



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

**Υπολογισμός επιτρεπτού ύψους βέλους κάμψης χάλκινων αγωγών  
εναέριου δικτύου μέσης τάσης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
Γεώργιος Χρήστου Τριανταφύλλου

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής ΕΜΠ

**ΑΘΗΝΑ, Ιούλιος 2013**





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

**Υπολογισμός επιτρεπτού ύψους βέλους κάμψης χάλκινων αγωγών  
εναέριου δικτύου μέσης τάσης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
Γεώργιος Χρήστου Τριανταφύλλου

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την ..... Ιουλίου 2013

.....  
Κ.Γ. Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Π.Δ. Μπούρκας  
Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Ν.Ι. Θεοδώρου  
Καθηγητής ΕΜΠ

**ΑΘΗΝΑ, Ιούλιος 2013**

.....  
Γεώργιος Χρήστου Τριανταφύλλου

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Copyright © Γεώργιος Χρήστου Τριανταφύλλου, 2013

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 τους συγγραφείς 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 χαλκός ελαφριάς-μέσης επιφόρτισης.

Αρχικά γίνεται μία γενική εισαγωγή για τα δίκτυα διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Στη συνέχεια, παρατίθενται και αναλύονται τα στοιχεία τα οποία αποτελούν μία 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  $16 \text{ mm}^2$ ,  $35 \text{ mm}^2$ ,  $50 \text{ mm}^2$  και  $95 \text{ mm}^2$  του αγωγού χαλκού.

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 χαλκού, 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 copper of heavy 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 16 mm<sup>2</sup>, 35 mm<sup>2</sup>, 50 mm<sup>2</sup> and 95 mm<sup>2</sup> of copper conductor.

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 Copper, Deflection, Allowable Height.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου κύριους Καραγιαννόπουλο Κωνσταντίνο, Μπούρκα Περικλή και Θεοδώρου Νικόλαο για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση τους, καθώς επίσης και για το άριστο κλίμα συνεργασίας κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στην κυρία Αικατερίνη Πολυκράτη, μέλος του ειδικού και διδακτικού προσωπικού του εργαστηρίου Ηλεκτρικών Μετρήσεων, για τη βοήθεια, το ενδιαφέρον και την προθυμία της καθόλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της εργασίας αυτής. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους δικούς μου ανθρώπους και τους συμφοιτητές μου για τη συμπαράσταση και τη στήριξή τους σε όλη τη διάρκεια του κύκλου σπουδών μου.





## Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	11
2.	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	11
2.1	ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .....	13
2.2	ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ .....	13
2.3	ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ .....	14
2.3.1	ΕΝΑΕΡΙΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.....	15
2.3.2	ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.....	16
2.3.3	ΕΝΑΕΡΙΑ ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	17
3	ΑΓΩΓΟΙ ΣΤΟ ΕΝΑΕΡΙΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	18
3.1	ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟ ΧΑΛΚΟ.....	20
3.2	ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ .....	21
3.3	ΑΓΩΓΟΣ ACSR.....	21
4	ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ .....	22
4.1	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ .....	22
4.2	ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ ΑΓΩΓΩΝ .....	23
4.3	ΒΕΛΟΣ ΚΑΜΨΗΣ ΑΓΩΓΩΝ.....	24
4.4	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΚΑΙ ΒΕΛΟΣ ΑΓΩΓΩΝ .....	24
5	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	28
6	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	30
6.1	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	30
6.2	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	32
7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	34
7.1	ΑΓΩΓΟΣ 16mm <sup>2</sup> .....	35
7.1.1	ΕΛΑΦΡΑ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ .....	35
7.1.1.1	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 75Μ .....	35
7.1.1.2	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100Μ.....	39
7.1.1.3	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125Μ.....	42
7.1.2	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ .....	45
7.1.2.1	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 75Μ .....	45
7.2	ΑΓΩΓΟΣ 35ΜΜ <sup>2</sup> .....	49
7.2.1	ΕΛΑΦΡΙΑ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ .....	49
7.2.1.1	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100Μ.....	49
7.2.1.2	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125Μ.....	53
7.2.2	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ .....	56

7.2.2.1	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100M.....	56
7.2.2.2	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125M.....	60
7.3	ΑΓΩΓΟΣ 50MM <sup>2</sup> .....	63
7.3.1	ΕΛΑΦΡΙΑ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ.....	63
7.3.1.1	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100M.....	63
7.3.1.2	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125M.....	67
7.3.1.3	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150M.....	70
7.3.2	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ.....	73
7.3.2.1	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100M.....	73
7.3.2.2	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150M.....	77
7.3.2.3	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 200M.....	80
7.4	ΑΓΩΓΟΣ 95MM <sup>2</sup> .....	83
7.4.1	ΕΛΑΦΡΙΑ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ.....	83
7.4.1.1	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 75M .....	83
7.4.1.2	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100M.....	87
7.4.1.3	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125M.....	90
7.4.1.4	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150M.....	93
7.4.1.5	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 175M.....	96
7.4.1.6	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 200M.....	99
7.4.2	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ.....	102
7.4.2.1	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 75M .....	102
7.4.2.2	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100M.....	106
7.4.2.3	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125M.....	109
7.4.2.4	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150M.....	112
7.4.2.5	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 175M.....	115
7.4.2.6	ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 200M.....	118
8	ΣΧΟΛΙΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	121
9	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	122

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η **ηλεκτρική ενέργεια** είναι η ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα, που αναφέρεται στην προσανατολισμένη κίνηση των κινούμενων ηλεκτρονίων (ηλεκτρικό ρεύμα), λόγω της ύπαρξης διαφοράς δυναμικού στα άκρα ενός αγωγού. Η ηλεκτρική ενέργεια είναι πολύ σημαντική για τον άνθρωπο, επειδή μπορεί εύκολα και με μικρό κόστος να μετατραπεί σε άλλη μορφή ενέργειας.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι κυριότεροι είναι είτε μέσω θερμικών σταθμών παραγωγής με την καύση διαφόρων ουσιών (λιγνίτης, πετρέλαιο, κάρβουνο), είτε μέσω πυρηνικών εργοστασίων, είτε μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) ηλιακά πάρκα, υδροηλεκτρικά φράγματα και αιολικά πάρκα. Τα τελευταία 20 χρόνια γίνονται έντονες προσπάθειες αύξησης του ποσοστού ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.).

Το μεγάλο μειονέκτημα της ηλεκτρικής ενέργειας είναι η δύσκολη, σχεδόν αδύνατη μακροχρόνια αποθήκευσή της. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να καταναλώνεται ταυτόχρονα με την παραγωγή της ή να αποθηκεύεται αφού πρώτα μετατραπεί σε άλλες μορφές ενέργειας (π.χ. χημική, δυναμική κ.λ.π.). Η ανάγκη άμεσης κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας έχει οδηγήσει στην κατασκευή ενός παγκόσμιου πλέγματος ηλεκτρικών δικτύων, έτσι ώστε να μπορεί να μεταφέρεται εύκολα, από το σημείο παραγωγής της, στο σημείο κατανάλωσης.

## 2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας καλείται το σύνολο των εγκαταστάσεων και των μέσων που χρησιμοποιούνται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε εξυπηρετούμενες περιοχές κατανάλωσης. Βασικές προϋποθέσεις καλής λειτουργίας ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας είναι να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια οπουδήποτε υπάρχει ζήτηση με το ελάχιστο δυνατό κόστος και τις ελάχιστες οικολογικές επιπτώσεις, εξασφαλίζοντας σταθερή συχνότητα, σταθερή τάση και υψηλή αξιοπιστία τροφοδότησης.

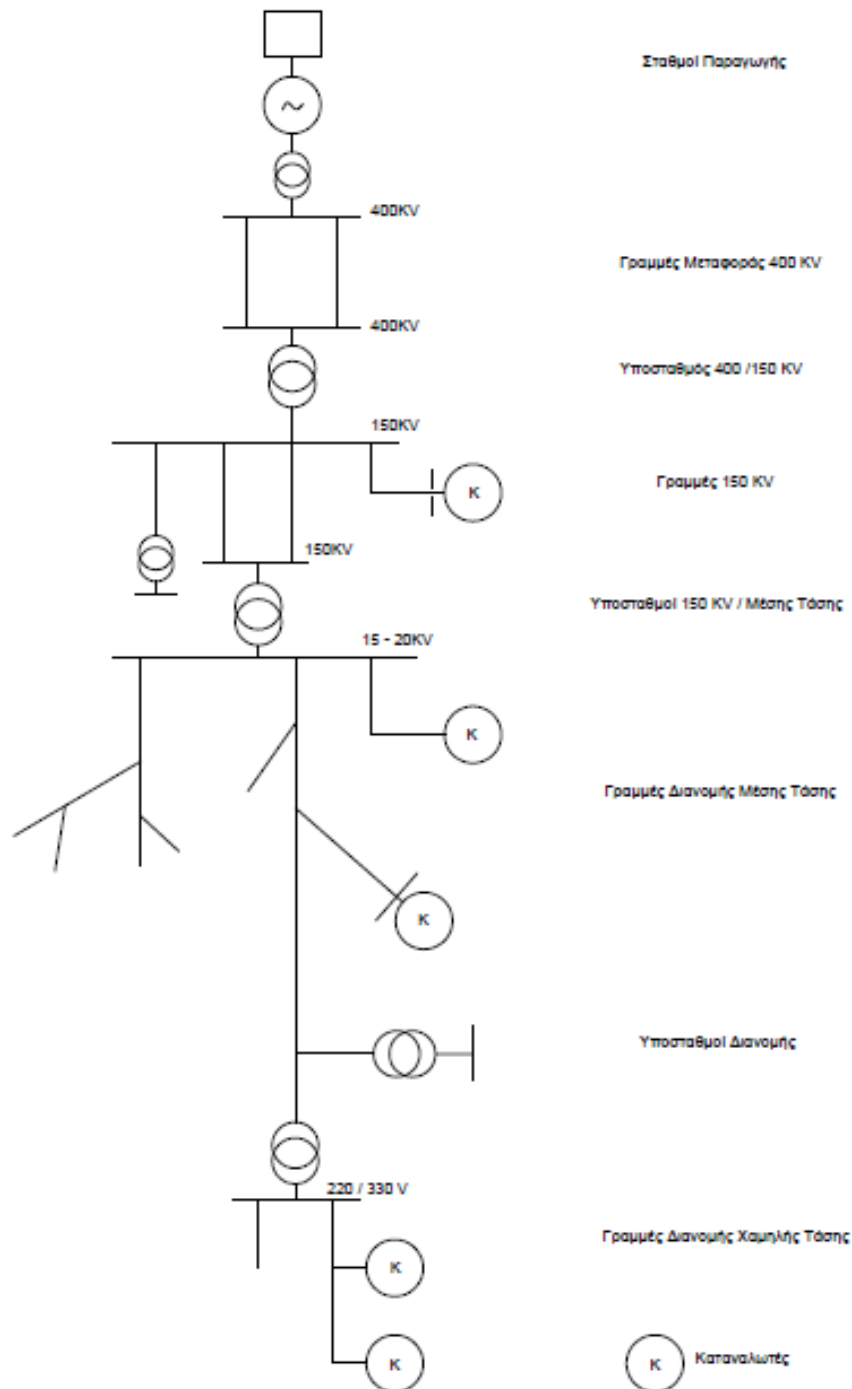
Η τροφοδότηση των καταναλωτών με ηλεκτρική ενέργεια προϋποθέτει τρεις ξεχωριστές λειτουργίες του συστήματος: την παραγωγή, τη μεταφορά και τη διανομή. Συνεπώς, τα σύγχρονα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν γενικά να διακριθούν στα ακόλουθα τμήματα :

1. Τους Σταθμούς Παραγωγής
2. Τα Δίκτυα Μεταφοράς
3. Τα Δίκτυα Διανομής (ΔΔ)

Λόγω του ότι η ηλεκτρική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί, πρέπει να παράγεται ακριβώς την στιγμή που χρειάζεται να καταναλωθεί. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής: παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια στους σταθμούς

παραγωγής και μέσω του δικτύου μεταφοράς μεταφέρεται με τις γραμμές υψηλής και υπερυψηλής τάσης στα κεντρικά σημεία του δικτύου, τους υποσταθμούς. Από τους υποσταθμούς εκκινούν τα δίκτυα διανομής μέσης τάσης που διανέμουν την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές μέσω των υποσταθμών διανομής και των γραμμών χαμηλής τάσης 400/230V.

Στο σχήμα 1-1 παρουσιάζεται σχηματικά το Ελληνικό Σύστημα Παραγωγής-Μεταφοράς- Διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 1-1: Σχηματική αναπαράσταση του Ελληνικού Συστήματος Παραγωγής-Μεταφοράς-Διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας

## 2.1 ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ονομάζεται η διαδικασία που απαιτείται για την μετατροπή μιας μορφής πρωτογενούς ενέργειας σε ηλεκτρική. Σήμερα χρησιμοποιείται κυρίως η μετατροπή κάποιας άλλης μορφής πρώτα σε μηχανική (κινητήριες μηχανές, στρόβιλοι ) και στη συνέχεια σε ηλεκτρική μέσω των γεννητριών. Το σύνολο της ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχεται στον καταναλωτή σήμερα προέρχεται κυρίως από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς με την καύση ορυκτών καυσίμων(άνθρακας, λιγνίτης, πετρέλαιο, φυσικό αέριο), από υδροηλεκτρικούς σταθμούς με την ροή ή την πτώση των υδάτων, από πυρηνικούς σταθμούς με την πυρηνική σχάση (ουράνιο, θόριο, πλουτώνιο) και τα τελευταία χρόνια με μεγαλύτερη ένταση από σταθμούς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως ο άνεμος (αιολική ενέργεια), τα θαλάσσια κύματα, η ηλιακή ενέργεια, η γεωθερμία, η βιομάζα κλπ.

## 2.2 ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Με τον όρο μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας εννοείται το σύνολο των διαδικασιών λειτουργίας και ελέγχου των εγκαταστάσεων και των μέσων που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από την έξοδο των σταθμών παραγωγής μέχρι τους υποσταθμούς που τροφοδοτούν τα μεγάλα κέντρα κατανάλωσης και από όπου ξεκινάει η διανομή της ενέργειας αυτής. Επίσης τα δίκτυα μεταφοράς τροφοδοτούν τους μεγάλους καταναλωτές υψηλής τάσης, που κατασκευάζουν δικό τους υποσταθμό υποβιβασμού υψηλής σε μέση τάση και εσωτερικά δίκτυα μέσης και χαμηλής τάσης, και είναι κυρίως μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη από 10 MW. Στόχος των γραμμών μεταφοράς είναι η διοχέτευση μεγάλης ηλεκτρικής ισχύος από τον τόπο παραγωγής της στους τόπους κατανάλωσης, χωρίς αλλοίωση των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών της ισχύος. Αυτό σημαίνει ότι η τάση στο τέλος της γραμμής πρέπει να μη διαφέρει σημαντικά από την τάση στην αρχή της, η συχνότητα λειτουργίας να παραμένει σταθερή και οι απώλειες κατά την μεταφορά να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες.

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από γραμμές υψηλής τάσης, υποσταθμούς ζεύξης των δικτύων αυτών και τους υποσταθμούς μετασχηματισμού μεταξύ των διαφόρων επιπέδων τάσεων που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο μεταφοράς. Το σύστημα μεταφοράς χρησιμοποιείται για να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια από τους σταθμούς παραγωγής στους καταναλωτές. Το σύστημα μεταφοράς πρέπει να έχει σταθερή τάση και οι τάσεις των τριών φάσεων να είναι συμμετρικές. Το κύμα της τάσης πρέπει να έχει ημιτονοειδή μορφή και η συχνότητα να είναι σταθερή.

Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με υψηλή τάση, διότι αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μικρότερες απώλειες και επομένως οικονομικότερη λειτουργία. Χρησιμοποιούνται διάφορες τάσεις μεταφοράς, αναλόγως της απόστασης και της ποσότητας ισχύος που πρέπει να μεταφερθεί. Ενδεικτικές σημερινές τιμές τάσης

είναι 66 kV, 110 kV, 132 kV, 138 kV, 150 kV, 220 kV, 275 kV, 345 kV, 400 kV, 500 kV και 750 kV. Οι τάσεις μέχρι τα 220 kV αποτελούν τη βαθμίδα των υψηλών τάσεων (ΥΤ), από 275 kV μέχρι τα 500 kV τη βαθμίδα των υπερυψηλών τάσεων (ΥΥΤ) και από εκεί και πάνω των εξαιρετικά υψηλών τάσεων (ΕΥΤ). Η μορφή των δικτύων μεταφοράς μπορεί να είναι διαμήκης ή κυκλική ανάλογα με τη σχετική θέση των σταθμών παραγωγής ως προς τα κέντρα κατανάλωσης. Η διάταξη των δικτύων μεταφοράς είναι κατά κανόνα βροχοειδής, σε αντίθεση με την ακτινική δομή των δικτύων διανομής.

Η ισχύς η οποία μπορεί να μεταφερθεί από μία γραμμή μεταφοράς είναι ανάλογη προς το τετράγωνο της τάσης, οπότε είναι προφανής η χρησιμότητα της υπερυψηλής τάσης στην επίτευξη μεγάλων ισχύων μεταφοράς. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η μεταφορά υπερυψηλής τάσης έχει ως αποτέλεσμα μειωμένες απώλειες, συνεπώς είναι οικονομικότερη η λειτουργία του συστήματος.

Το κόστος μεταφοράς εξαρτάται από το κόστος εγκατάστασης, το κόστος απωλειών και το κόστος συντήρησης της γραμμής. Η εκλογή μιας τάσεως μεταφοράς αποτελεί κυρίως θέμα αντισταθμίσεως των αρχικώς επενδύσεων στη γραμμή και το λοιπό εξοπλισμό από το κόστος λειτουργίας. Μέχρι ορισμένου σημείου, η αύξηση έχει ως αποτέλεσμα μικρότερες απώλειες λειτουργίας για δεδομένο μέγεθος αγωγού ή μικρότερο αγωγό για δεδομένες απώλειες. Αλλά μέρος της επιτευχθείσας οικονομίας στο κόστος του αγωγού λόγω εφαρμογής υψηλότερης τάσεως χάνεται αφενός λόγω αυξημένων διηλεκτρικών απωλειών στον περιβάλλοντα αέρα, ο οποίος ιονίζεται από τις υψηλές πεδιακές εντάσεις των αγωγών και αφετέρου λόγω αυξημένου κόστους μονωτήρων, μετασχηματιστών, διακοπών κλπ.

Η επίδραση του συστήματος μεταφοράς στις εγκαταστάσεις άλλων κοινωφελών επιχειρήσεων, όπως τηλεφωνικών ή ραδιοφωνικών, προκαλούμενη από ηλεκτρικές ή μαγνητικές παρεμβολές, θα πρέπει να περιορίζεται μεταξύ παραδεκτών ορίων. Εάν η επίδραση οφείλεται στις τάσεις και τα ρεύματα βιομηχανικής συχνότητας τον μεγαλύτερο κίνδυνο διατρέχει ο εξοπλισμός και η ανθρώπινη ζωή. Εάν η επίδραση οφείλεται σε αρμονικές υψηλών συχνοτήτων, δημιουργείται πρόβλημα συνήθως στην επικάλυψη συχνοτήτων τηλεπικοινωνιών και αρμονικών προκαλώντας θόρυβο στο τηλεπικοινωνιακό σύστημα.

## 2.3 ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Με τον όρο διανομή ηλεκτρικής ενέργειας εννοείται το σύνολο των διαδικασιών λειτουργίας και ελέγχου με τις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στους καταναλωτές. Τα δίκτυα διανομής περιλαμβάνουν τις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω των οποίων αυτή φτάνει στους καταναλωτές και τους υποσταθμούς υποβιβασμού τάσης, οι οποίοι τις συνδέουν με το σύστημα μεταφοράς.

Τα δίκτυα διανομής φτάνουν μέχρι το μετρητή της παρεχόμενης στον καταναλωτή ενέργειας. Μετά τον μετρητή ακολουθεί η εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση που αποτελείται από το δίκτυο διανομής του καταναλωτή και τις ηλεκτρικές συσκευές. Τα τελευταία χρόνια με τον όρο διανομή περιγράφεται το σύνολο των δικτύων διανομής και των εσωτερικών εγκαταστάσεων που απαιτείται για να φτάσει το ηλεκτρικό ρεύμα από το δίκτυο μεταφοράς στον τελικό καταναλωτή. Τα δίκτυα διανομής διακρίνονται, ανάλογα με την τάση, σε δίκτυα υψηλής τάσης (60-150 kV), δίκτυα μέσης τάσης (1-60 kV) και δίκτυα χαμηλής τάσης (100-1000 V). Οι αναφερόμενες τάσεις είναι οι πολικές τριφασικού συστήματος

Το κύριο χαρακτηριστικό που κάνει τα δίκτυα διανομής να διαφέρουν από τα δίκτυα μεταφοράς είναι το πλήθος των στοιχείων που απαιτούνται για την διανομή σε αντιπαράβολη με την μεταφορά. Γι' αυτό το λόγο είναι σημαντικό η τυποποίηση των επιμέρους κατασκευαστικών στοιχείων, όπως επίσης και των υλικών που χρησιμοποιούνται σε αυτά, δεδομένου ότι πρόκειται για επαναλαμβανόμενες κατασκευές από πολλά διασπαρμένα σε όλη την χώρα συνεργεία. Επίσης ακόμα διαφορά μεταξύ δικτύων διανομής και μεταφοράς είναι ότι οι απώλειες ενέργειας είναι σχεδόν διπλάσιες στα δίκτυα διανομής απ'ότι στα μεταφοράς.

Το μεγάλο πλήθος των επί μέρους στοιχείων των Δικτύων Διανομής και των καταναλωτών που εξυπηρετούν κάνουν ιδιαίτερα απαραίτητη την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, τόσο κατά την μελέτη αναπτύξεως τους όσο και κατά την λειτουργία τους. Η εκτενής μελέτη των δικτύων διανομής είναι πολύ σημαντική για την εθνική οικονομία λόγω του ότι οι δαπάνες για την κατασκευή τους είναι πολύ δαπανηρές.

Εκτός όμως από την οικονομική σημασία, η μελέτη των δικτύων διανομής παρουσιάζει ενδιαφέρον και διότι η κατασκευαστική τους διαμόρφωση συνδέεται άμεσα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά δομήσεως των πόλεων και γενικότερα του τρόπου της χωροταξικής διαμόρφωσης κάθε χώρας. Αυτό διαπιστώνεται κι 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. Κατασκευαστικά τα δίκτυα διανομής διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: α)τα εναέρια και β)τα υπόγεια δίκτυα.

### 2.3.1 ΕΝΑΕΡΙΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Τα εναέρια δίκτυα διανομής είναι οικονομικότερα από τα υπόγεια και ευκολότερα ως προς την εκμετάλλευσή τους. Απαιτούν όμως σημαντικό χώρο κάτι το οποίο είναι πολύ δύσκολο να βρεθεί σε πυκνοκατοικημένες περιοχές των πόλεων. Η κατασκευή τους ενδείκνυται κυρίως για αγροτικές περιοχές όπου χαρακτηρίζονται από μικρή πυκνότητα φορτίου καθώς και σε περιοχές όπου δεν υπάρχει δυσχέρεια τηρήσεως των ελαχίστων αποστάσεων των αγωγών. Τα δίκτυα αυτά εξυπηρετούν κυρίως χωριά, αρδευτικές περιοχές, αγροτικές

βιοτεχνίες ή βιομηχανικές μονάδες και καλούνται είτε ως αγροτικά είτε ως υπεραστικά δίκτυα.

Οι εναέριες γραμμές διανομής διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: στις γραμμές μέσης τάσης και στις γραμμές χαμηλής τάσης. Οι γραμμές μέσης τάσης είναι οι γραμμές οι οποίες πραγματοποιούν την πρώτη διανομή της ηλεκτρικής ισχύος (πρωτεύουσα διανομή) που παραλαμβάνουν από τις γραμμές μεταφοράς προς τους τοπικούς υποσταθμούς. Οι γραμμές χαμηλής τάσης είναι οι γραμμές οι οποίες πραγματοποιούν τη δεύτερη διανομή της ηλεκτρικής ισχύος (δευτερεύουσα διανομή) που παραλαμβάνουν από τους υποσταθμούς διανομής χαμηλής τάσης προς τους καταναλωτές. Το ποσό της ισχύος και η απόσταση μεταφοράς της σε μία γραμμή διανομής είναι πολύ μικρότερα από τα αντίστοιχα μίας γραμμής μεταφοράς. Στην πράξη η σωστή μελέτη ενός συστήματος διανομής είναι από τα δυσκολότερα προβλήματα, γιατί πρέπει να προβλέπει οι τυχόν καινούργιοι καταναλωτές να μην ανατρέπουν τους υπολογισμούς του δικτύου. Επίσης, πρέπει να προβλέπει συμμετρική φόρτιση στην κατανάλωση. Αυτό επιτυγχάνεται με το ισορροπημένο σύστημα, δηλαδή την κατάλληλη κατανομή των μονοφασικών καταναλωτών στις τρεις φάσεις του δικτύου διανομής, ώστε να προκύπτει σχεδόν πάντοτε ίση ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος σε κάθε φάση. Στα δίκτυα διανομής, εκτός από τους αγωγούς των τριών φάσεων υπάρχει και αγωγός ουδέτερος, επειδή προβλέπεται η δυνατότητα πολικής τάσης (400V) και φασικής (230V). Ο ουδέτερος ξεκινάει από τους μετασχηματιστές διανομής και αποτελεί το κοινό σημείο της συνδεσμολογίας αστέρα στο δευτερεύον τους.

### 2.3.2 ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Σε κατοικημένες περιοχές η μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με υπόγεια δίκτυα για λόγους χωροταξικούς, ασφαλείας, καλαισθητικούς, κ.λ.π. Ιδιαίτερα το δίκτυο διανομής είναι αποκλειστικά υπόγειο. Βασικό όμως μειονέκτημα των υπόγειων δικτύων είναι το πολύ υψηλό κόστος σε σχέση με αυτό των εναέριων, κυρίως λόγω της καλής μόνωσης που απαιτείται σε όλο το μήκος της υπόγειας γραμμής. Το κόστος αυτό μειώνεται, όταν μειώνεται και η τάση. Ένα άλλο μειονέκτημα των υπόγειων δικτύων είναι η μειωμένη δυνατότητα φόρτισής τους, λόγω του περιορισμού στην ανύψωση της θερμοκρασίας του μονωτικού τους υλικού. Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα να μπαίνουν κάποια όρια στο μέγεθος των αγωγών και στο ρεύμα που μπορούν να μεταφέρουν. Τα χρησιμοποιούμενα καλώδια διακρίνονται σε:

- Καλώδια χαμηλής τάσης
- Καλώδια μέσης τάσης
- Καλώδια υψηλής τάσης
- Καλώδια υπερυψηλής τάσης



Στην πράξη η ανάπτυξη υπόγειων δικτύων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή όσον αφορά το βάθος, την πίεση που δέχονται και τη διαδρομή τους. Η τοποθέτηση αυτών γίνεται σε βάθος 50 cm έως 70 cm και για τη μικρή τους καταπόνηση δίνεται ιδιαίτερη προσοχή, ώστε η διαδρομή του δικτύου να γίνεται από σημεία που η επιφάνεια του εδάφους δέχεται μικρές καταπονήσεις (π.χ. κάτω από τα πεζοδρόμια). Τέλος, η διαδρομή τους πρέπει να είναι ευθύγραμμη και, όπου χρειάζεται αλλαγή κατεύθυνσης, να γίνεται με κυκλική καμπύλωση και όχι απότομα.

### 2.3.3 ΕΝΑΕΡΙΑ ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

Τα εναέρια δίκτυα Μέσης Τάσης (ΜΤ) ενδείκνυνται να έχουν δενδροειδή μορφή. Αποτελούνται δηλαδή από τον κορμό (ή την κύρια γραμμή) που κατασκευάζεται με αγωγούς μεγάλης διατομής (π.χ στον ΔΕΔΔΗΕ συνήθως 95 mm<sup>2</sup> ισοδύναμου Cu) και τις διακλαδώσεις πάνω στις οποίες συνδέονται οι Υποσταθμοί Μέσης Τάσης/Χαμηλής Τάσης (Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ). Οι διακλαδώσεις κατασκευάζονται με αγωγούς μικρότερης διατομής (π.χ στον ΔΕΔΔΗΕ συνήθως 35 mm<sup>2</sup> ή 16 mm<sup>2</sup> ισοδύναμου Cu) από ότι ο κορμός. Τα εναέρια δίκτυα ΜΤ λειτουργούν σχεδόν πάντα ακτινικά, δηλαδή όλες οι γραμμές, από τις οποίες αποτελείται το δίκτυο, τροφοδοτούνται από το ένα μόνο άκρο τους.

Ο κορμός της γραμμής τροφοδοτείται στο ένα άκρο της από τους ζυγούς ΜΤ του Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ μέσω ενός διακόπτη ισχύος, ενώ το άλλο άκρο του κορμού διασυνδέεται μετά από χειρισμό, με άλλη γραμμή του ίδιου ή και άλλου Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ. Πάνω στον κορμό βρίσκονται εγκατεστημένοι αποζεύκτες, διακόπτες φορτίου ή και διακόπτες ισχύος. Οι αποζεύκτες και οι διακόπτες φορτίου χρειάζονται σε περίπτωση που υπάρχει βλάβη ή απαιτούνται εργασίες συντήρησης του δικτύου να απομονώνεται ο κορμός τμηματικά και όχι ολόκληρος, ενώ τα υπόλοιπα τμήματα να τροφοδοτούνται κανονικά.

Οι στύλοι που χρησιμοποιούνται, φτιάχνονται συνήθως είτε από ξύλο είτε από τσιμέντο. Σπάνια συναντώνται στύλοι που είναι μεταλλικοί. Οι αγωγοί φτιάχνονται συνήθως από χαλκό και αλουμίνιο που συνήθως συνοδεύεται με ενίσχυση από χάλυβα (λόγω των μεγαλύτερων αποστάσεων μεταξύ των στύλων).

Η επιλογή του είδους των αγωγών που θα χρησιμοποιηθούν εξαρτάται τόσο από το κόστος όσο και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής και φυσικά από την επιφόρτιση. Έτσι οι αγωγοί ACSR χρησιμοποιούνται σε όλες τις περιπτώσεις τυποποιημένων επιφορτίσεων σε περιοχές φυσιολογικής διαβρωτικότητας. Σε περιοχές έντονης διαβρωτικότητας, κυρίως παραθαλάσσιες περιοχές και περιοχές με έντονη βιομηχανική ρύπανση γίνεται χρήση αγωγών Cu. Τα συνεστραμμένα καλώδια χρησιμοποιούνται σε δασώδεις περιοχές, σε παραθαλάσσιες περιοχές με συχνές υπερπηδήσεις στις γραμμές με γυμνούς αγωγούς Cu, σε ορεινές περιοχές με μεγάλη επικάθηση πάγου στις γραμμές και σε ειδικές περιπτώσεις που σχετίζονται με την τήρηση αποστάσεων ασφαλείας

σε περιοχές εναέριου δικτύου και την προστασία του περιβάλλοντος (σε συνδυασμό με συνεστραμμένα καλώδια Χ.Τ.).

### 3 ΑΓΩΓΟΙ ΣΤΟ ΕΝΑΕΡΙΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

Οι αγωγοί πρέπει να αντέχουν στη μηχανική και στη θερμική καταπόνηση και στην περίπτωση της μέσης τάσης να μην προκαλούν απώλειες Κορώνα (δηλαδή ηλεκτρική διάσπαση του αέρα περί τον αγωγό). Το μέγεθος της διατομής των αγωγών καθορίζεται από το ρεύμα που τους διατρέχει καθώς η ωμική αντίσταση της γραμμής είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη διατομή του αγωγού. Οι ωμικές απώλειες θερμαίνουν τον αγωγό και η θερμότητα αυτή ακτινοβολείται στον αέρα, αναπτύσσοντας θερμοκρασία ισορροπίας στον αγωγό. Λόγω της μείωσης της μηχανικής αντοχής του αγωγού σε υψηλές θερμοκρασίες, η θερμοκρασία ισορροπίας πρέπει να μένει κάτω από τους 90-100 °C. Το αντίστοιχο ρεύμα αποτελεί το ανώτατο όριο φόρτισης αγωγού και καλείται ικανότητα ρεύματος του αγωγού.

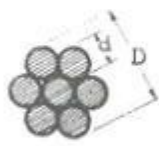
Σημαντικά χαρακτηριστικά των αγωγών είναι :

- υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα,
- υψηλή μηχανική αντοχή,
- μικτό ειδικό βάρος,
- χαμηλή οξειδωση στον αέρα,
- ευχέρεια σύνδεσης των αγωγών,
- μικρή επίδραση ηλεκτρικής προέλευσης στο περιβάλλον,
- μικρές ραδιοφωνικές παρεμβολές,
- μειωμένος θόρυβος.

Σαν αγωγοί χρησιμοποιούνται πολύκλινα συρματόσχοινα για λόγους ευκαμψίας. Στα εναέρια δίκτυα μέσης τάσης οι αγωγοί είναι χωρίς μόνωση και φτιάχνονται από χαλκό (Cu), αλουμίνιο (Al) ή αλουμίνιο-χάλυβα (ACSR).

Οι αγωγοί κατασκευάζονται μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι. Στα εναέρια δίκτυα δεν χρησιμοποιούνται μονόκλωνοι αγωγοί, γιατί έχουν πολύ μικρότερη μηχανική αντοχή από τους πολύκλωνους. Επίσης οι μονόκλωνοι είναι δύσκαμπτοι και η διατομή τους είναι μέχρι 16 mm<sup>2</sup>. Οι αγωγοί χαλκού και αλουμινίου αποτελούνται από κλώνους της ίδιας διατομής. Γύρω από έναν κεντρικό αγωγό περιελίσσονται οι υπόλοιποι σε στρώσεις και οι αγωγοί παίρνουν τη μορφή των συρματόσχοινων. Οι αριθμοί των κλώνων είναι κυρίως 7, 19, 37, 61 κλπ. Μία απεικόνισή τους παρουσιάζεται στο σχήμα 3-1.

**7(1+6)**



**19(1+6+12)**



**37(1+6+12+18)**



Σχήμα 3-1: Γυμνοί πολύκλωνοι αγωγοί αποτελούμενοι από 7, 19 και 37 κλώνους

Αν  $\kappa$  είναι ο αριθμός των κλώνων και  $\nu$  είναι ο αριθμός των στρώσεων γύρω από τον κεντρικό αγωγό τότε ισχύει η σχέση (3.1.1):

$$\kappa = 1 + 3\nu(\nu + 1) \quad (3.1.1)$$

Αν κάθε κλώνος έχει διάμετρο  $d$  τότε ο αγωγός έχει διάμετρο που υπολογίζεται από τη σχέση (3.1.2).

$$D = d(2\nu + 1) \quad (3.1.2)$$

Για τον υπολογισμό της διατομής του αγωγού, υπολογίζεται πρώτα η διατομή κάθε κλώνου μέσω της σχέσης (3.1.3):

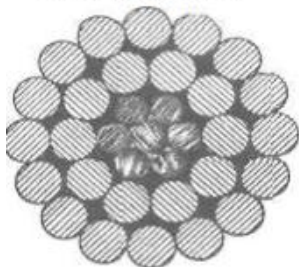
$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad (3.1.3)$$

και στη συνέχεια υπολογίζεται η συνολική διατομή από τη σχέση (3.1.4):

$$S_{total} = \kappa S \quad (3.1.4)$$

Οι αγωγοί αλουμινίου-χάλυβα ACSR έχουν τη μορφή που φαίνεται στο σχήμα 3-2.

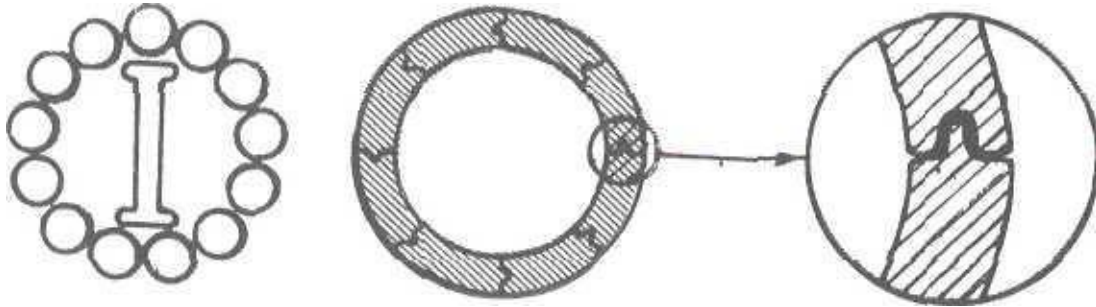
**26(10+16) / 7(1+6)**



Σχήμα 3-2: Μορφή αγωγών ACSR

Οι παραπάνω τύποι δεν χρησιμοποιούνται για την εύρεση της διατομής των αγωγών αλουμινίου-χάλυβα ACSR λόγω ότι οι κλώνοι χάλυβα έχουν διαφορετική διατομή από τους κλώνους αλουμινίου.

Σε γραμμές μεταφοράς πολύ υψηλής τάσης έχουν χρησιμοποιηθεί αγωγοί με ειδική διατομή, όπως παρουσιάζονται στο σχήμα 3-3.



*Σχήμα 3-3: Αγωγοί ειδικών διατομών για γραμμές μεταφοράς πολύ υψηλής τάσης*

### 3.1 ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟ ΧΑΛΚΟ

Ο χαλκός, Cu, αποτελεί το πλέον χρησιμοποιούμενο υλικό για την αγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος, λόγω της χαμηλής τιμής της ειδικής αντίστασης που παρουσιάζει σε σχέση με τα άλλα μεταλλικά υλικά πλην αργύρου, σε συνδιασμό με καλές ιδιότητες μορφοποίησης και συγκόλλησης, καλή αντοχή σε διάβρωση και συγκριτικά χαμηλό κόστος.

Ο χαλκός χρησιμοποιείται σε πολύ καθαρή μορφή για την κατασκευή συρμάτων, αγωγίων ράβδων και εξαρτημάτων. Η συνήθης καθαρότητα του είναι 99,9%. Ο ανοπτημένος χαλκός υψηλής καθαρότητας του οποίου η ηλεκτρική αντίσταση στους 20 °C για σύρμα μήκους 1m και μάζας 1g είναι 0,15328 Ohm, χρησιμοποιείται συχνά σαν υλικό αναφοράς για τη σύγκριση της αγωγιμότητας διαφόρων άλλων μεταλλικών αγωγών. Ο πρότυπος αυτός χαλκός συμβολίζεται με τα αρχικά I.A.C.S.(International Annealed Copper Standard) και η ειδική αγωγιμότητα των άλλων υλικών δίδεται σαν επί τοις εκατό ποσοστό της δικής του αγωγιμότητας, η οποία έχει τεθεί κατά σύμβαση ίση με 100.

Διαμορφώνεται εύκολα σε φύλλα και σύρματα και συγκολλείται εύκολα. Η αντοχή του στη διάβρωση είναι αρκετά καλή σε σύγκριση με πολλά άλλα μέταλλα, διότι δημιουργείται στην επιφάνειά του ένα λεπτό στρώμα CuO που δρα προστατευτικά. Παρουσιάζει αρκετά καλή μηχανική αντοχή. Η παρουσία μικρών ποσοτήτων προσμίξεων από τη διαδικασία παραγωγής του οδηγεί σε μείωση της αγωγιμότητας του χαλκού και αύξησης της μηχανικής του αντοχής. Λόγω ότι είναι μέταλλο το οποίο δεν διαβρώνεται εύκολα προτιμάται η χρησιμοποίησή του σε δίκτυα κοντά στη θάλασσα.

Οι αγωγοί χαλκού υπάρχουν σε τρεις μορφές: μαλακής, μέσης και σκληρής έλκυσης. Οι μαλακής έλκυσης χρησιμοποιούνται στις γραμμές για μικρά ανοίγματα καθώς είναι εύκαμπτη και ανθεκτικοί στο σπάσιμο ακόμα 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

### 3.2 ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ

Το αλουμίνιο, Al, έχει 63% συμβατική αγωγιμότητα σε σχέση με το χαλκό. Είναι τρεις φορές ελαφρύτερο από το χαλκό και παρουσιάζει 210% κατά βάρος συμβατική αγωγιμότητα. Το κόστος του ανά μονάδα βάρους είναι περίπου ίσο με του χαλκού, οπότε λαμβάνοντας υπόψη ότι η αγωγιμότητά του ανά μονάδα βάρους είναι μεγαλύτερη του χαλκού, καθίσταται πλεονεκτικότερο από πλευράς κόστους.

Μειονεκτήματα του αλουμινίου είναι η δυσκολία συγκόλλησης, η μικρή του σκληρότητα και η σχετικά χαμηλή αντοχή του σε εφελκυσμό, η οποία κυμαίνεται μεταξύ  $(10-18) \times 10^7 \text{N/m}^2$  ανάλογα με τη σκληρότητά του. Για να αντιμετωπιστεί το γεγονός της μικρής μηχανικής αντοχής του, σε εφαρμογές όπως οι εναέριες γραμμές των δικτύων μεταφοράς, χρησιμοποιούνται κράματα αλουμινίου με μικρές ποσότητες προσμείξεων που έχουν καλύτερη μηχανική αντοχή.

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι το αλουμίνιο σε κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες οξειδώνεται εύκολα σε σχέση με τον χαλκό και έχει χειρότερη συμπεριφορά στη θερμότητα. Τα τελευταία χρόνια η χρήση του αλουμινίου ως αγωγού έχει αυξηθεί εξαιτίας ότι ο χαλκός είναι ακριβότερος αλλά και επειδή δεν ήταν εύκολα διαθέσιμος.

### 3.3 ΑΓΩΓΟΣ ACSR

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται στο εναέριο δίκτυο είναι κατά κανόνα πολύκλωνοι αγωγοί αλουμινίου με ενίσχυση χάλυβα (ACSR-Aluminum Core Steel Reinforced). Έχουν ευρεία χρήση σε γραμμές υψηλής και μέσης τάσης επειδή δίνουν τη δυνατότητα να έχουν μεγαλύτερο άνοιγμα μεταξύ των πυλώνων ή στηλών.

Ο πυρήνας του αγωγού αποτελείται από συνεστραμμένους κλώνους χάλυβα που εξασφαλίζουν μηχανική αντοχή και περιβάλλεται από αντίθετης φοράς συνεστραμμένους κλώνους αλουμινίου, οι οποίοι φέρουν και το ηλεκτρικό ρεύμα. Οι αγωγοί ACSR είναι κατά 50% πιο ανθεκτικοί και κατά 20% ελαφρύτεροι σε σύγκριση με αγωγούς χαλκού ίδιας διατομής.

Συγκεκριμένα οι διατομές που συναντώνται στο δίκτυο είναι των 95, 50, 35 και  $16 \text{ mm}^2$ . Με τον αριθμό αυτό δηλώνεται η ισοδύναμη διατομή που θα είχε ο

αγωγός ίσης αντίστασης αν ήταν κατασκευασμένος πλήρως από χαλκό. Ένας άλλος τρόπος δήλωσης της διατομής των εναέριων ACSR είναι η παράθεση των διατομών του αλουμινίου και του χάλυβα ξεχωριστά Al/St. Συχνά χρησιμοποιείται και η αναλυτική παράθεση του αριθμού και της διαμέτρου των κλώνων του αγωγού.

