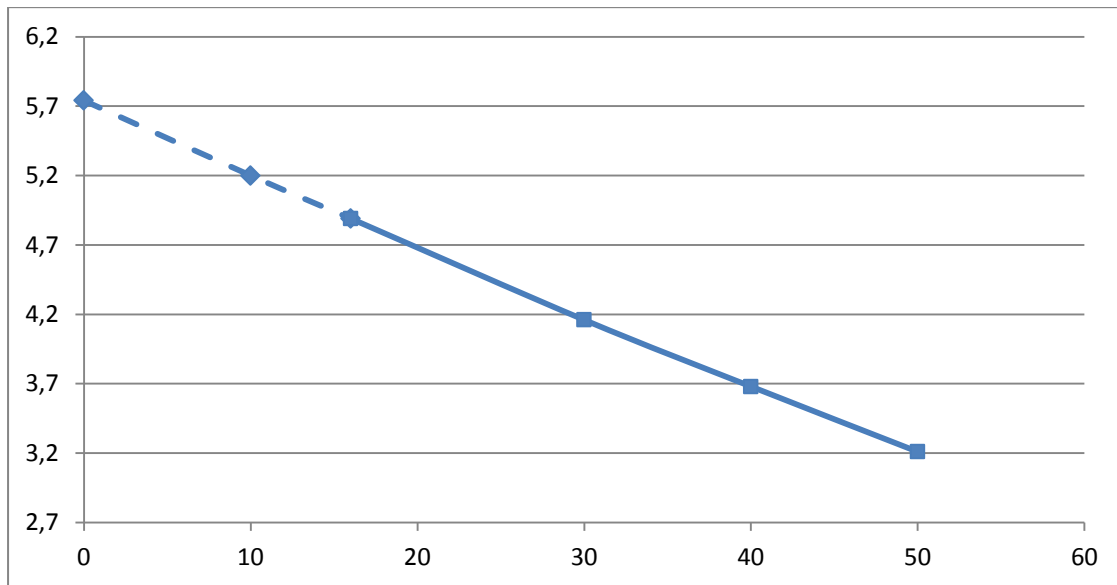
Σχήμα 119: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 250m και ανοίγματος 272m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 278m



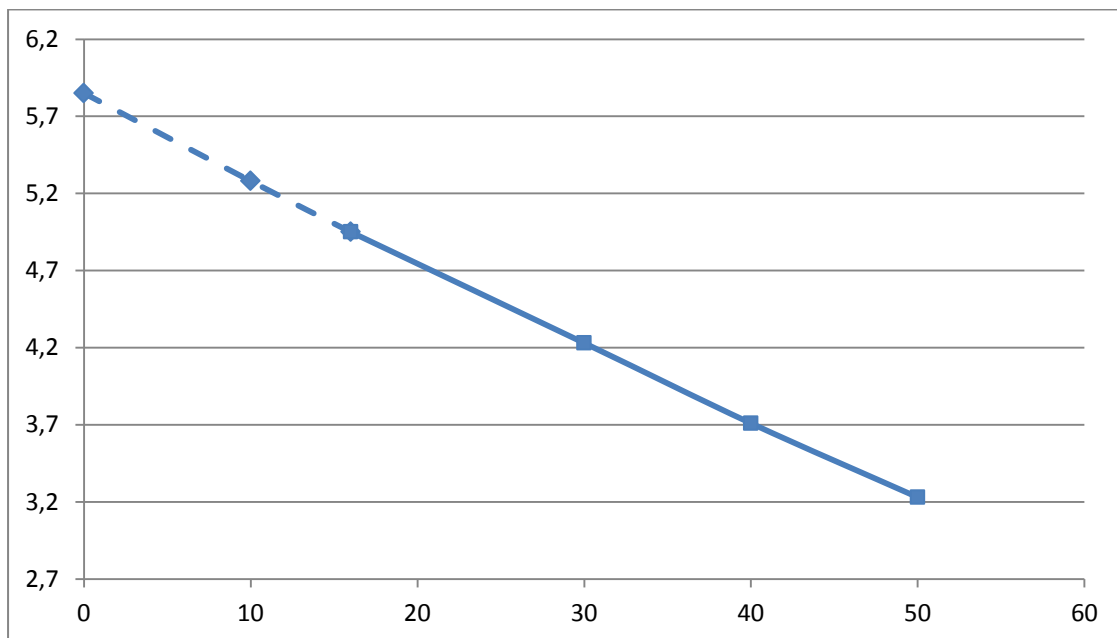
Σχήμα 120: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 250m και ανοίγματος 278m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 284m



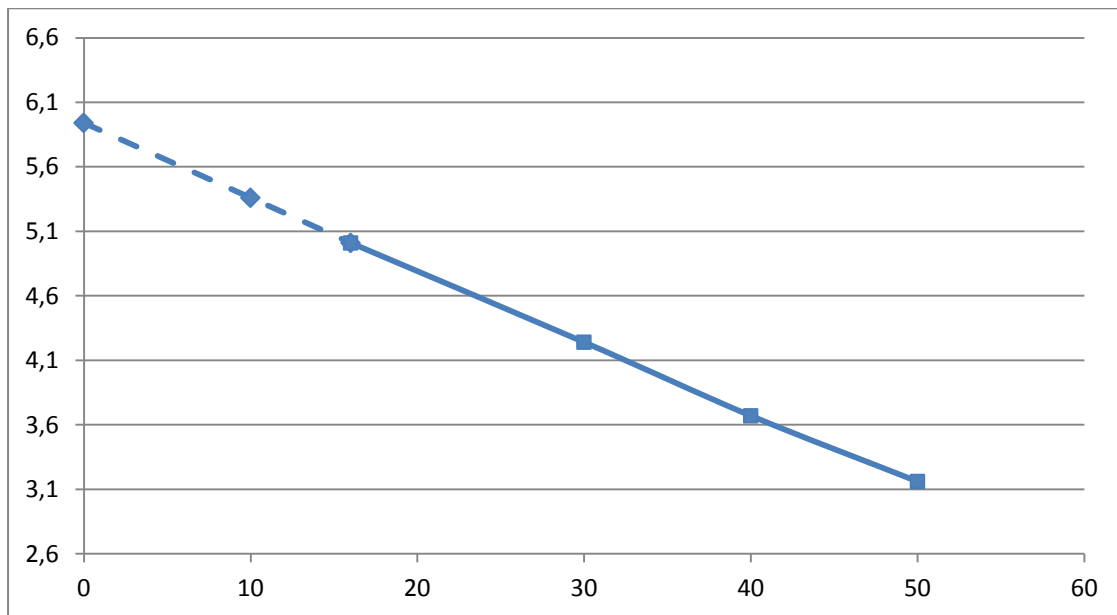
Σχήμα 121: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 250m και ανοίγματος 284m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 290m



Σχήμα 122: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 250m και ανοίγματος 290m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 296m

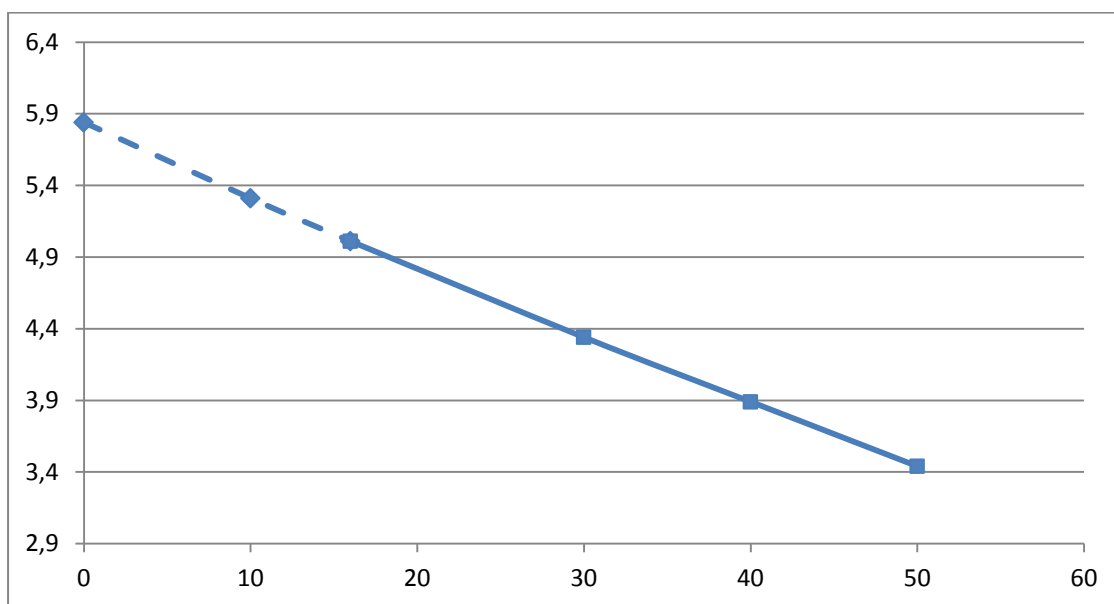


Σχήμα 123: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 250m και ανοίγματος 296m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.9 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 275m

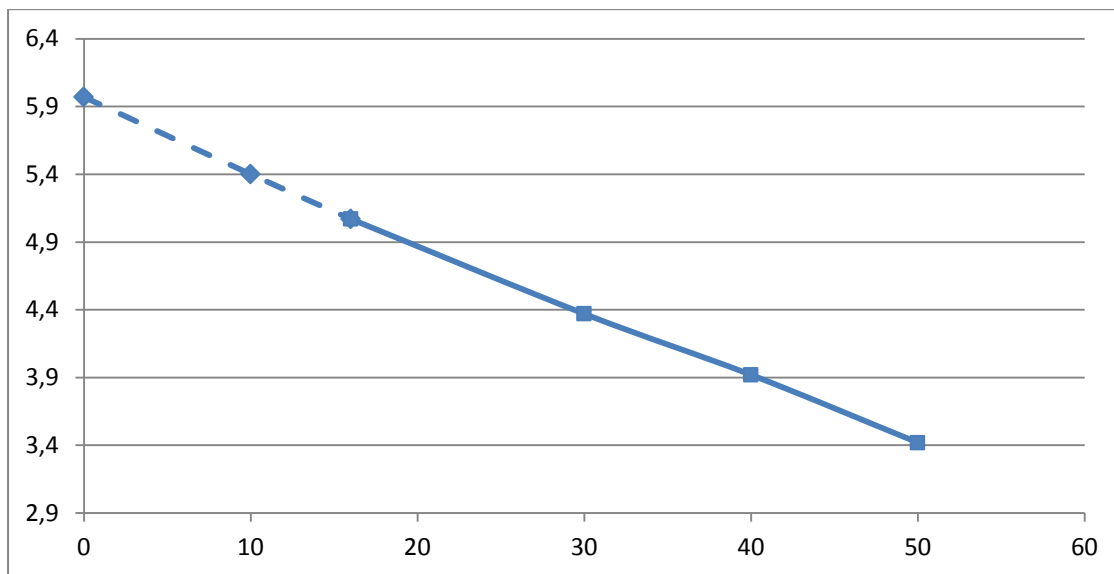
Στα σχήματα 124 έως 129 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 275 m, για ανοίγματα 296 m, 302 m, 308 m, 314 m, 320 m και 326 m.

Άνοιγμα: 296m



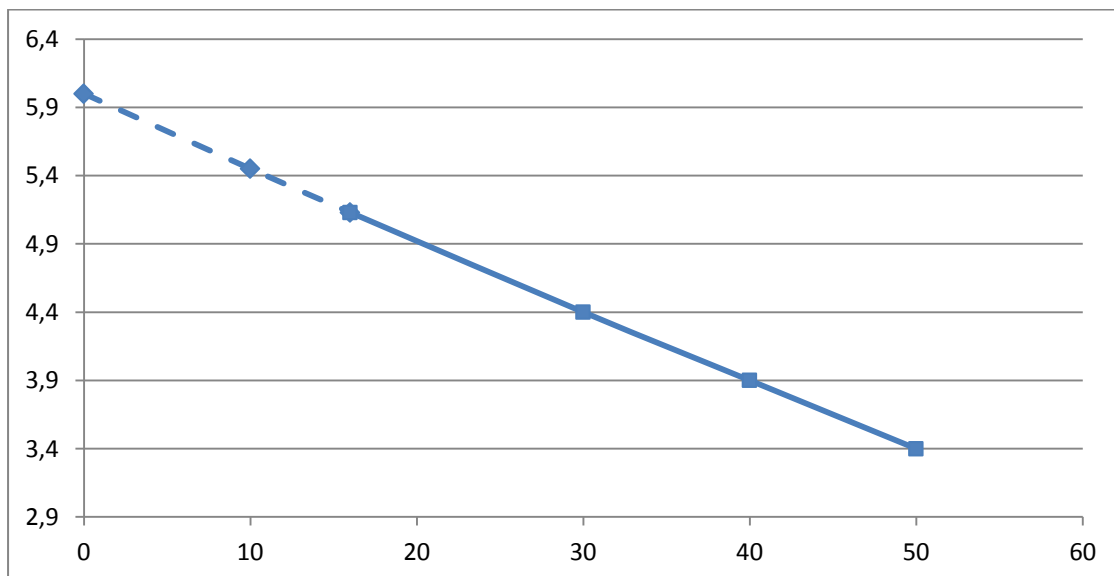
Σχήμα 124: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 275m και ανοίγματος 296m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 302m