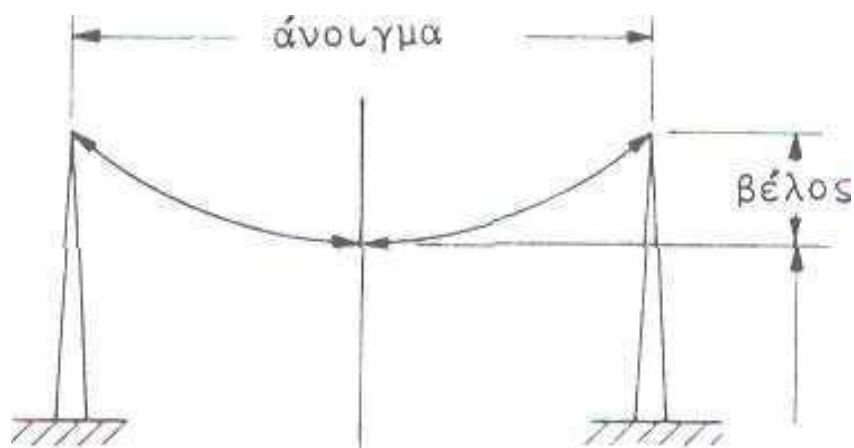
Οι πολύκλωνοι ACSR αγωγοί αποτελούνται από 1 έως 3 στρώματα χαλύβδινων συρμάτων και 1 έως 3 στρώματα συρμάτων αλουμινίου. Τα σύρματα είναι συνεστραμμένα και μάλιστα η διεύθυνση συστροφής είναι αντίθετη σε δύο γειτονικά στρώματα, πράγμα που εξασφαλίζει μία καλή συνοχή του συρματόσχοινου. Η διατομή των καλωδίων ACSR καθορίζει την ωμική αντίσταση του αγωγού. Η αγωγιμότητα που πρέπει να ληφθεί στους υπολογισμούς είναι διαφορετική απ' ότι η αγωγιμότητα του καθαρού υλικού. Η μηχανική επεξεργασία και η συστροφή των αγωγών αυξάνουν την αντίσταση του αγωγού.

## 4 ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η μηχανική σχεδίαση των εναέριων γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας υπόκειται σε ορισμένους κανόνες, οι οποίοι εξασφαλίζουν το απρόσιτο των αγωγών για το κοινό, αποβλέποντας στην ασφάλειά του. Οι βασικότερες απαιτήσεις της μηχανικής σχεδίασεως των γραμμών αφορούν στις ελάχιστες αποστάσεις των αγωγών από το έδαφος και από γειτονικά κτίσματα και τη μηχανική αντοχή των αγωγών, των μονωτήρων και των φορέων. Οι μηχανικές δυνάμεις, οι οποίες καταπονούν τις γραμμές, είναι το βάρος των αγωγών, η δύναμη του ανέμου και πιθανώς το βάρος του πάγου, ο οποίος σχηματίζεται από το χιόνι. Βάσει των δυνάμεων αυτών, 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. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται ορισμένα κατασκευαστικά στοιχεία των εναέριων δικτύων και οι δυνάμεις που επιδρούν στα διάφορα υλικά τους.

### 4.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ

Άνοιγμα ονομάζεται η απόσταση μεταξύ δύο πυλώνων. Το μήκος του ανοίγματος μεταξύ δύο πυλώνων καθορίζεται από διάφορους παράγοντες. Κατά κανόνα οι πυλώνες συνηθίζεται να απέχουν πολύ μεταξύ τους. Οι πυλώνες πρέπει να έχουν γερή κατασκευή γιατί πρέπει να αντέχουν το βάρος των αγωγών, του χιονιού που θα επικολληθεί, τον άνεμο και το δικό τους βάρος. Είναι πολύ σημαντικό κατά την μελέτη κατασκευής των εναέριων δικτύων να υπολογίζονται οι καιρικές συνθήκες της περιοχής καθώς και την σύσταση του εδάφους.



## 4.2 ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ ΑΓΩΓΩΝ

Πολλές φορές παρατηρείται ένα στρώμα χιονιού ή πάχνης πάνω στους αγωγούς ιδιαίτερα όταν έχει χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτό το γεγονός έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του συνολικού βάρους του αγωγού ανά μονάδα μήκους. Επιπλέον ο αγωγός δέχεται αυξημένη δύναμη όταν φυσάει, λόγω της αυξημένης διατομής του. Έτσι, οι αγωγοί δέχονται δυνάμεις επιφόρτισης από:

- το βάρος τους,
- το πάγο που καλύπτει την επιφάνεια τους,
- την πίεση που δρα οριζόντια ως προς το έδαφος πάνω στον αγωγό.

Στη χώρα μας ο Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) 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 .



Σχήμα 4-1: Δυνάμεις επιφόρτισης που δέχονται οι αγωγοί εναέριων δικτύων

Όταν σχεδιάζεται ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας οι φορείς του (στύλοι, μονωτήρες, βραχίονες κλπ.) πρέπει να αντέχουν τις επιφορτίσεις των αγωγών. Γι' αυτό στη μελέτη πρέπει να λαμβάνεται υπόψην ό,τι οι επιφορτίσεις είναι ιδιαίτερα μεγάλες στις γωνίες και τα τέρματα.

Για να καθορισθεί η επιφόρτιση σε κάθε περιοχή λαμβάνεται ως κριτήριο οι καιρικές συνθήκες. Έτσι οι επιφορτίσεις διακρίνονται σε 3 κατηγορίες: βαρεία, μέση ή κανονική και ελαφρά επιφόρτιση. Στη χώρα μας οι μελέτες που γίνονται θεωρούν ότι η επιφόρτιση των αγωγών είναι μέση.

Βαρεία επιφόρτιση είναι η οριζόντια πίεση του ανέμου ίση με  $20 \text{ kg/m}^2$  ασκούμενη κάθετα στη διεύθυνση της γραμμής επί του επιβαλλόμενου εμβαδού των κυλινδρικών επιφανειών όλων των φερόμενων αγωγών και συρμάτων ανάρτησης όταν είναι καλυμμένα με στρώμα πάχους 13 mm κατά την ακτίνα και επί των επιφανειών των στύλων και πύργων χωρίς επίστρωση πάγου.

Μέση επιφόρτιση είναι η οριζόντια πίεση του ανέμου ίση με  $20 \text{ kg/m}^2$  ασκούμενη κάθετα στη διεύθυνση της γραμμής επί του προβαλλόμενου εμβαδού των κυλινδρικών επιφανειών όλων των φερόμενων αγωγών και συρμάτων ανάρτησης όταν είναι καλυμμένα με στρώμα πάχους 6,5 mm κατά την ακτίνα και επί των επιφανειών των στύλων και πύργων χωρίς επίστρωση πάγου.

Ελαφριά επιφόρτιση είναι η οριζόντια πίεση του ανέμου ίση με  $44 \text{ kg/m}^2$  ασκούμενη κάθετα στη διεύθυνση της γραμμής επί του προβαλλόμενου εμβαδού των κυλινδρικών επιφανειών όλων των φερόμενων αγωγών και συρμάτων ανάρτησης, στύλων και πύργων χωρίς επίστρωση πάγου.

### 4.3 ΒΕΛΟΣ ΚΑΜΨΗΣ ΑΓΩΓΩΝ

Με τον όρο βέλος κάμψης εννοείται το βύθισμα που κάνει ο αγωγός λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Το βέλος κάμψης προέρχεται από τη συστολή και διαστολή των αγωγών. Είναι πολύ σημαντικό να είναι γνωστό το βέλος κάμψης κατά την μελέτη γιατί καθορίζει το ύψος των πύργων και τις αποστάσεις ανάρτησης των αγωγών.

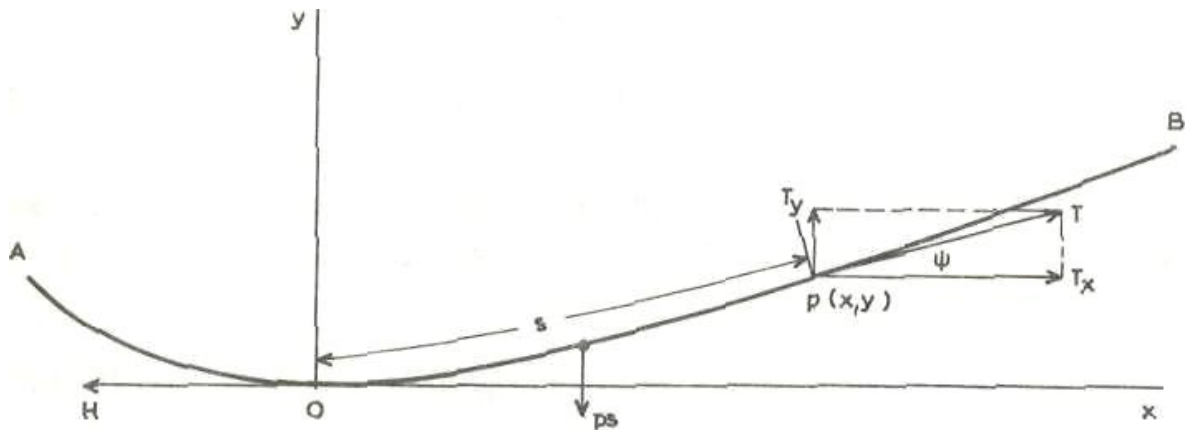
### 4.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΚΑΙ ΒΕΛΟΣ ΑΓΩΓΩΝ

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 Σχήμα 15. 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  $\phi$  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  $p_s$  του τμήματος OP, το οποίο εφαρμόζεται κατακόρυφα στο κέντρο βάρους του τμήματος OP. Δεδομένου ότι το τμήμα του αγωγού βρίσκεται σε ισορροπία, τόσο οι οριζόντιες όσο και οι κατακόρυφες συνιστώσες των δυνάμεων είναι ίσες μεταξύ τους δηλαδή:



$$H = T_x \quad (4.4.1)$$

$$T_y = ps \quad (4.4.2)$$



Σχήμα 4-2: Καμπύλη αγωγού γραμμής με επίδραση του βάρους του

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

$$\frac{T_y}{T_x} = \varepsilon\phi\Psi \quad (4.4.3)$$

$$\text{Είναι όμως, } \varepsilon\phi\Psi = \frac{dy}{dx}. \text{ Οπότε } \frac{dy}{dx} = \frac{T_y}{T_x} = \varepsilon\phi\Psi. \quad (4.4.4)$$

Το στοιχειώδες μήκος της καμπύλης στο σημείο P δίνεται από τη σχέση (4.4.5).

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} \quad (4.4.5)$$

$$\text{Επομένως, } \frac{ds}{dx} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} = \sqrt{1 + \frac{p^2 s^2}{H^2}} \quad \text{ή} \quad dx = \frac{ds}{\sqrt{1 + \frac{p^2 s^2}{H^2}}} \quad (4.4.6)$$

Ολοκληρώνοντας και τα δύο μέλη της εξίσωσης (4.4.6) προκύπτει:

$$x + C = \frac{H}{p} \sinh^{-1} \left( \frac{ps}{H} \right) \quad (4.4.7)$$

όπου C η σταθερά της ολοκλήρωσης. Όμως για  $s=0$  είναι  $x=0$  οπότε  $C=0$  και επιλύοντας ως προς s την εξίσωση (4.4.7) προκύπτει:

$$s = \frac{H}{p} \sinh \left( \frac{px}{H} \right) \quad (4.4.8)$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (4.4.4) το  $s$  με την τιμή αυτή της σχέσης (4.4.8) προκύπτει:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{H}{p} \sinh\left(\frac{px}{H}\right) \rightarrow y = \int \sinh\left(\frac{px}{H}\right) \rightarrow y = \frac{H}{p} \cosh\left(\frac{px}{H}\right) + D \quad (4.4.9)$$

όπου  $D$  μία άλλη σταθερά ολοκληρώσεως. Στο σημείο 0 είναι  $x=0$  και  $y=0$ , οπότε για το σημείο αυτό η εξίσωση (4.4.9) γίνεται :

$$0 = \frac{H}{p} + D \rightarrow D = -\frac{H}{p}$$

Επομένως η εξίσωση της καμπύλης της γραμμής είναι :

$$y = \frac{H}{p} \left[ \cosh\left(\frac{px}{H}\right) - 1 \right] \quad (4.4.10)$$

Η καμπύλη αυτή καλείται αλυσοειδής.

Η συνολική τάση  $T$  στο σημείο  $P$  είναι βάσει των εξισώσεων (4.4.1), (4.4.2) και (4.4.8).

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

$$\text{Συνεπώς, } T = H \cosh\left(\frac{px}{H}\right). \quad (4.4.11)$$

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  $x=\pm l$  θα είναι:

$$T = H \cosh\left(\frac{pl}{H}\right) \quad (4.4.12)$$

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 (1.5.10) για  $x=l$ :

$$d = \frac{H}{p} \left[ \cosh\left(\frac{pl}{H}\right) - 1 \right] \quad (4.4.13)$$

Το συνολικό μήκος του αγωγού προκύπτει από την εξίσωση (4.4.8) και είναι:

$$s = 2 \frac{H}{p} \sinh\left(\frac{pl}{H}\right) \quad (4.4.14)$$

## Προσεγγιστικοί τύποι υπολογισμού του βέλους των αγωγών

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 (4.4.10) μπορεί να αναπτυχθεί ως εξής :

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

$$\rightarrow y = \frac{px^2}{2H}$$

Θεωρώντας  $T=H$  έχουμε  $y = \frac{px^2}{2T}$  (4.4.15)

Επομένως το βέλος είναι  $d = \frac{pl^2}{2T}$  (4.4.16)

Το μήκος του τόξου  $s$  προκύπτει από την εξίσωση (1.5.8) κατά παρόμοιο τρόπο :

$$s = \frac{H}{p} \left( \frac{px}{H} + \frac{p^3 x^3}{6H^3} + \dots \right) \rightarrow s = x + \frac{p^2 x^3}{6T^2}$$
 (4.4.17)

Το συνολικό μήκος του αγωγού είναι βάσει της (4.18):

$$s = 2 \left( l + \frac{p^2 l^3}{6T^2} \right)$$
 (4.4.18)

Οι προσεγγιστικοί τύποι (4.4.15) έως και (4.4.18) 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%.

## 5 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο προσδιορισμός του βέλους κάμψης είναι μία πάρα πολύ σημαντική διαδικασία που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την μελέτη των εναέριων δικτύων. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι ο παράγοντας που καθορίζει το βέλος κάμψης των αγωγών. Με την 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 διαπιστώνεται ότι υπάρχει διαφορετική τάνυση των αγωγών και επιτρεπόμενο ύψος από οροφές και δώματα ανάλογα με το είδος του αγωγού και την επιφόρτισή του. Είναι πολύ σημαντικό να είναι γνωστό το επιτρεπτό ύψος του αγωγού τόσο κατά τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση εναέριων δικτύων όσο και μετέπειτα κατά τον έλεγχο και διερεύνηση ατυχημάτων. Έχει συμβεί, σε περίπτωση ατυχημάτων που εμπλέκονται αγωγοί, να παρερμηνευτεί ο κανονισμός, να μην ληφθεί υπόψη η διαστολή των αγωγών, αλλά να θεωρηθεί ότι το επιτρεπόμενο ύψος ήταν στους 16 °C, με αποτέλεσμα η υπόθεση να οδηγείται στη δικαιοσύνη και να σπαταλείται άδικα δημόσιο χρήμα.

Ο ΔΕΔΔΗΕ διαθέτει διαγράμματα με βάση τα οποία μπορεί να καθοριστεί το επιτρεπτό ύψος των αγωγών μέσης τάσης. Το κάθε διάγραμμα αντιστοιχεί σε έναν συγκεκριμένο αγωγό και ειδικότερα σε ένα βασικό άνοιγμα ενός συγκεκριμένου αγωγού. Μέσα από το κάθε διάγραμμα μπορεί να προκύψει το βέλος κάμψης του εκάστοτε αγωγού σε συνάρτηση με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Με κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων αυτών προκύπτει το ύψος του αγωγού.

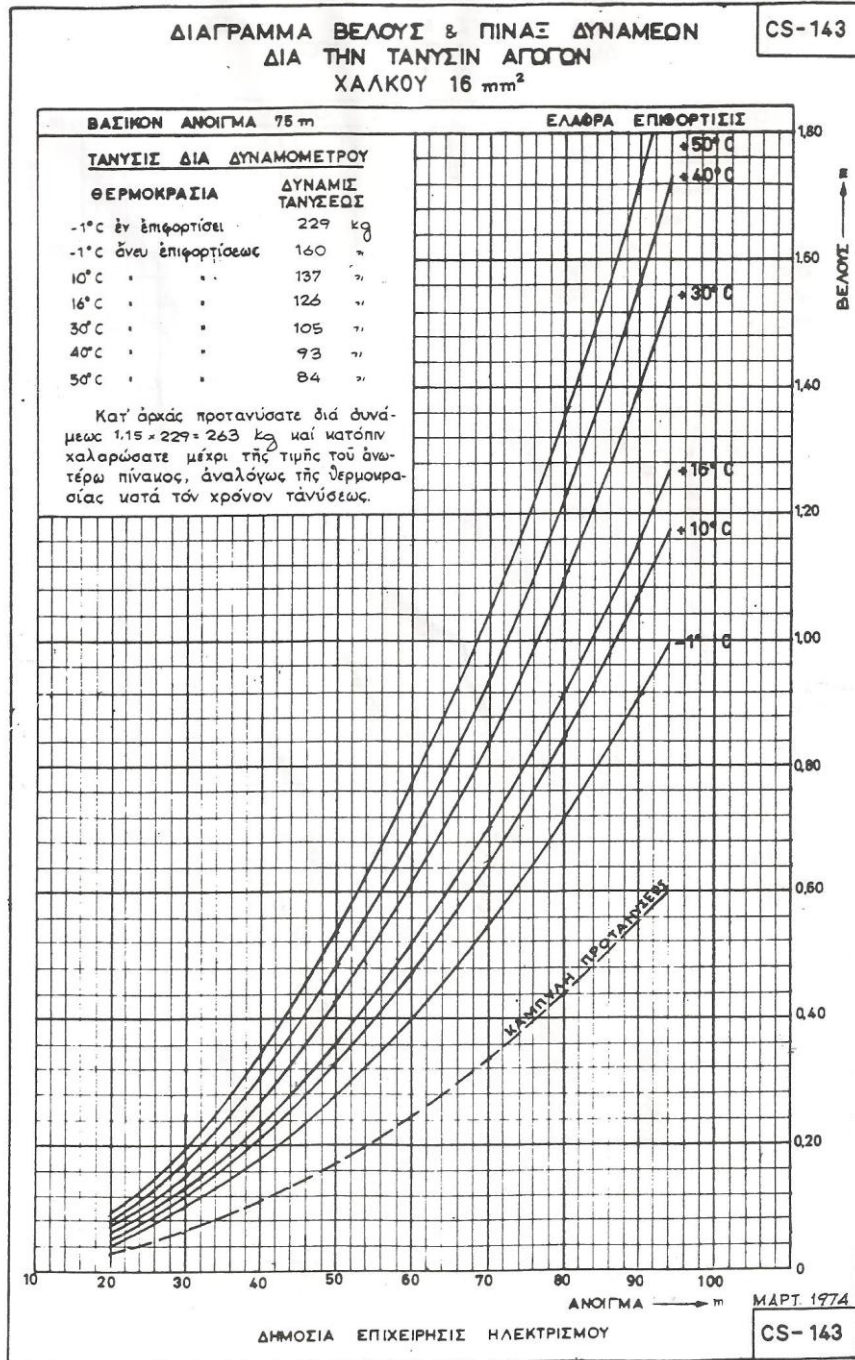
Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο προσδιορισμός των αποτελεσμάτων των επιτρεπτών υψών των αγωγών μέσης τάσης χαλκού ελαφριάς επιφόρτισης για τις θερμοκρασίες των -1 °C, 10 °C, 16 °C, 20 °C, 28 °C, 30 °C, 31 °C, 34 °C, 40 °C και 50 °C και μέσης επιφόρτισης για τις θερμοκρασίες 0 °C, 10 °C, 16 °C, 20 °C, 28 °C, 30 °C, 31 °C, 34 °C, 40 °C και 50 °C για τα διάφορα βασικά ανοίγματα, αναλόγως της διατομής του αγωγού, και για το πραγματικό άνοιγμα της γραμμής. Τα αποτελέσματα αυτά, θα αποτελέσουν τα δεδομένα του προγράμματος που δημιουργήθηκε στα πλαίσια μίας άλλης διπλωματικής εργασίας του Τομέα. Στο πρόγραμμα εισάγονται ως δεδομένα ο τύπος του αγωγού, η διατομή του, το είδος της επιφόρτισης, το βασικό άνοιγμα και το άνοιγμα γραμμής και προκύπτει το διάγραμμα επιτρεπτού ύψους - θερμοκρασίας. Στόχος είναι η διευκόλυνση του χρήστη στην αναζήτηση και στον άμεσο εντοπισμό του επιτρεπτού ύψους των αγωγών μέσης τάσης για ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών περιβάλλοντος.

## **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ**

## 6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

### 6.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για τον προσδιορισμό των δεδομένων αυτής της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα τεχνικά φυλλάδια από τον ΔΕΔΔΗΕ. Τα τεχνικά φυλλάδια υπάρχουν στον κανονισμό διανομής, στο κεφάλαιο «Τυποποιημένες Κατασκευές Διανομής», στην ενότητα για την τάνυση των αγωγών (CS). Μέσω των φυλλαδίων λαμβάνονται οι πληροφορίες που σχετίζονται με τον αγωγό και αφορούν τον τύπο, τη διατομή, το βασικό άνοιγμα και την επιφόρτιση. Για παράδειγμα το τεχνικό φυλλάδιο CS-143 αφορά τον αγωγό χαλκού, διατομής 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m, ελαφριάς επιφόρτισης. Κάθε φυλλάδιο περιέχει πληροφορίες που αφορούν τη δύναμη τάνυσεως σε θερμοκρασία -1 °C, 0 °C, +10 °C, +16 °C, +30 °C, +40 °C και +50 °C αν αφορά αγωγούς ελαφριάς επιφόρτισης και -10 °C, 0 °C, +10 °C, +16 °C, +30 °C, +40 °C και +50 °C αν αφορά αγωγούς κανονικής επιφόρτισης. Το κυριότερο δεδομένο που αντλείται, έχει να κάνει με το διάγραμμα βέλους κάμψης συναρτήσεως του ανοίγματος στύλων. Στον οριζόντιο άξονα βρίσκονται οι τιμές των ανοιγμάτων των στύλων, και στον κάθετο άξονα είναι οι αντίστοιχες τιμές του μήκους ( $y_i$ ) του βέλους κάμψης. Επιπλέον, σε κάθε διάγραμμα υπάρχουν οχτώ καμπύλες, οι οποίες είναι: η καμπύλη προτανύσεως και οι καμπύλες για θερμοκρασίες -1 °C, +10 °C, +16 °C, +30 °C, +40 °C και +50 °C για καμπύλες ελαφριάς επιφόρτισης και -10 °C, 0 °C, +10 °C, +16 °C, +30 °C, +40 °C και +50 °C για καμπύλες κανονικής επιφόρτισης. Ένα τέτοιο τεχνικό φυλλάδιο δίνεται στο σχήμα 6-1.



Σχήμα 6-1 :διάγραμμα βέλους για την τάνυση αγωγών χαλκού 16mm<sup>2</sup>

## 6.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

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 άνοιγμα στύλων μέχρι 45 m το ύψος αναφοράς είναι 2,5 m. Για άνοιγμα μεγαλύτερο των 45 m ισχύει ότι, για κάθε επιπλέον μέτρο από τα 45 m αυξάνεται το ύψος αναφοράς κατά ένα εκατοστό. Δηλαδή ισχύει η σχέση :

$$H_{16^{\circ\text{C}}} = 2,5 \text{ m} + 1 \text{ cm/m}$$

Έτσι, για παράδειγμα για άνοιγμα 111 m, το ύψος αναφοράς είναι:

$$H_{16} = 2,5 + (111 - 45) / 100 = 3,16 \text{ m.}$$

Το δεύτερο βήμα στη διαδικασία υπολογισμού αφορά στη δημιουργία ενός πίνακα. Στην πρώτη στήλη μπαίνουν οι προς εξέταση θερμοκρασίες +10 °C , +16 °C, +30 °C, +40 °C και +50 °C. Στη δεύτερη στήλη μπαίνει το βέλος των αγωγών σε μέτρα(m) που αντιστοιχεί στις 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. Στην τρίτη στήλη μπαίνει η διαφορά του εκάστοτε βέλους με το βέλος αναφοράς των 16 °C, δηλαδή για παράδειγμα  $\Delta y = y_{30} - y_{16}$ . Στην τελευταία στήλη, μπαίνει το ελάχιστο επιτρεπτό ύψος για κάθε θερμοκρασία, το οποίο προκύπτει από τον τύπο  $H_i = H_{16} - \Delta y$ , όπου  $i = 10, 16, 30, 40, 50$ . Ένα παράδειγμα του πίνακα που δημιουργήθηκε για τις μετρήσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως για το σχήμα 3-1, είναι το ακόλουθο:

Θερμοκρασία	Βέλος	Διαφορά $\Delta y$	H (σε θερμοκρασία T)
-1	0,04	-0,023	2,523
10	0,05	-0,013	2,513
16	0,063	0	2,5
20	0,066	0,003	2,497
28	0,073	0,01	2,49
30	0,075	0,012	2,488
31	0,0755	0,0125	2,4875
34	0,077	0,014	2,486
40	0,08	0,017	2,483
50	0,093	0,03	2,47

*Πίνακας 6-2-1: παράδειγμα πίνακα αποτελεσμάτων που προέκυψε από τα τεχνικά φυλλάδια*

Τελευταίο βήμα στη διαδικασία υπολογισμού είναι η 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.



Στην παρούσα διπλωματική εργασία οι υπολογισμοί που διεξήχθησαν είναι για τους αγωγούς χαλκού, για ελαφριά και κανονική επιφόρτιση. Πιο συγκεκριμένα:

<b>Διατομή (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ</b>	<b>Βασικό Άνοιγμα (m)</b>
16	ΕΛΑΦΡΙΑ	75
		100
		125
	ΚΑΝΟΝΙΚΗ	75
35	ΕΛΑΦΡΙΑ	100
		125
	ΚΑΝΟΝΙΚΗ	100
		125
50	ΕΛΑΦΡΙΑ	100
		125
		150
	ΚΑΝΟΝΙΚΗ	100
		150
		200
95	ΕΛΑΦΡΑ	75
		100
		125
		150
		175
		200
	ΚΑΝΟΝΙΚΗ	75
		100
		125
		150
		175
		200

*Πίνακας 6-2-2 :διατομή αγωγών και επιφορτίσεις που εξετάστηκαν στην εργασία*

## 7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στις παραγράφους 7.1, 7.2, 7.3 και 7.4 παρουσιάζονται τα διαγράμματα ελάχιστου επιτρεπόμενου ύψους-θερμοκρασίας, για τον αγωγό χαλκού, για διαμέτρους  $16 \text{ mm}^2$ ,  $35 \text{ mm}^2$ ,  $50 \text{ mm}^2$  και  $95 \text{ mm}^2$  αντίστοιχα. Να επισημανθεί ότι η περιοχή των αποδεκτών τιμών είναι αυτή πάνω από την καμπύλη των διαγραμμάτων, ενώ κάτω από αυτήν είναι οι απαγορευμένες τιμές. Επίσης, το διακεκομμένο τμήμα των καμπυλών, το οποίο περιλαμβάνει τις θερμοκρασίες από  $0^\circ\text{C}$  μέχρι  $16^\circ\text{C}$ , υποδεικνύει ότι σε αυτό το εύρος θερμοκρασιών ο αγωγός υφίσταται συστολή σε σχέση με τη θερμοκρασία αναφοράς του κανονισμού, δηλαδή τους  $16^\circ\text{C}$ . Οι παραπάνω επισημάνσεις ισχύουν για όλα τα διαγράμματα που θα παρουσιαστούν σε αυτή την ενότητα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά 6 διαγράμματα από το κάθε βασικό άνοιγμα για τις 4 διατομές του αγωγού χαλκού ( $16 \text{ mm}^2$ ,  $35 \text{ mm}^2$ ,  $50 \text{ mm}^2$  και  $95 \text{ mm}^2$ ) ενώ όλα τα αποτελέσματα είναι διαθέσιμα μέσω του προγράμματος που έχει υλοποιηθεί από προηγούμενη διπλωματική εργασία. Σημειώνεται ότι, για τους υπολογισμούς που έγιναν το βήμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν, αναλόγως το διάγραμμα, ίσο με το μισό της υποδιαίρεσης με ελάχιστη τιμή το 1 m και μέγιστη τιμή τα 2,5 m.

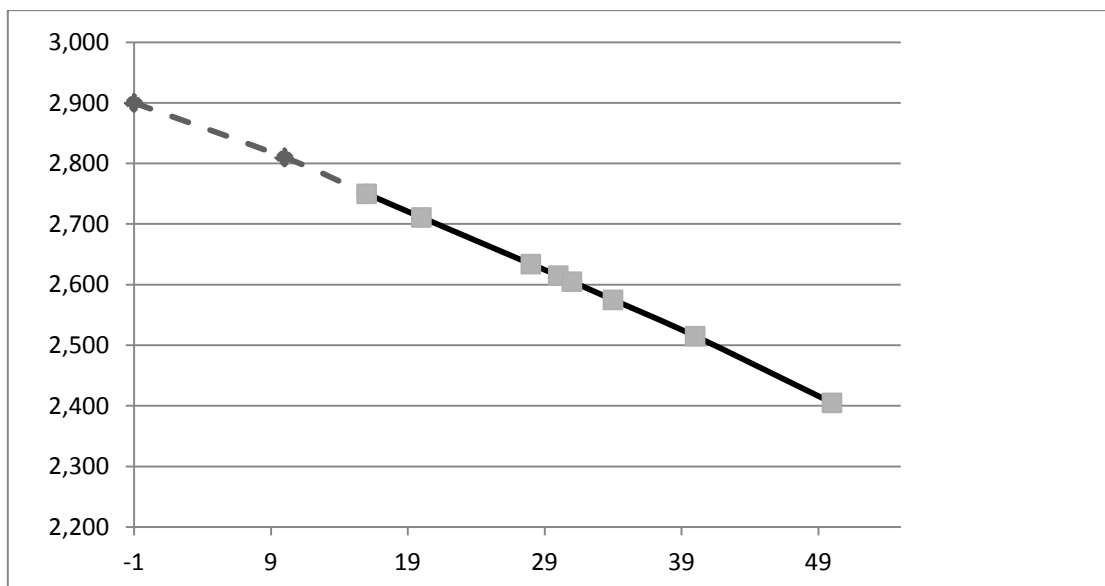
## 7.1 ΑΓΩΓΟΣ 16mm<sup>2</sup>

### 7.1.1 ΕΛΑΦΡΑ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ

#### 7.1.1.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 75M

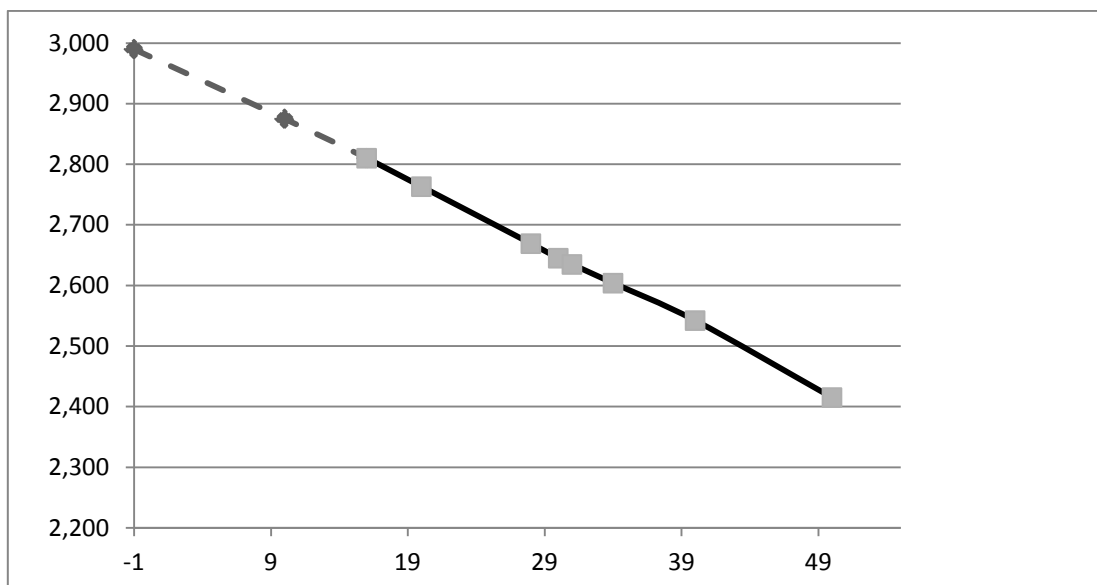
Από το σχήμα 7-1 έως το 7-6 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 16 mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης με βασικό άνοιγμα 75 m, για ανοίγματα 70 m, 76 m, 80 m, 86 m, 90 m και 94 m αντίστοιχα.

Άνοιγμα 70m



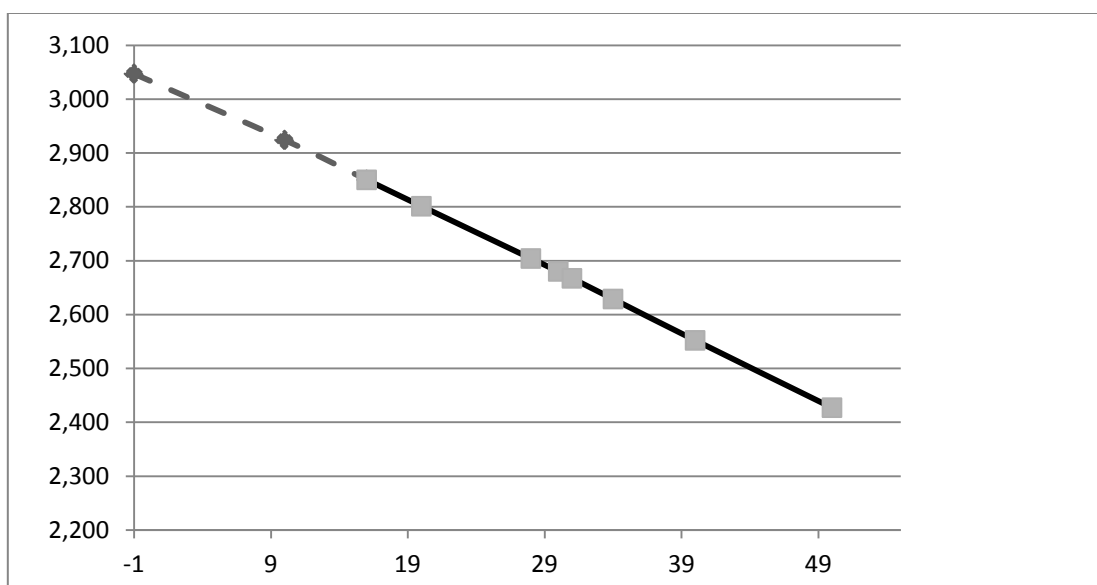
*Σχήμα 7-1: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 70 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.*

## Άνοιγμα 76m



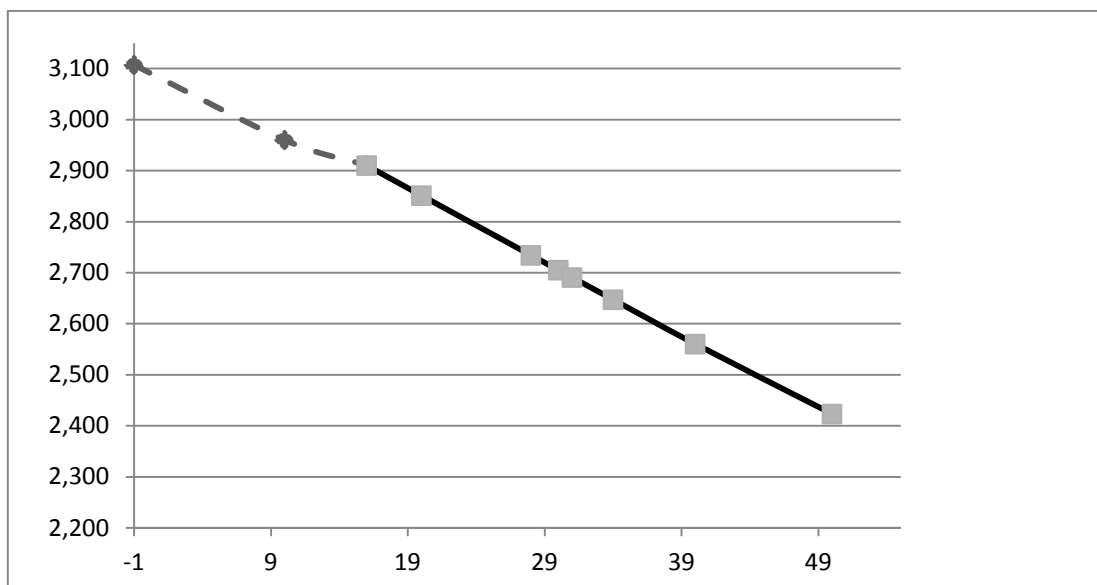
*Σχήμα 7-2: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 76 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.*

## Άνοιγμα 80m



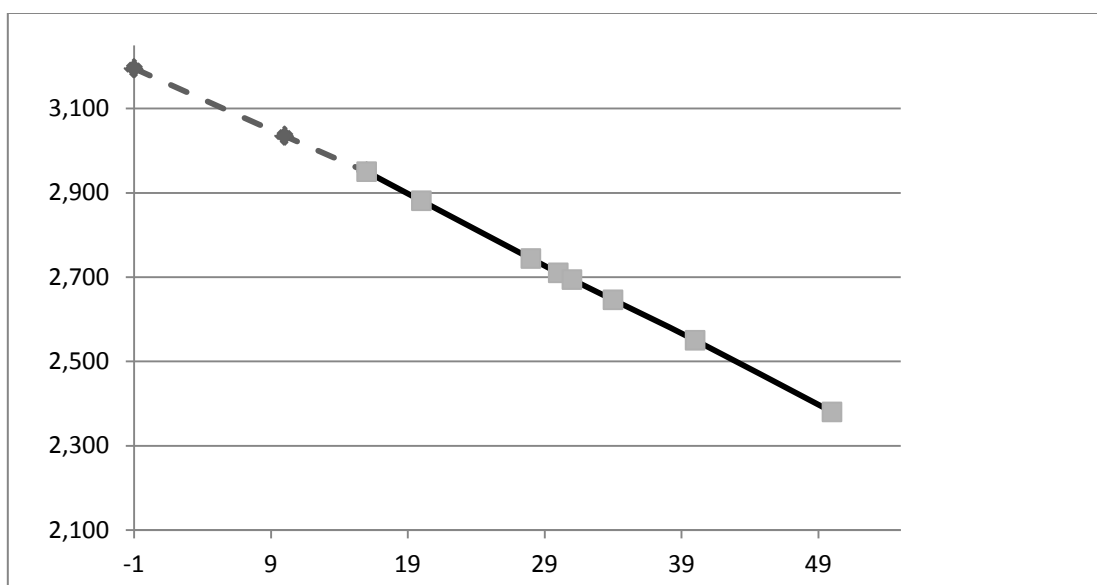
*Σχήμα 7-3: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 80 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.*

## Άνοιγμα 86m



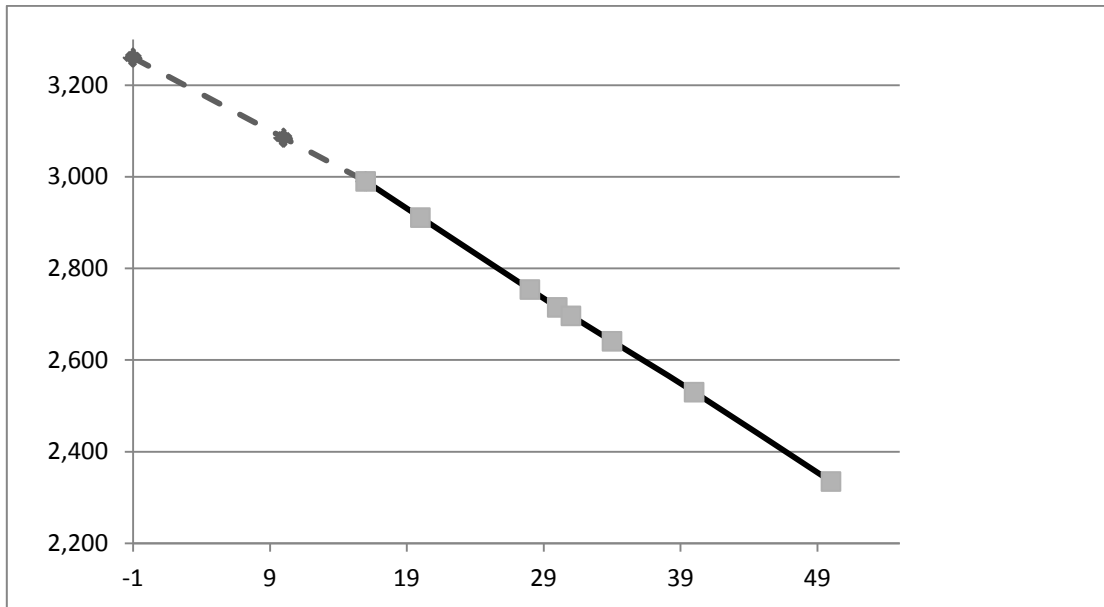
*Σχήμα 7-4: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 86 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.*

## Άνοιγμα 90m



*Σχήμα 7-5: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, 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 94m

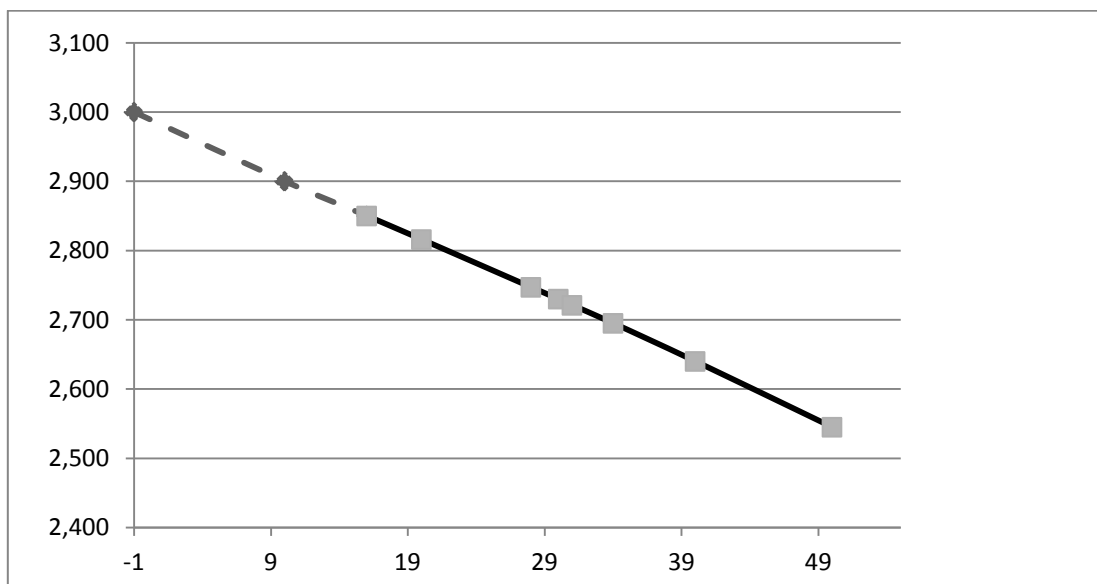


*Σχήμα 7-6: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $16 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $75 \text{ m}$  και ανοίγματος  $94 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.*

### 7.1.1.2 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100M

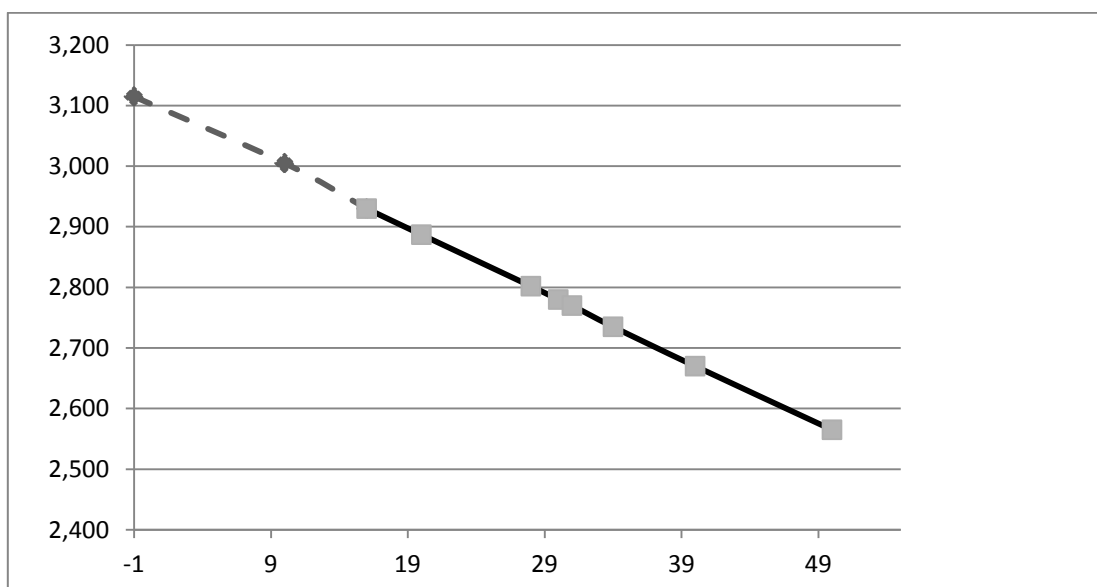
Από το σχήμα 7-7 έως το 7-12 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 16 mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης με βασικό άνοιγμα 100 m, για ανοίγματα 80 m, 88 m, 96 m, 102m, 110 m και 116 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 80m



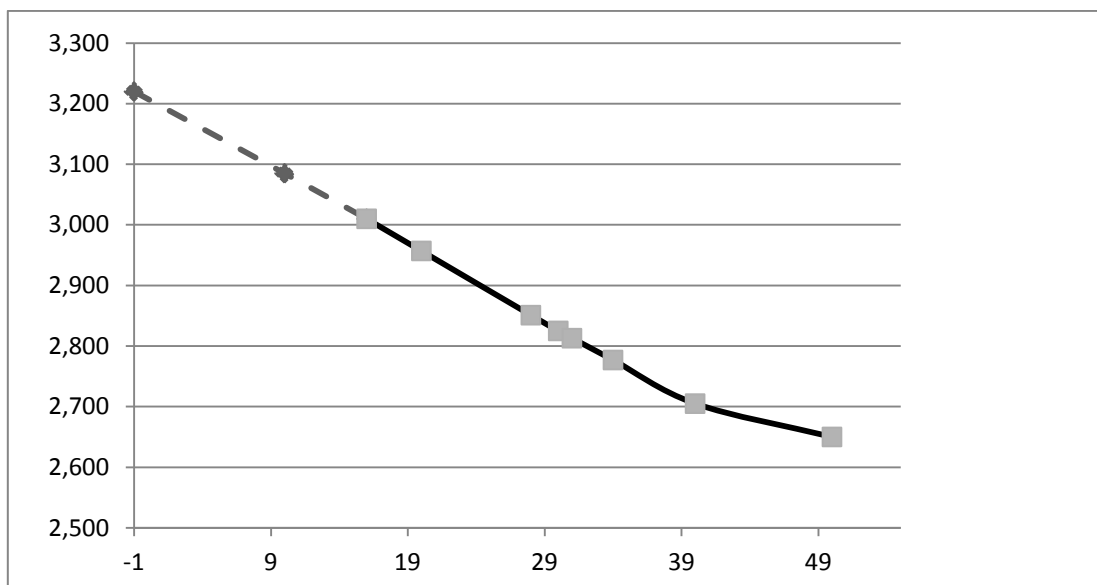
*Σχήμα 7-7: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 80 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.*

#### Άνοιγμα 88m



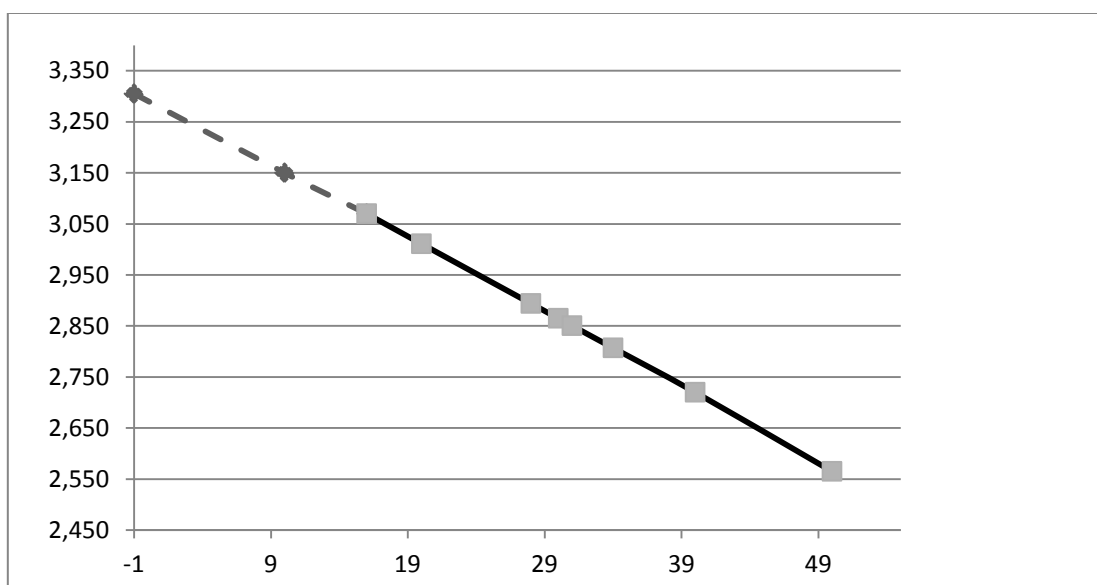
*Σχήμα 7-8: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 88 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.*

## Άνοιγμα 96m



*Σχήμα 7-9: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 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.*

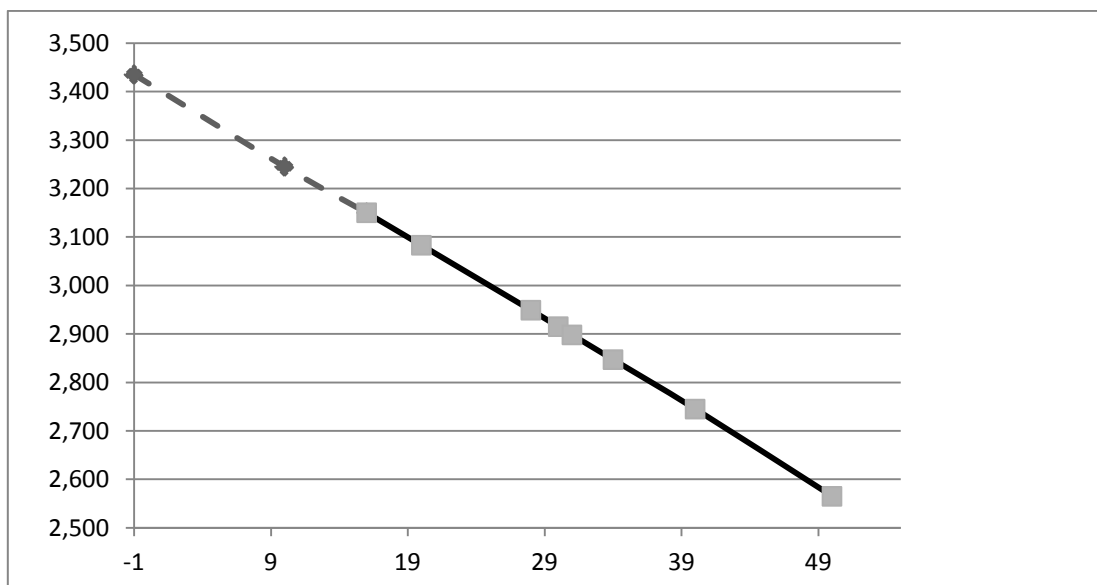
## Άνοιγμα 102m



*Σχήμα 7-10: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 102 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.*

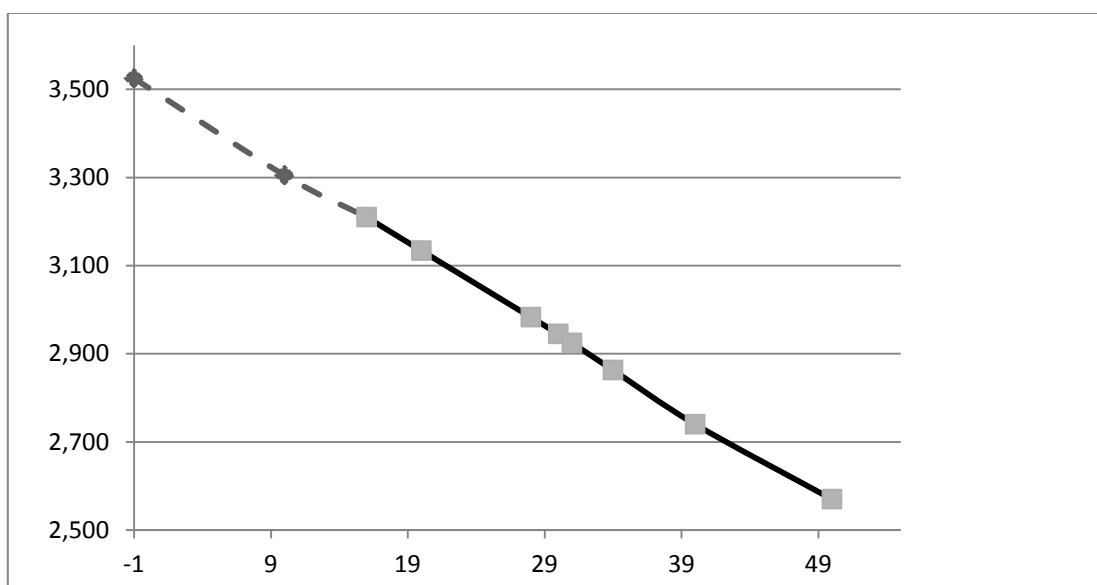


## Άνοιγμα 110m



*Σχήμα 7-11:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $16 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $100 \text{ m}$  και ανοίγματος  $110 \text{ m}$ . 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 116m

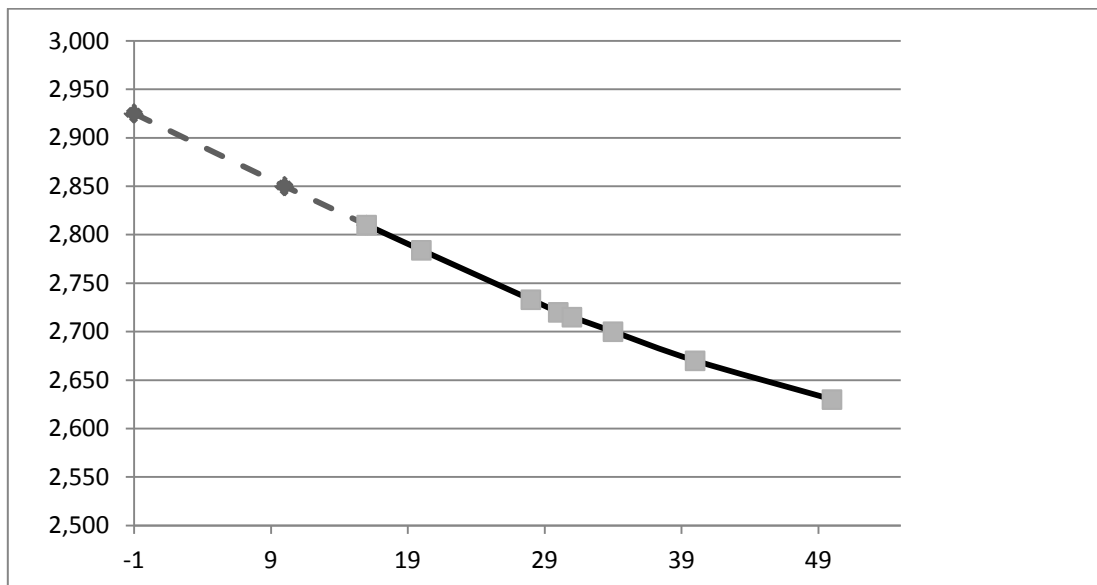


*Σχήμα 7-12:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $16 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $100 \text{ m}$  και ανοίγματος  $116 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

### 7.1.1.3 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125M

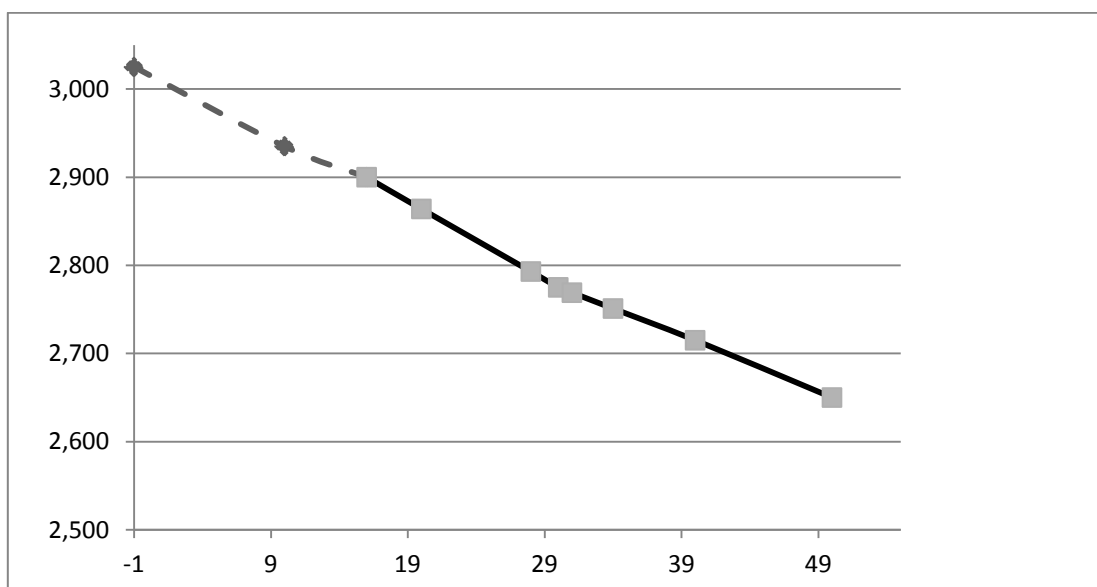
Από το σχήμα 7-13 έως το 7-18 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 16 mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 125 m, για ανοίγματα 76 m, 85 m, 97 m, 106m, 121 m και 142 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 76 m



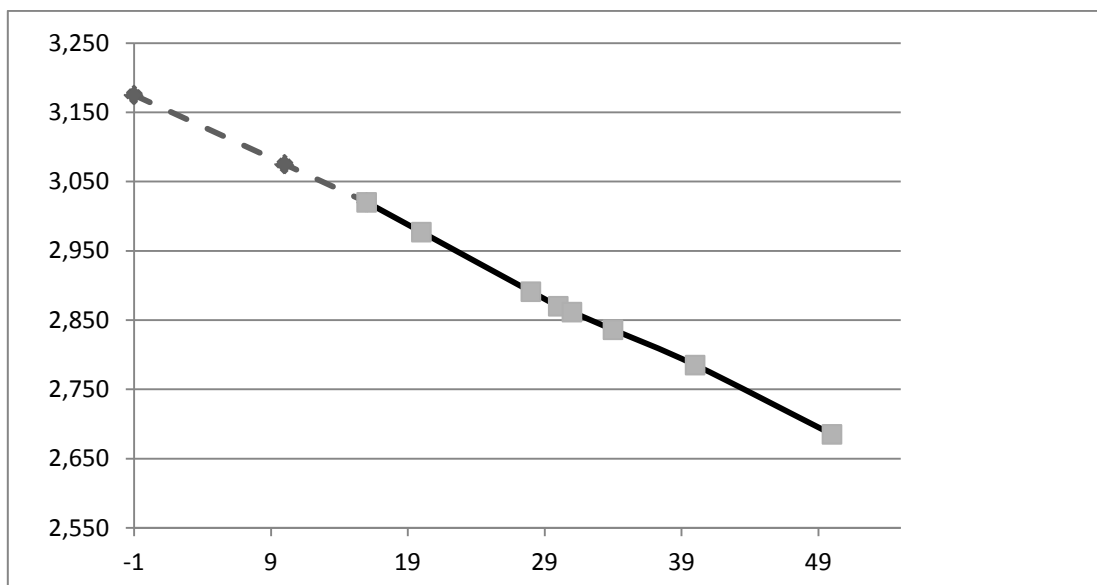
*Σχήμα 7-13: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 76 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.*

#### Άνοιγμα 85 m



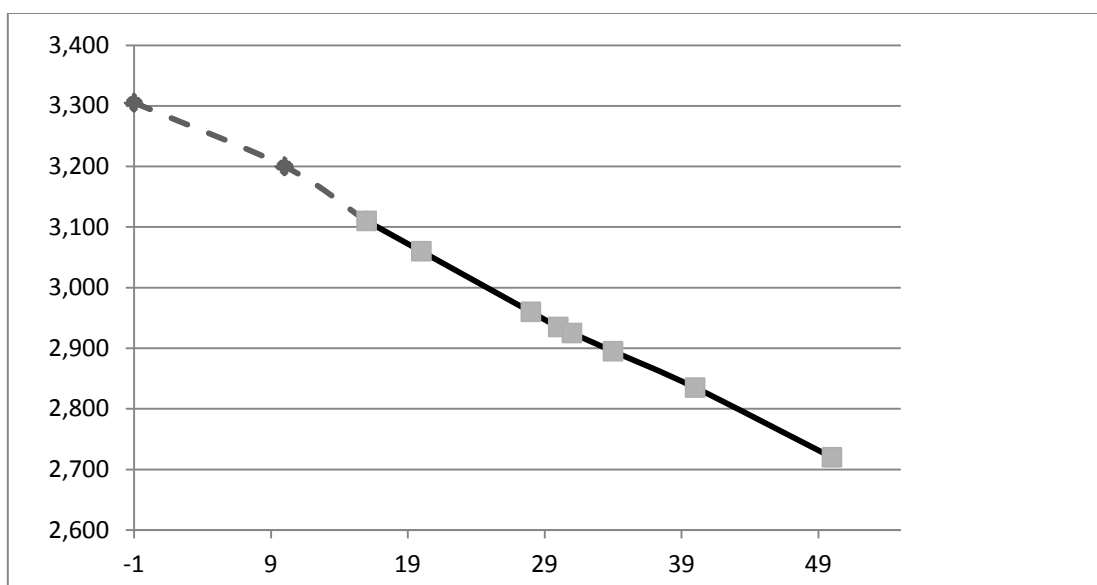
*Σχήμα 7-14: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 85 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.*

### Άνοιγμα 97 m



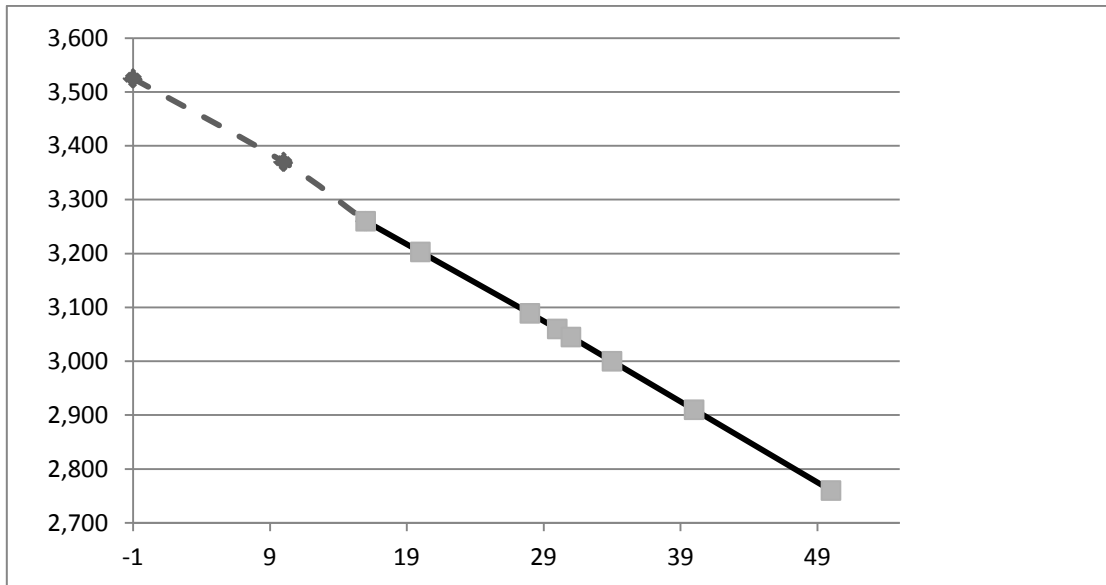
*Σχήμα 7-15:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 97 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

### Άνοιγμα 106 m



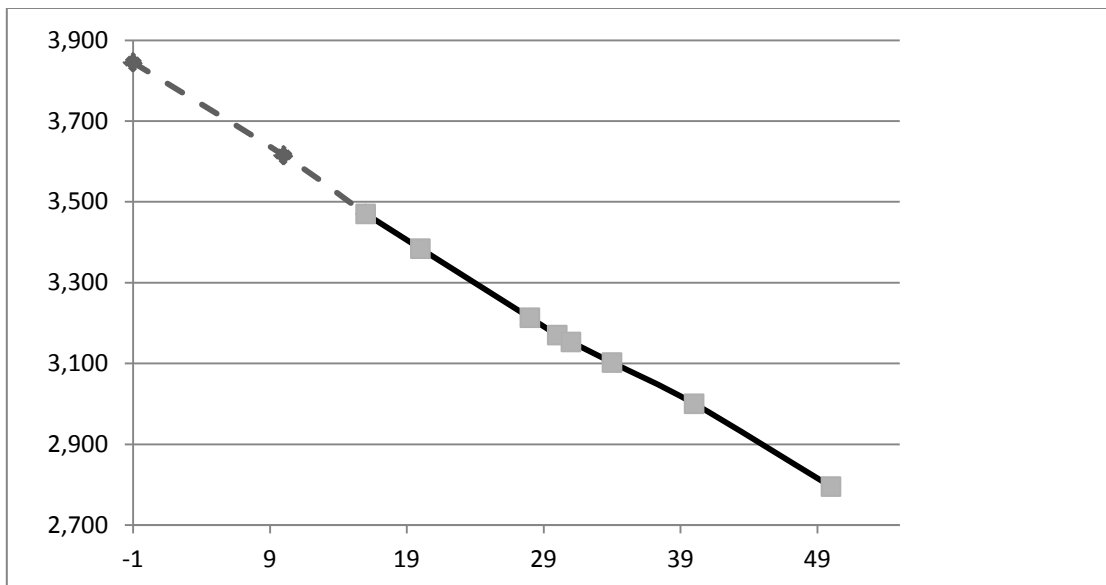
*Σχήμα 7-16:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 106 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

### Άνοιγμα 121 m



*Σχήμα 7-17:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $16 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $125 \text{ m}$  και ανοίγματος  $121 \text{ m}$ . 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 142 m



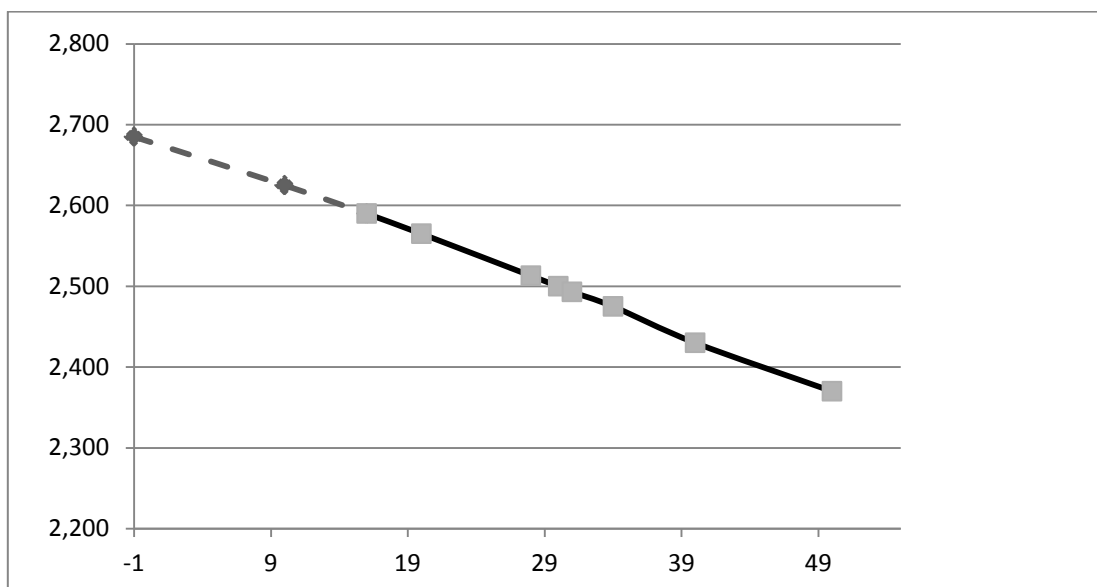
*Σχήμα 7-18:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $16 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $142 \text{ m}$  και ανοίγματος  $121 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού.

## 7.1.2 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ

### 7.1.2.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 75Μ

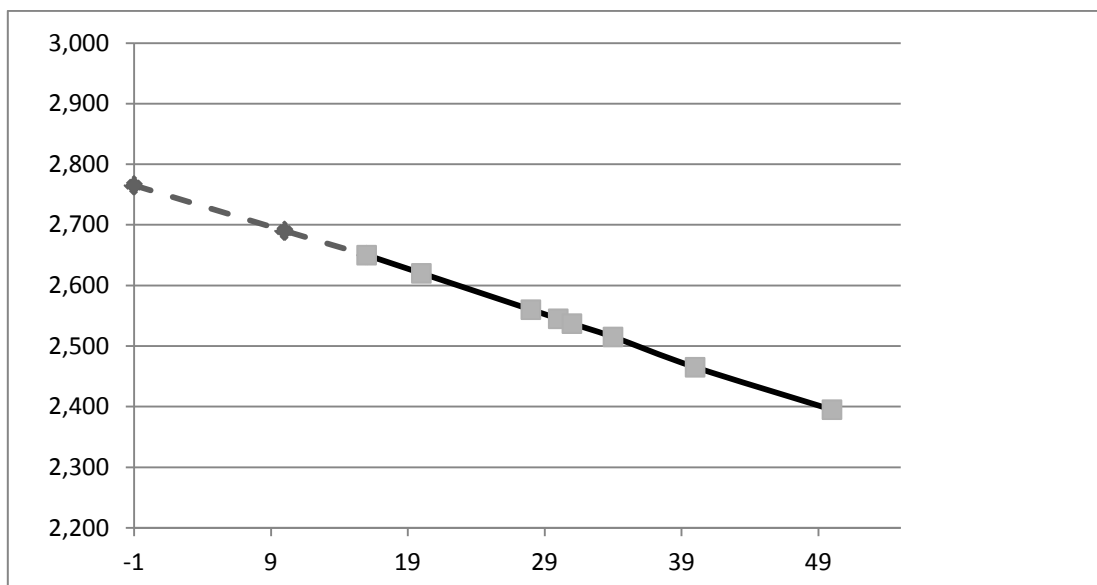
Από το σχήμα 7-19 έως το 7-24 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 16 mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 75 m, για ανοίγματα 54 m, 60 m, 68 m, 76 m, 84 m και 93 m αντίστοιχα.

Άνοιγμα 54 m



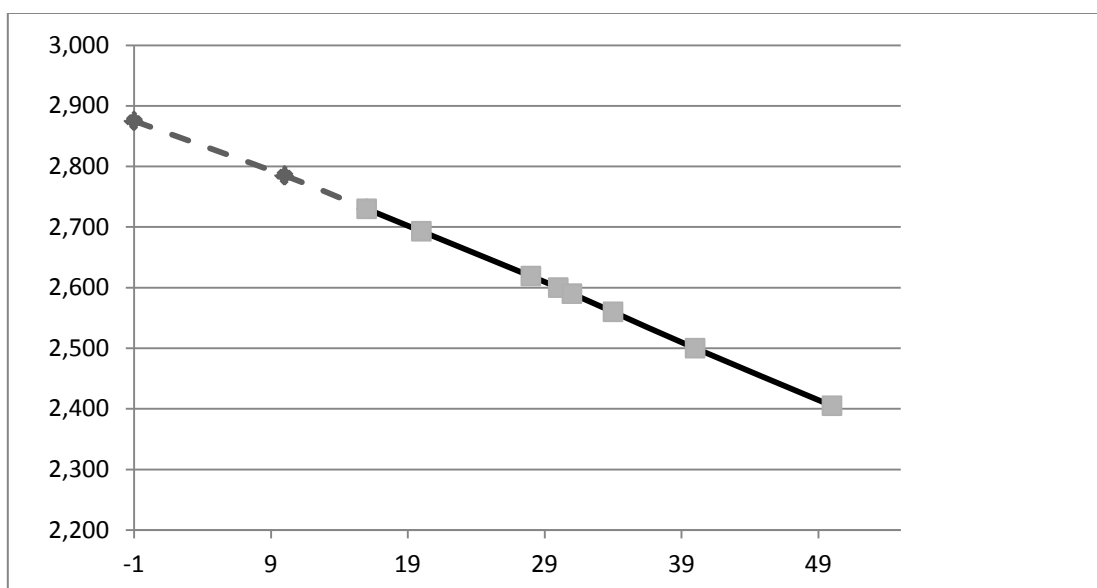
*Σχήμα 7-19: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 54 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 60 m



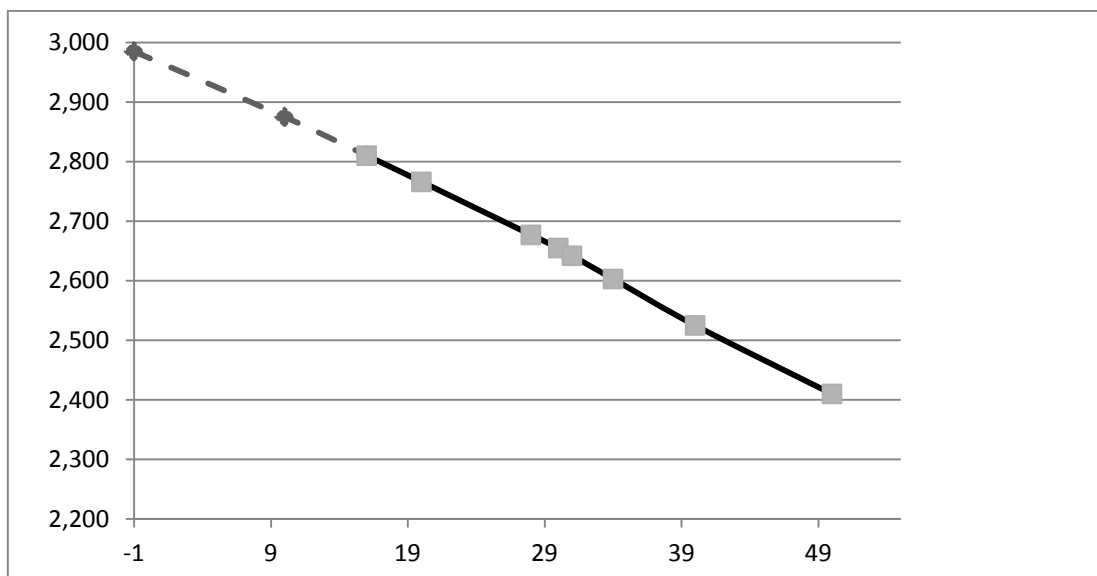
*Σχήμα 7-20: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 60 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 68 m



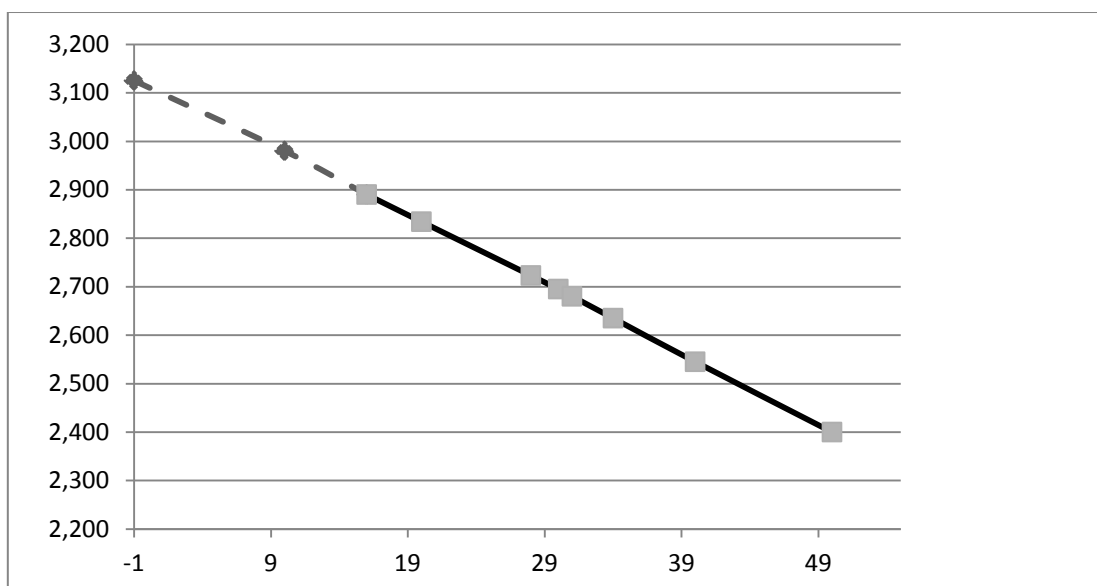
*Σχήμα 7-21: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 68 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 76 m



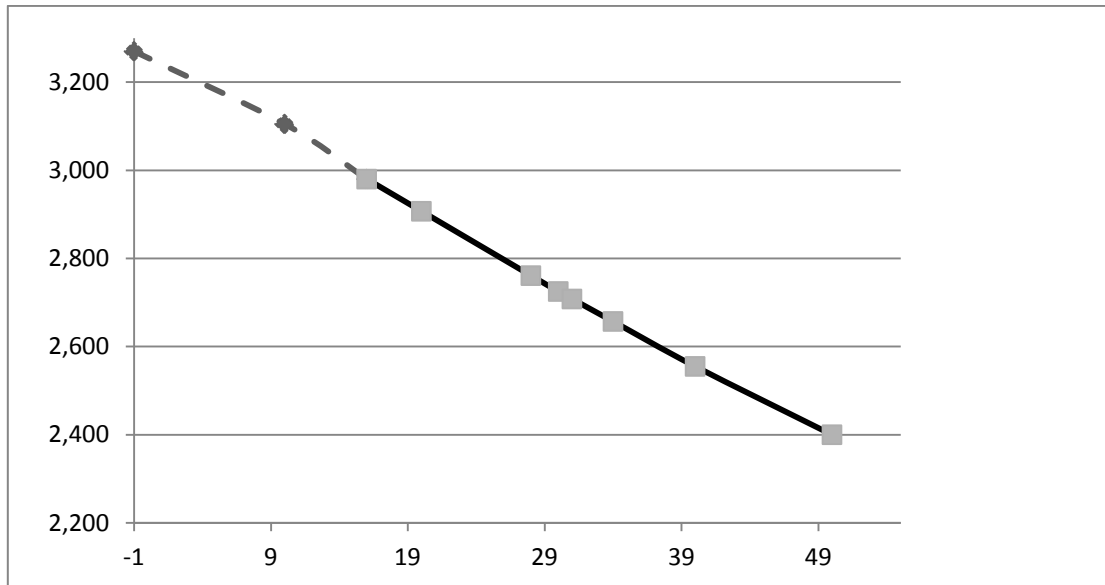
*Σχήμα 7-22: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $16 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $75 \text{ m}$  και ανοίγματος  $76 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 84 m



*Σχήμα 7-23: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $16 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $75 \text{ m}$  και ανοίγματος  $84 \text{ m}$ . 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 93 m



*Σχήμα 7-24: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 16 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 93 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*



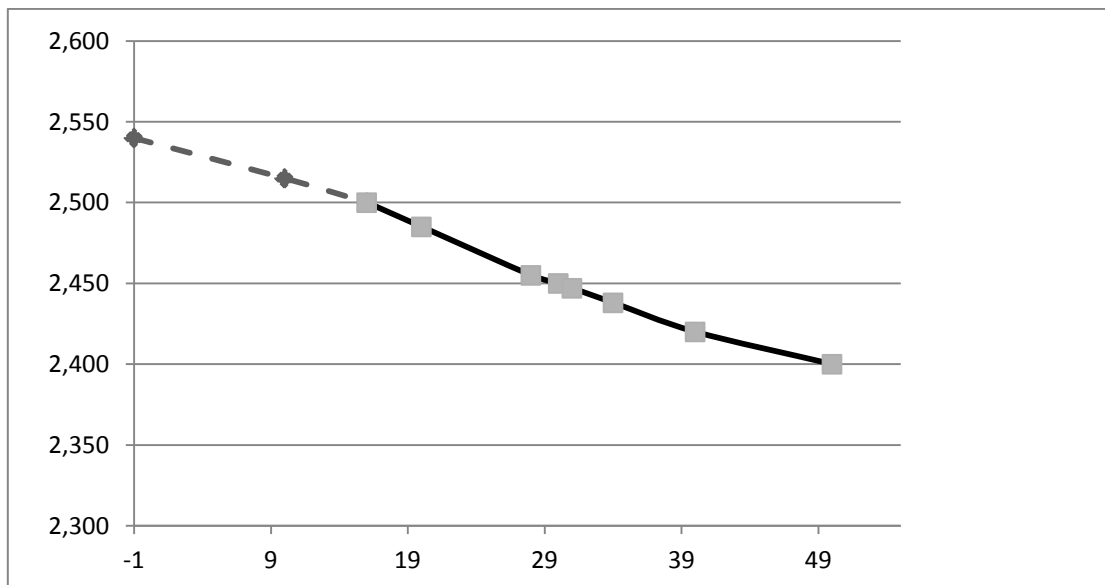
## 7.2 ΑΓΩΓΟΣ 35MM<sup>2</sup>

### 7.2.1 ΕΛΑΦΡΙΑ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ

#### 7.2.1.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100M

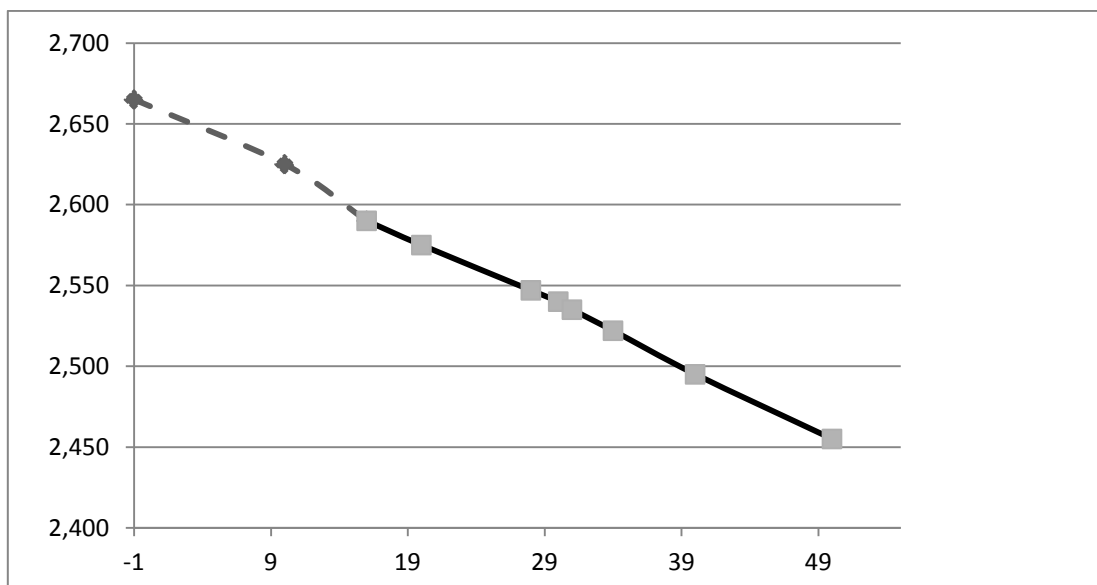
Από το σχήμα 7-25 έως το 7-30 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 35 mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 100 m, για ανοίγματα 45 m, 54 m, 62 m, 71 m, 83 m και 100 m αντίστοιχα.