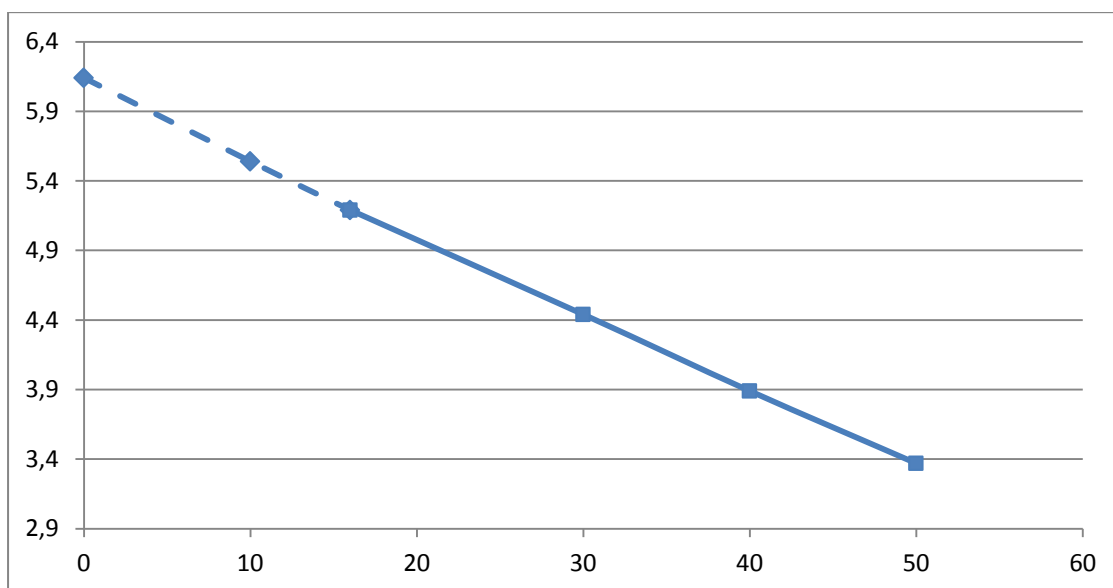
Σχήμα 125: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 275m και ανοίγματος 302m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 308m



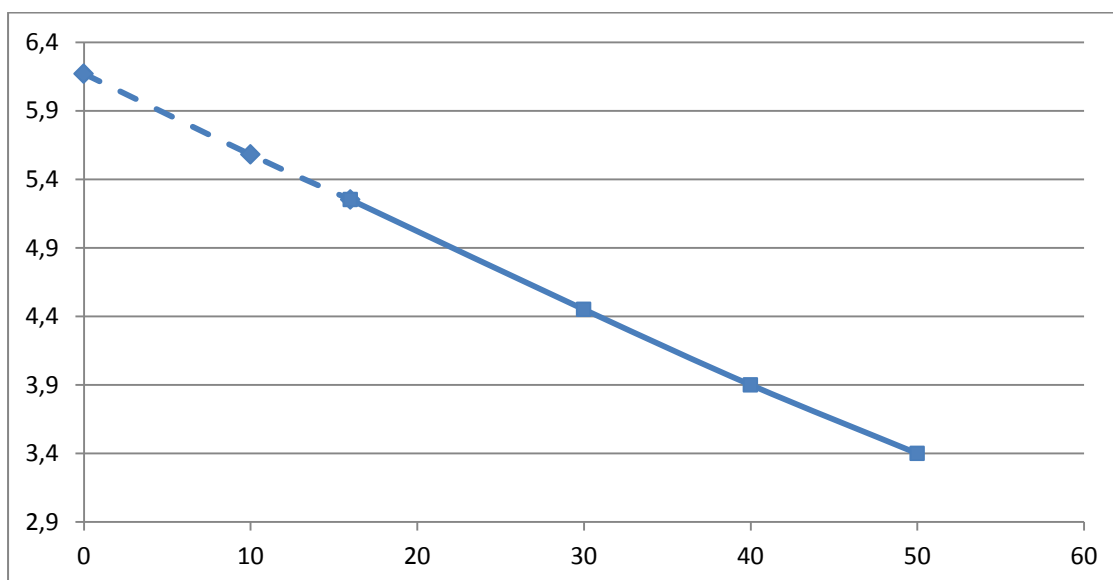
Σχήμα 126: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 275m και ανοίγματος 308m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 314m



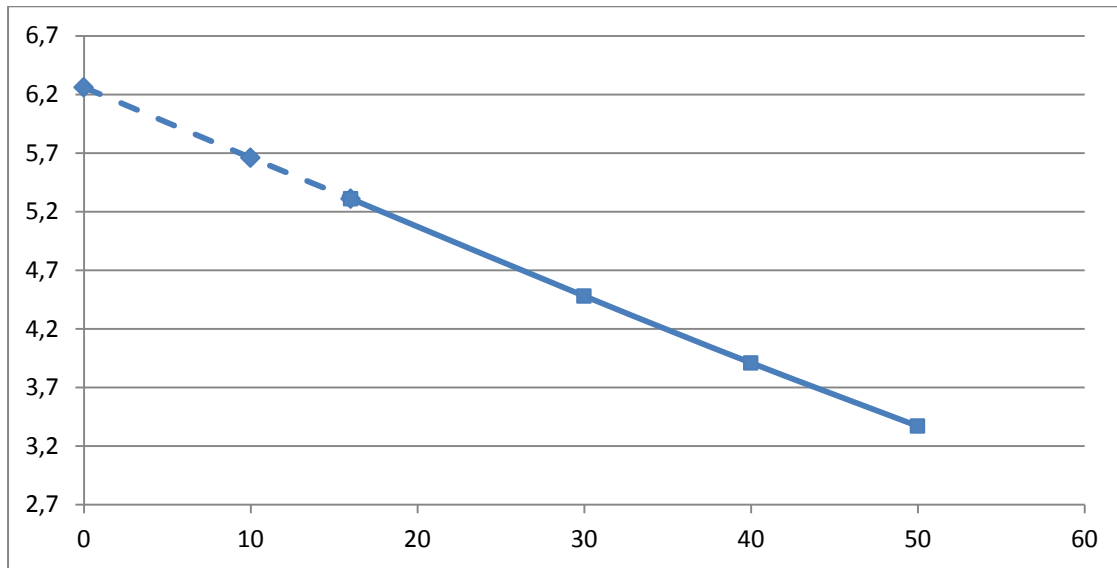
Σχήμα 127: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 275m και ανοίγματος 314m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 320m



Σχήμα 128: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 275m και ανοίγματος 320m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 326m

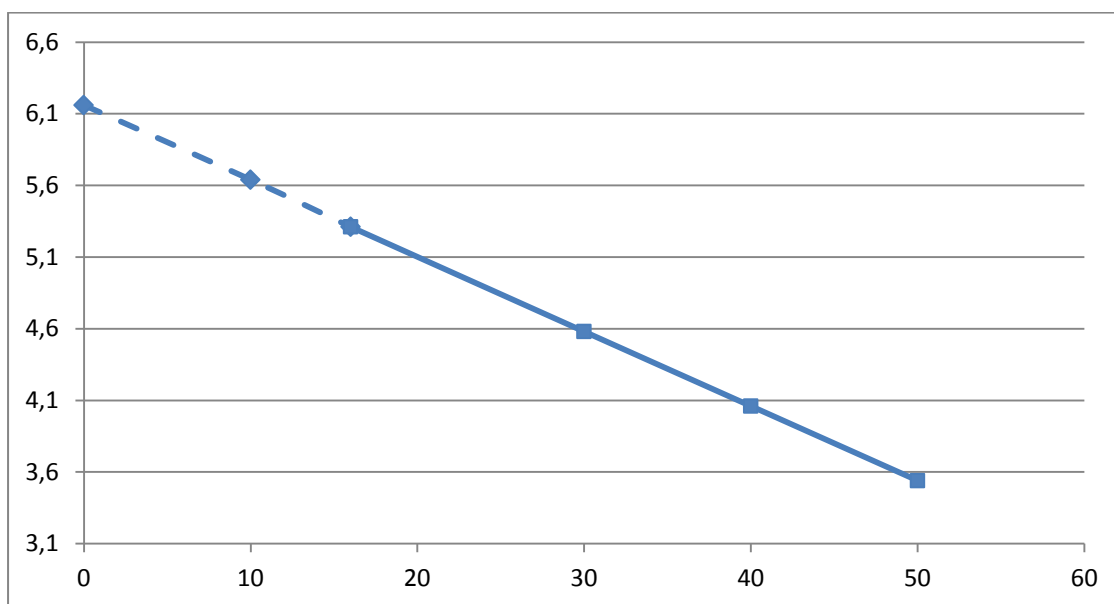


Σχήμα 129: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 275m και ανοίγματος 326m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.10 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 300m

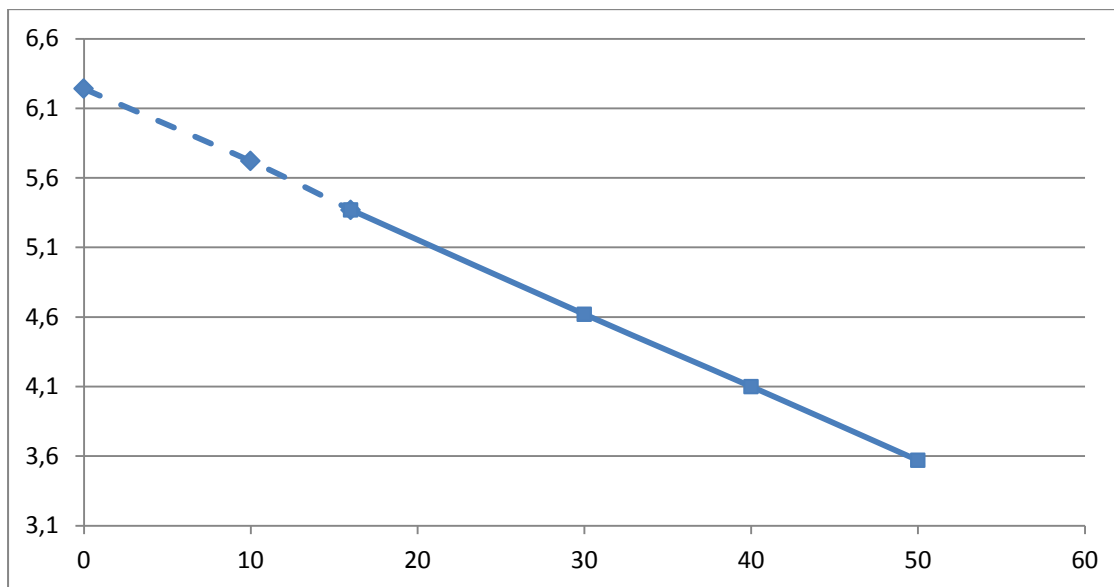
Στα σχήματα 130 έως 135 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 300 m, για ανοίγματα 326 m, 332 m, 338 m, 344 m, 350 m και 356 m.

Άνοιγμα: 326m



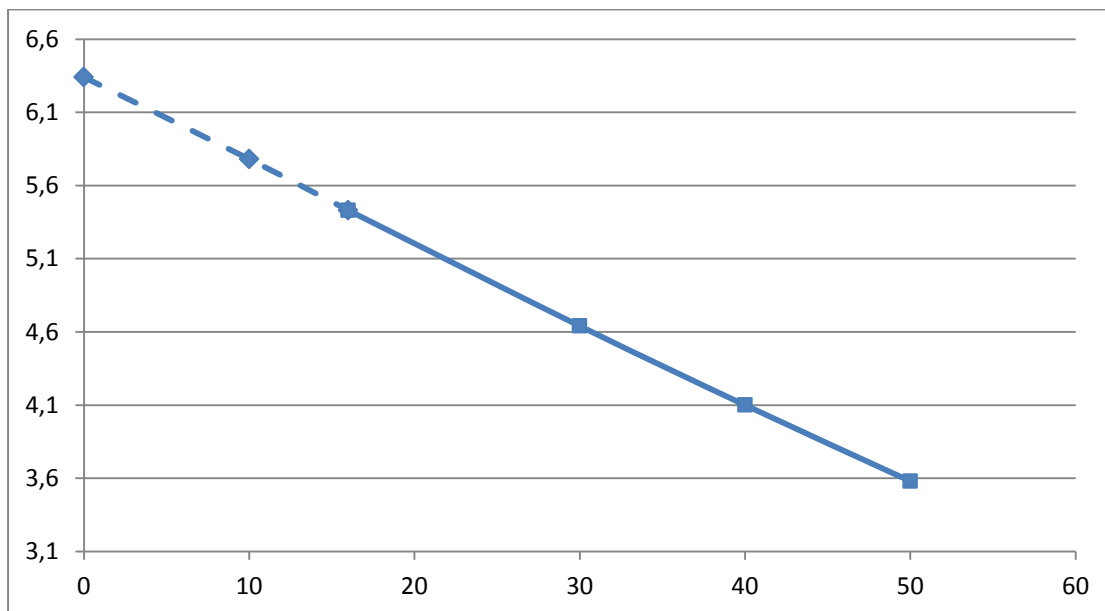
Σχήμα 130: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 300m και ανοίγματος 326m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 332m