Άνοιγμα 45 m



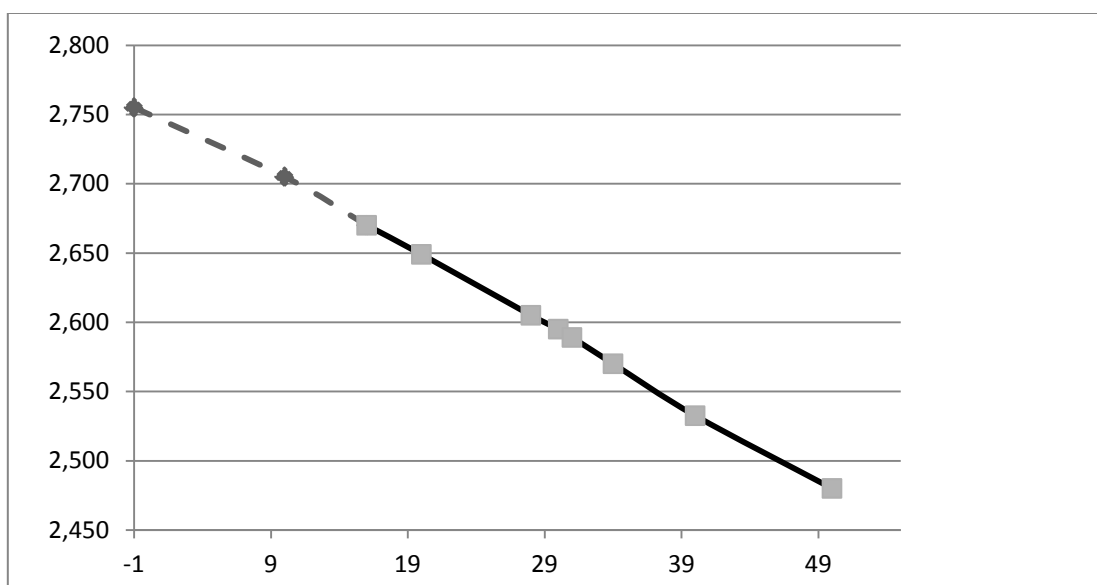
*Σχήμα 7-25: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 45 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 54 m



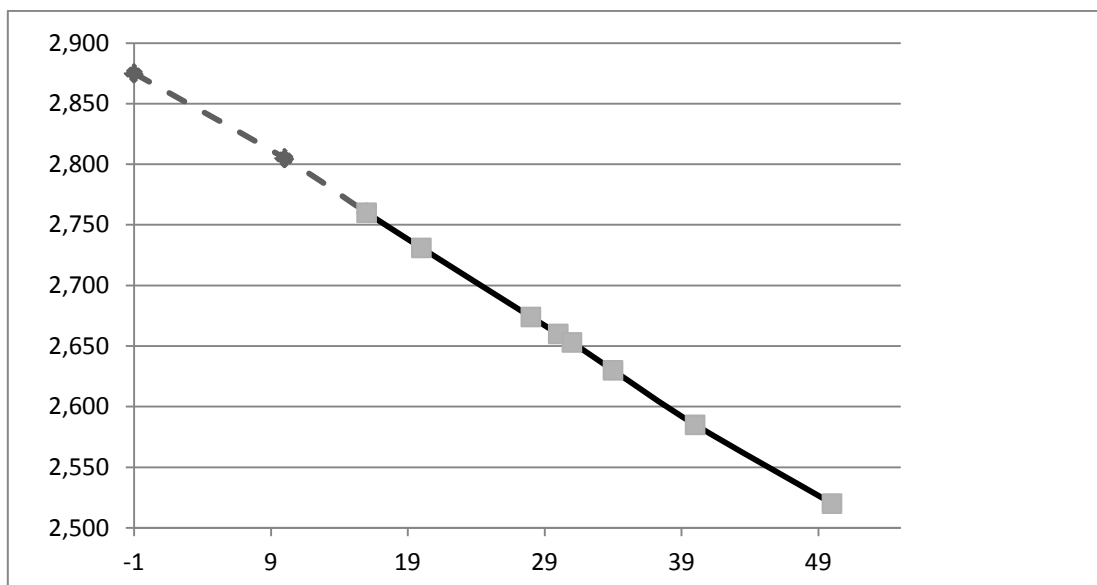
*Σχήμα 7-26: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 54 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 62m



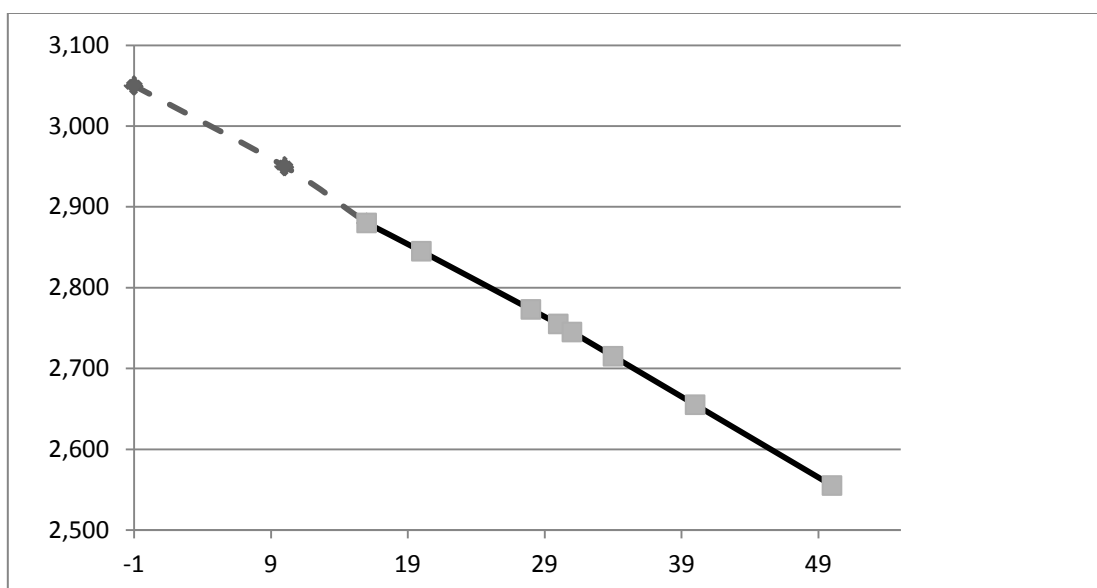
*Σχήμα 7-27: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 62 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 71m



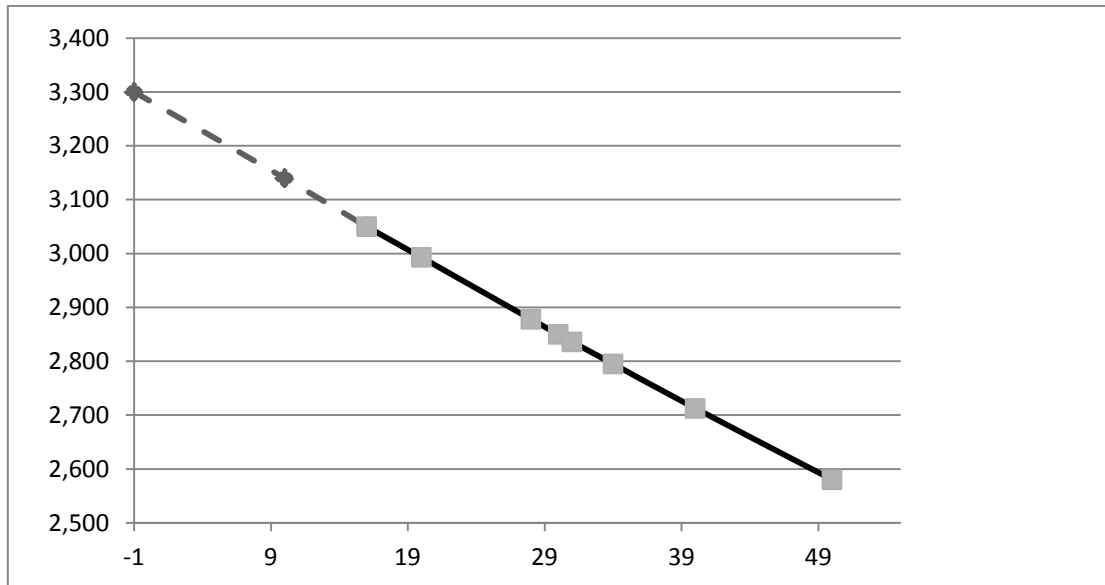
*Σχήμα 7-28: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 71 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 83 m



*Σχήμα 7-29: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 83 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 100 m

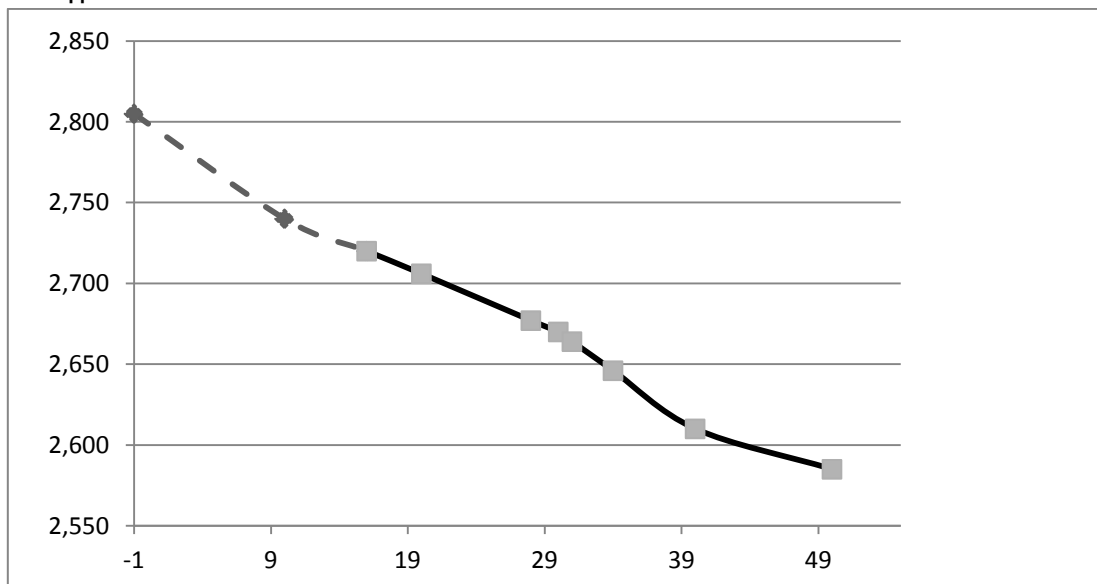


*Σχήμα 7-30: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 100 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## 7.2.1.2 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125M

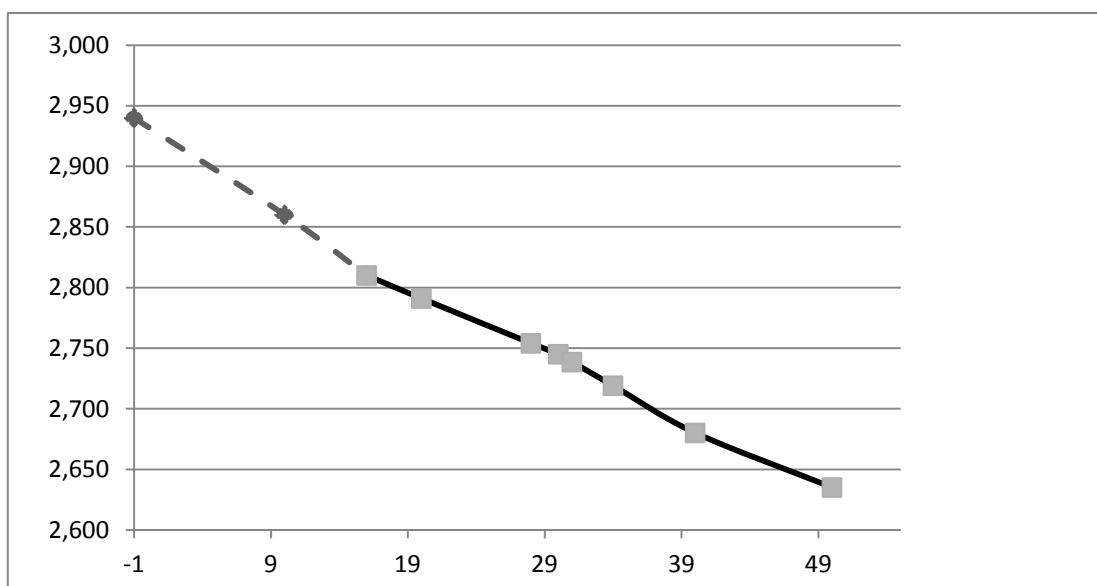
Από το σχήμα 7-31 έως το 7-36 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 35 mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 125 m, για ανοίγματα 67 m, 76 m, 88 m, 103 m, 124 m και 133 m αντίστοιχα.

### Άνοιγμα 67m



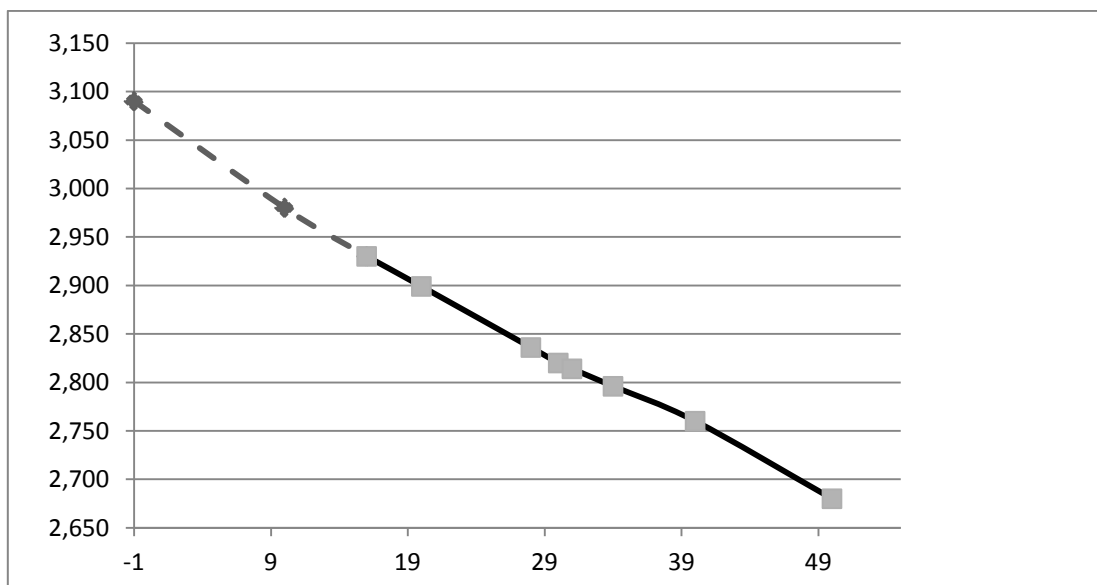
Σχήμα 7-31: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 67 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

### Άνοιγμα 76m



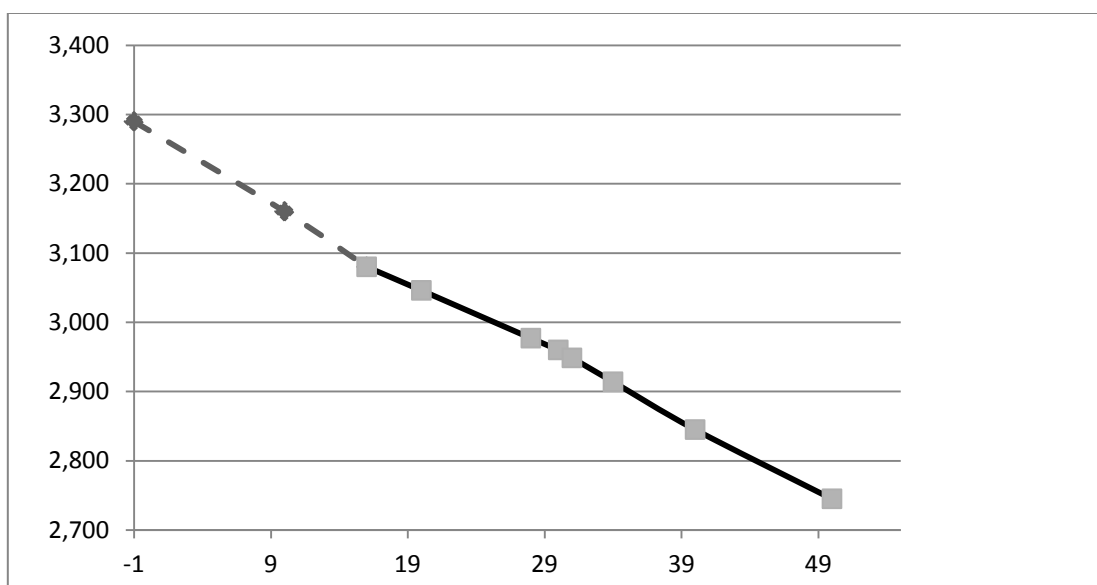
Σχήμα 7-32: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 76 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

### Άνοιγμα 88m



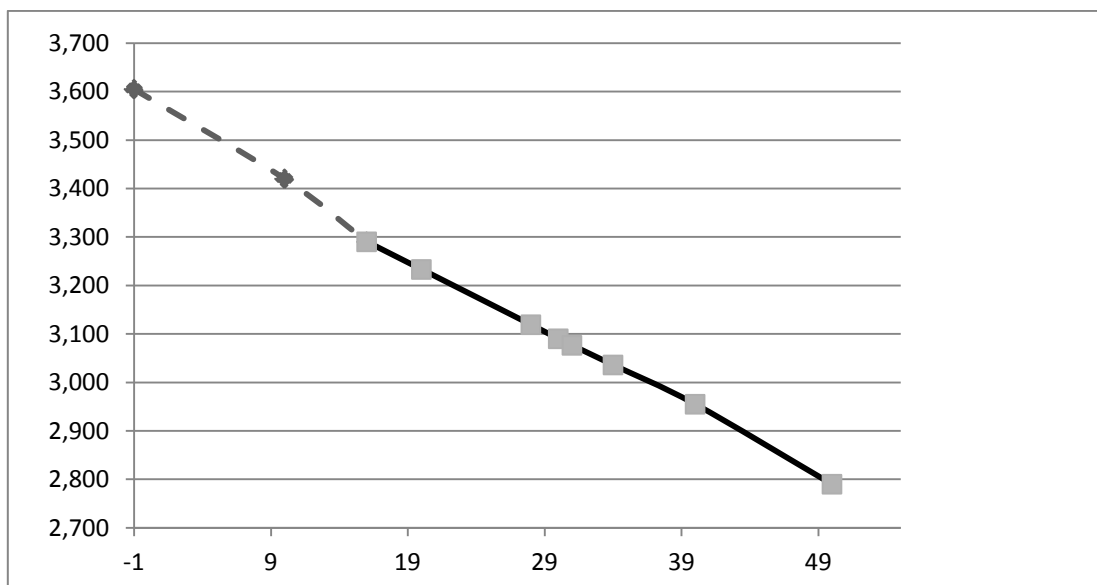
*Σχήμα 7-33: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 88 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 103 m



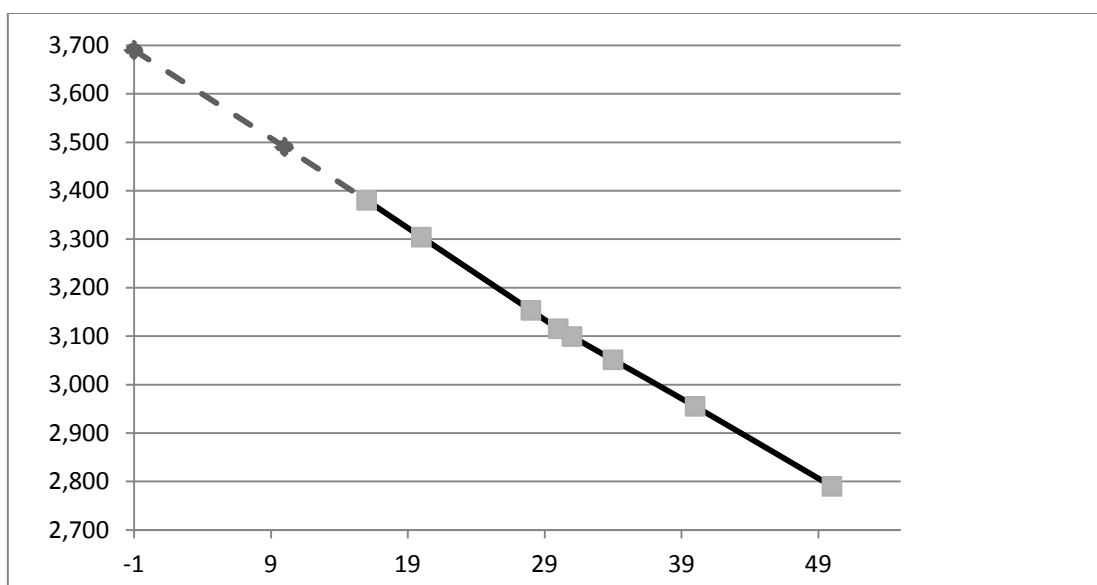
*Σχήμα 7-34: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 103 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 124m



*Σχήμα 7-35: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 124 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 133m



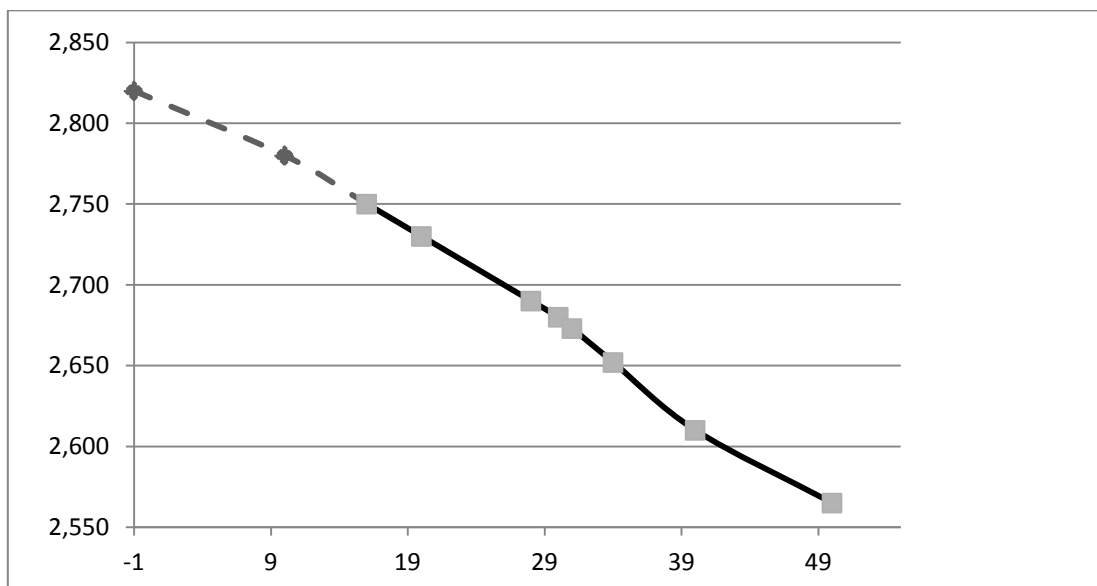
*Σχήμα 7-36: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 133 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## 7.2.2 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ

### 7.2.2.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100Μ

Από το σχήμα 7-37 έως το 7-42 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 35 mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 100 m, για ανοίγματα 70 m, 78 m, 87 m, 96 m, 105 m και 116 m αντίστοιχα.

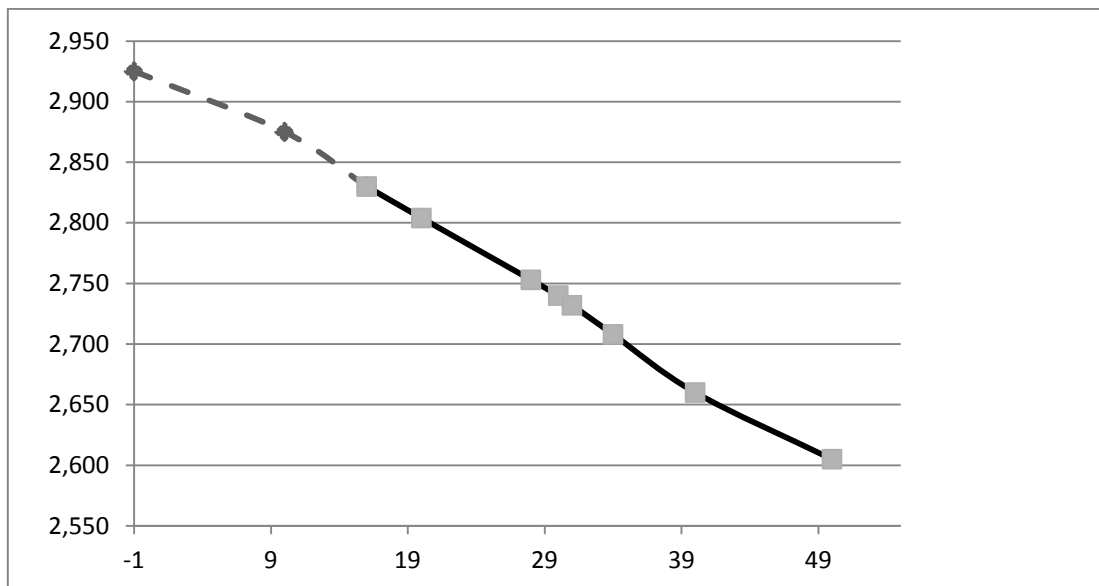
Άνοιγμα 70m



*Σχήμα 7-37: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 70 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*

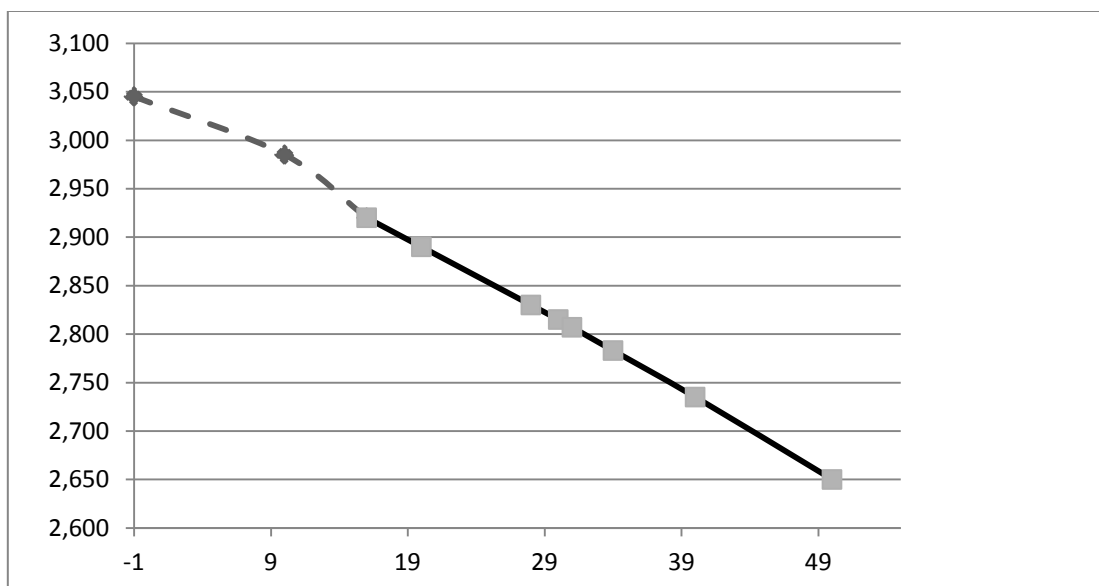


### Άνοιγμα 78m



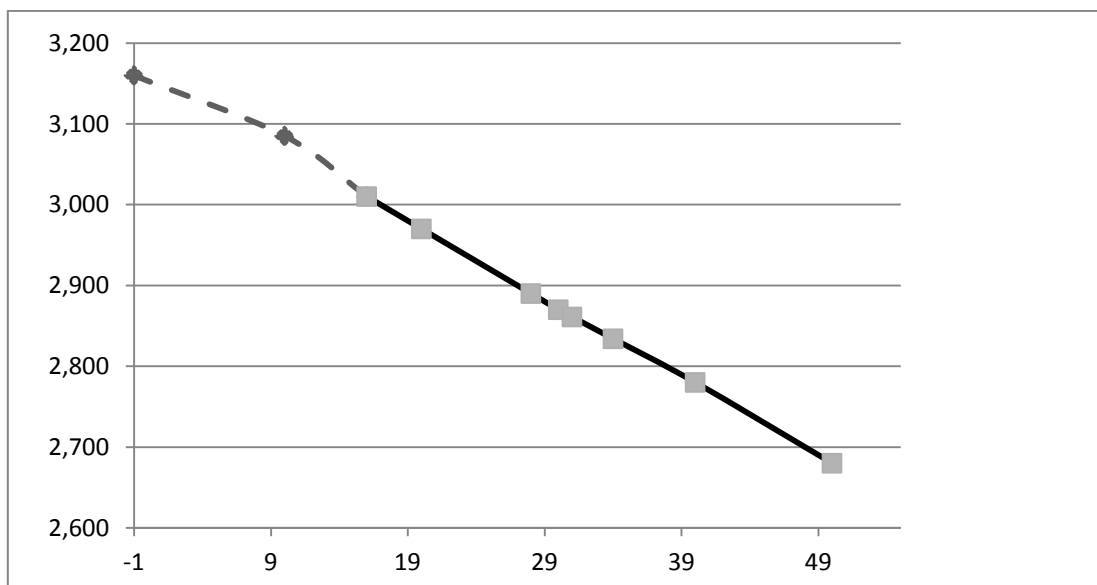
*Σχήμα 7-38: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 78 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 87m



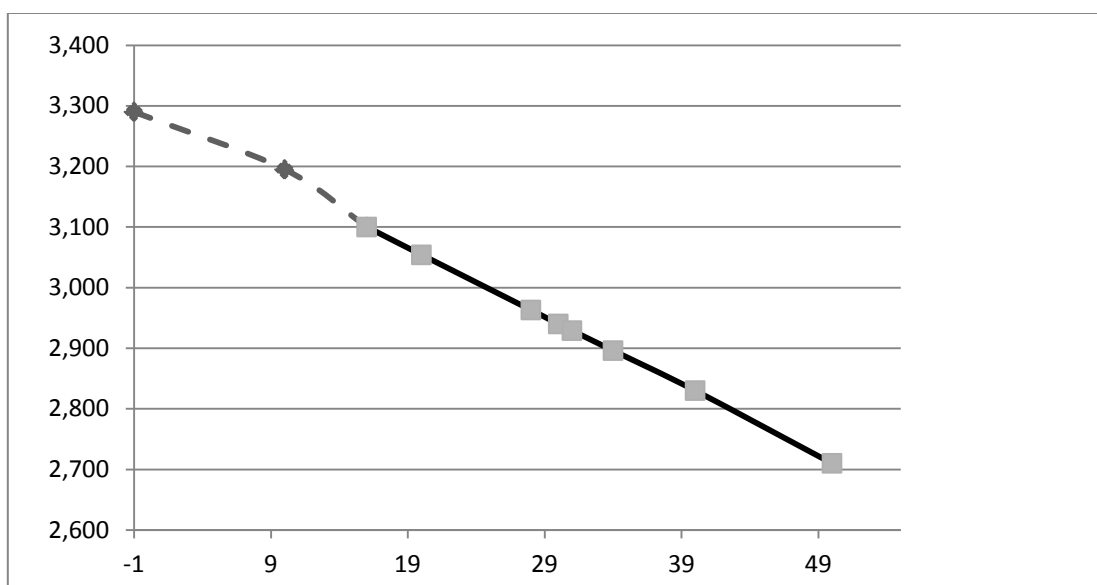
*Σχήμα 7-39: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 87 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 96m



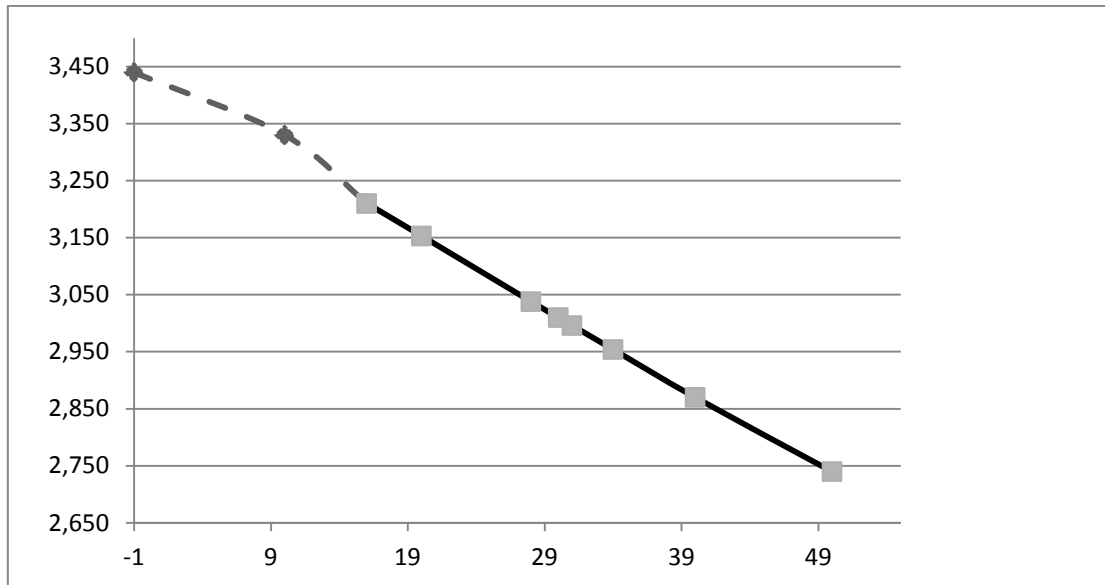
*Σχήμα 7-40: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 96 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 105m



*Σχήμα 7-41: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 105 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 116 m

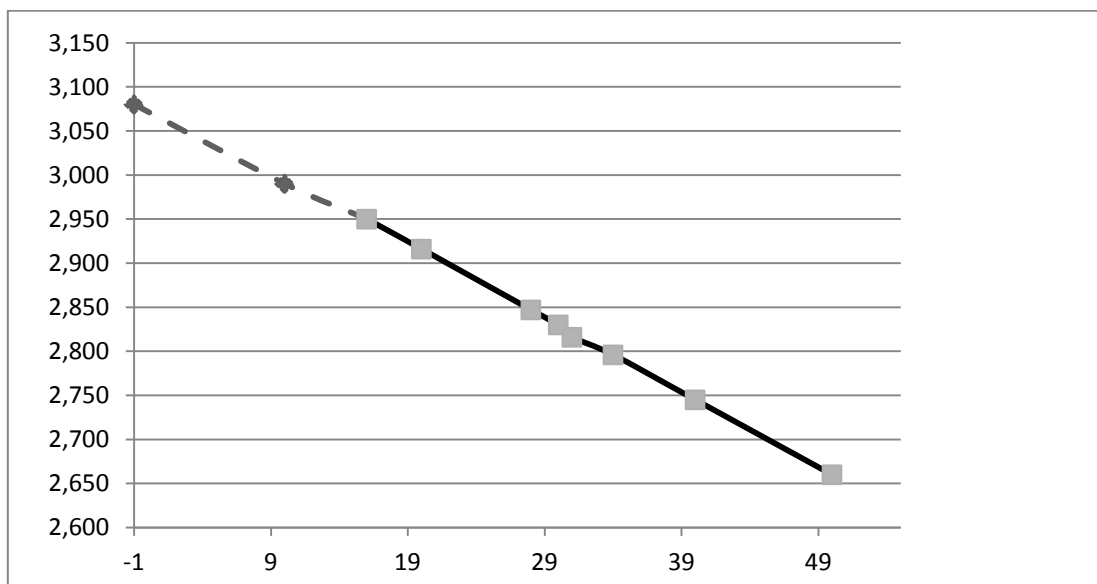


*Σχήμα 7-42: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 116 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## 7.2.2.2 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125M

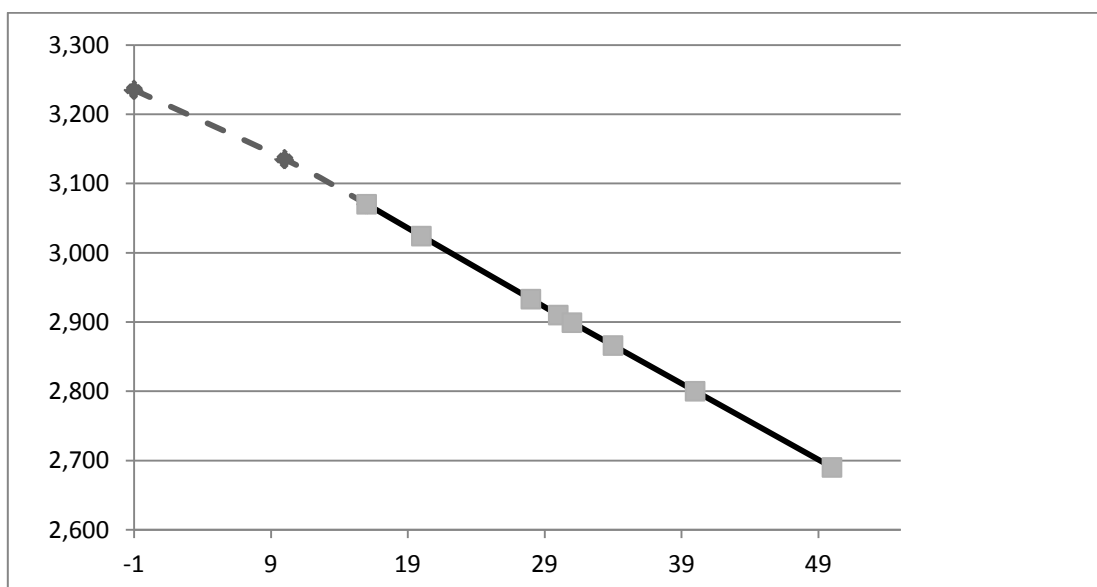
Από το σχήμα 7-43 έως το 7-48 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 35 mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 125 m, για ανοίγματα 90 m, 102 m, 110 m, 121 m, 133 m και 145 m αντίστοιχα.

Άνοιγμα 90 m



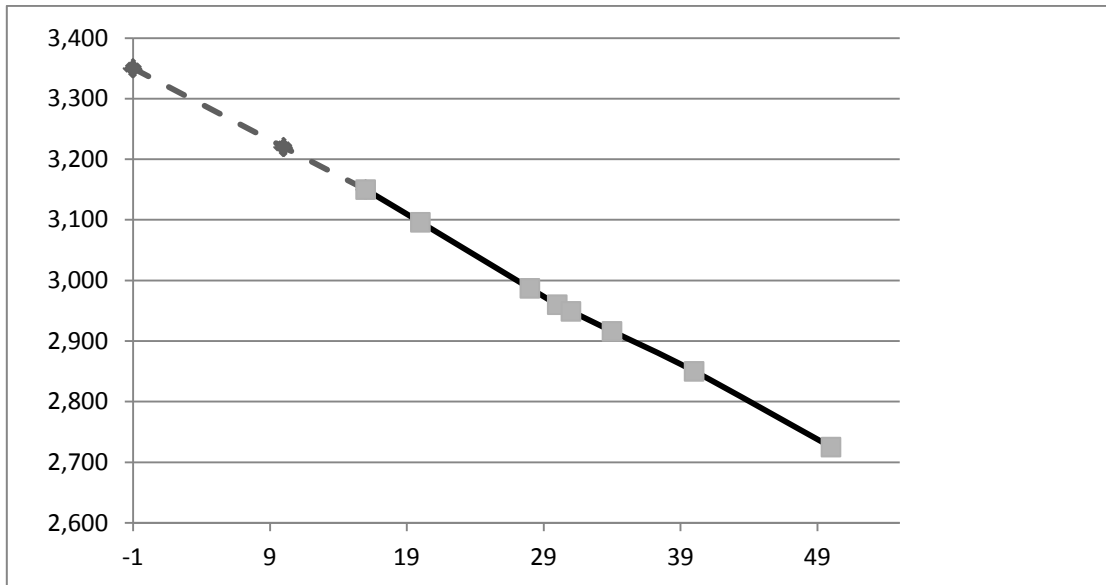
*Σχήμα 7-43: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 90 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

Άνοιγμα 102 m



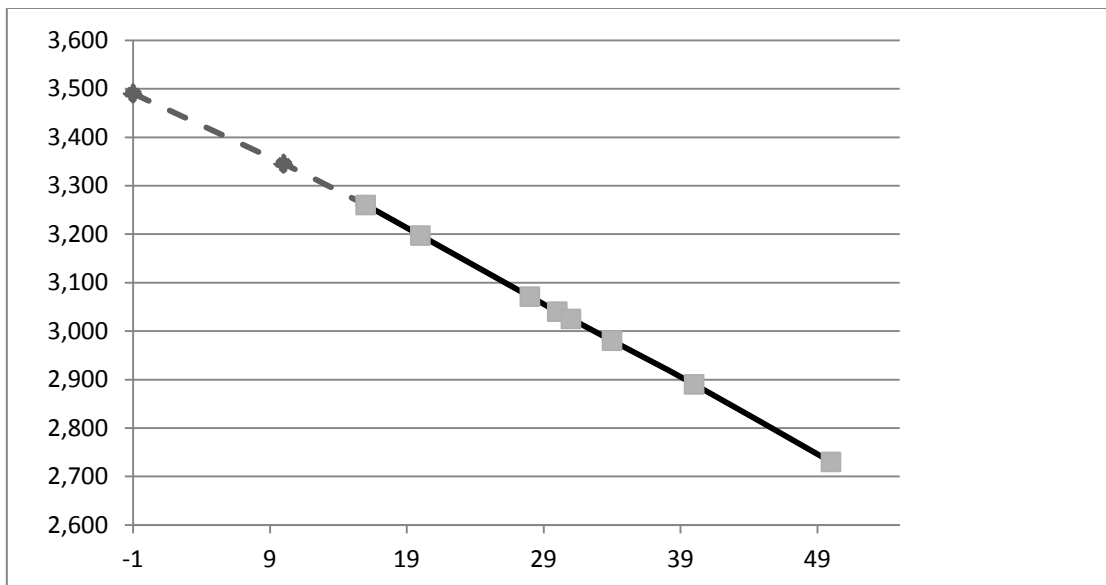
*Σχήμα 7-44: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 102 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 110 m



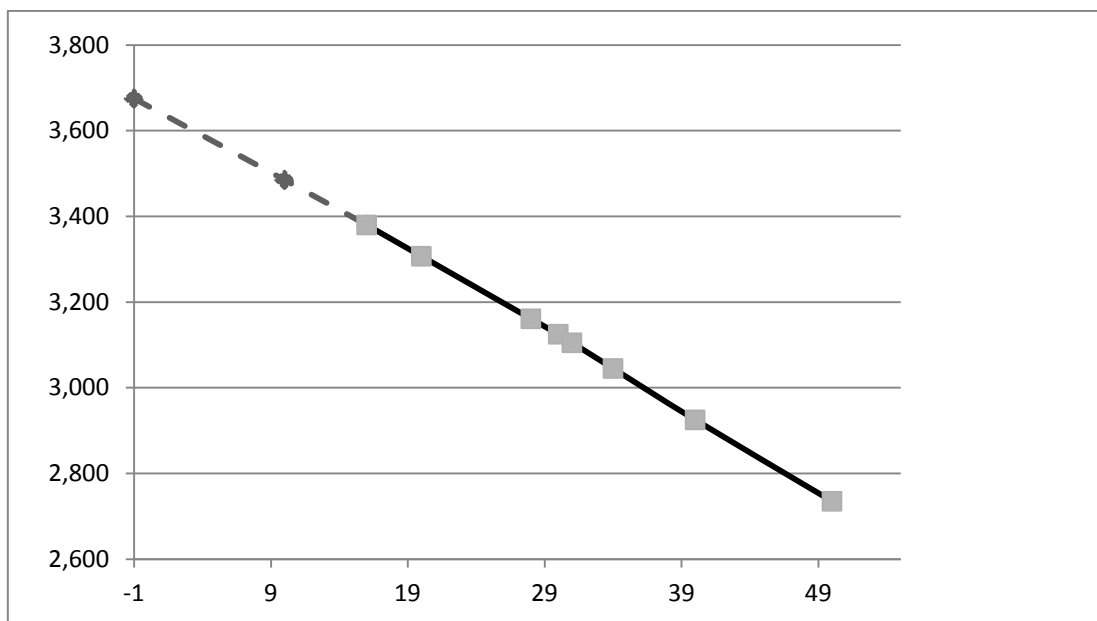
*Σχήμα 7-45: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 110 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 121 m



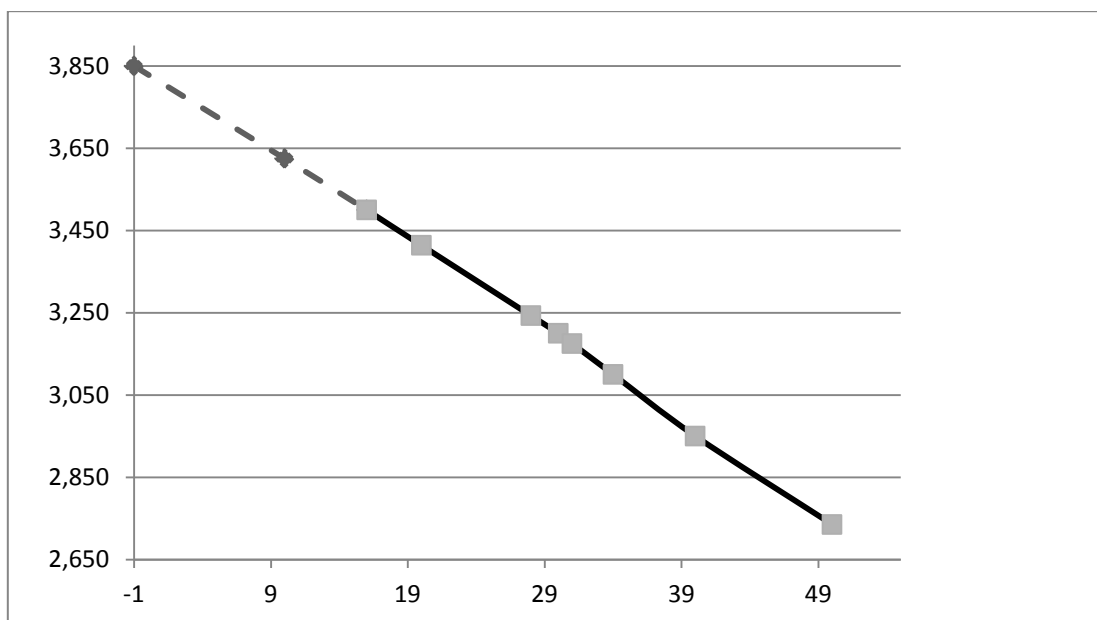
*Σχήμα 7-46: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 35 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 121 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 133m



*Σχήμα 7-47: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $35\text{mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 133 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 145m



*Σχήμα 7-48: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $35\text{mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 145 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*

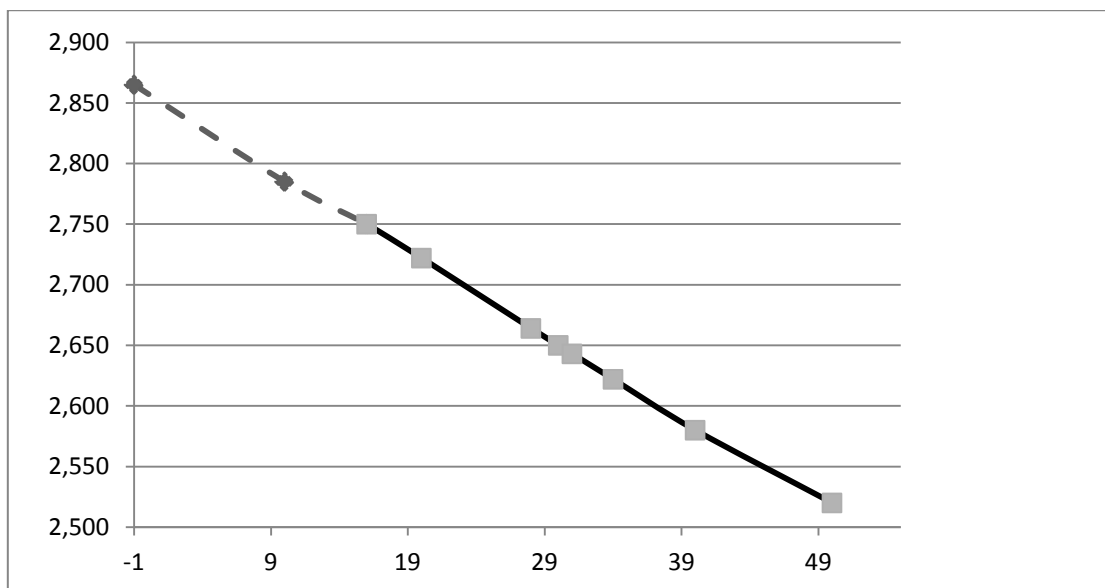
## 7.3 ΑΓΩΓΟΣ 50MM<sup>2</sup>

### 7.3.1 ΕΛΑΦΡΙΑ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ

#### 7.3.1.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100M

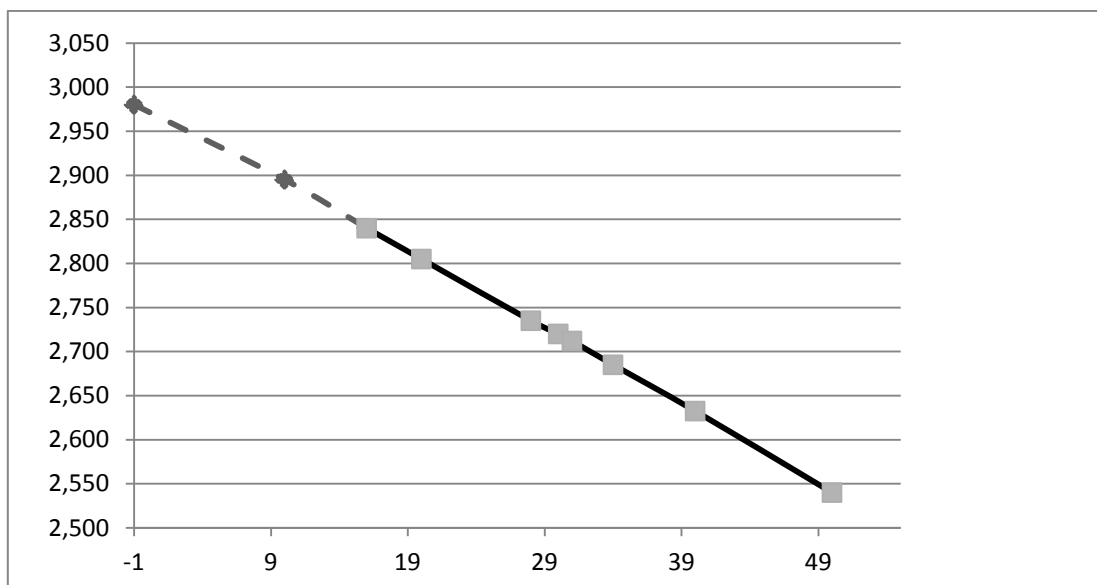
Από το σχήμα 7-49 έως το 7-54 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 50mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 100 m, για ανοίγματα 70 m, 79 m, 87 m, 96 m, 105 m και 115 m αντίστοιχα.