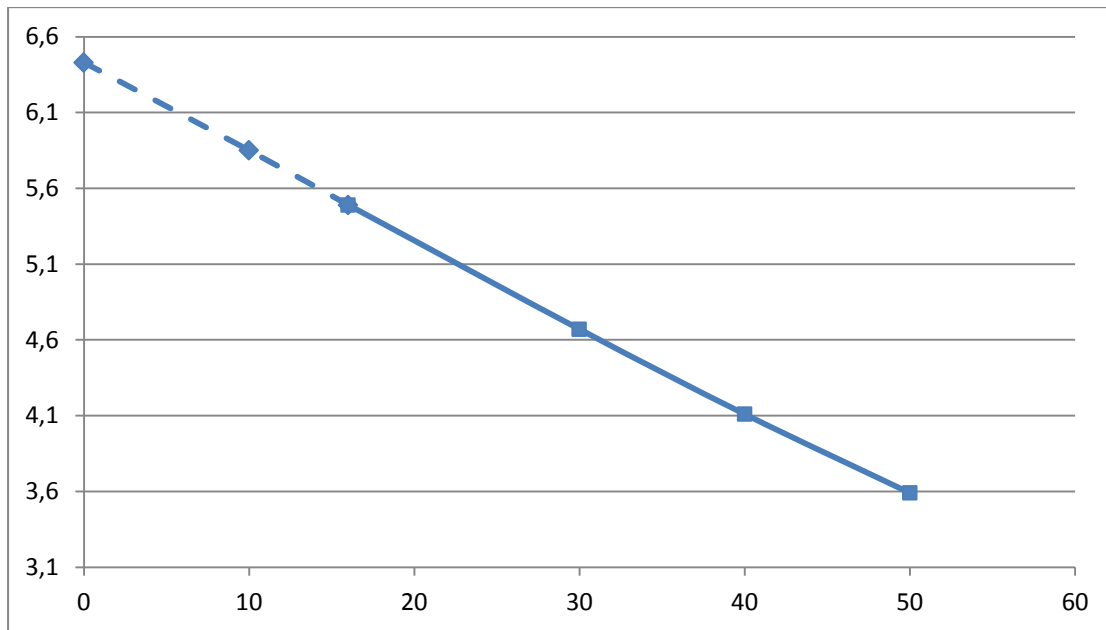
Σχήμα 131: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 300m και ανοίγματος 332m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 338m



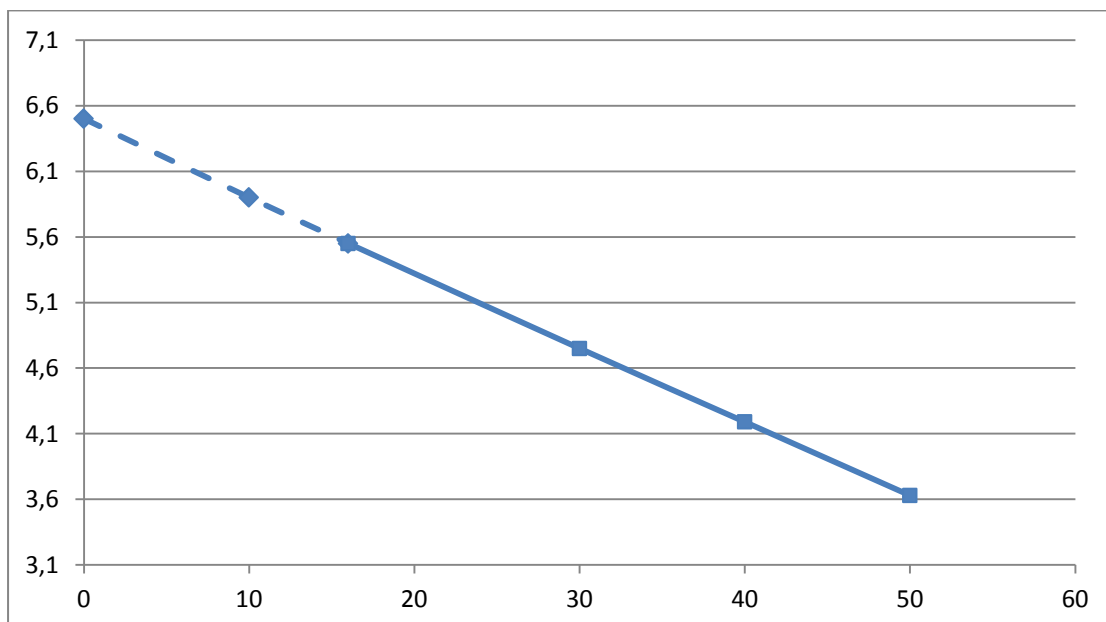
Σχήμα 132: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 300m και ανοίγματος 338m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 344m



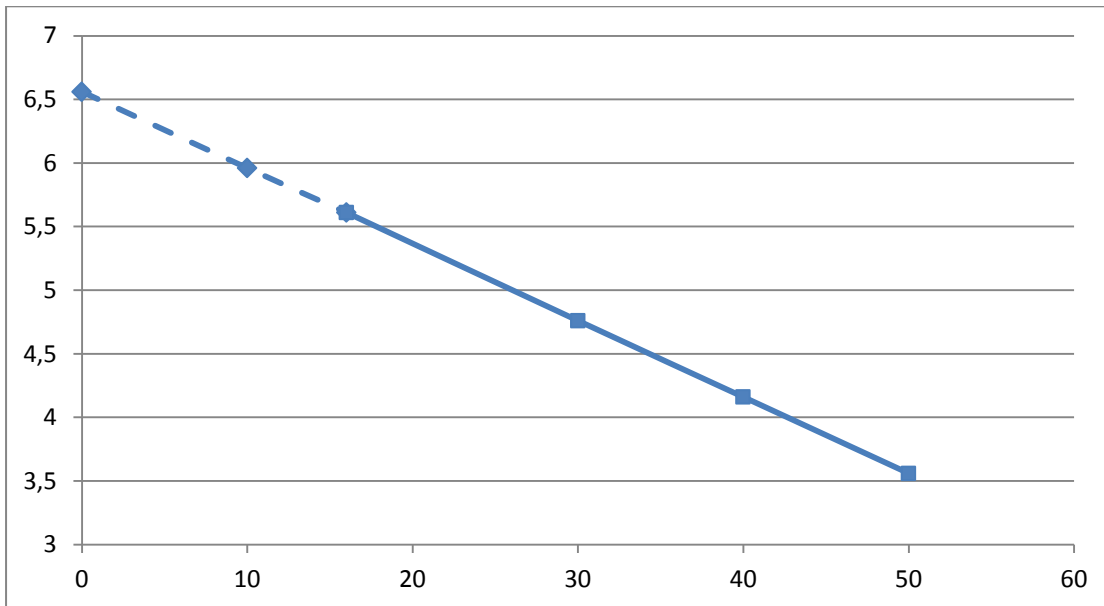
Σχήμα 133: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 300m και ανοίγματος 344m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 350m



Σχήμα 134: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 300m και ανοίγματος 350m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 356m

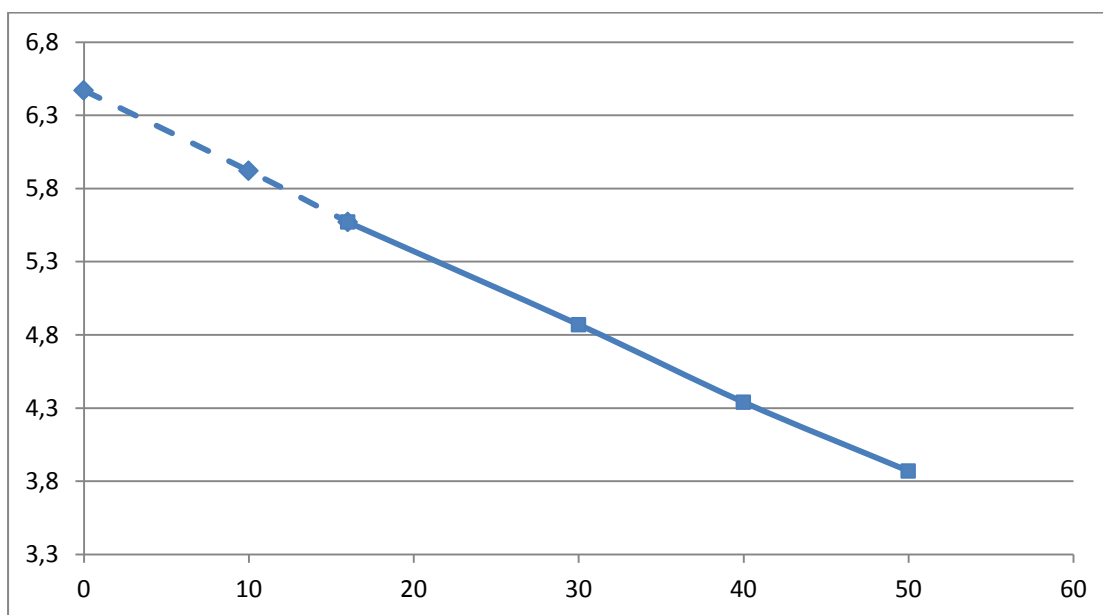


Σχήμα 135: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 300m και ανοίγματος 356m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.11 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 325m

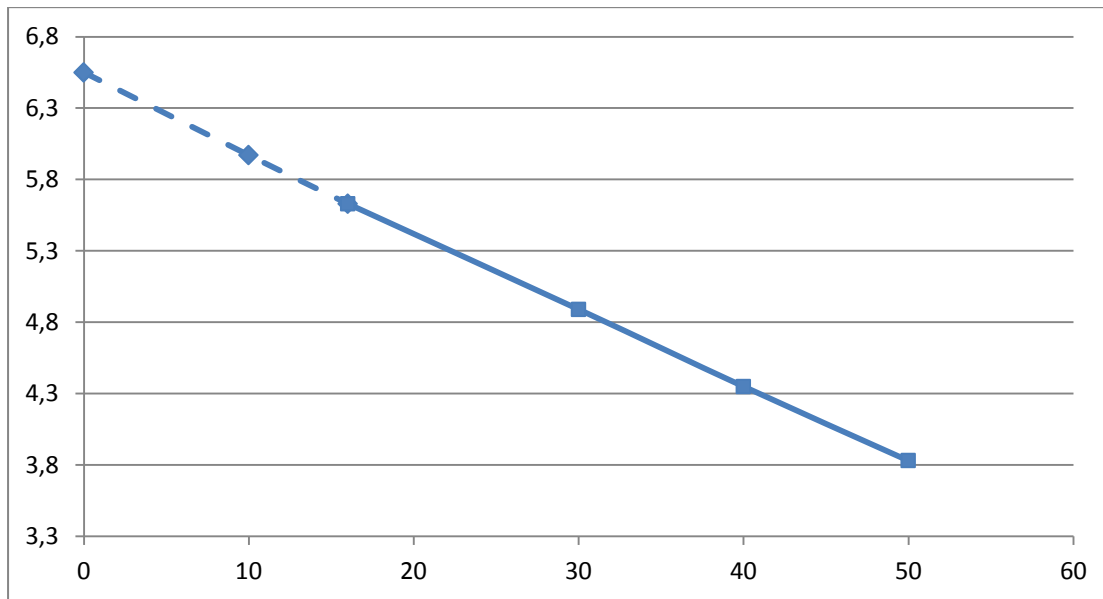
Στα σχήματα 136 έως 141 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 325 m, για ανοίγματα 352 m, 358 m, 364 m, 370 m, 376 m και 382 m.