Άνοιγμα 70m



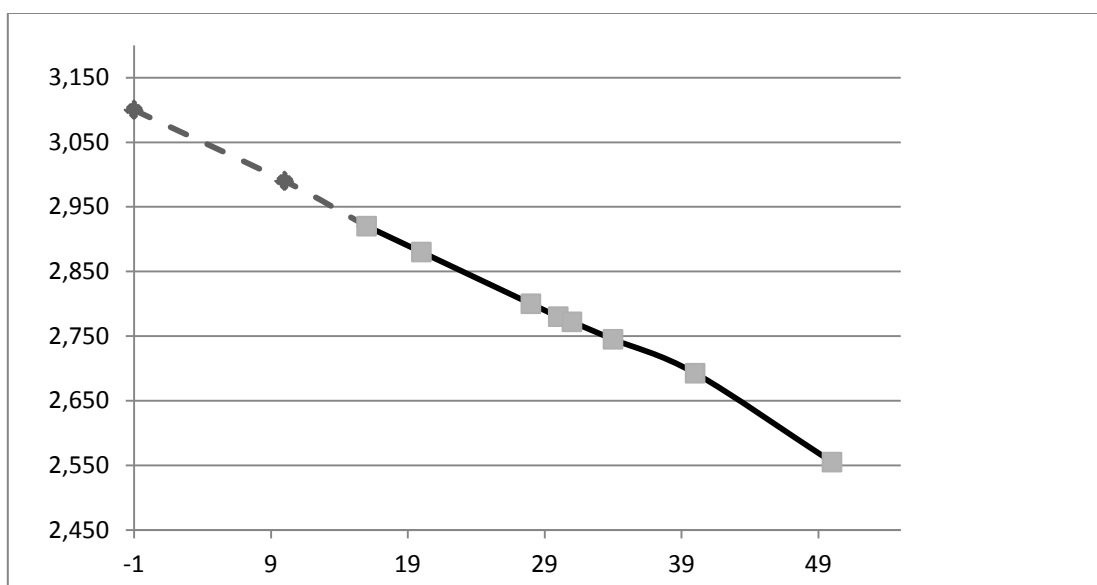
*Σχήμα 7-49: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 70 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 79m



*Σχήμα 7-50: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 79 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*

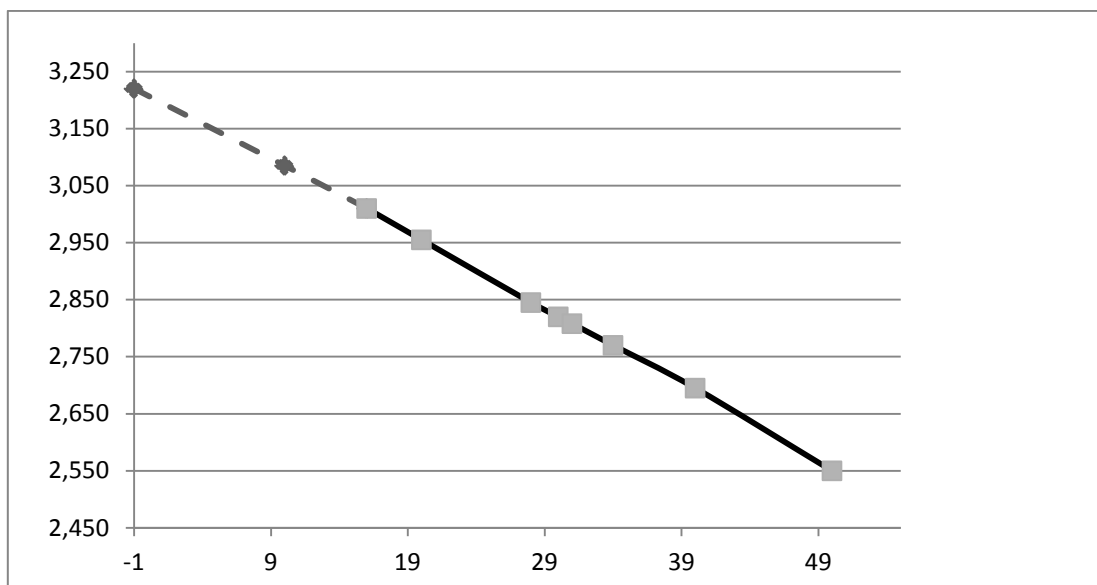
## Άνοιγμα 87m



*Σχήμα 7-51: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 87 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*

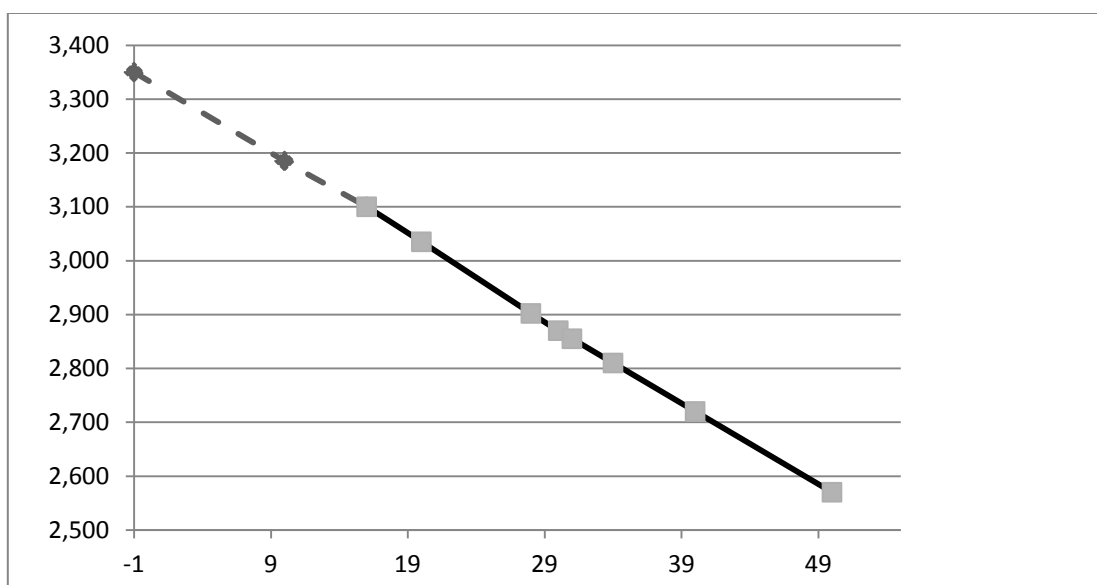


## Άνοιγμα 96m



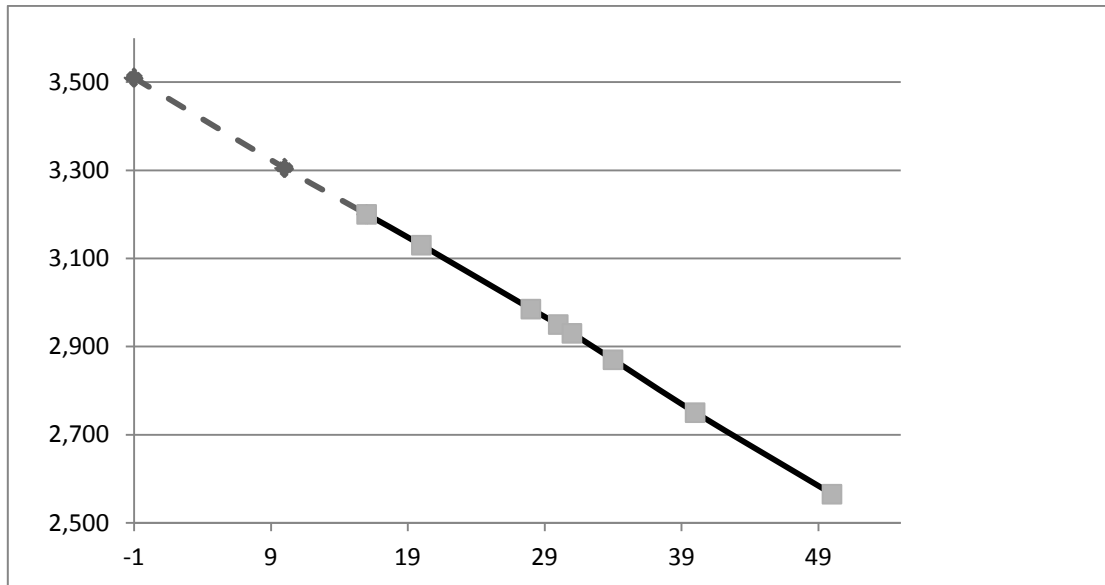
*Σχήμα 7-52: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 96 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 105 m



*Σχήμα 7-53: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 105 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 115m

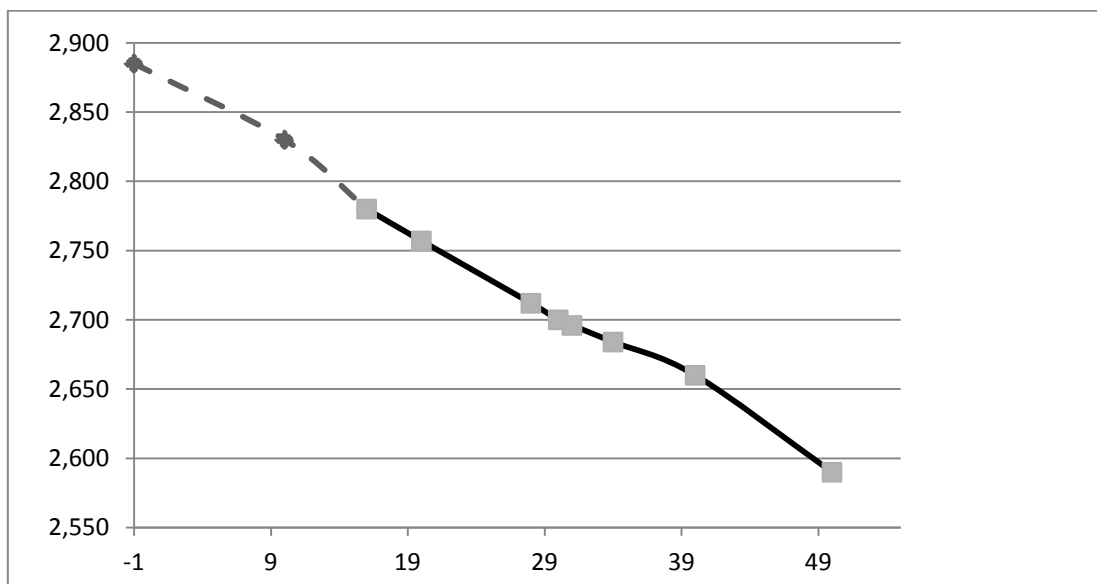


*Σχήμα 7-54: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 115 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.3.1.2 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125M

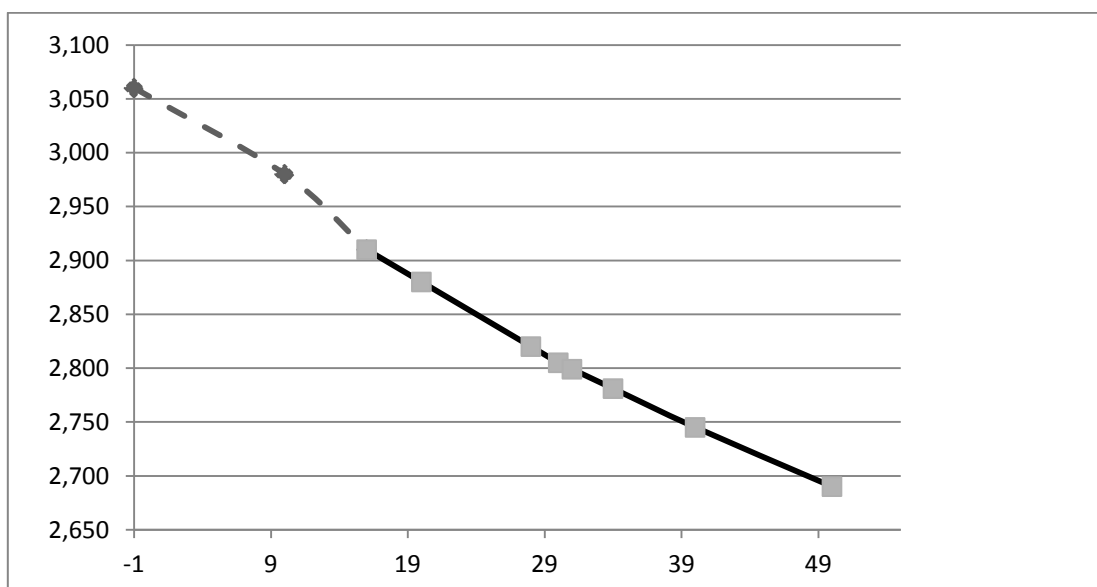
Από το σχήμα 7-55 έως το 7-60 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 50mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 125 m, για ανοίγματα 73 m, 85 m, 97 m, 112 m, 127 m και 142 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 73m



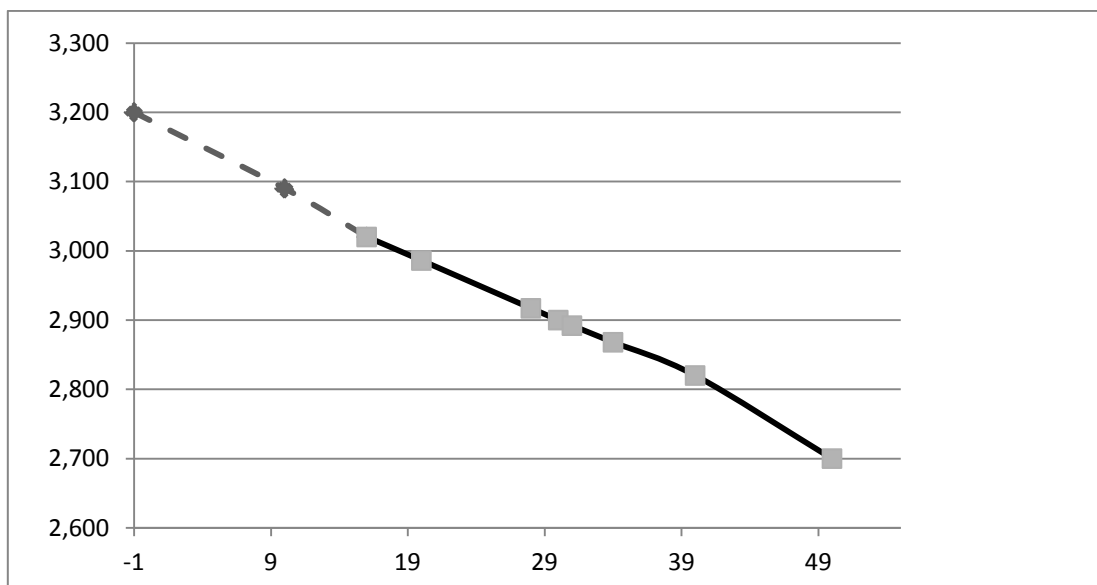
*Σχήμα 7-55: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 73 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

#### Άνοιγμα 85m



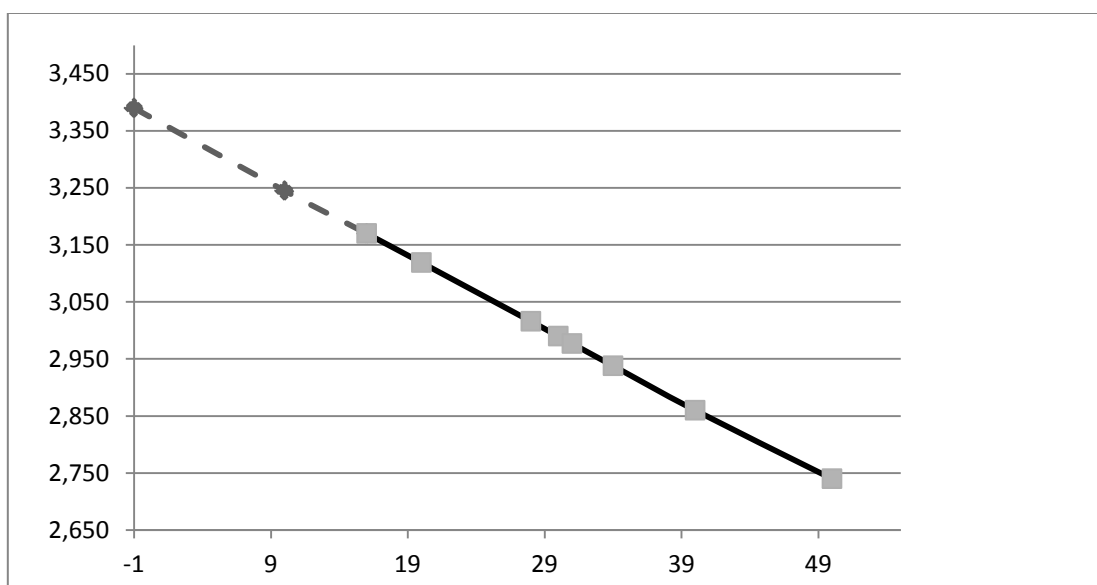
*Σχήμα 7-56: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 85 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 97m



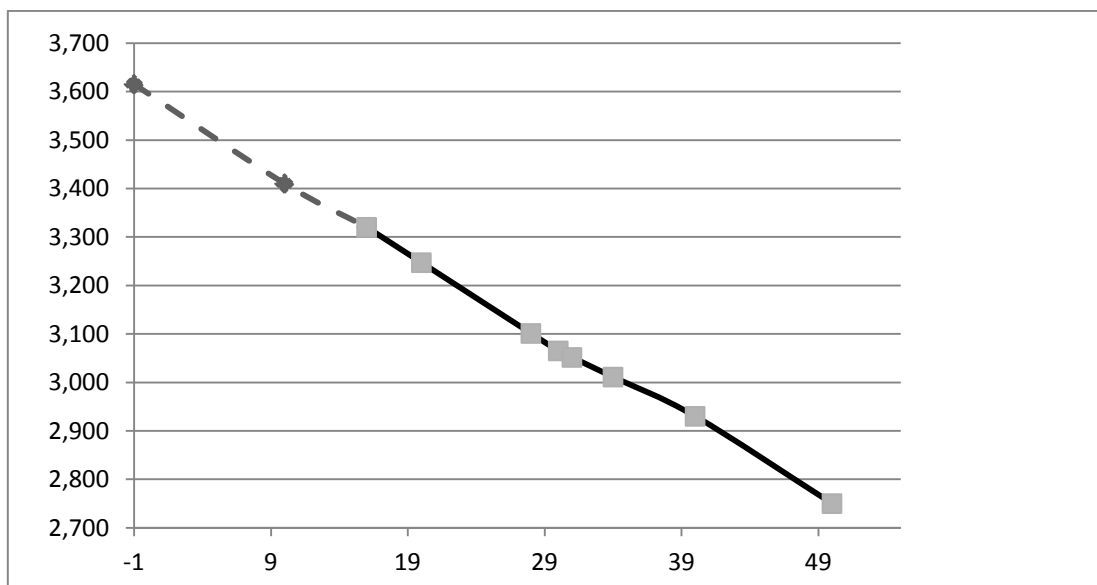
*Σχήμα 7-57: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 97 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 112m



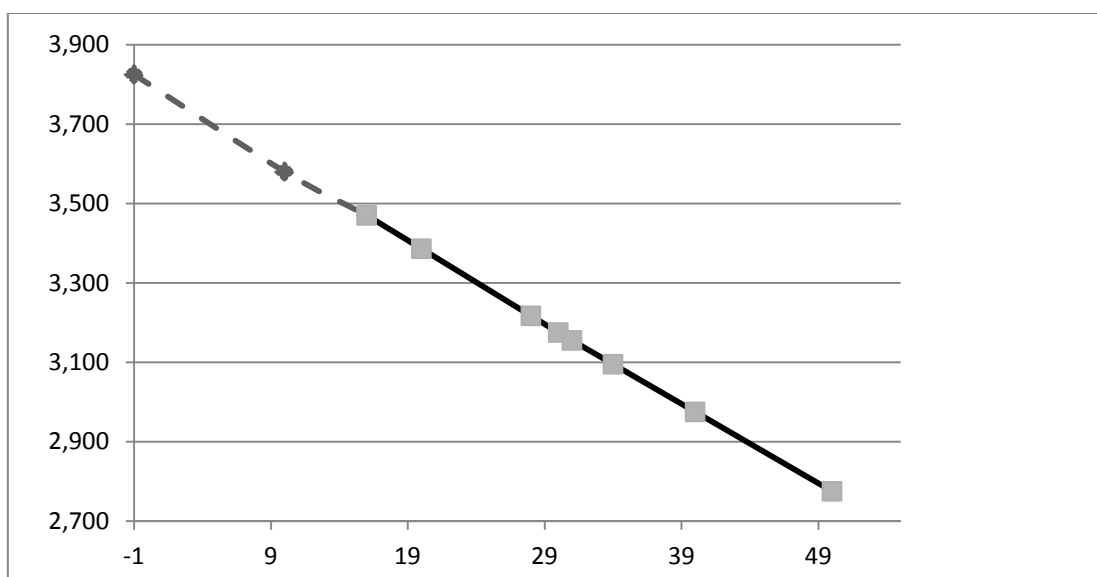
*Σχήμα 7-58: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 112 m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 127m



*Σχήμα 7-59: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 127m. 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 142m

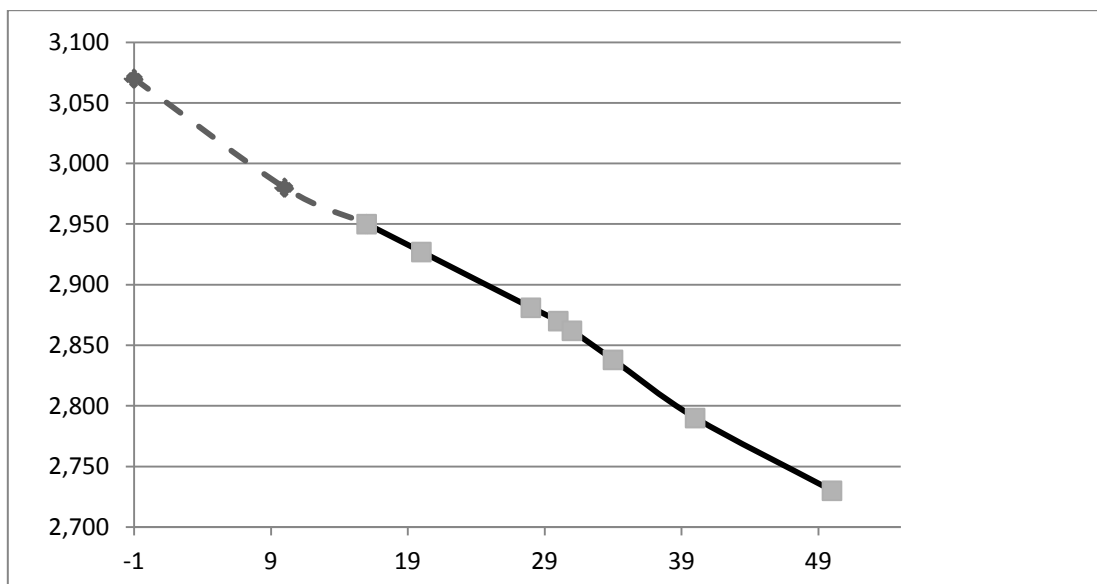


*Σχήμα 7-60: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 142m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.3.1.3 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150M

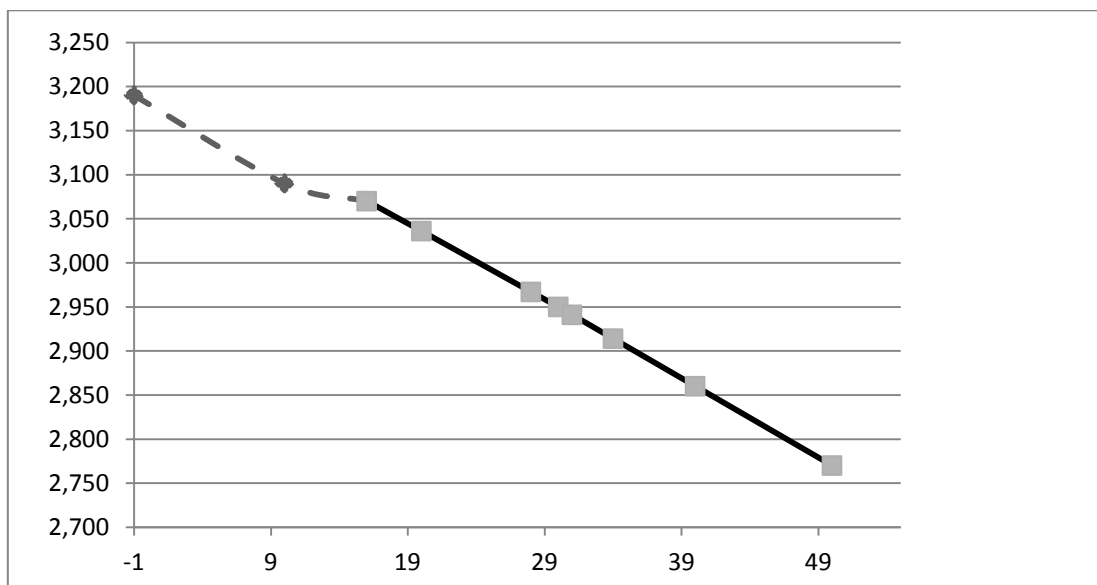
Από το σχήμα 7-61 έως το 7-66 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 50mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 150 m, για ανοίγματα 90 m, 102 m, 114 m, 122 m, 150 m και 166 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 90m



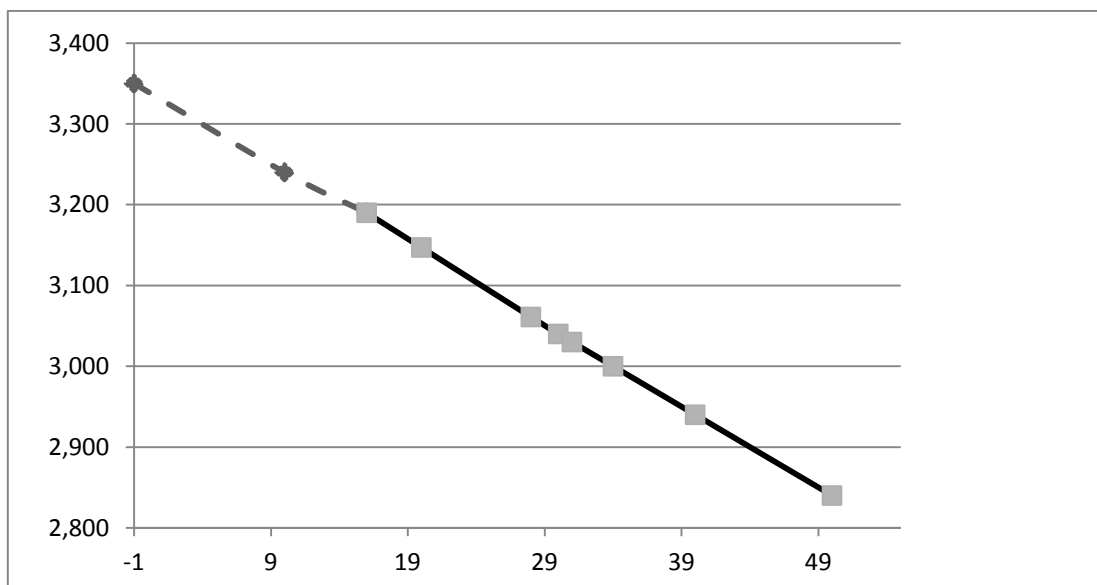
*Σχήμα 7-61: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 90m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

#### Άνοιγμα 102m



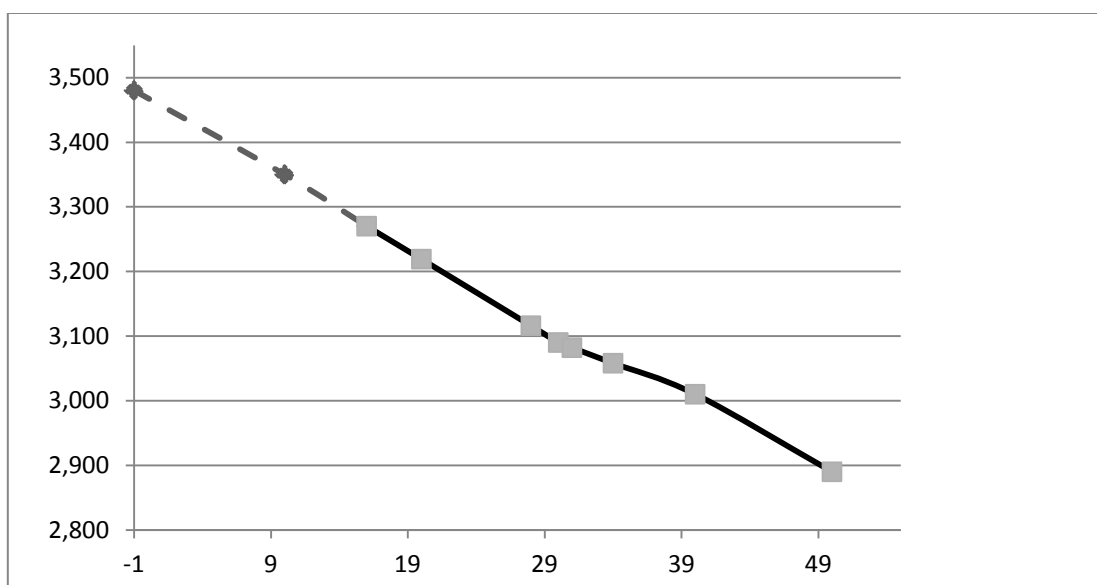
*Σχήμα 7-62: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 102m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 114m



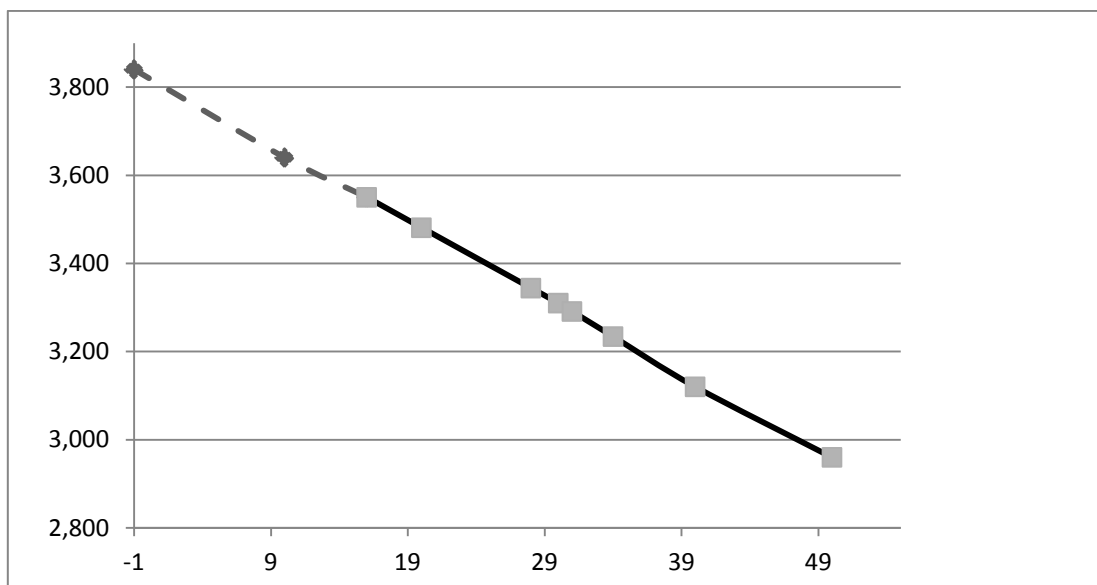
*Σχήμα 7-63: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 114m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 122m



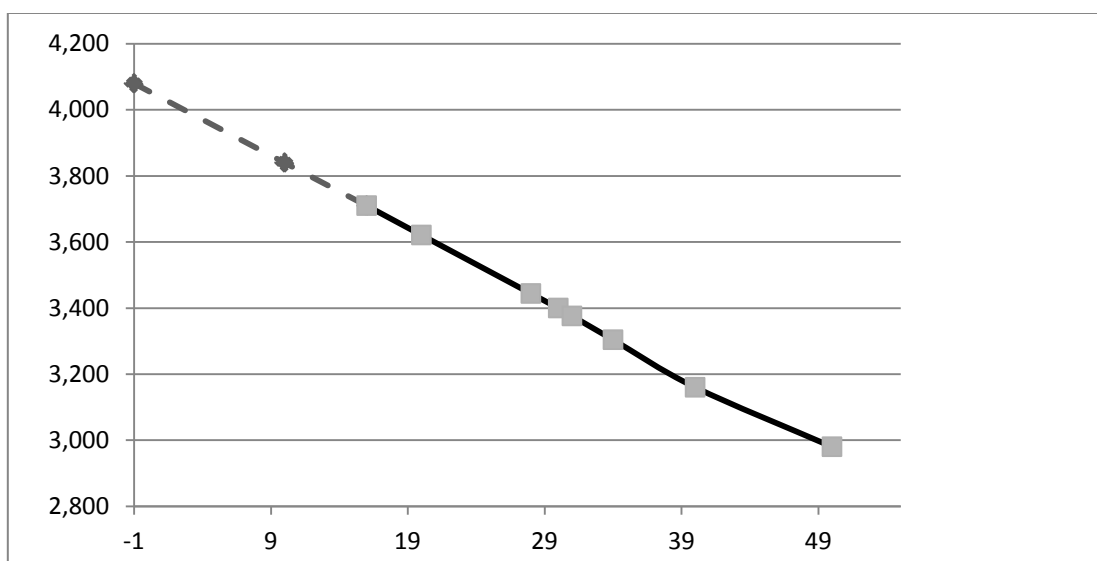
*Σχήμα 7-64: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 122m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 150m



*Σχήμα 7-65: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 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 166m



*Σχήμα 7-66: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 166m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

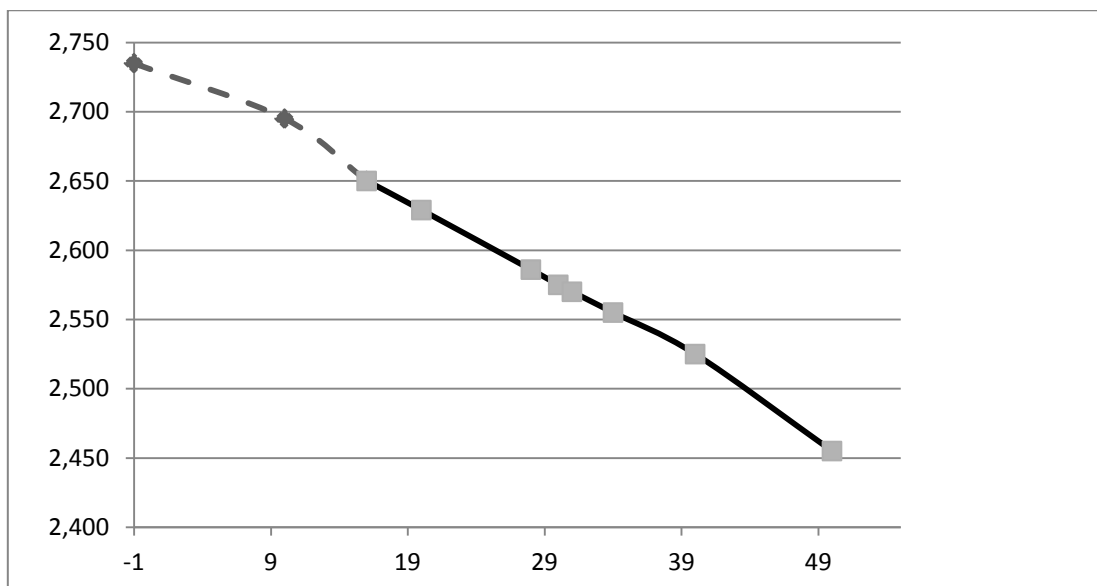


## 7.3.2 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ

### 7.3.2.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100Μ

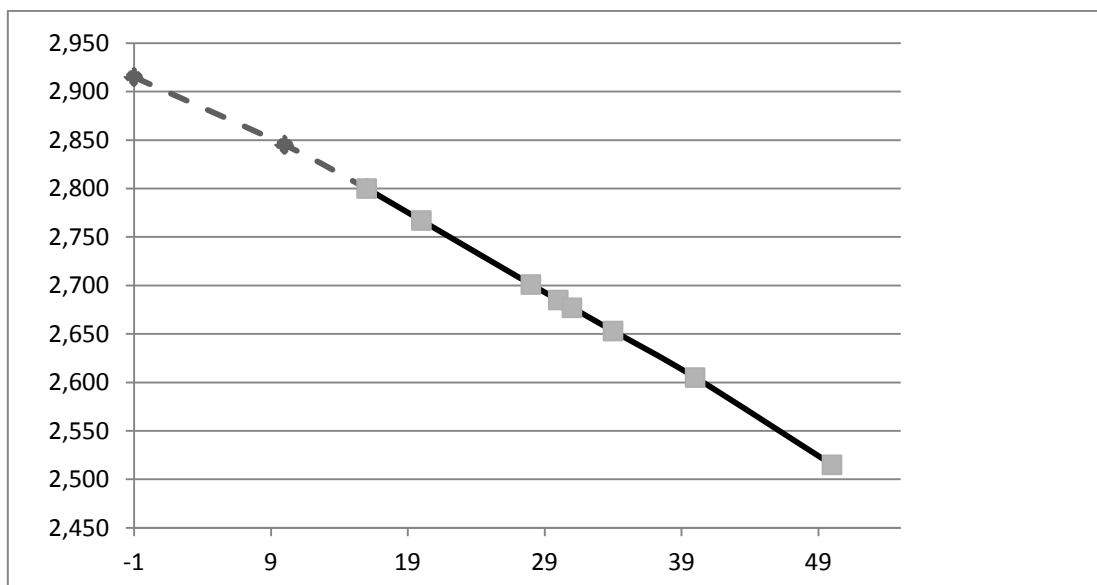
Από το σχήμα 7-67 έως το 7-72 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 50mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 100 m, για ανοίγματα 60 m, 75 m, 88 m, 100 m, 108 m και 116 m αντίστοιχα.