Άνοιγμα: 352m



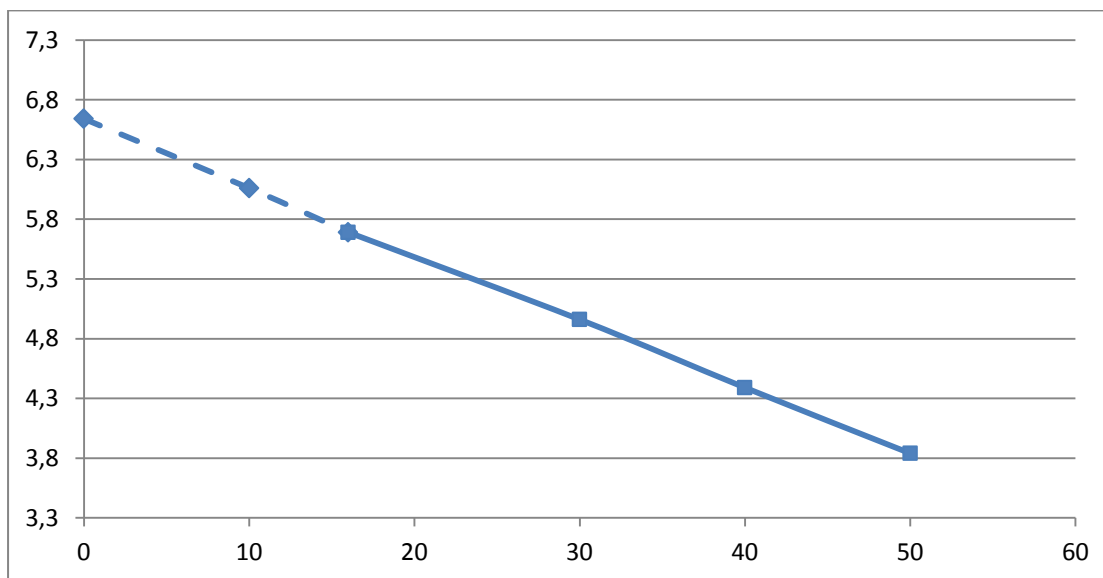
Σχήμα 136: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 325m και ανοίγματος 352m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 358m



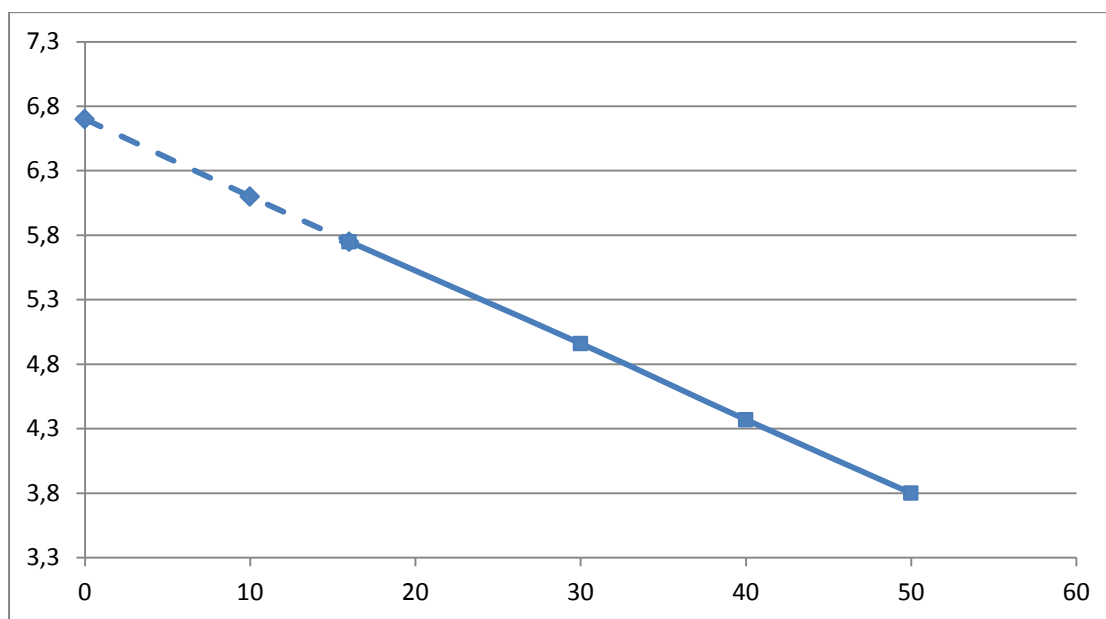
Σχήμα 137: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 325m και ανοίγματος 358m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 364m



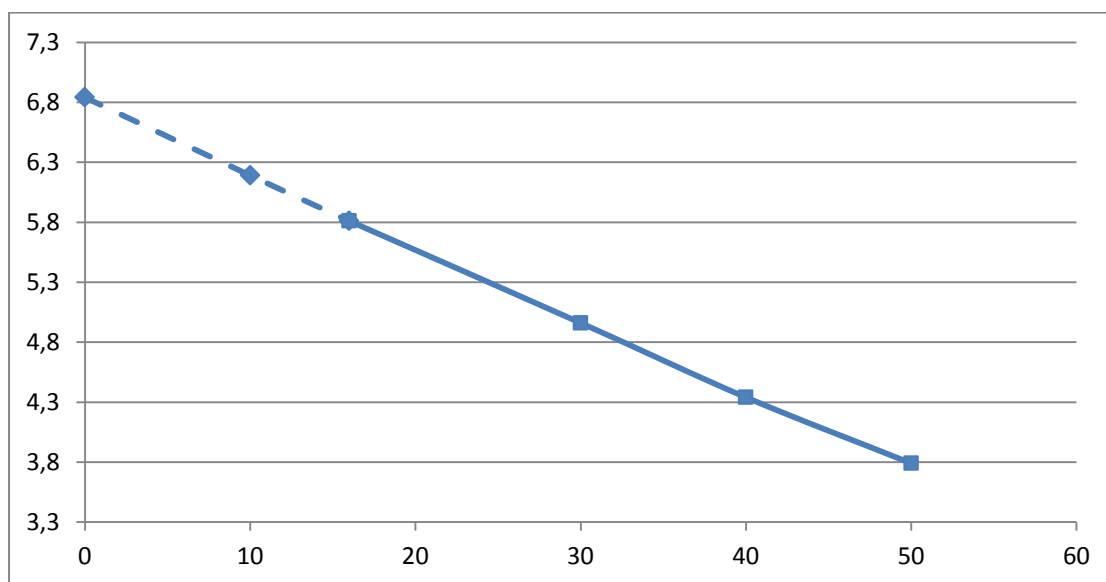
Σχήμα 138: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 325m και ανοίγματος 364m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 370m



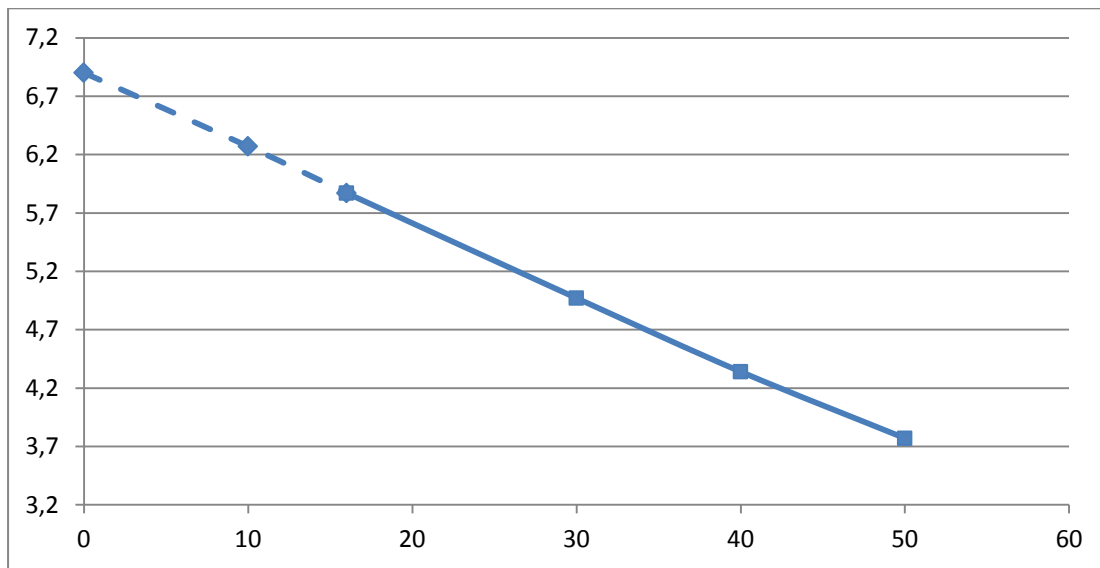
Σχήμα 139: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 325m και ανοίγματος 370m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 376m



Σχήμα 140: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 325m και ανοίγματος 376m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 382m

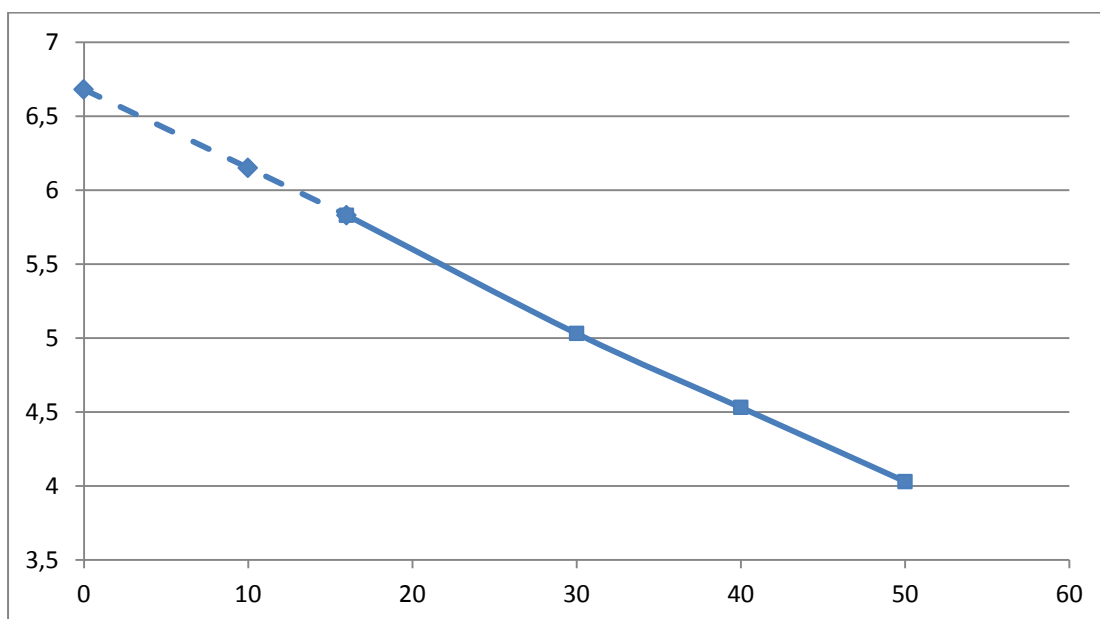


Σχήμα 141: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 325m και ανοίγματος 382m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.12 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 350m

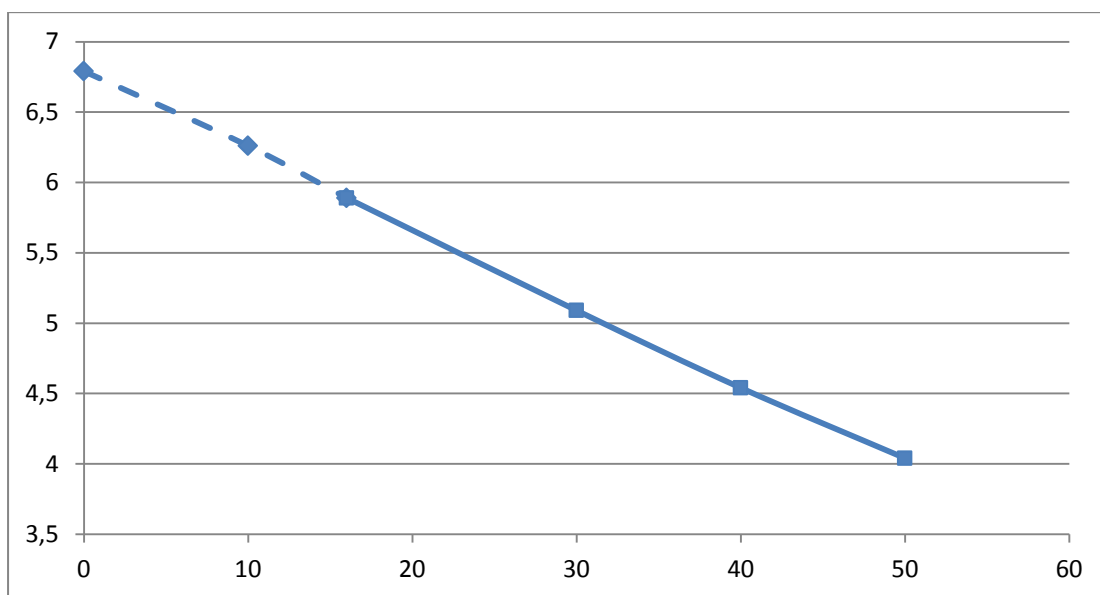
Στα σχήματα 142 έως 147 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 350 m, για ανοίγματα 378 m, 384 m, 390 m, 396 m, 402 m και 408 m.