Άνοιγμα 60m



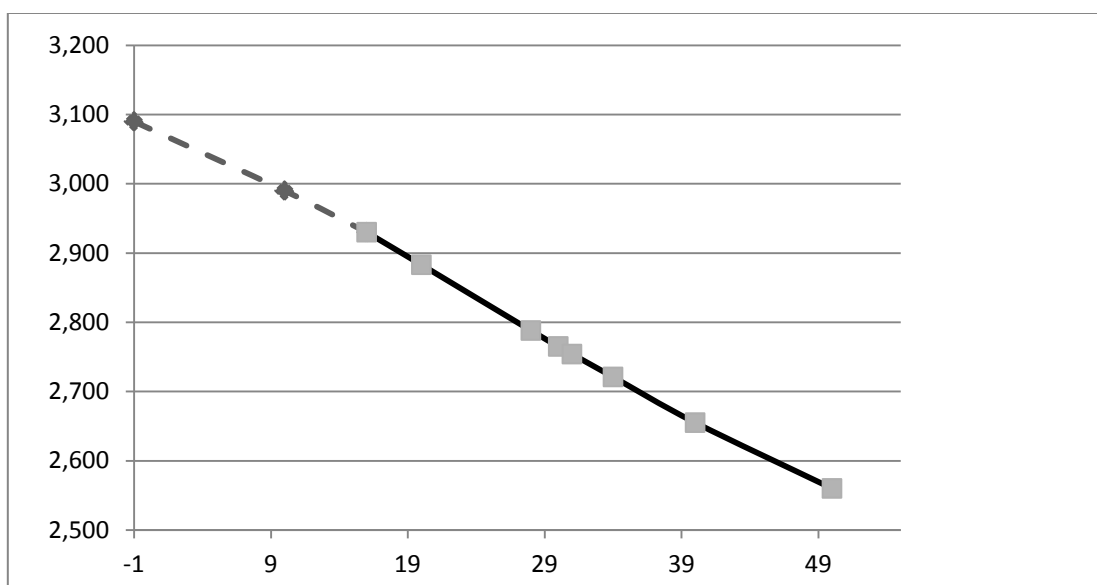
*Σχήμα 7-67: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 60m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 75m



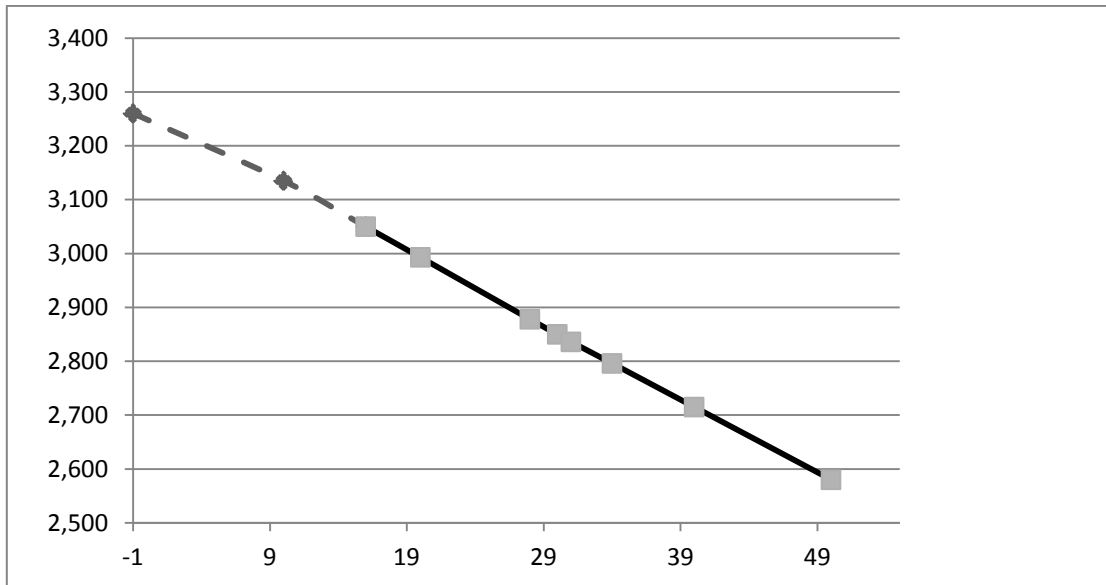
*Σχήμα 7-68: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 75m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 88m



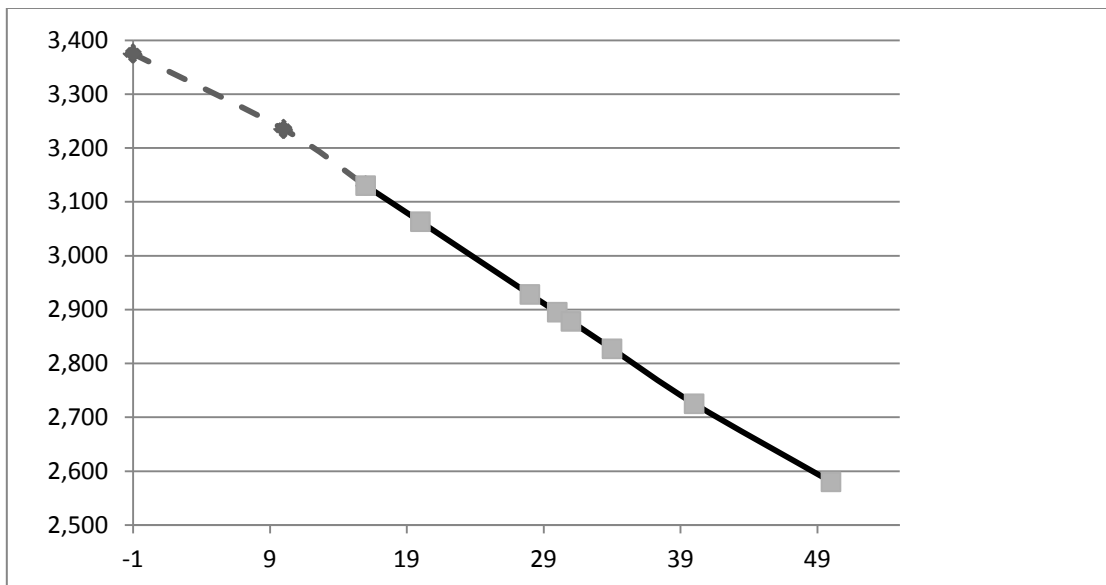
*Σχήμα 7-69: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 88m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 100m



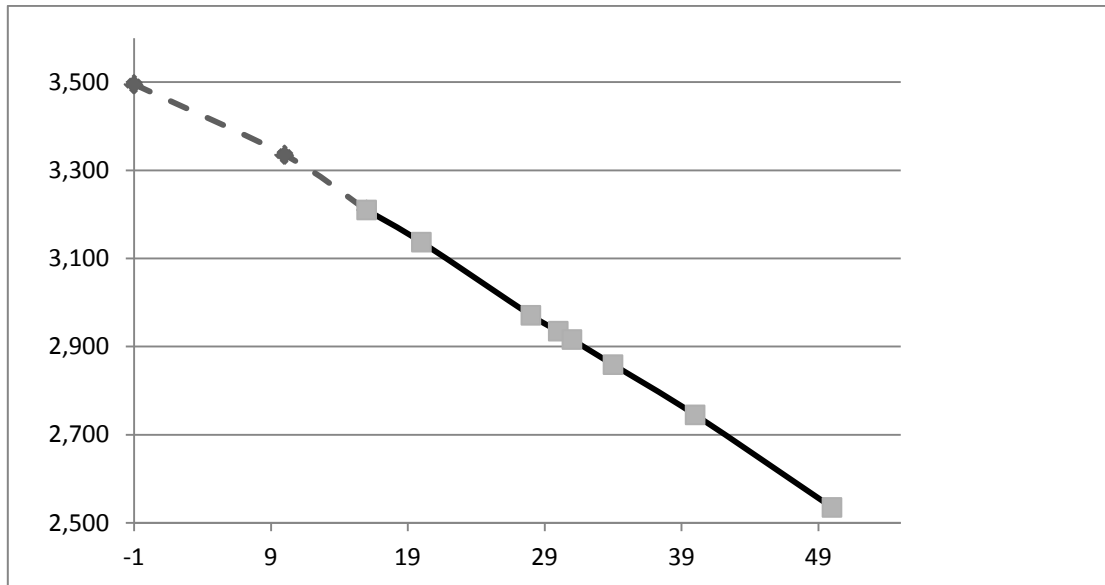
*Σχήμα 7-70:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $50 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $100 \text{ m}$  και ανοίγματος  $100 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

### Άνοιγμα 108m



*Σχήμα 7-71:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $50 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $100 \text{ m}$  και ανοίγματος  $108 \text{ m}$ . 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 116m

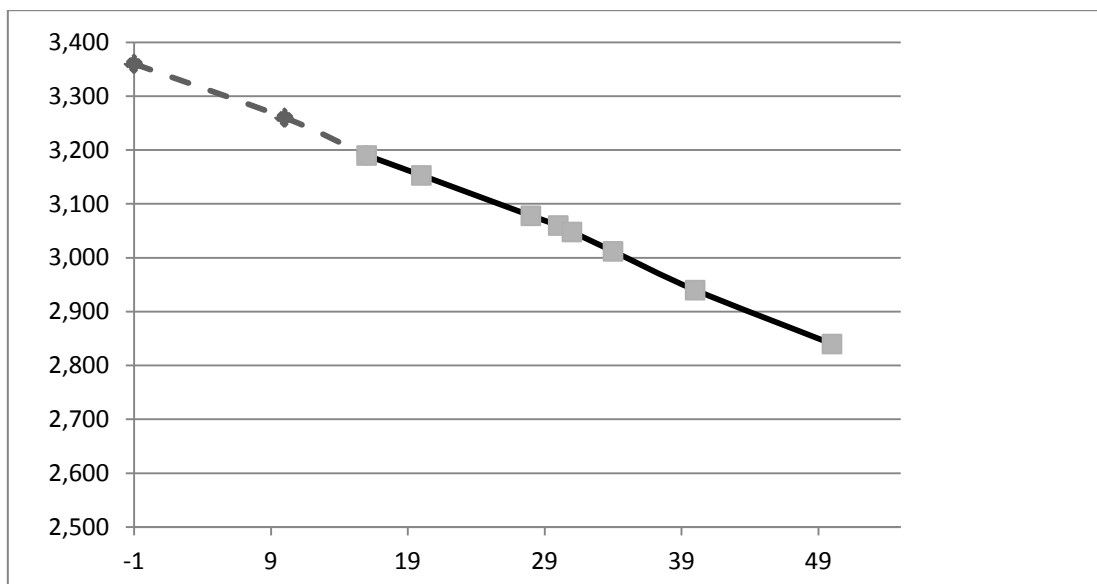


*Σχήμα 7-72: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 116m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.3.2.2 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150M

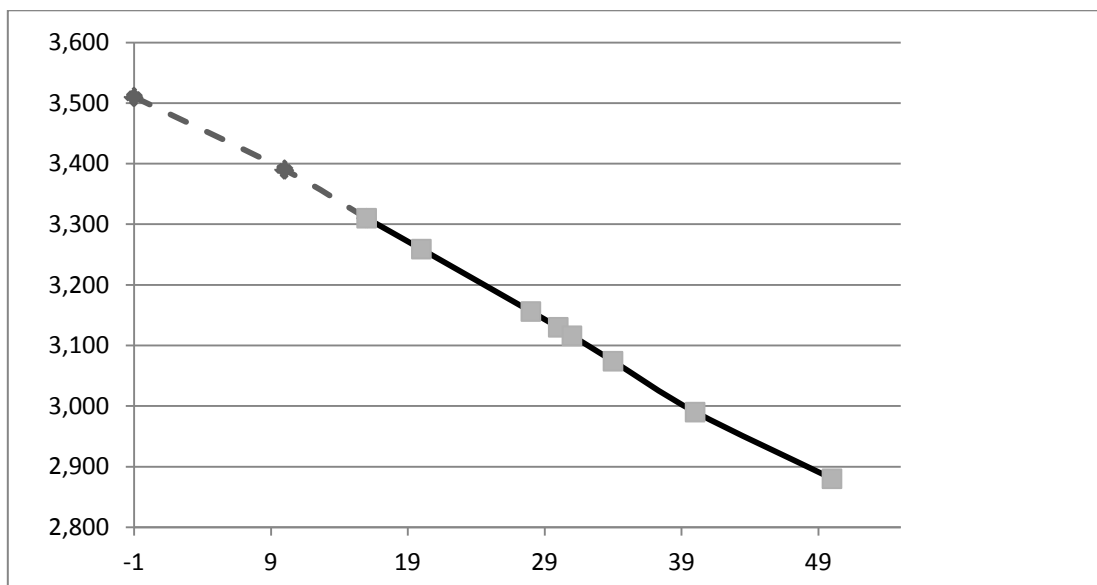
Από το σχήμα 7-73 έως το 7-78 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 50mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 150 m, για ανοίγματα 114 m, 126m, 138 m, 150 m, 164 m και 178 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 114m



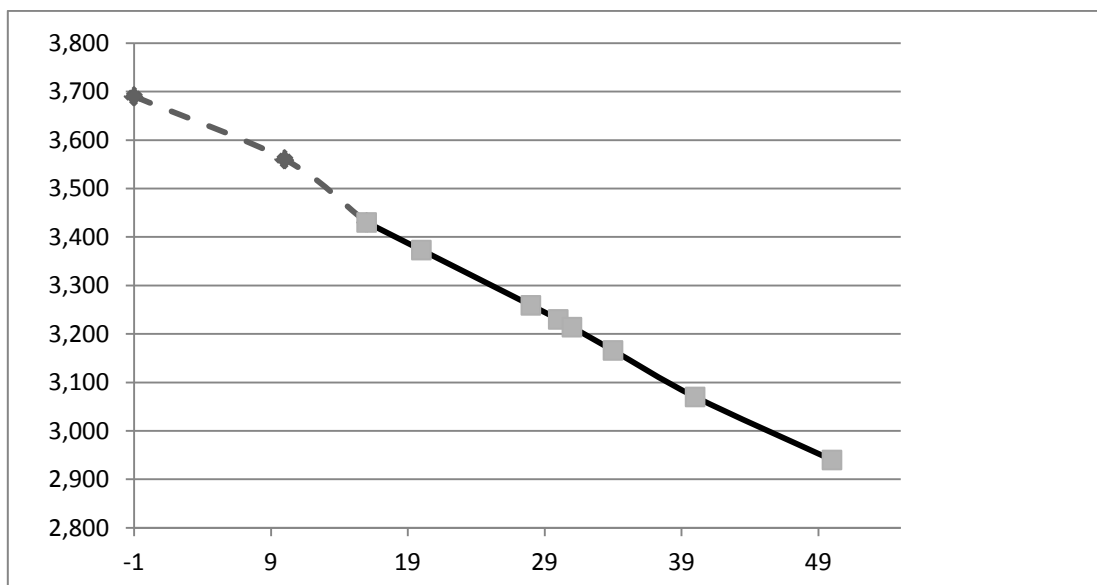
*Σχήμα 7-73: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 114m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

#### Άνοιγμα 126m



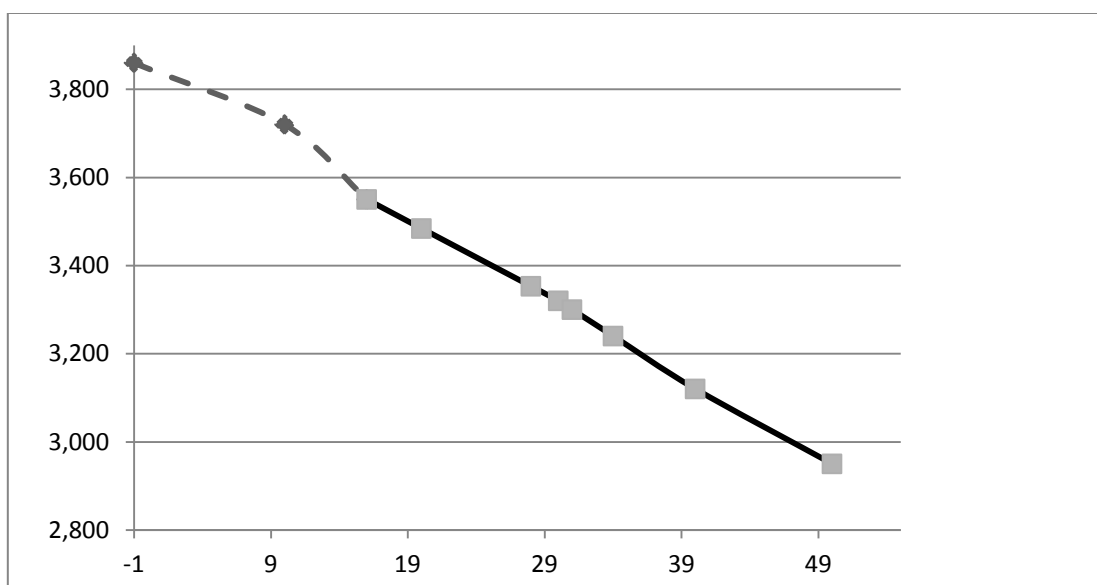
*Σχήμα 7-74: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 126m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 138m



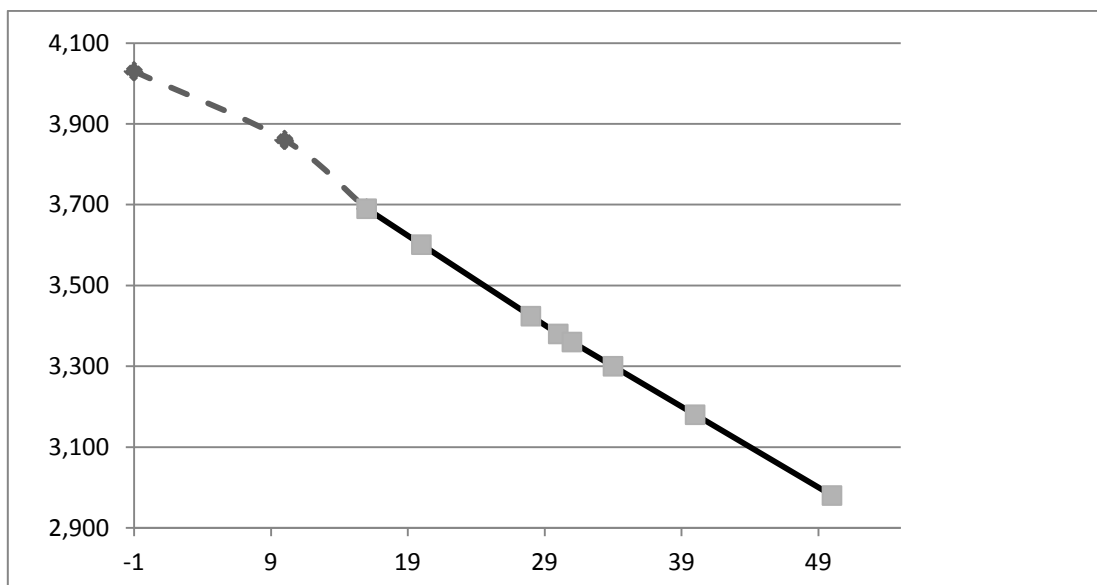
*Σχήμα 7-75: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 138m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 150m



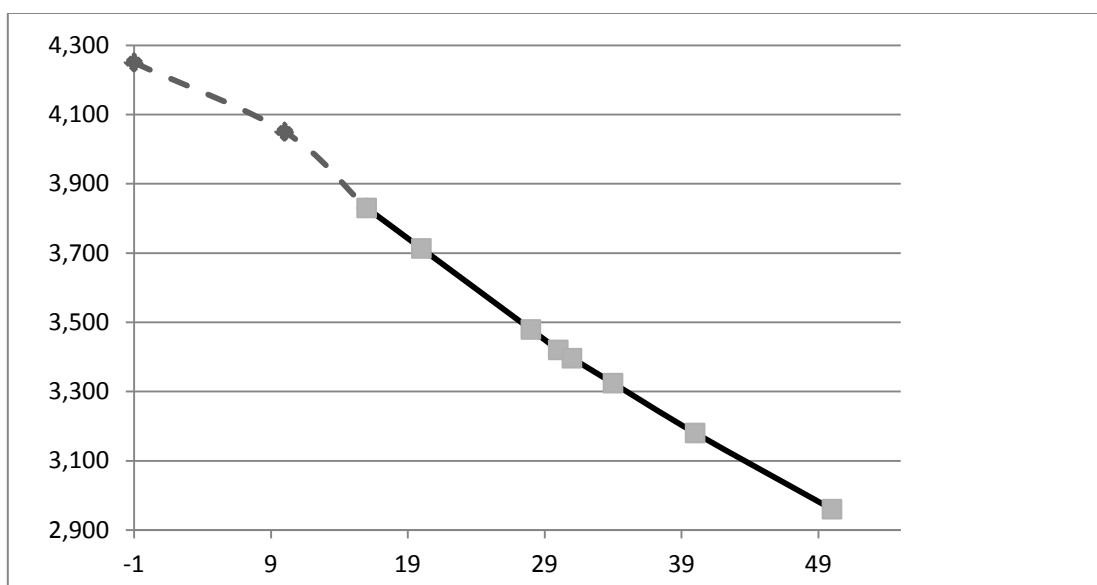
*Σχήμα 7-76: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 150m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 164m



*Σχήμα 7-77: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 164m. 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

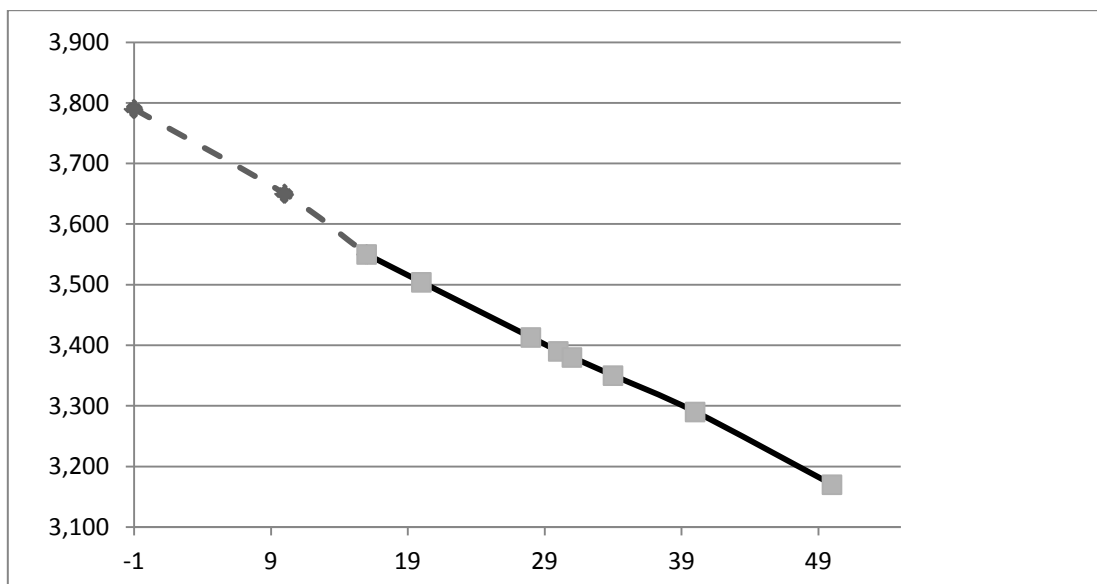


*Σχήμα 7-78: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 178m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.3.2.3 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 200M

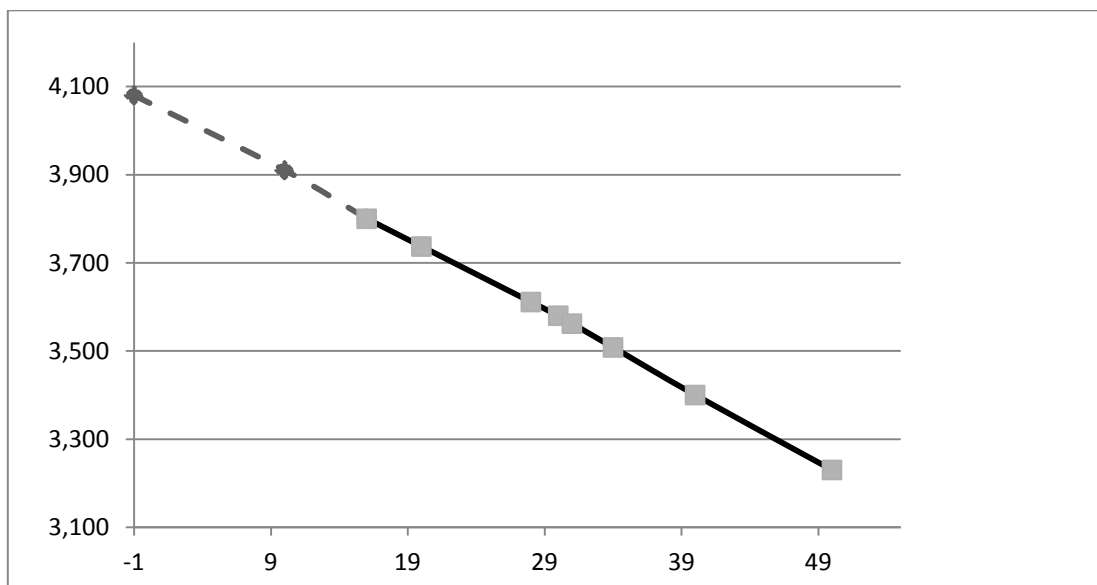
Από το σχήμα 7-79 έως το 7-84 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 50mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 200 m, για ανοίγματα 150 m, 175m, 190 m, 200 m, 215 m και 230 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 150m



*Σχήμα 7-79: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 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*

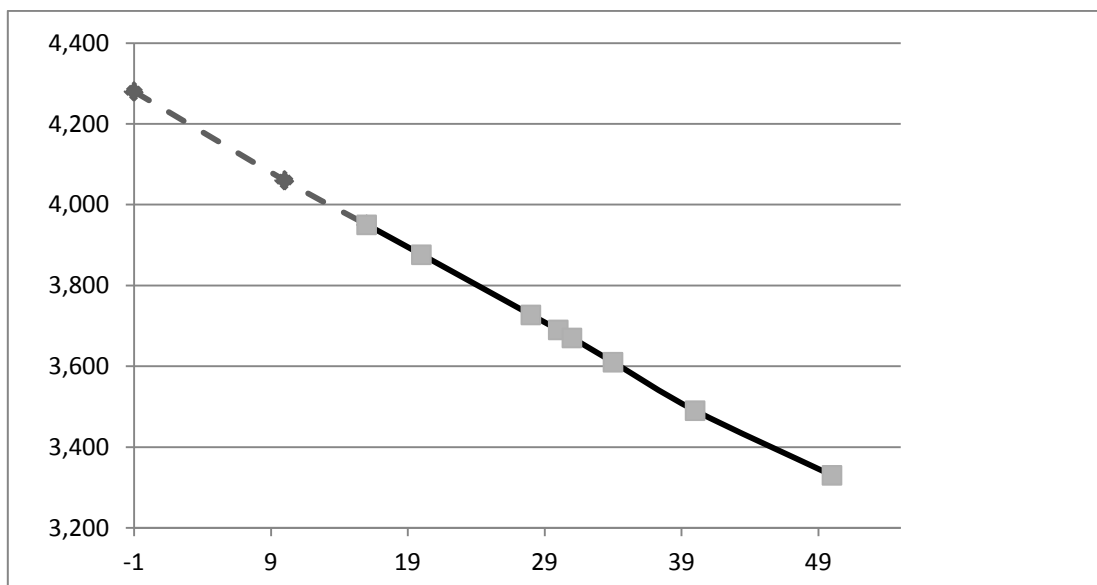
#### Άνοιγμα 175m



*Σχήμα 7-80: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 175m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

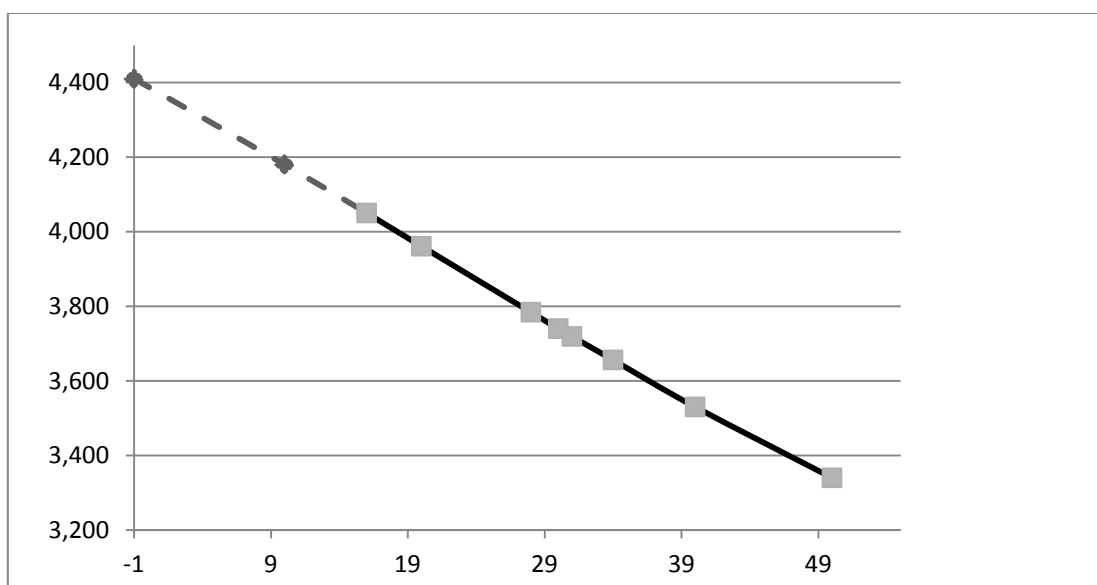


## Άνοιγμα 190m



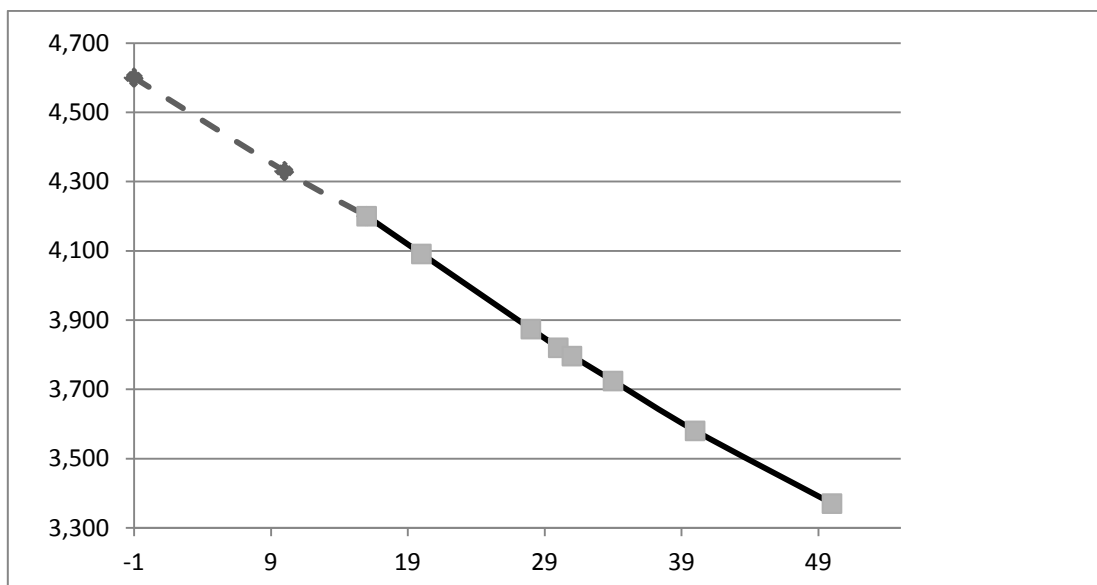
*Σχήμα 7-81: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 190m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 200m



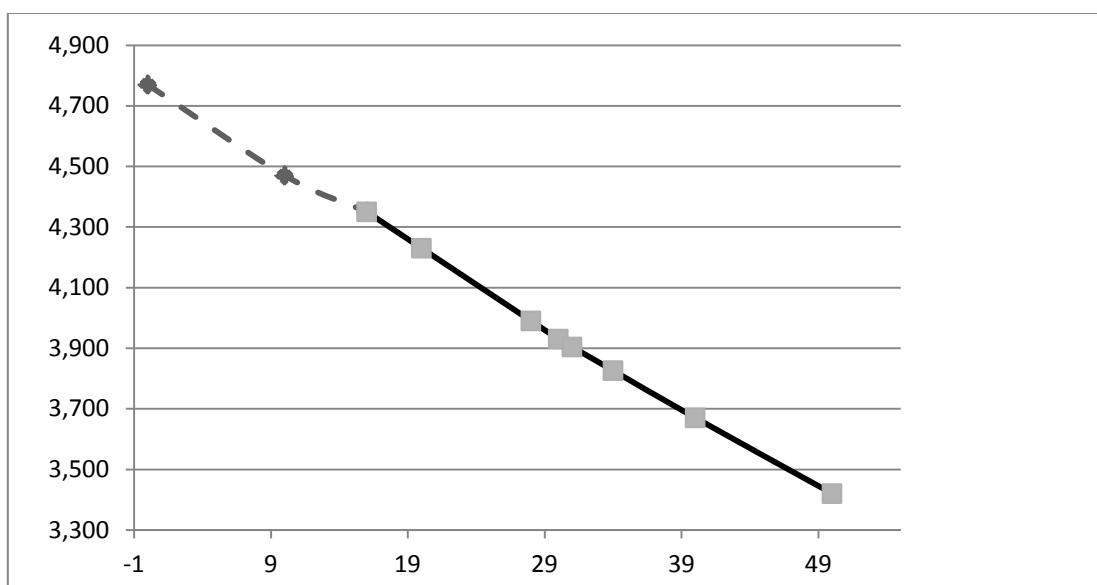
*Σχήμα 7-82: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 200m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 215m



*Σχήμα 7-83: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 215m. 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 7-84: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 50 mm<sup>2</sup>, 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*

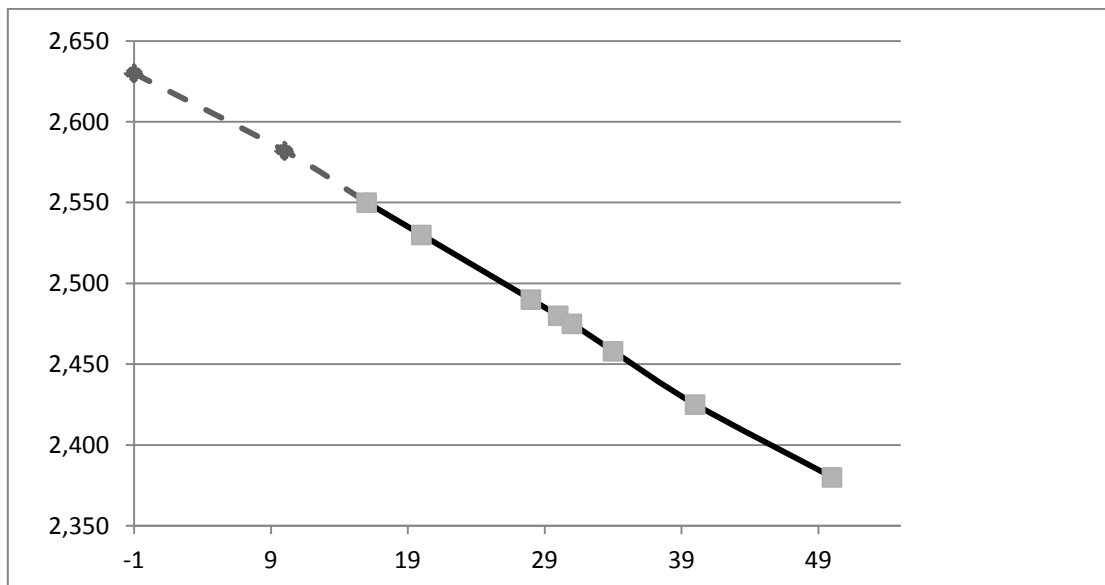
## 7.4 ΑΓΩΓΟΣ 95MM<sup>2</sup>

### 7.4.1 ΕΛΑΦΡΙΑ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ

#### 7.4.1.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 75Μ

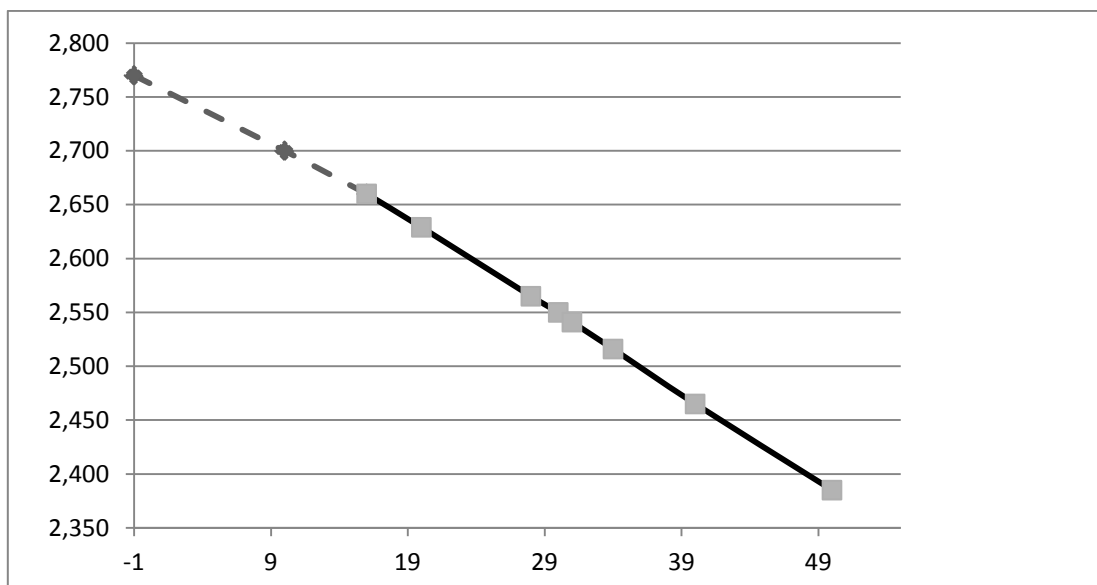
Από το σχήμα 7-85 έως το 7-90 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 75 m, για ανοίγματα 50 m, 61m, 75 m, 82 m, 89 m και 94 m αντίστοιχα.

Άνοιγμα 50m



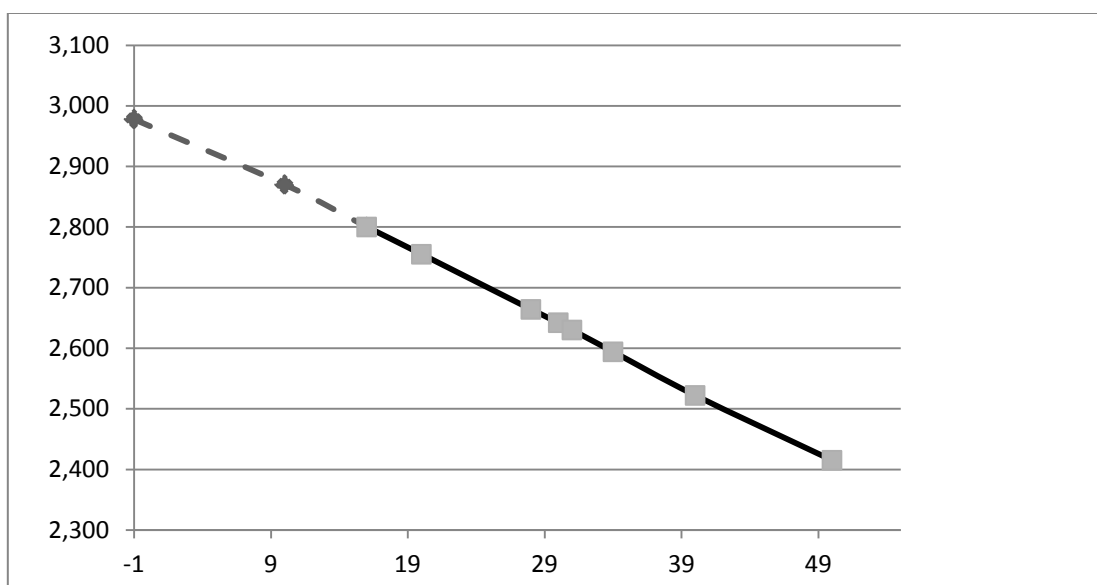
*Σχήμα 7-85: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 50m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 61m



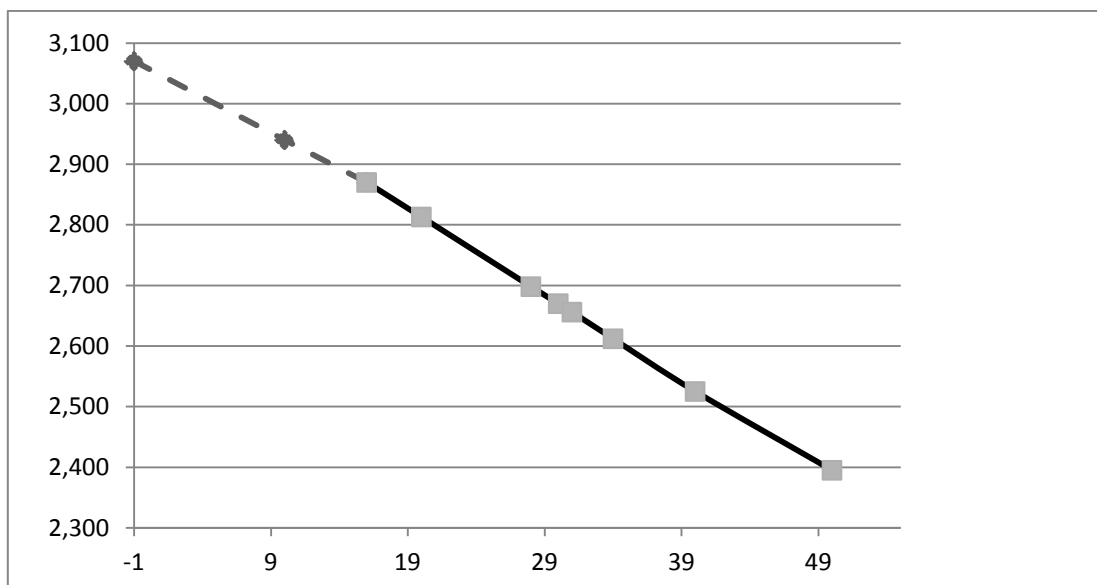
*Σχήμα 7-86: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 61m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 75m



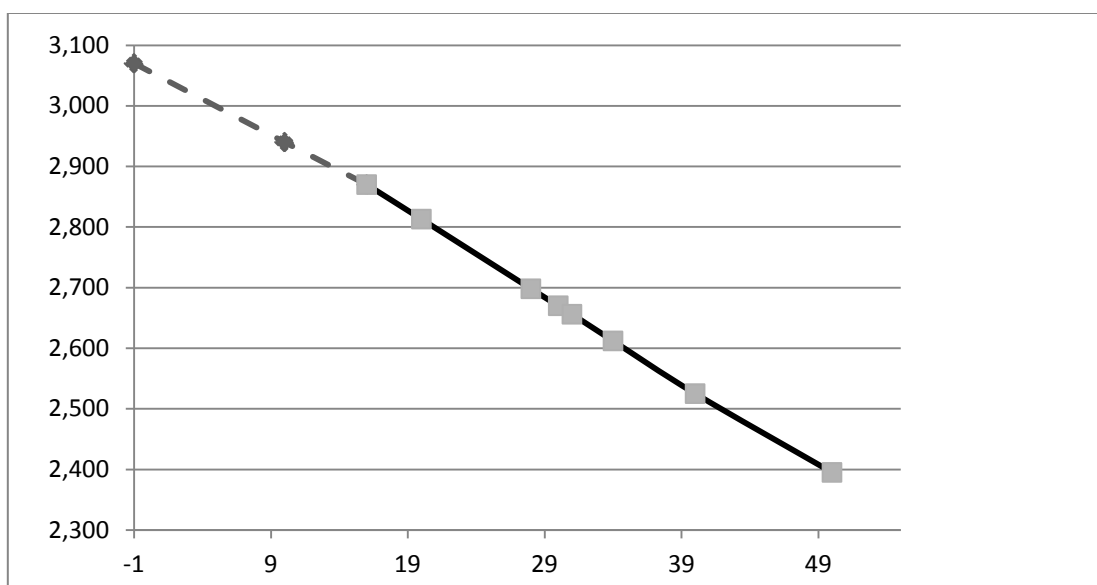
*Σχήμα 7-87: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 75m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 82m



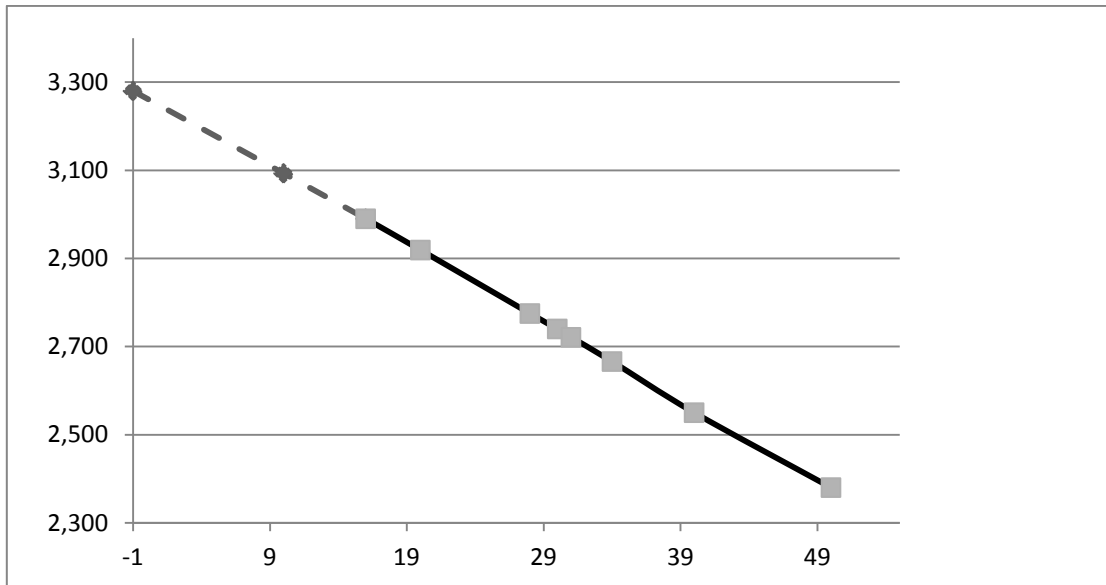
*Σχήμα 7-88: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 82m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 89m



*Σχήμα 7-89: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 89m. 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

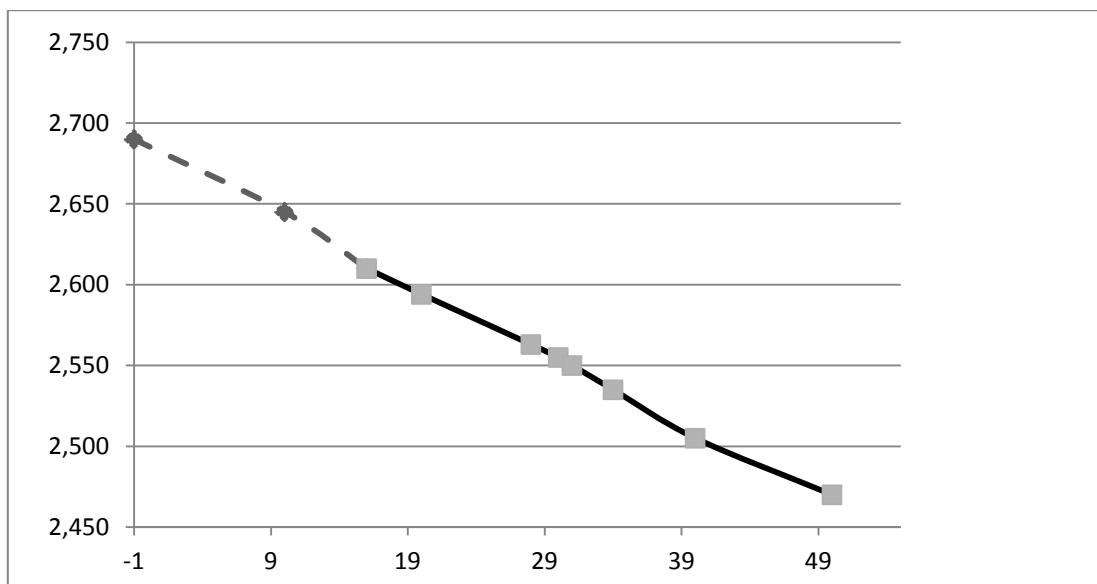


*Σχήμα 7-90: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 94m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.4.1.2 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100M

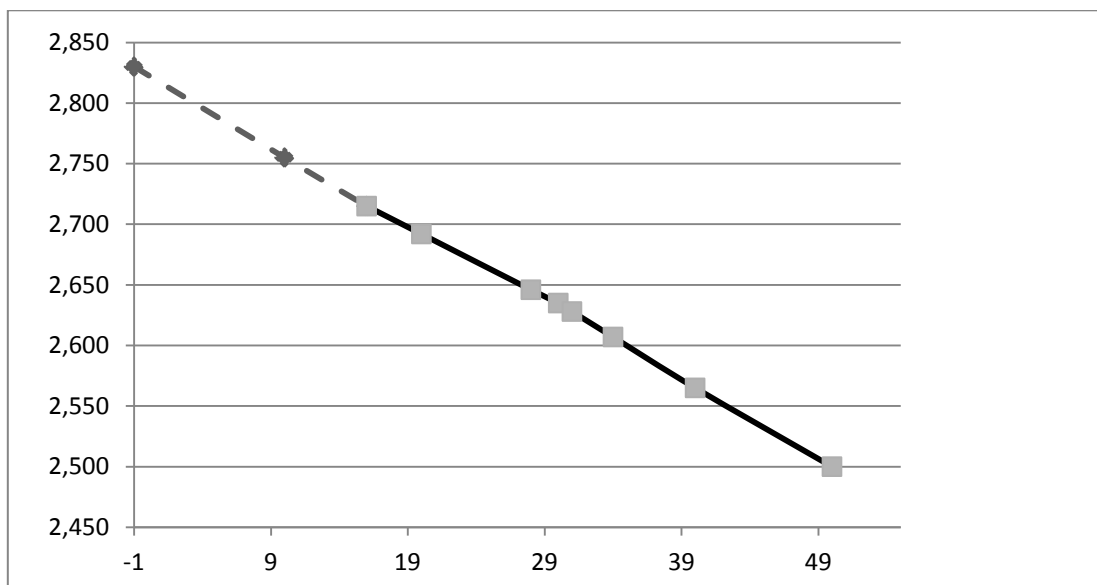
Από το σχήμα 7-91 έως το 7-96 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 100 m, για ανοίγματα 56 m, 68 m, 80 m, 89 m, 101 m και 116 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 56m



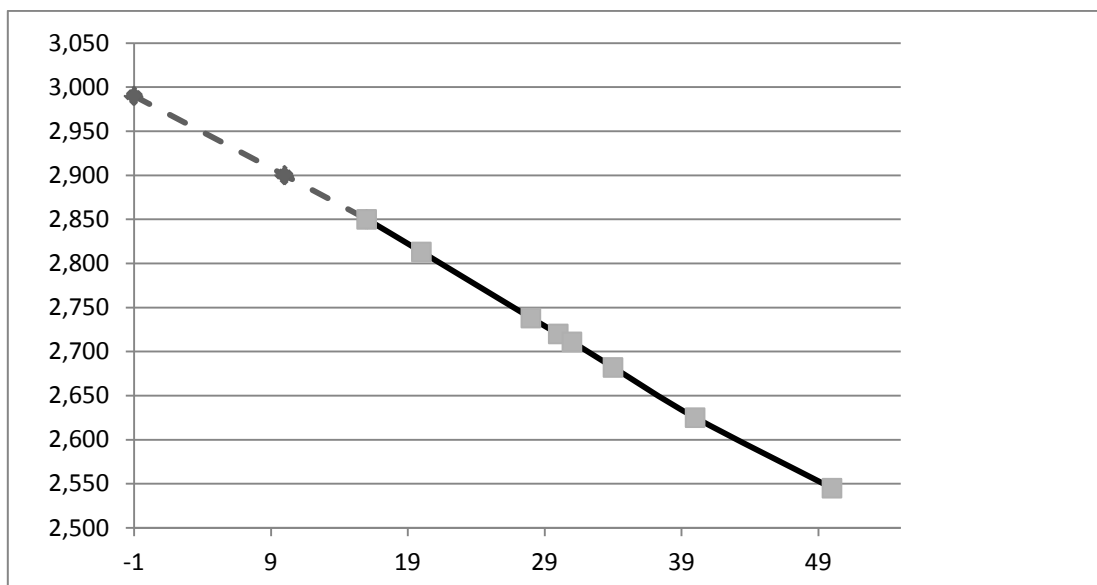
*Σχήμα 7-91: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 56m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

#### Άνοιγμα 68m



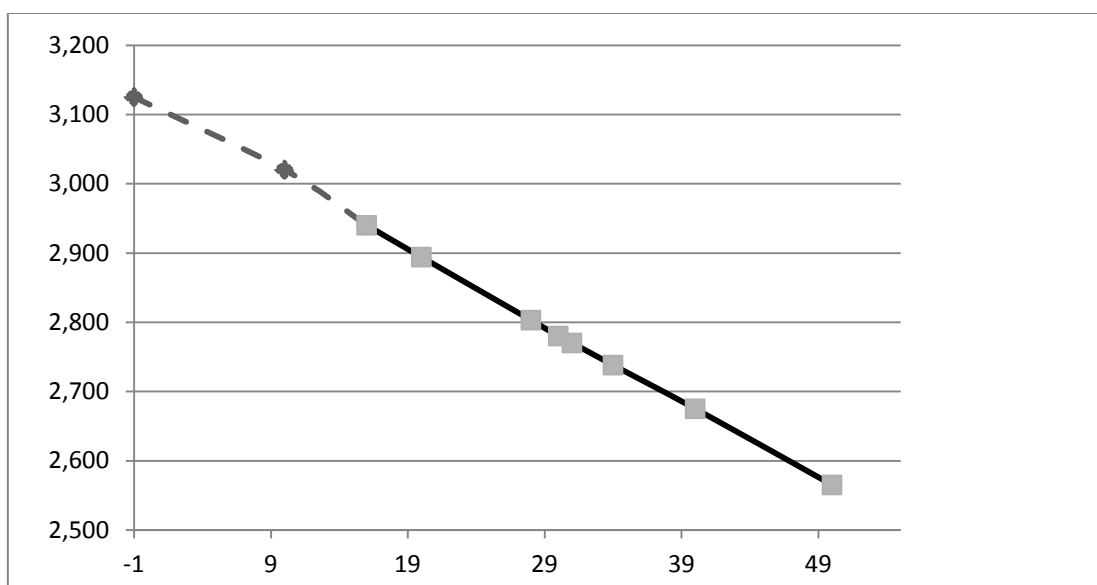
*Σχήμα 7-92: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 68m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 80m



*Σχήμα 7-93: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $100 \text{ m}$  και ανοίγματος  $80 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

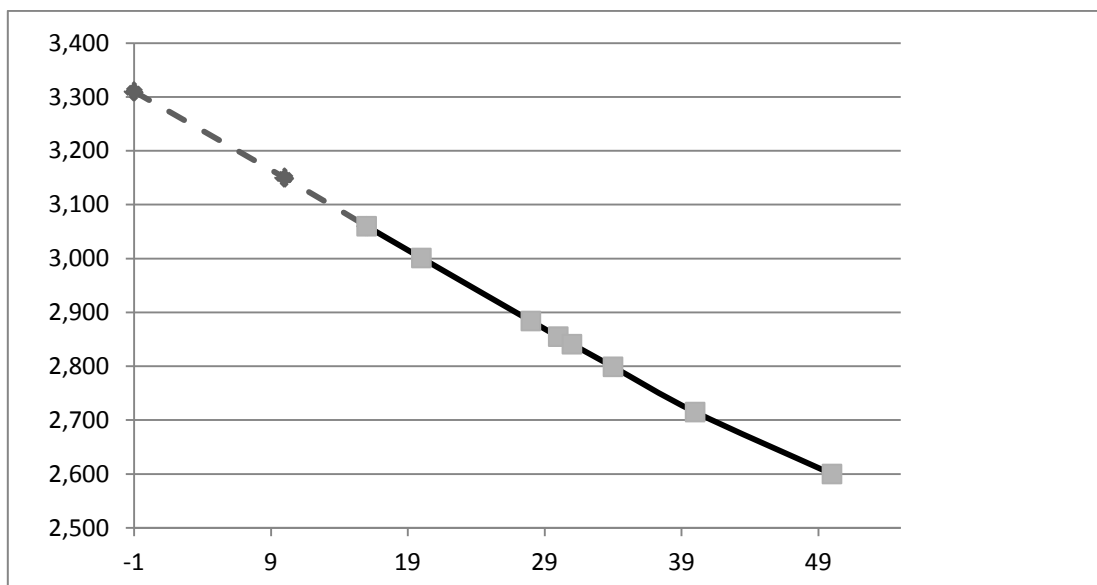
## Άνοιγμα 89m



*Σχήμα 7-94: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $100 \text{ m}$  και ανοίγματος  $89 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

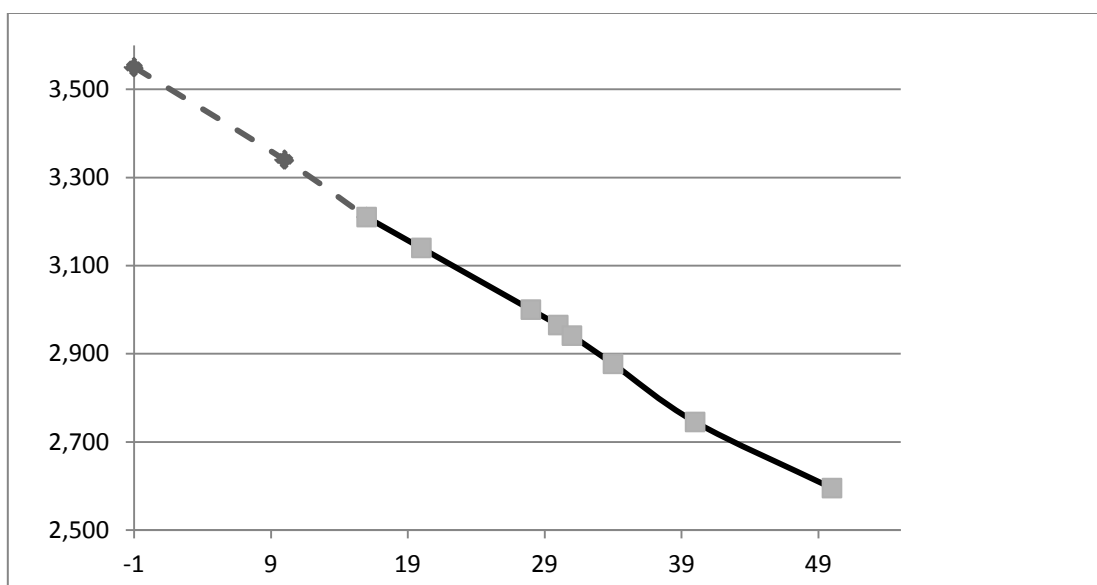


## Άνοιγμα 101m



*Σχήμα 7-95: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 101m. 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

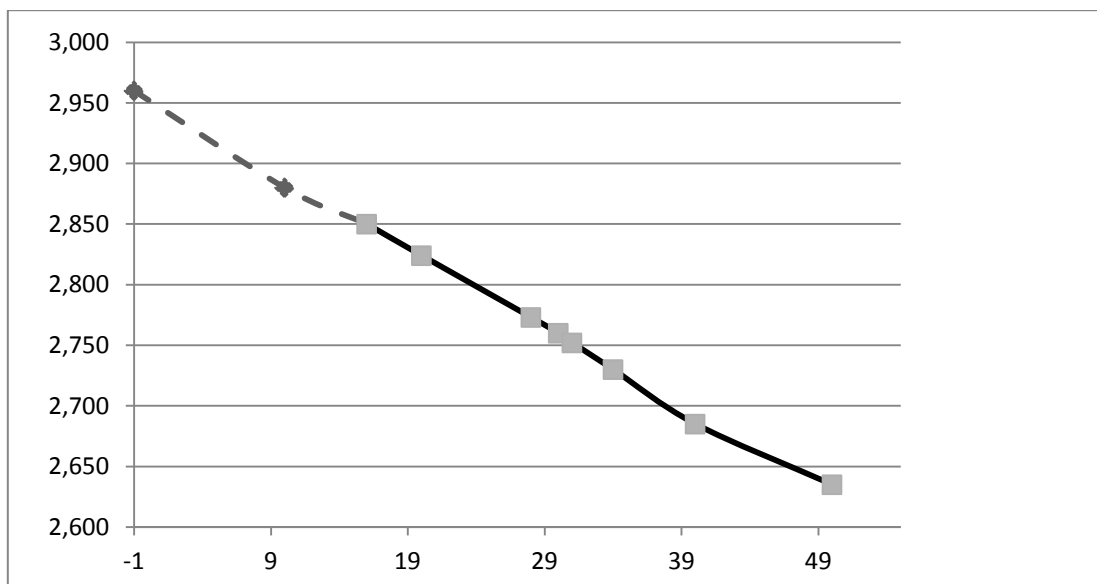


*Σχήμα 7-96: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 116m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.4.1.3 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125M

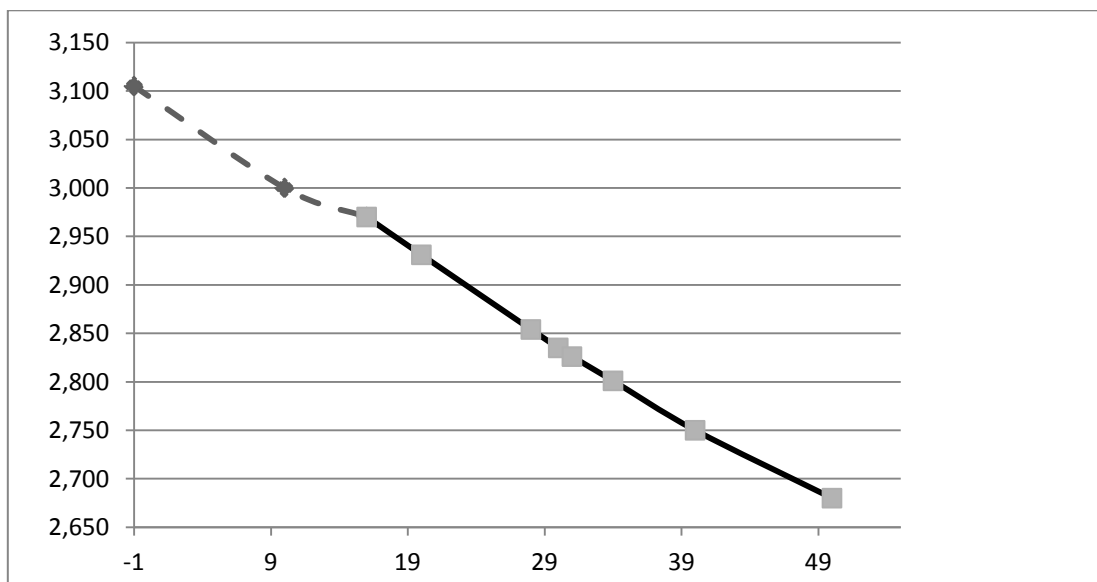
Από το σχήμα 7-97 έως το 7-102 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 125 m, για ανοίγματα 80 m, 92 m, 110 m, 125 m, 137 m και 146 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 80m



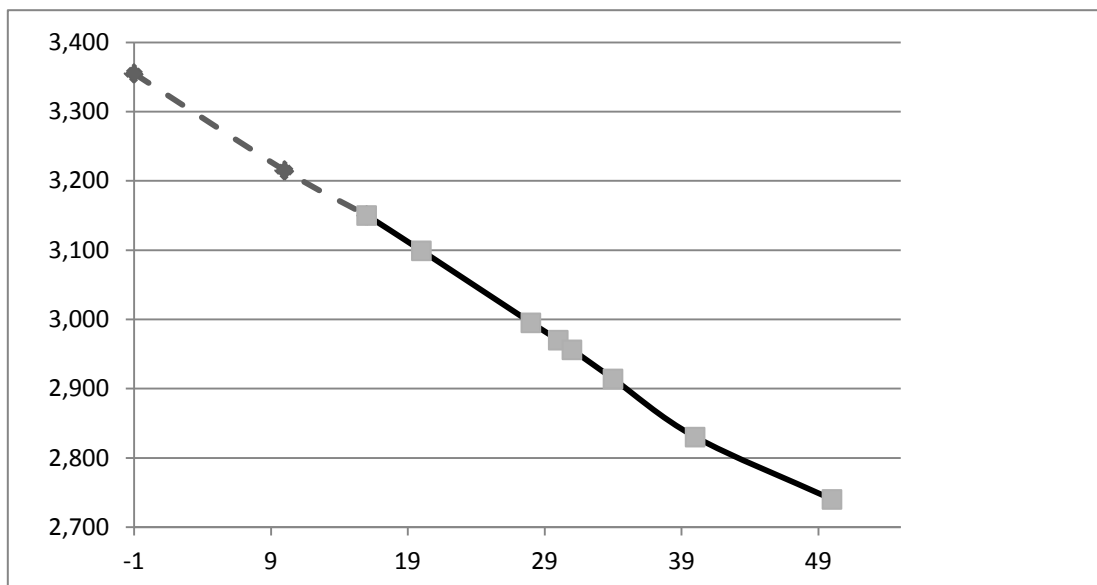
*Σχήμα 7-97: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 80m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

#### Άνοιγμα 92m



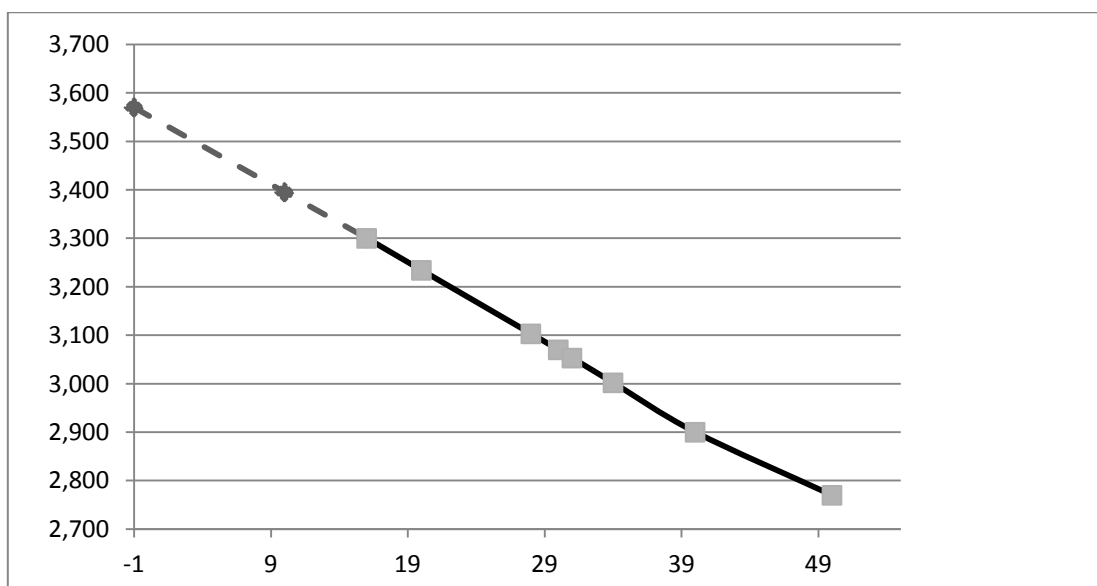
*Σχήμα 7-98: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 92m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 110m



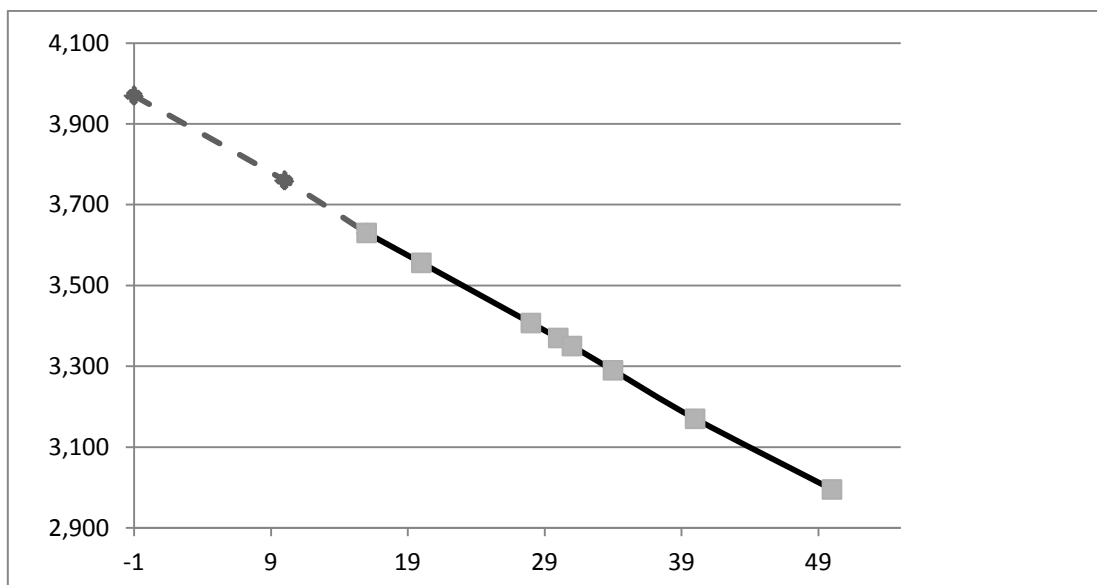
Σχήμα 7-99: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $125 \text{ m}$  και ανοίγματος  $110 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

## Άνοιγμα 125m



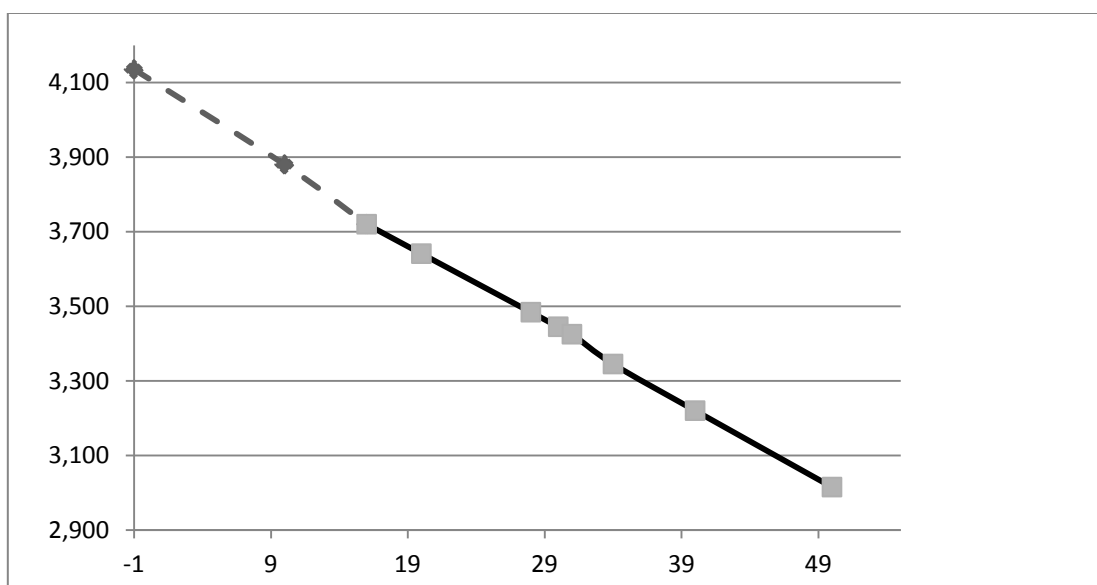
Σχήμα 7-100: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $125 \text{ m}$  και ανοίγματος  $125 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

### Άνοιγμα 137m



*Σχήμα 7-101: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 137m. 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 146m

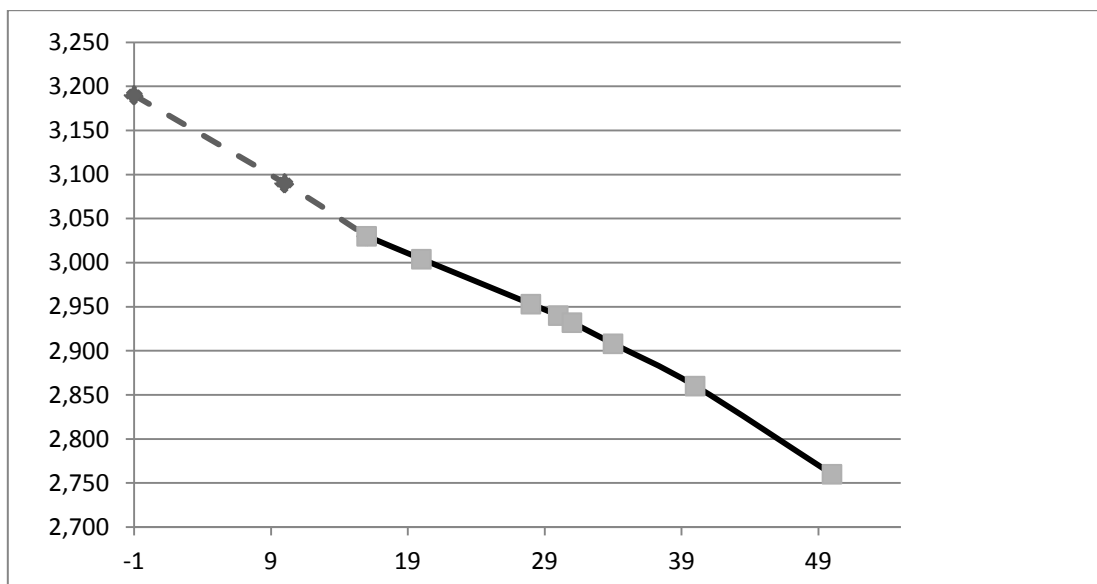


*Σχήμα 7-102: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 146m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

#### 7.4.1.4 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150M

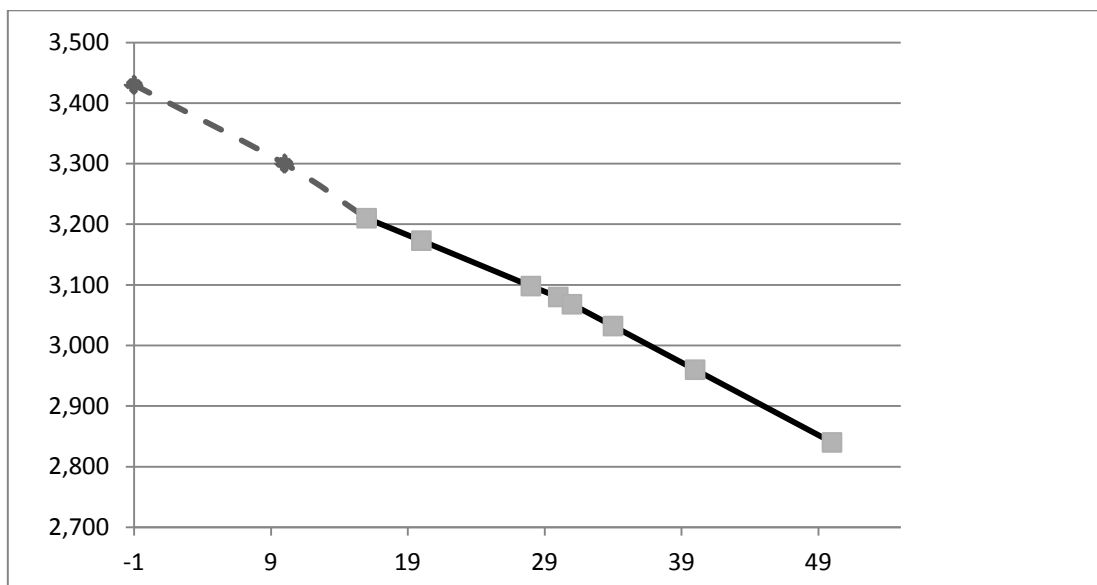
Από το σχήμα 7-103 έως το 7-108 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 150 m, για ανοίγματα 98 m, 116 m, 138 m, 150 m, 166 m και 184 m αντίστοιχα.

##### Άνοιγμα 98m



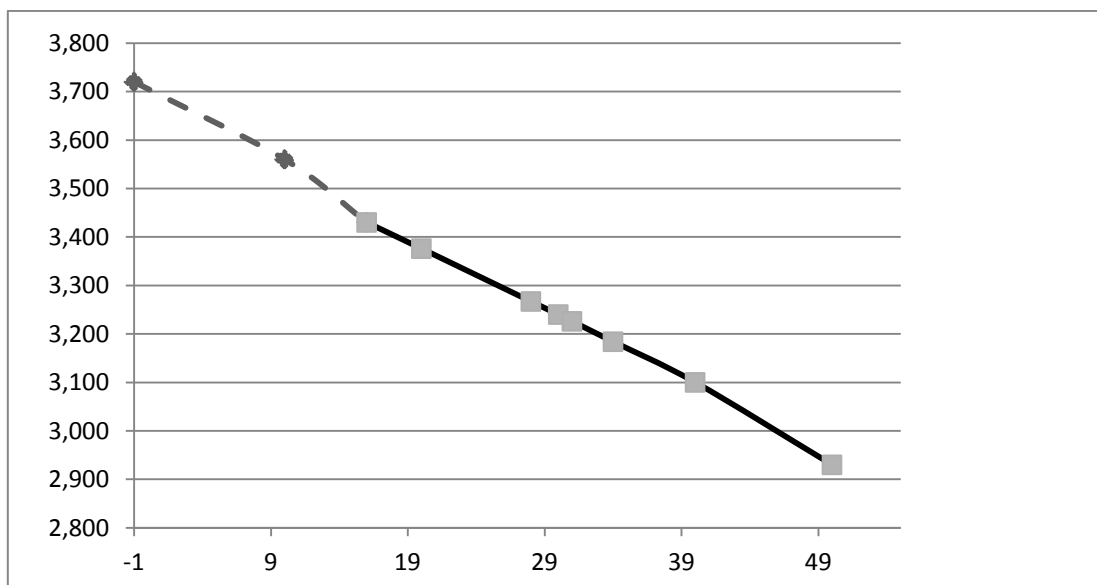
*Σχήμα 7-103:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 98m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

##### Άνοιγμα 116m



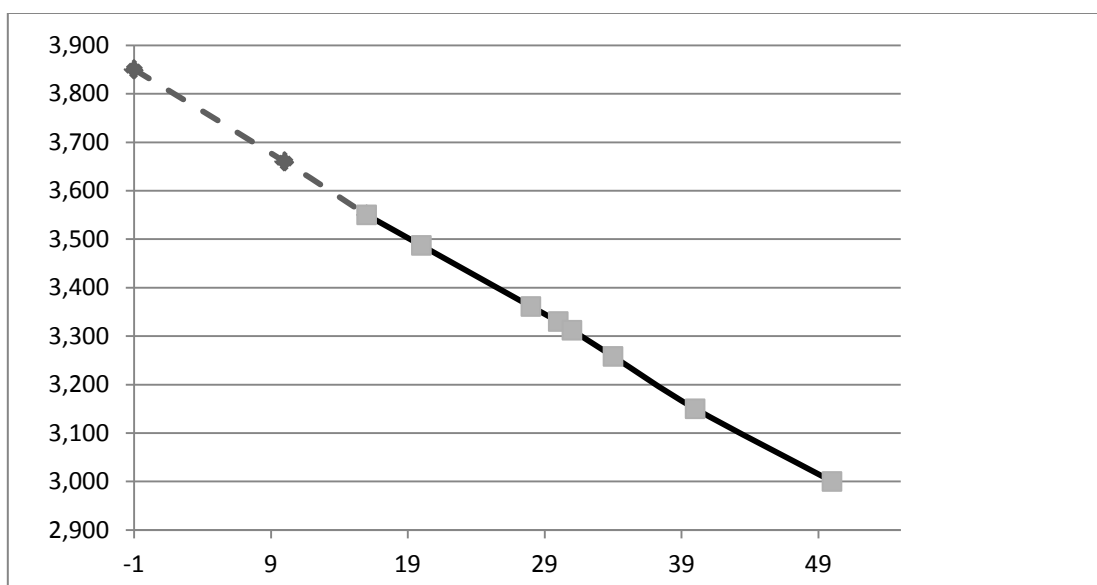
*Σχήμα 7-104:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 116m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

### Άνοιγμα 138m



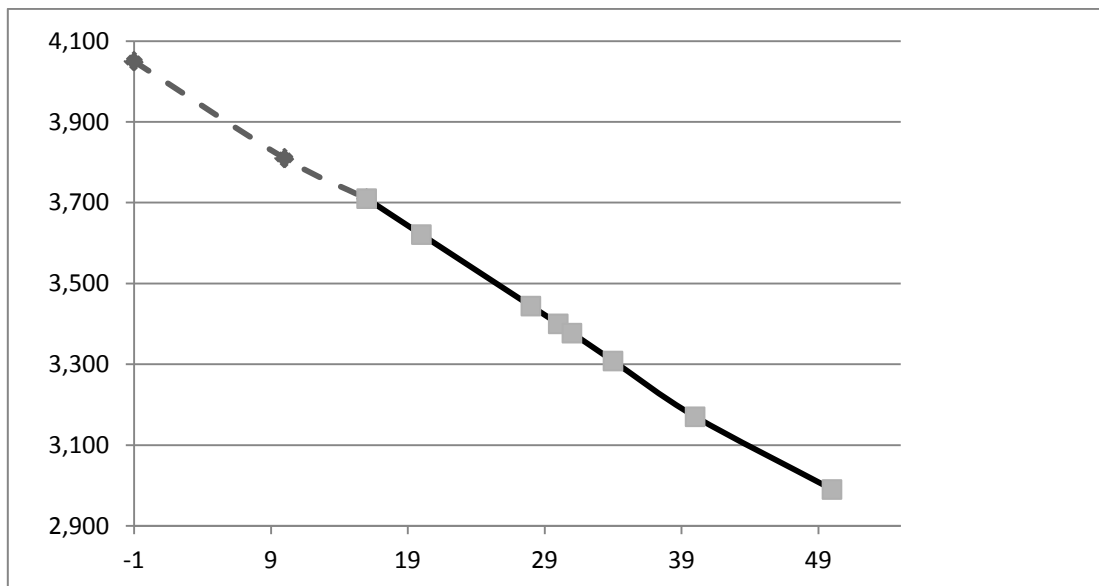
*Σχήμα 7-105: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 138m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 150m



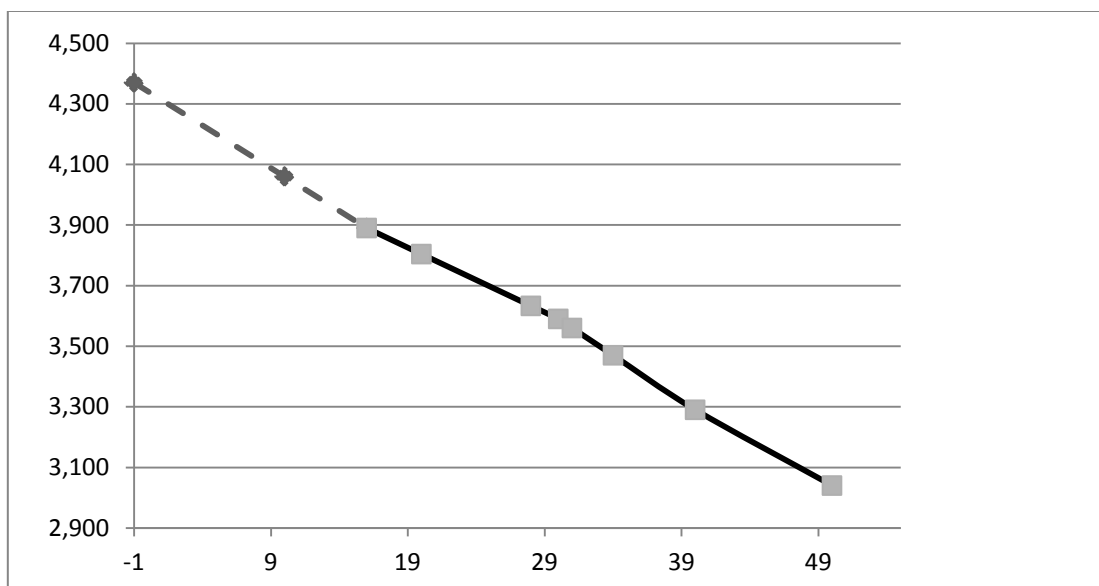
*Σχήμα 7-106: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 150m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 166m



*Σχήμα 7-107: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 166m. 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 184

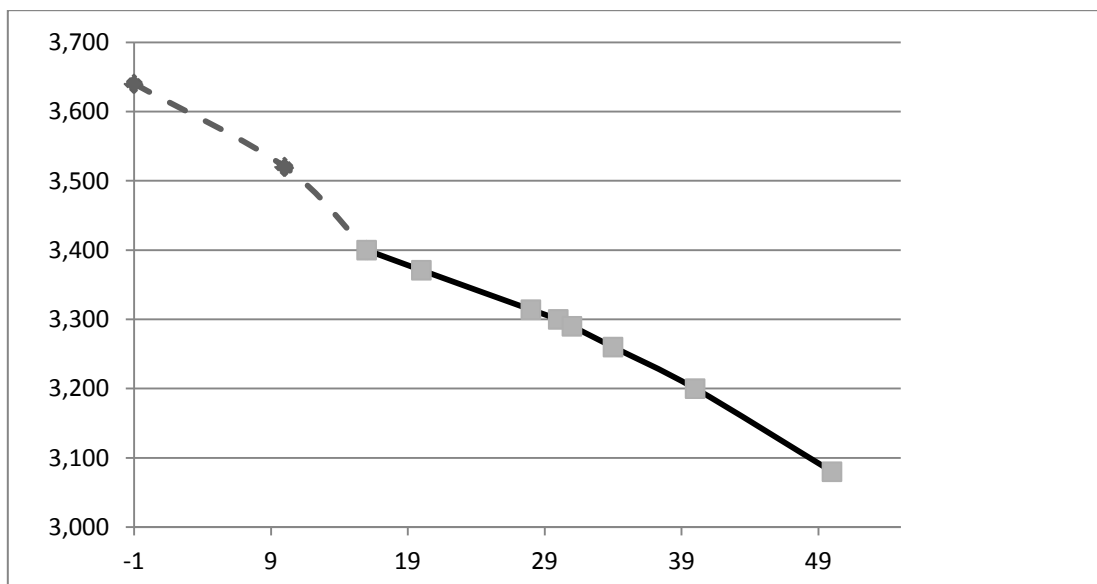


*Σχήμα 7-108: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 184m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.4.1.5 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 175M