Άνοιγμα: 378m



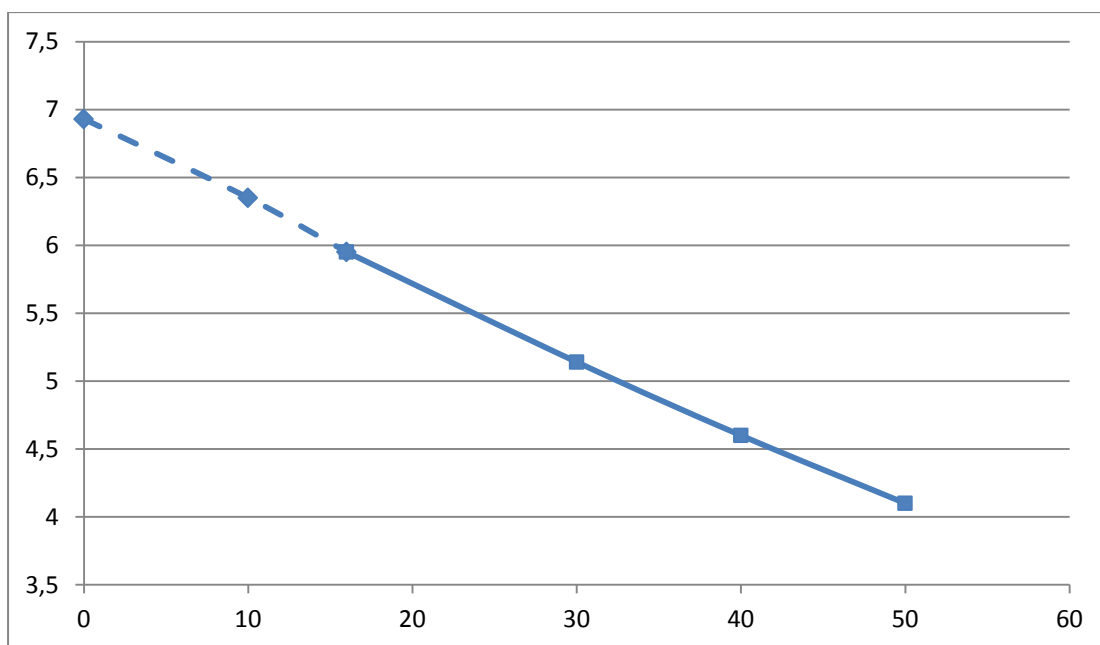
Σχήμα 142: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 350m και ανοίγματος 378m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 384m



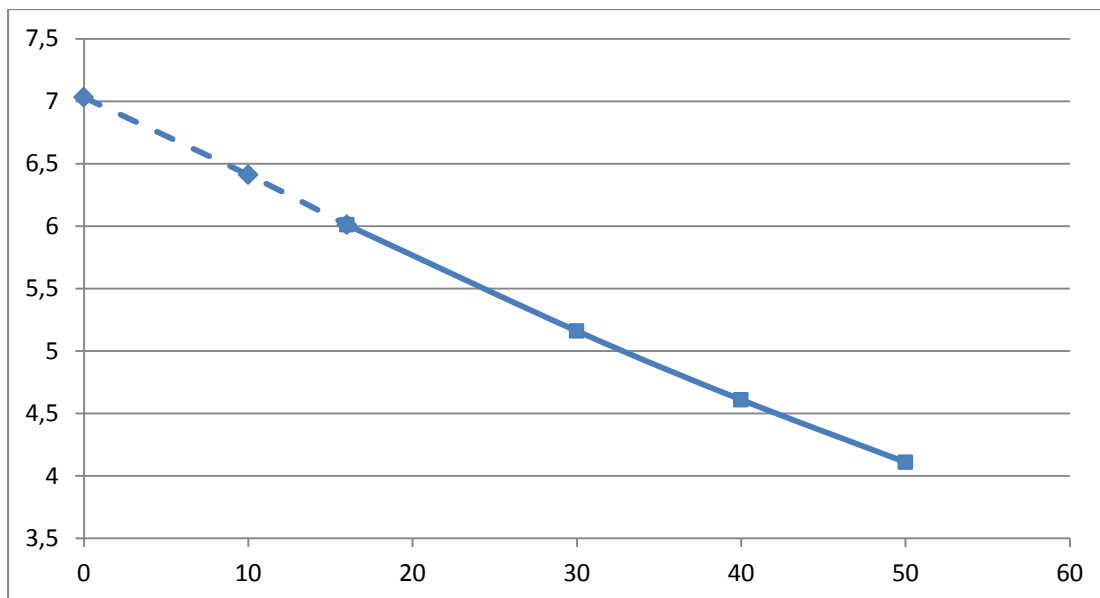
Σχήμα 143: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 350m και ανοίγματος 384m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 390m



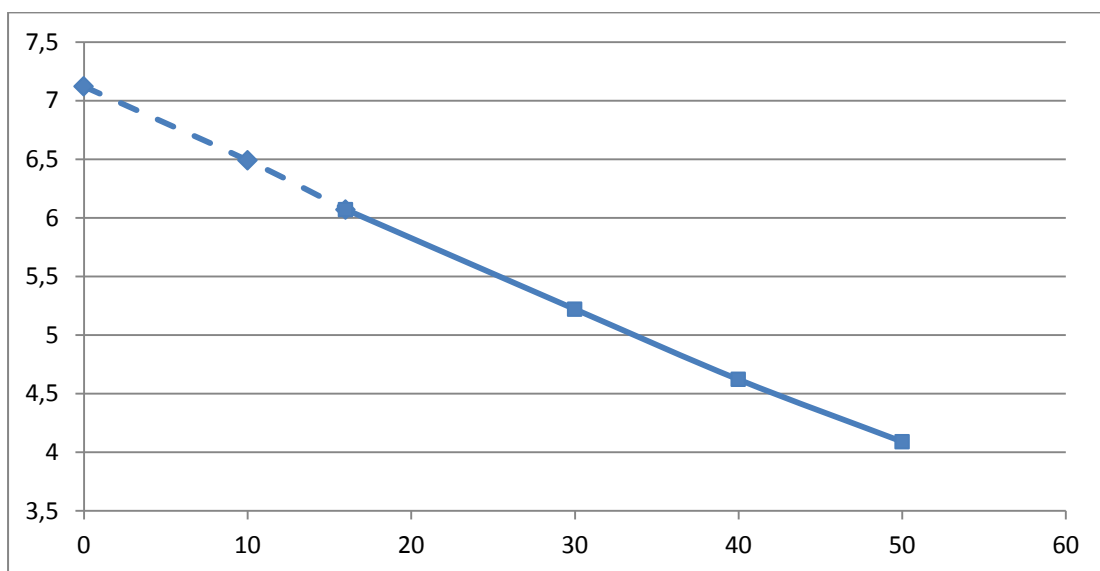
Σχήμα 144: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 350m και ανοίγματος 390m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 396m



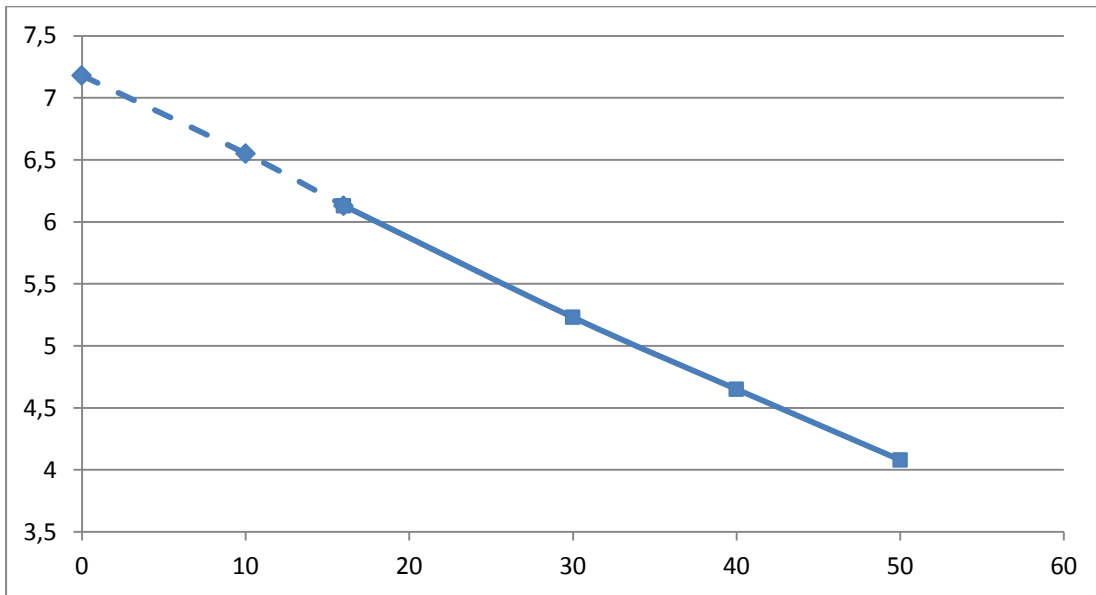
Σχήμα 145: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 350m και ανοίγματος 396m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 402m



Σχήμα 146: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 350m και ανοίγματος 402m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 408m

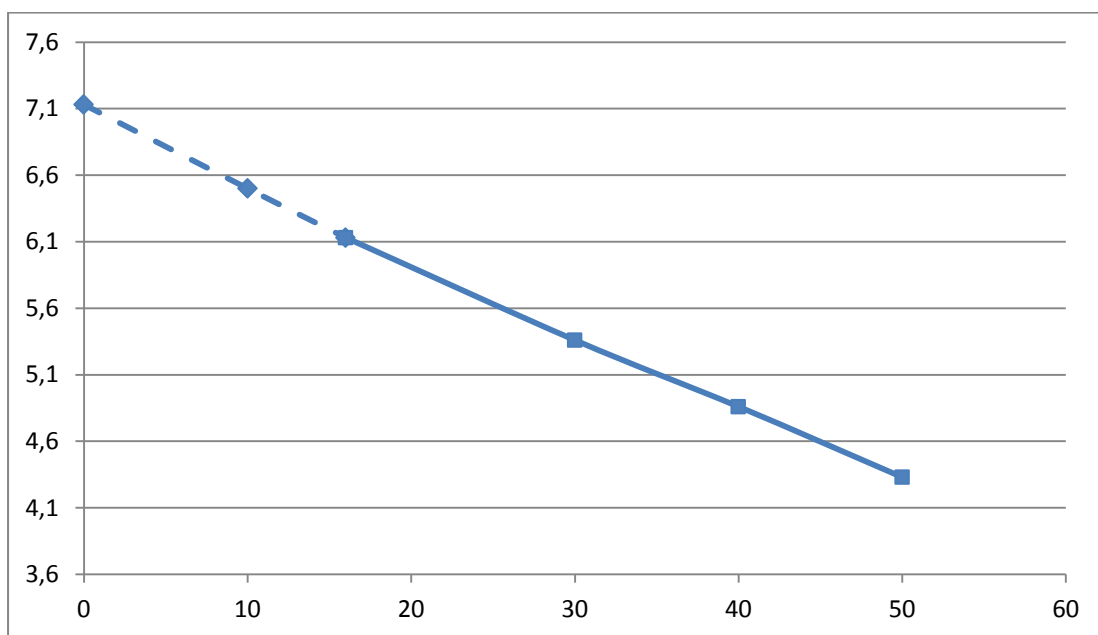


Σχήμα 147: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 350m και ανοίγματος 408m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.13 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 375m

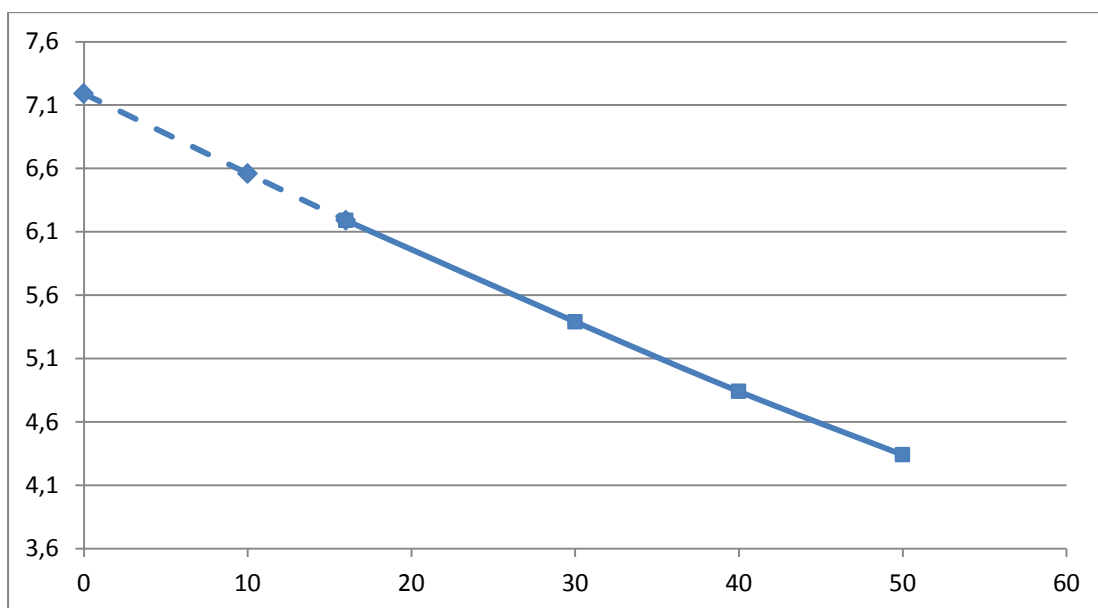
Στα σχήματα 148 έως 153 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 375 m, για ανοίγματα 408 m, 414 m, 420 m, 426 m, 432 m και 438 m.

Άνοιγμα: 408m



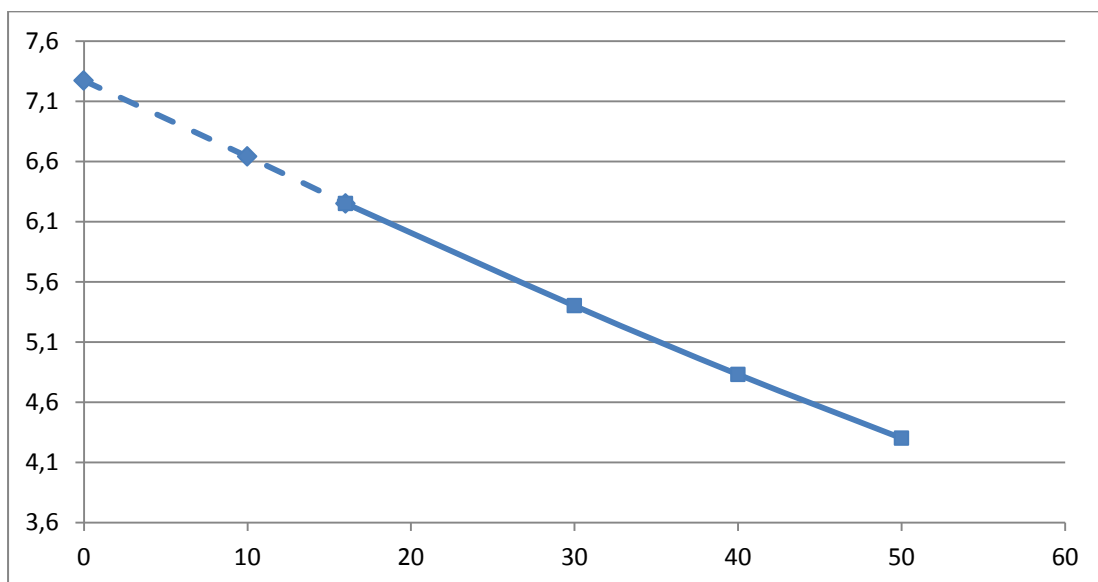
Σχήμα 148: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 375m και ανοίγματος 408m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 414m



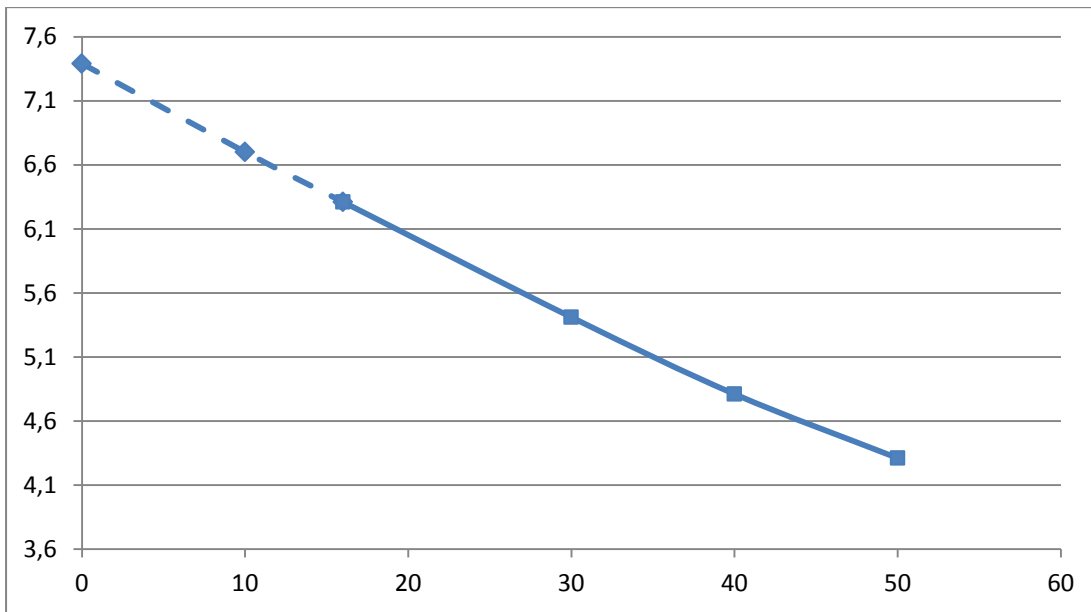
Σχήμα 149: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 375m και ανοίγματος 414m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 420m



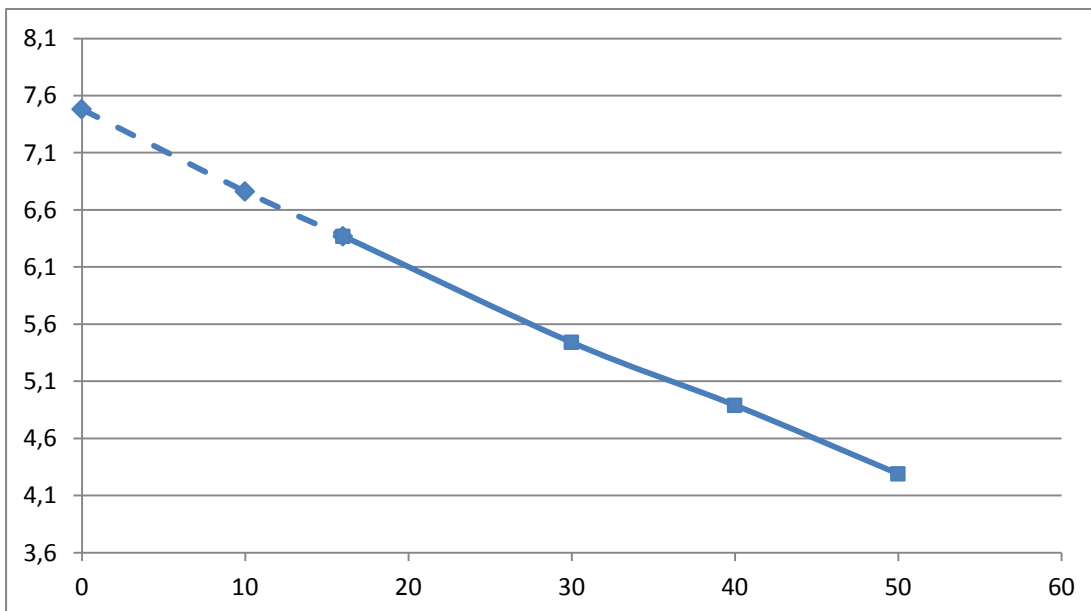
Σχήμα 150: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 375m και ανοίγματος 420m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 426m



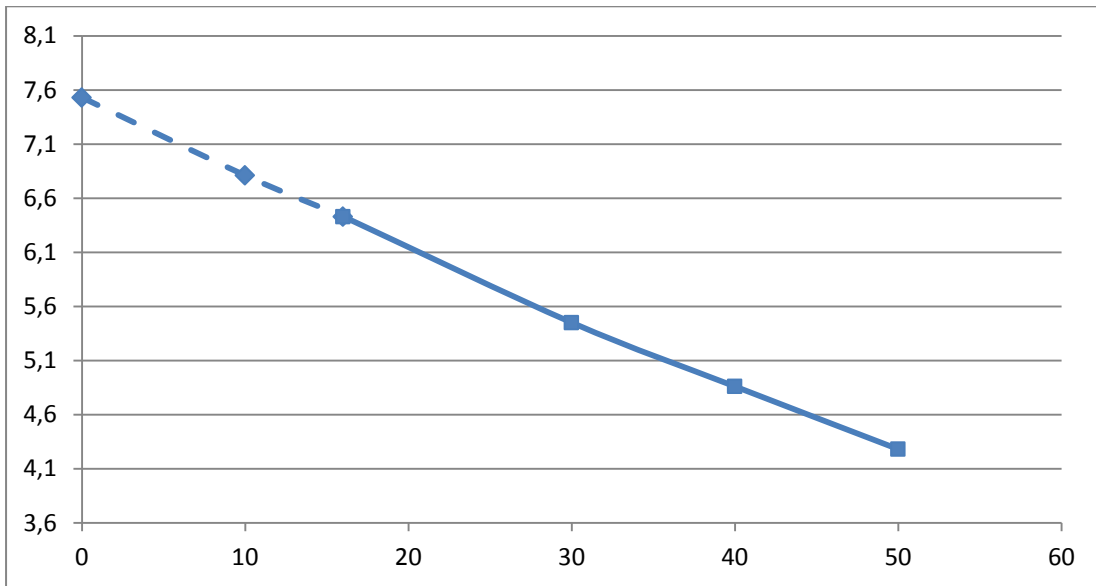
Σχήμα 151: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 375m και ανοίγματος 426m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 432m



Σχήμα 152: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 375m και ανοίγματος 432m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 438m

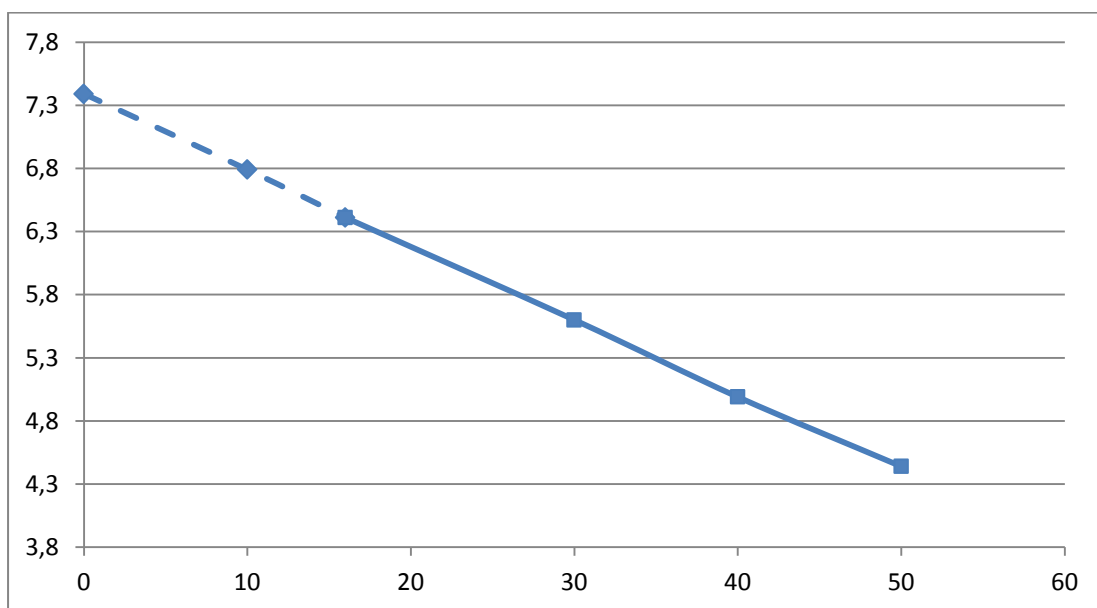


Σχήμα 153: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 375m και ανοίγματος 438m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.14 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 400m

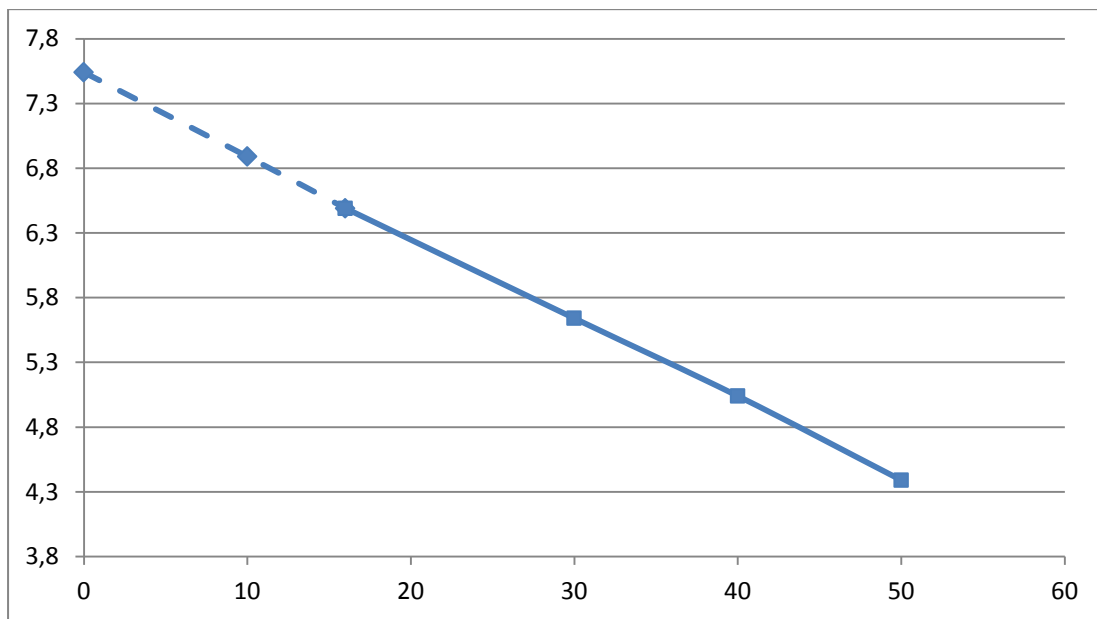
Στα σχήματα 154 έως 159 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 400 m, για ανοίγματα 436 m, 444 m, 452 m, 460 m, 468 m και 476 m.

Άνοιγμα: 436m



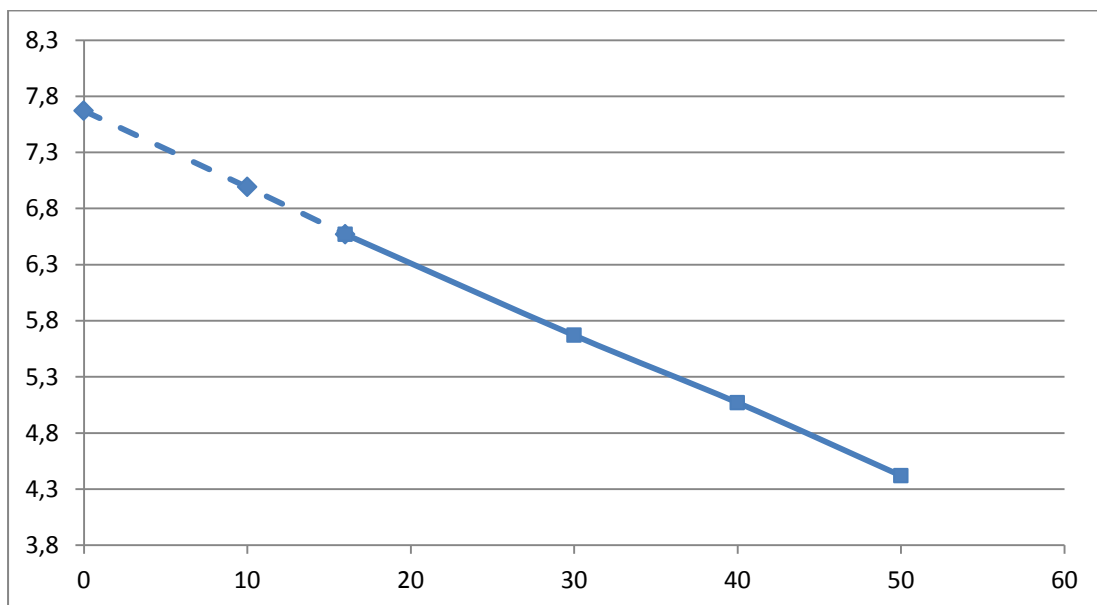
Σχήμα 154: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 400m και ανοίγματος 436m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 444m



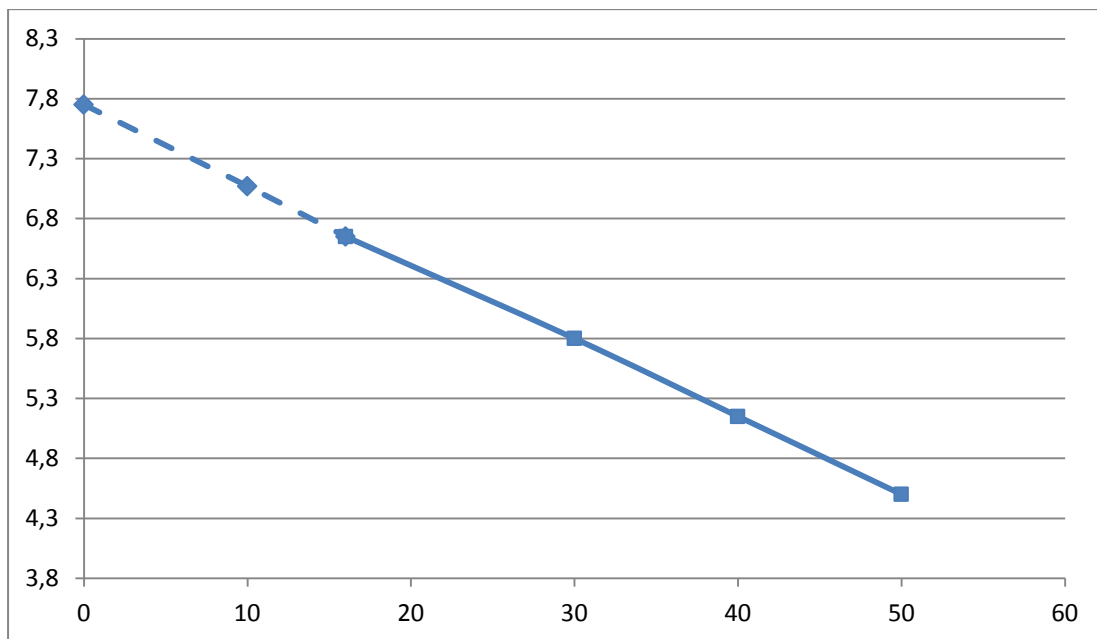
Σχήμα 155: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 400m και ανοίγματος 444m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 452m



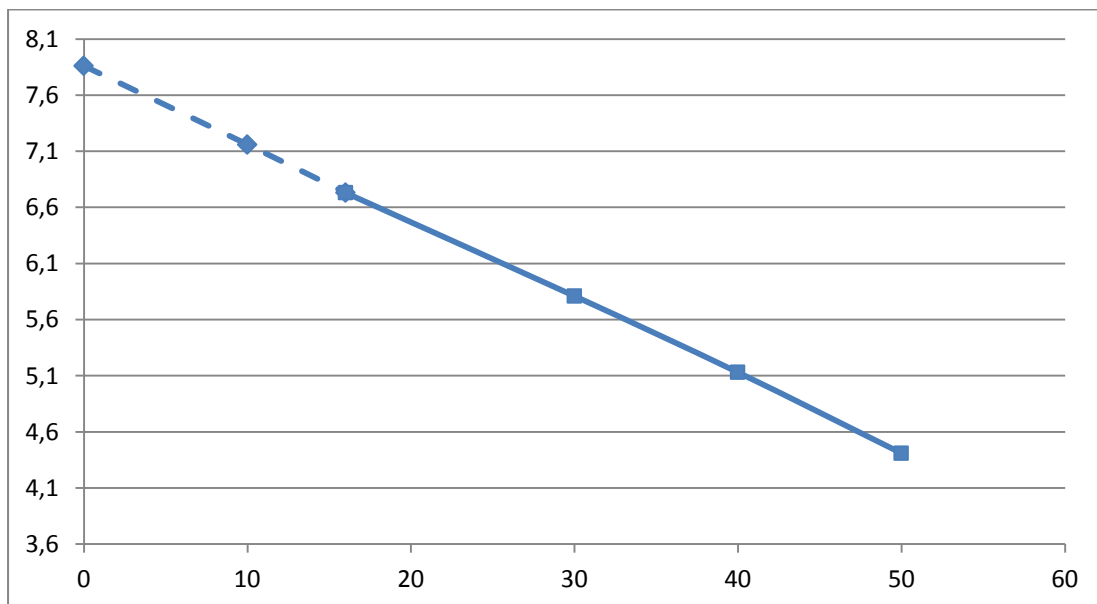
Σχήμα 156: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 400m και ανοίγματος 452m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 460m



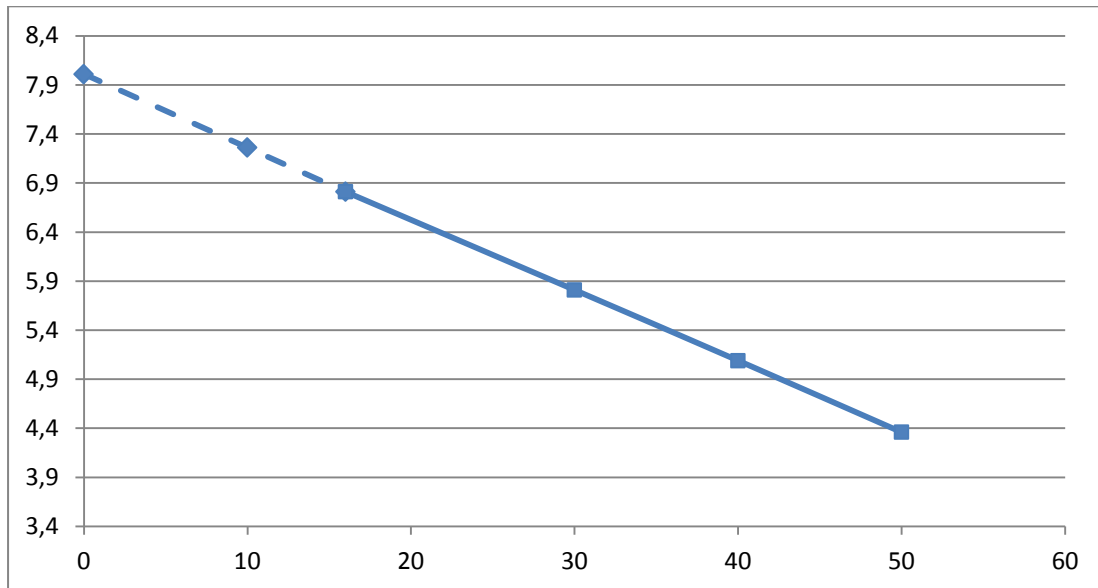
Σχήμα 157: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 400m και ανοίγματος 460m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 468m



Σχήμα 158: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 400m και ανοίγματος 468m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 476m

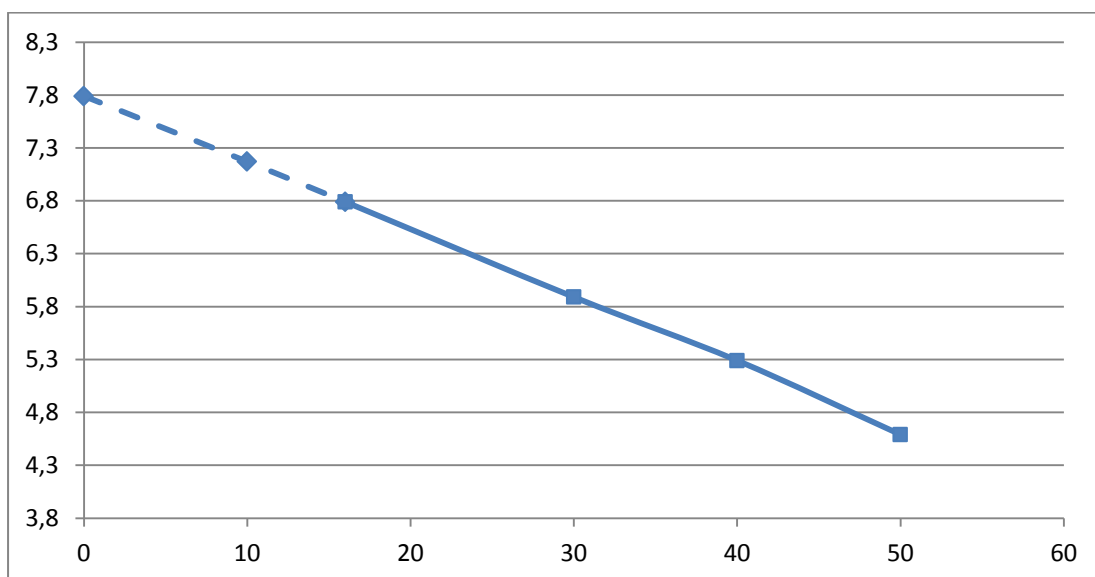


Σχήμα 159: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 400m και ανοίγματος 476m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

4.3.15 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 425m

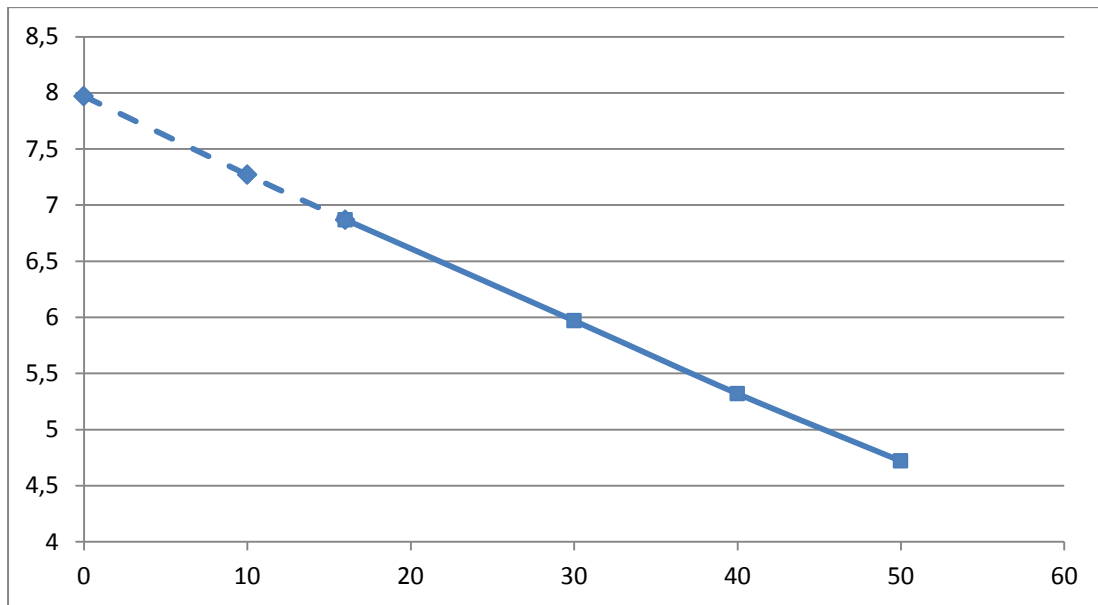
Στα σχήματα 160 έως 165 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό AAAC 185 mm² με βασικό άνοιγμα 425 m, για ανοίγματα 474 m, 482 m, 490 m, 498 m, 506 m και 514 m.

Άνοιγμα: 474m



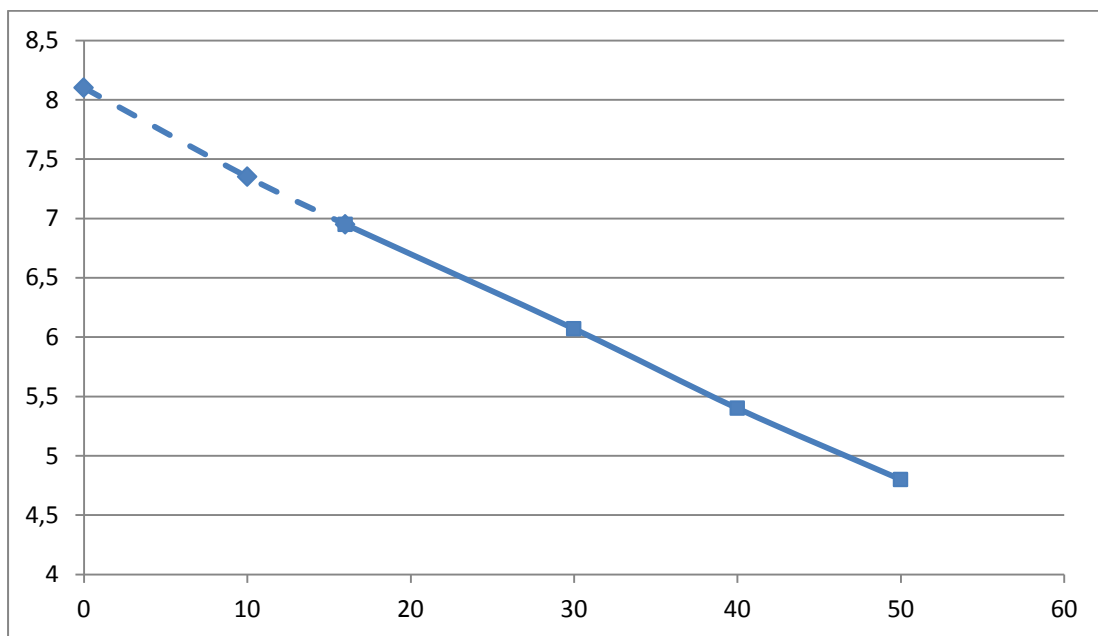
Σχήμα 160: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 425m και ανοίγματος 474m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 482m



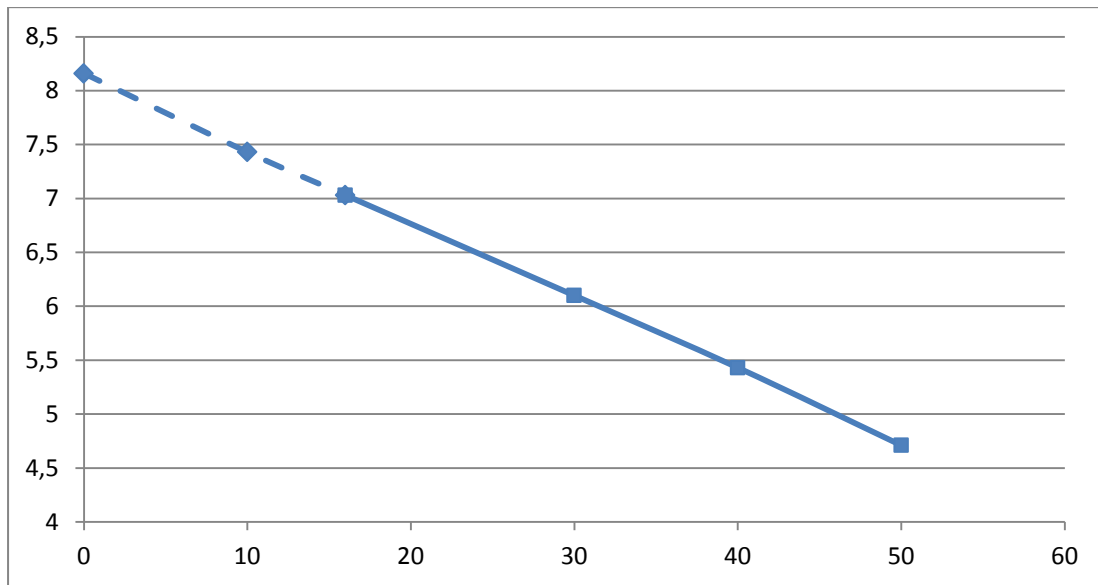
Σχήμα 161: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 425m και ανοίγματος 482m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 490m



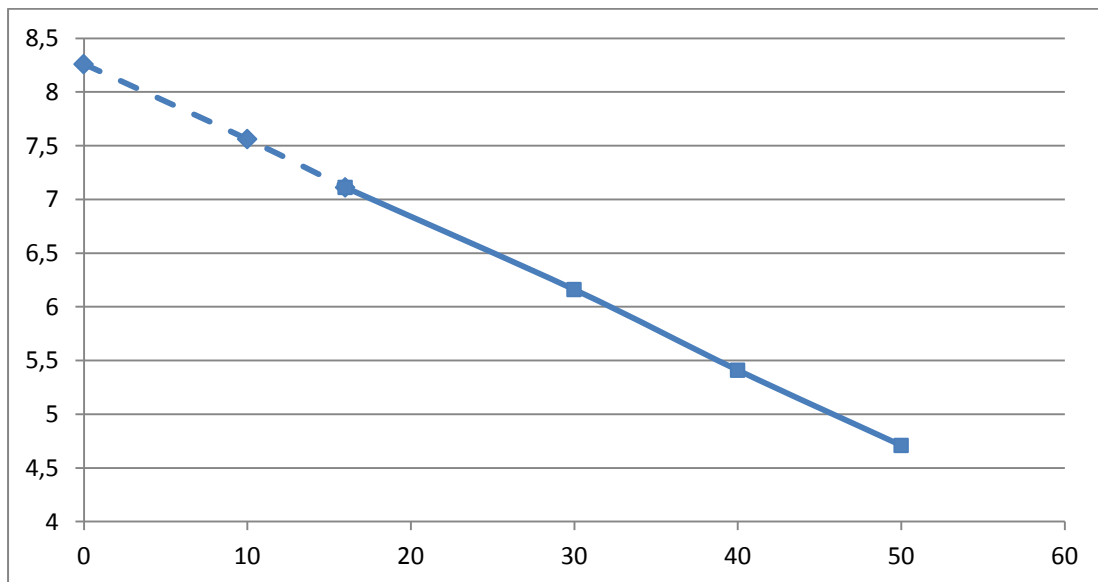
Σχήμα 162: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm², με βασικό άνοιγμα 425m και ανοίγματος 490m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 498m



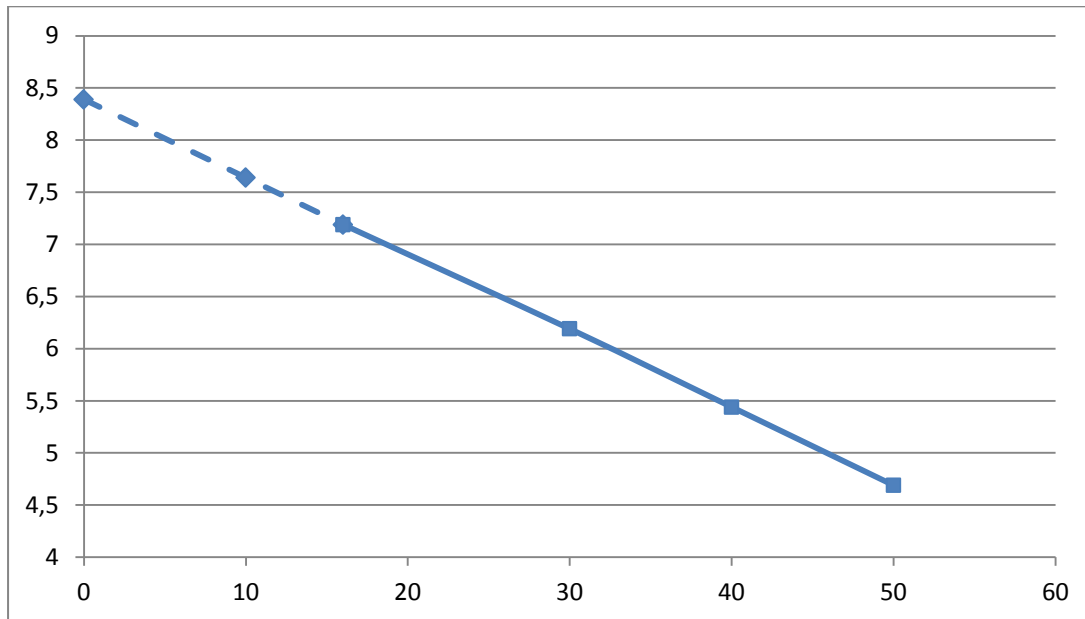
Σχήμα 163: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 425m και ανοίγματος 498m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 506m



Σχήμα 164: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 425m και ανοίγματος 506m . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

Άνοιγμα: 514m



Σχήμα 165: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό AAAC, διαμέτρου 185 mm^2 , με βασικό άνοιγμα 425m και ανοίγματος 514m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

ΣΧΟΛΙΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5. ΣΧΟΛΙΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα διαγράμματα της προηγούμενης ενότητας, παρατηρείται ότι η καμπύλη του ελάχιστου επιτρεπόμενου ύψους των αγωγών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλο αριθμό από αυτά προσεγγίζει ή είναι ευθεία γραμμή, πράγμα το οποίο προσδίδει και μια γραμμικότητα στη σχέση ύψους-θερμοκρασίας.

Ένα φαινόμενο που επίσης παρατηρείται στα παραπάνω διαγράμματα και το οποίο χρήζει σχολιασμού, είναι αυτό της επικάλυψης ανοιγμάτων στα διάφορα βασικά ανοίγματα. Σύμφωνα με τα τεχνικά φυλλάδια του κανονισμού του δημόσιου πάροχου ηλεκτρικής ενέργειας, για ένα βασικό άνοιγμα στύλων υπάρχει ένα εύρος τιμών, μεγαλύτερων και μικρότερων αυτού, μέσα στο οποίο μπορεί αυτό να υλοποιηθεί, με τους συγκεκριμένους περιορισμούς. Βέβαια, για το αμέσως μεγαλύτερο ή μικρότερο βασικό άνοιγμα, αρκετές τιμές ανοιγμάτων είναι κοινές, πράγμα το οποίο δημιουργεί ζήτημα για το είδος της επιλογής που πρέπει να γίνει. Εδώ, σημαντικότερο ρόλο παίζει η αρχική τάνυση την οποία υφίσταται ο αγωγός, και αυτή είναι που διαφοροποιεί τα κοινά ανοίγματα. Σαν γενικό συμπέρασμα μπορεί να ειπωθεί ότι, σε περιπτώσεις στις οποίες γεννάται τέτοιου είδους ζήτημα, θα πρέπει να επιλέγεται το άνοιγμα το οποίο υπόκειται στον αυστηρότερο περιορισμό, δηλαδή το ελάχιστο επιτρεπτό ύψος που βρίσκεται σε υψηλότερο σημείο από το έδαφος. Η επιλογή αυτή γίνεται ξεκάθαρα με γνώμονα την μεγαλύτερη ασφάλεια και προστασία της ανθρώπινης ζωής.

Όπως προαναφέρθηκε, στα παραπάνω διαγράμματα οι καμπύλες είναι σχεδόν ευθείες, πράγμα το οποίο σημαίνει αναλογία των τιμών του επιτρεπτού ύψους με τις θερμοκρασίες. Επομένως, για τις ενδιάμεσες τιμές ανοιγμάτων, οι οποίες δεν υπάρχουν στη βάση δεδομένων, θα επιλέγονται τιμές ανάμεσα στο προηγούμενο και το επόμενο άνοιγμα αναλογικά. Φυσικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η μέθοδος της γραμμικής παρεμβολής, η οποία θα δίνει μεν αρκετά σωστά αποτελέσματα, πλην όμως προσεγγιστικά. Το σφάλμα αυτής της μεθόδου θα είναι κάποια λίγα εκατοστά του μέτρου, άρα δεν θα υφίσταται ιδιαίτερο πρόβλημα.

Τέλος, για τις τρεις διαφορετικές διατομές 35 mm², 70 mm² και 185 mm² του αγωγού AAAC που μελετήθηκαν, παρατηρούνται αρκετές ομοιότητες στα διαγράμματα των κοινών βασικών ανοιγμάτων. Σε αυτή την περίπτωση, δεν τίθεται ζήτημα επιλογής για το ποιά διατομή είναι καταλληλότερη για το συγκεκριμένο βασικό άνοιγμα, γιατί η επίλυσή του αφορά καθαρά μόνο στο φορτίο που τροφοδοτείται. Επομένως, για μεγάλες απαιτήσεις φορτίου θα χρησιμοποιούνται οι μεγαλύτερες διατομές, ενώ για μικρότερα φορτία θα χρησιμοποιούνται οι μικρότερες διατομές.

Καταλήγοντας, με την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας καθίσταται ευκολότερη και ταχύτερη η εύρεση του επιτρεπόμενου ύψους ανάλογα με τη θερμοκρασία για τα διάφορα ανοίγματα για τον αγωγό AAAC.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Βασίλειος Κ. Παπαδιάς: Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής τάσης, Αθήνα 1999.
- [2] Κ.Θ. Δέρβος: Μονωτικά υλικά υψηλών τάσεων, Αθήνα 2008.
- [3] teikav.edu.gr: σημειώσεις βιομηχανικών συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας.
- [4] Δημήτριος Π. Κυριακόπουλος: “Θεωρητική Διερεύνηση Φαινομένων κατά τη Φόρτιση Πυλώνων”, Διπλωματική εργασία, Αθήνα 2006.
- [5] Ζήσης Π. Βασιλείου: “Σφάλματα στο Δίκτυο Μέσης Τάσης Νήσου Κρήτης”, Διπλωματική εργασία, Πάτρα 2012.
- [6] aluminium-conductors.com
- [7] overhead-cable.com
- [8] Κανονισμός ΔΕΔΗΕ, κεφάλαιο «τυποποιημένες κατασκευές διανομής», ενότητα για την τάνυση των αγωγών (CS).