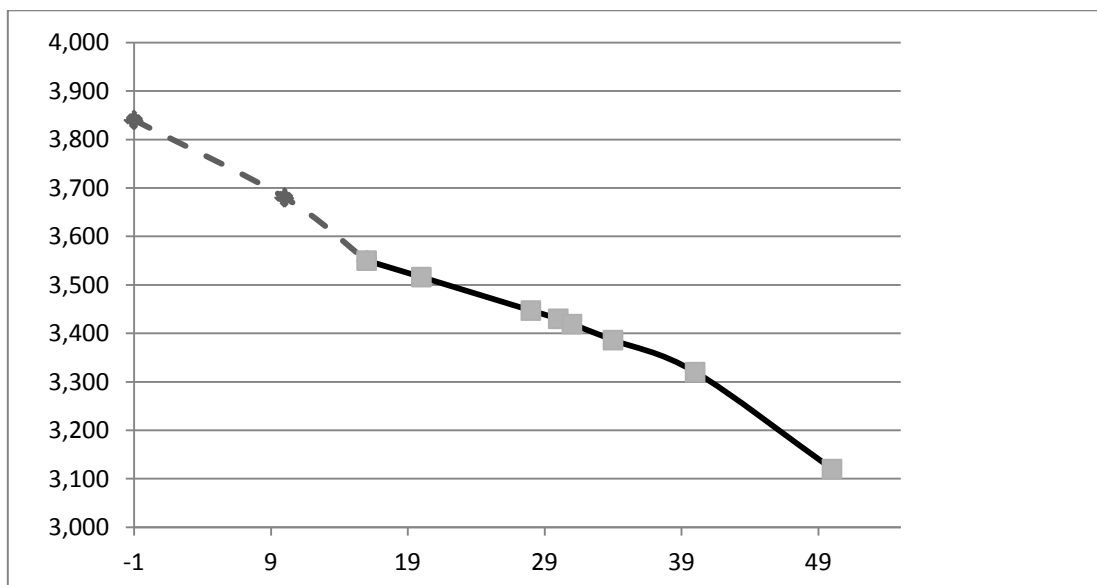
Από το σχήμα 7-109 έως το 7-114 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 175 m, για ανοίγματα 135m, 150 m, 160 m, 175 m, 190 m και 210 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 135m



*Σχήμα 7-109:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 135m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

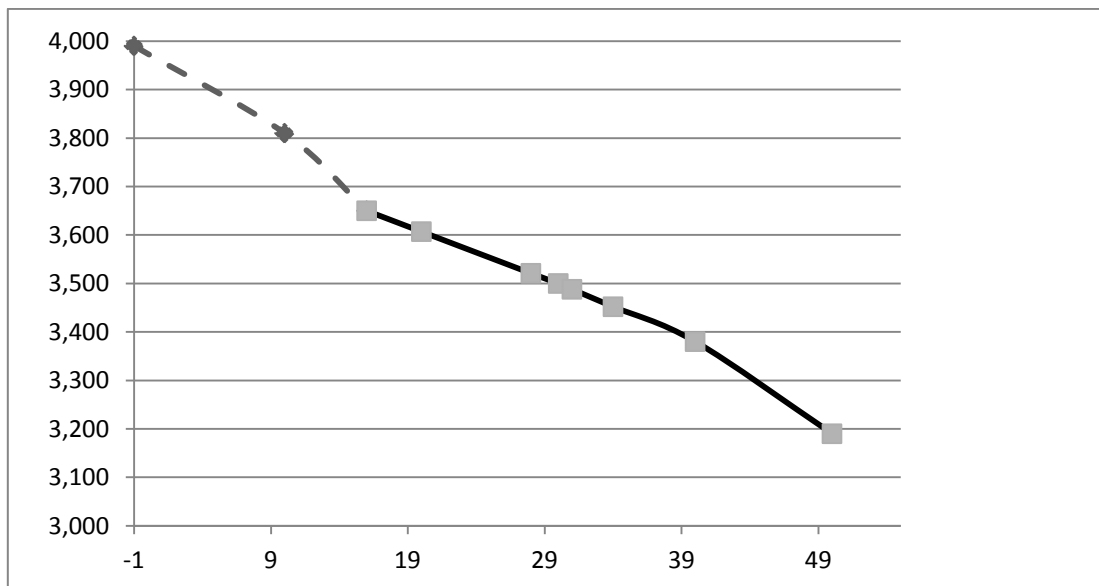
#### Άνοιγμα 150m



*Σχήμα 7-110:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 175 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

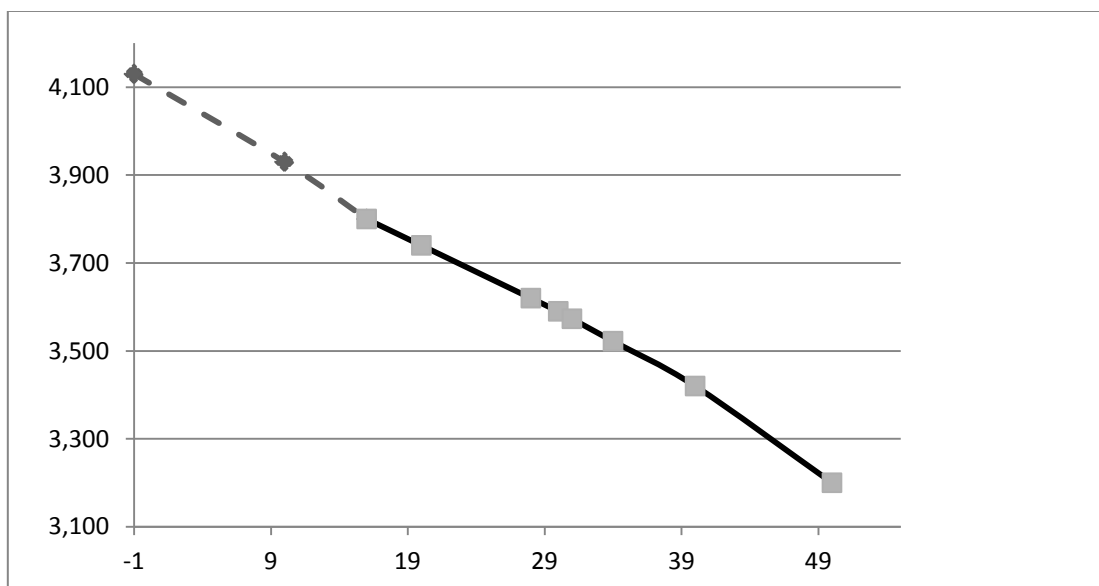


### Άνοιγμα 160m



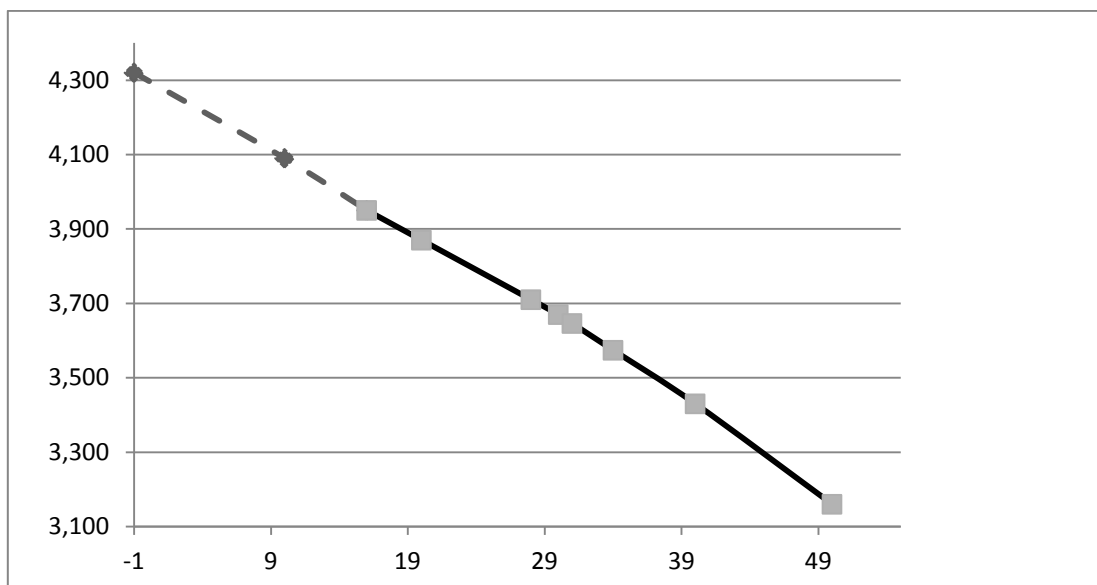
*Σχήμα 7-111: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 160m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 175m



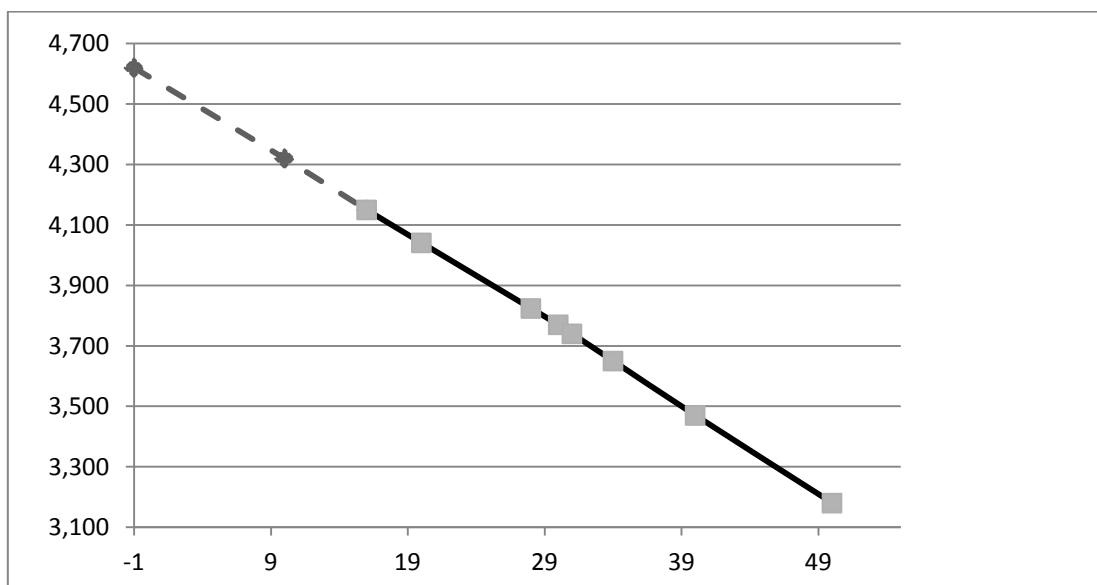
*Σχήμα 7-112: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 175m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 190m



*Σχήμα 7-113: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 175 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*

### Άνοιγμα 210m

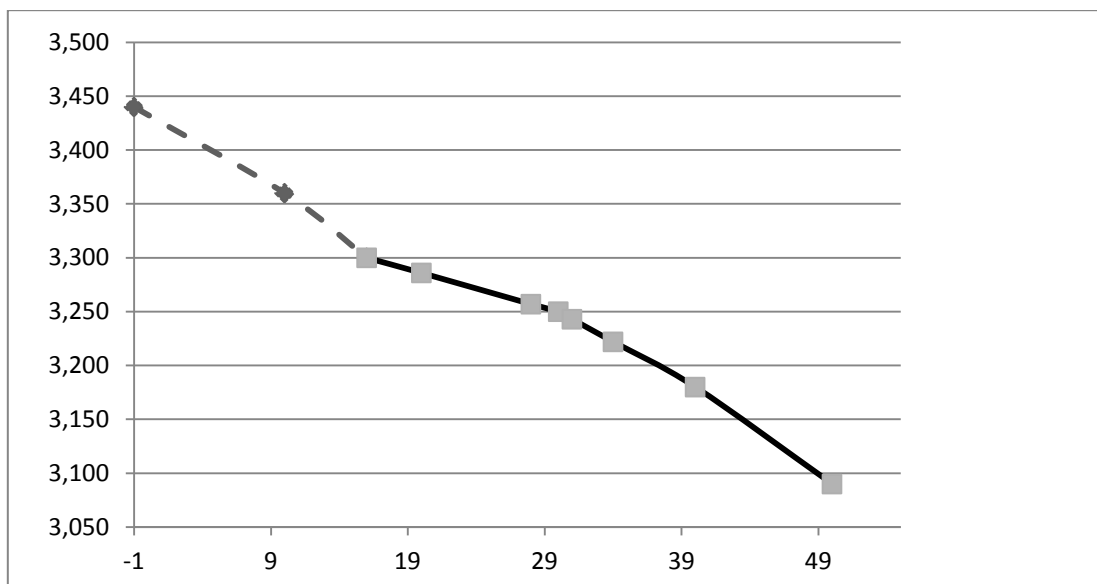


*Σχήμα 7-114: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 210m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.4.1.6 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 200Μ

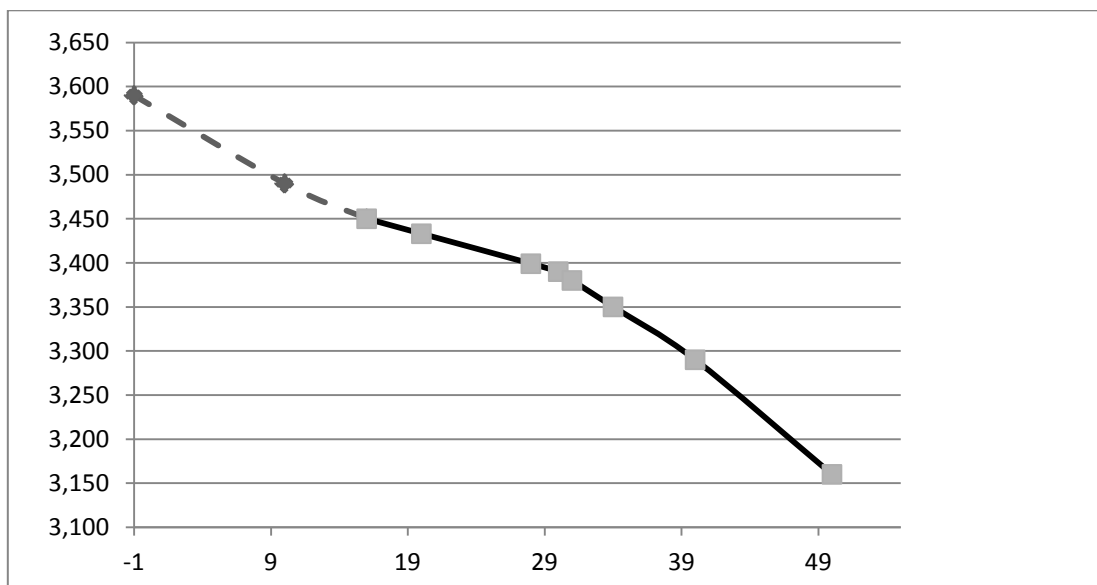
Από το σχήμα 7-115 έως το 7-120 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> ελαφριάς επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 200 m, για ανοίγματα 125m, 140 m, 160 m, 185 m, 200 m και 220 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 125m



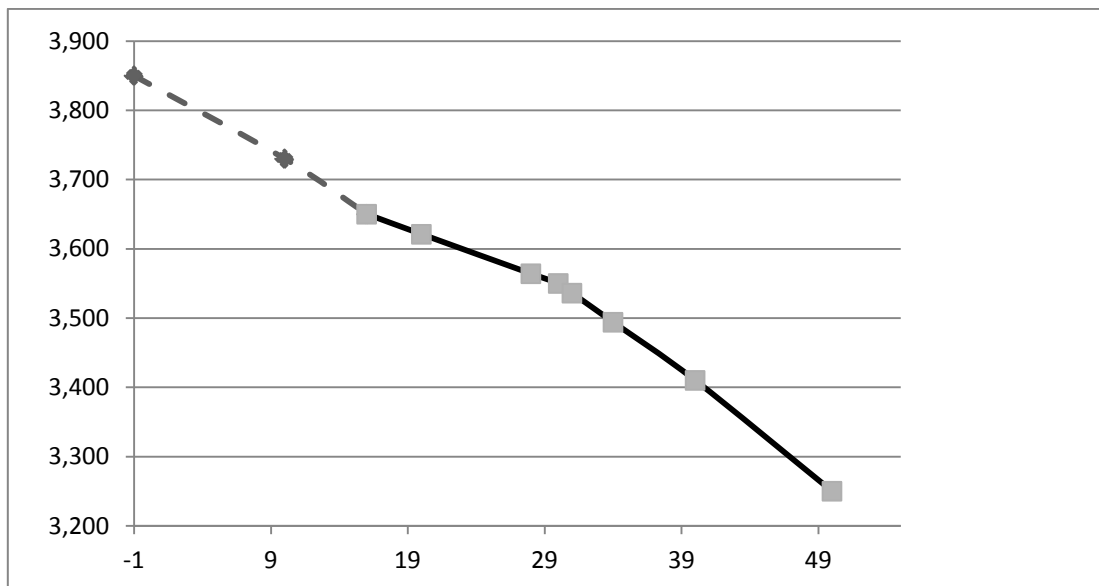
*Σχήμα 7-115:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 125m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

#### Άνοιγμα 140m



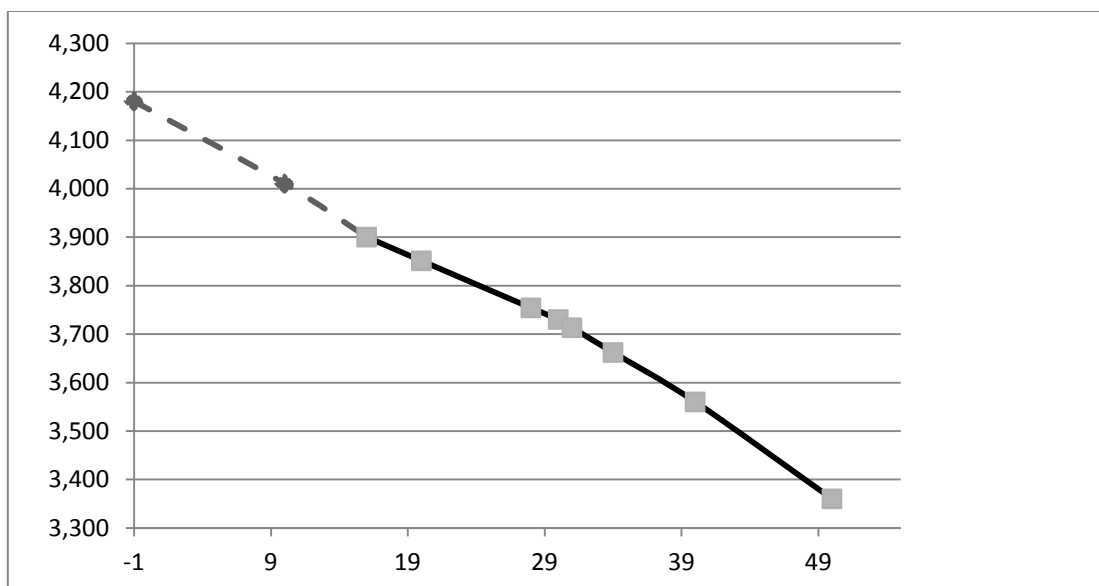
*Σχήμα 7-116:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 140m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

### Άνοιγμα 160m



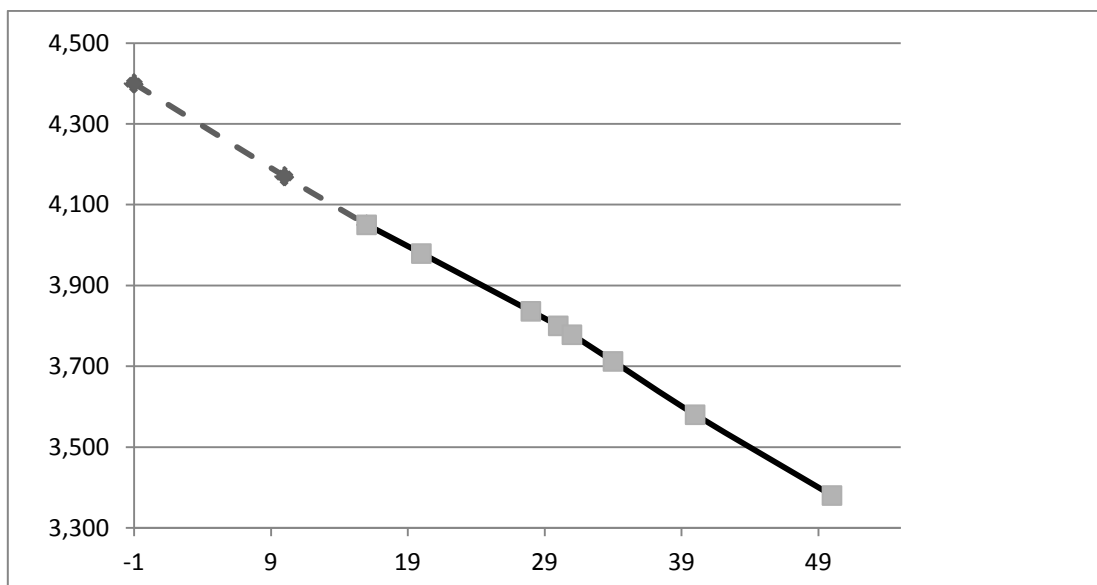
*Σχήμα 7-117: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 160m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 185m



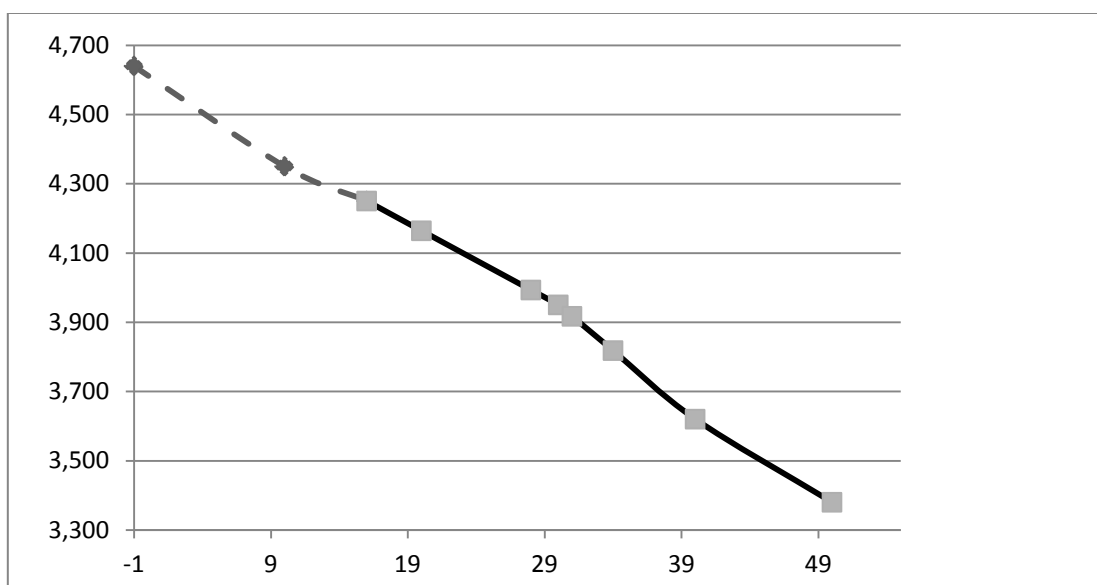
*Σχήμα 7-118: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 185m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 200m



*Σχήμα 7-119: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 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 220m



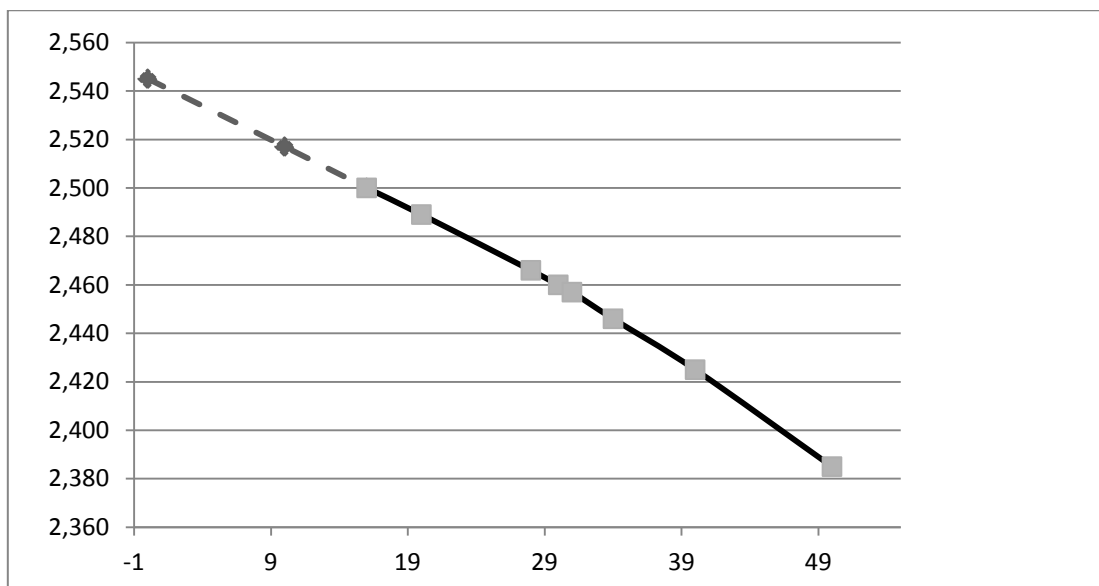
*Σχήμα 7-120: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 220m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## 7.4.2 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ

### 7.4.2.1 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 75Μ

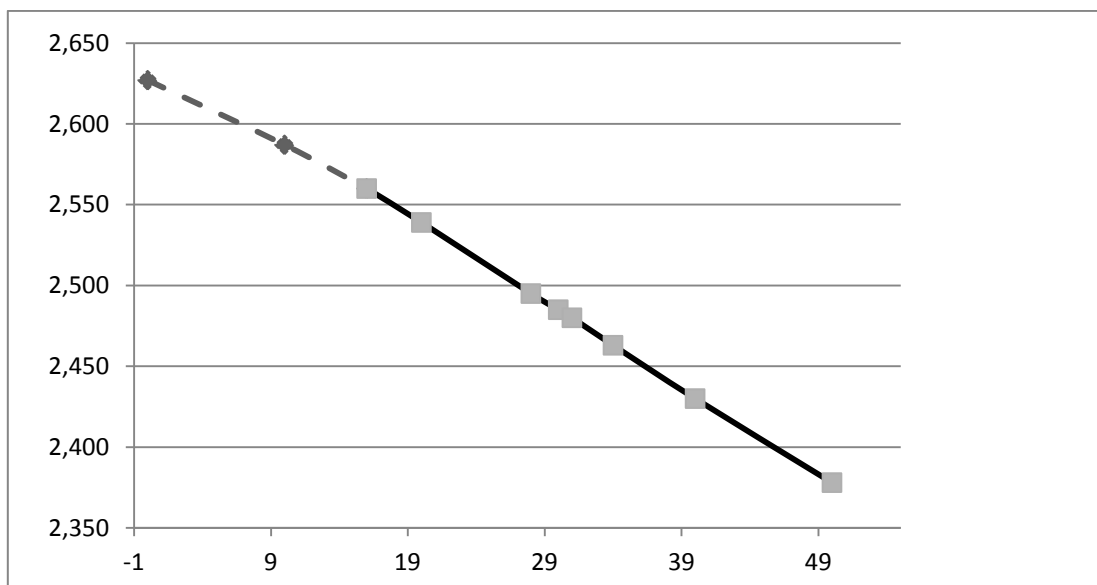
Από το σχήμα 7-121 έως το 7-126 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 75 m, για ανοίγματα 40 m, 51m, 62 m, 75 m, 83 m και 92 m αντίστοιχα.

Άνοιγμα 40m



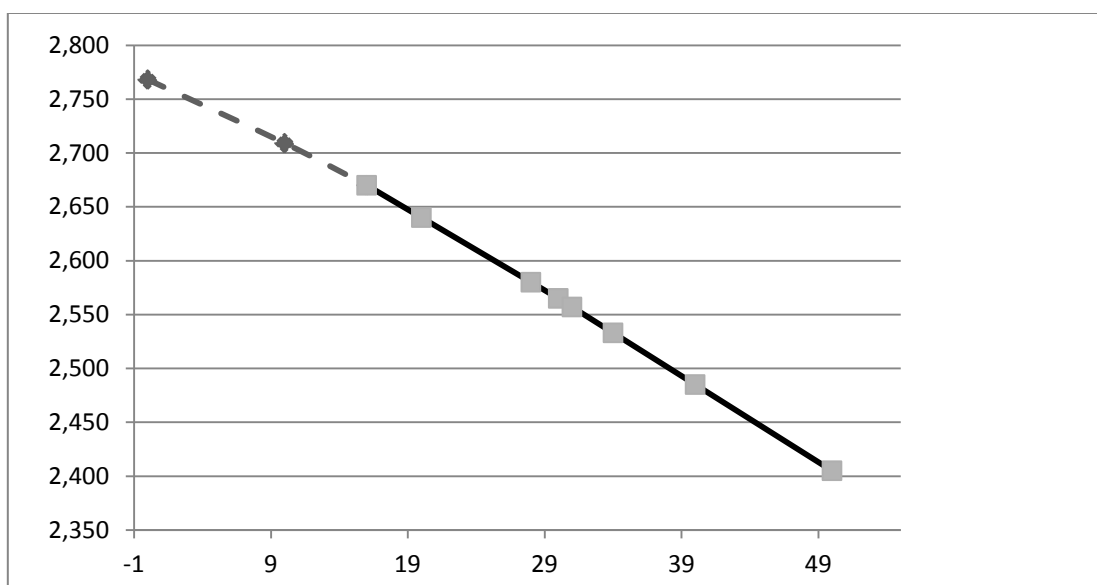
Σχήμα 7-121: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 40m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

## Άνοιγμα 51m



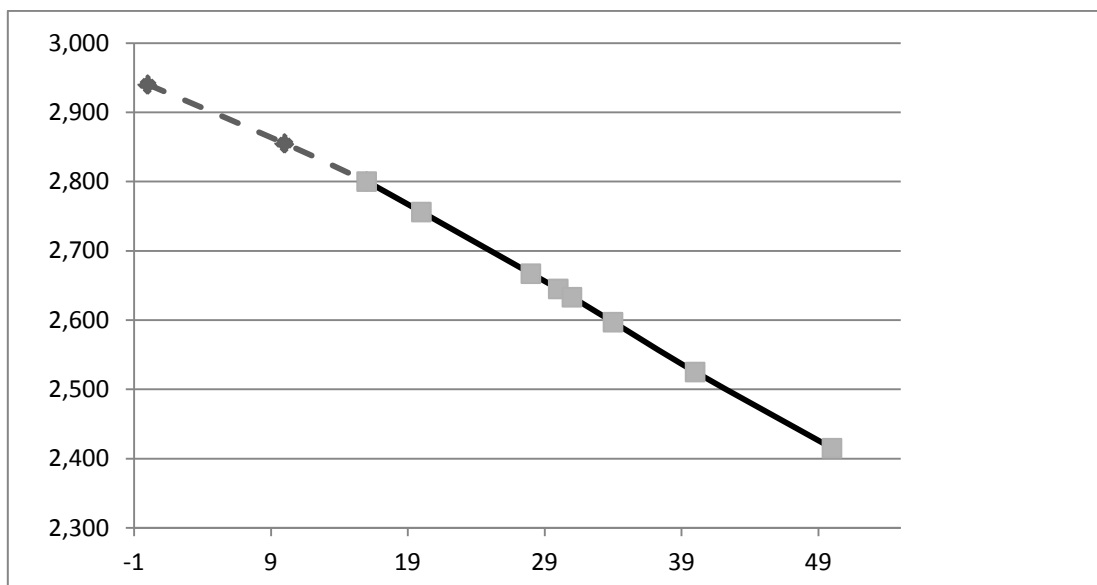
Σχήμα 7-122: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 51m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

## Άνοιγμα 62m



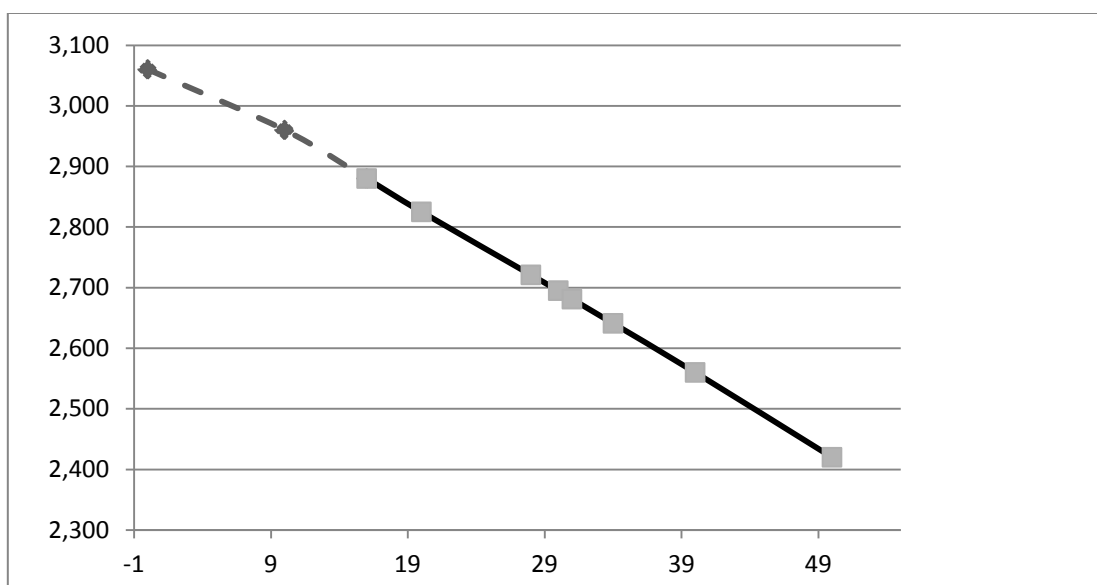
Σχήμα 7-123: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 75 m και ανοίγματος 62m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

## Άνοιγμα 75m



Σχήμα 7-124: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $75 \text{ m}$  και ανοίγματος  $75 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

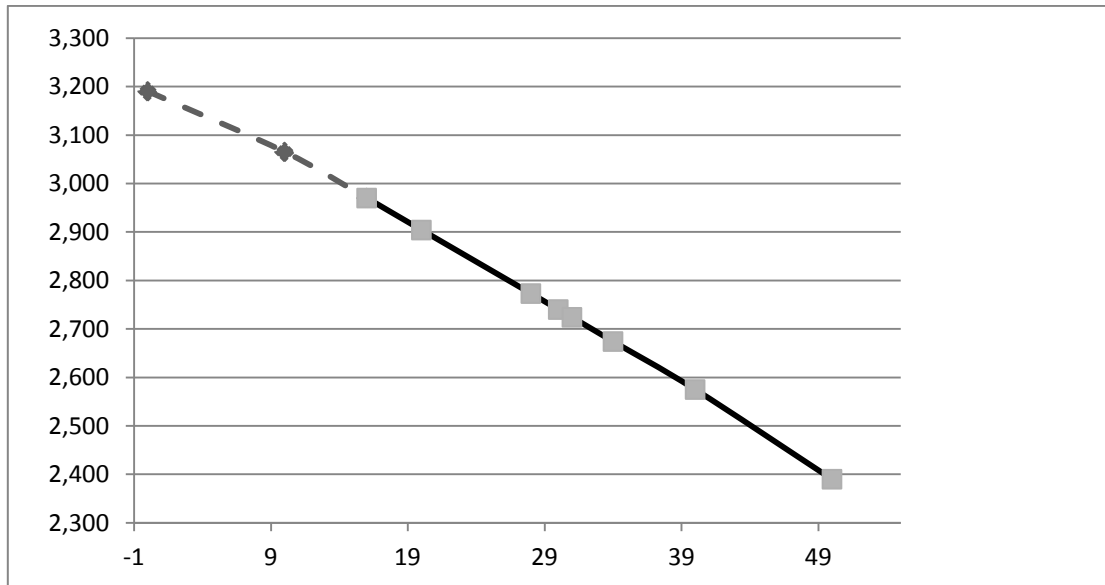
## Άνοιγμα 83m



Σχήμα 7-125: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $75 \text{ m}$  και ανοίγματος  $83 \text{ m}$ . 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

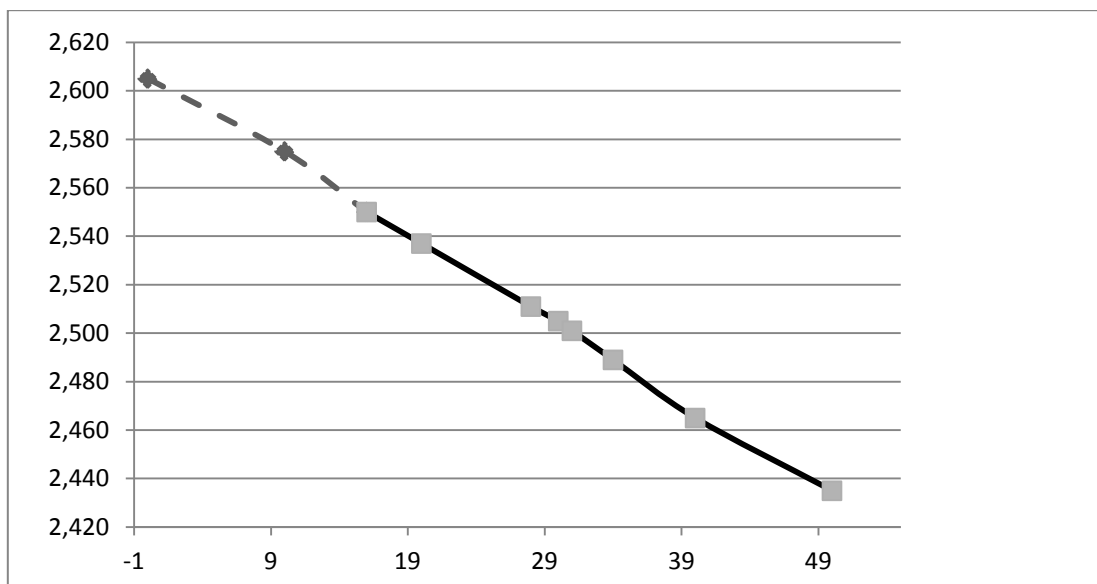


*Σχήμα 7-126: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $75 \text{ m}$  και ανοίματος  $92 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.4.2.2 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 100M

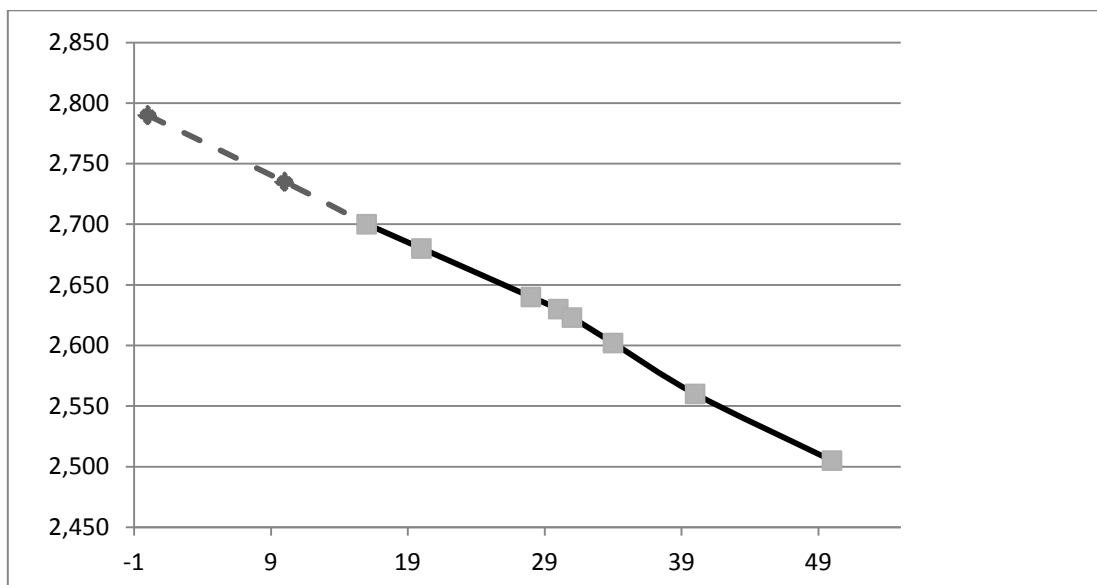
Από το σχήμα 7-127 έως το 7-132 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 100 m, για ανοίγματα 50 m, 65 m, 77 m, 88 m, 100 m και 115 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 50m



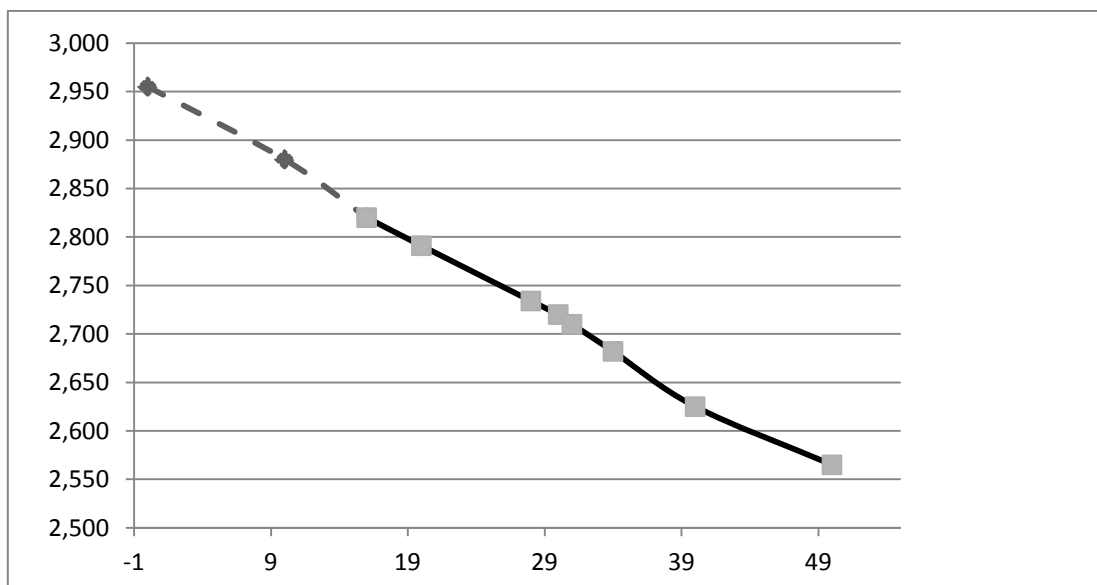
*Σχήμα 7-127: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 50m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

#### Άνοιγμα 65m



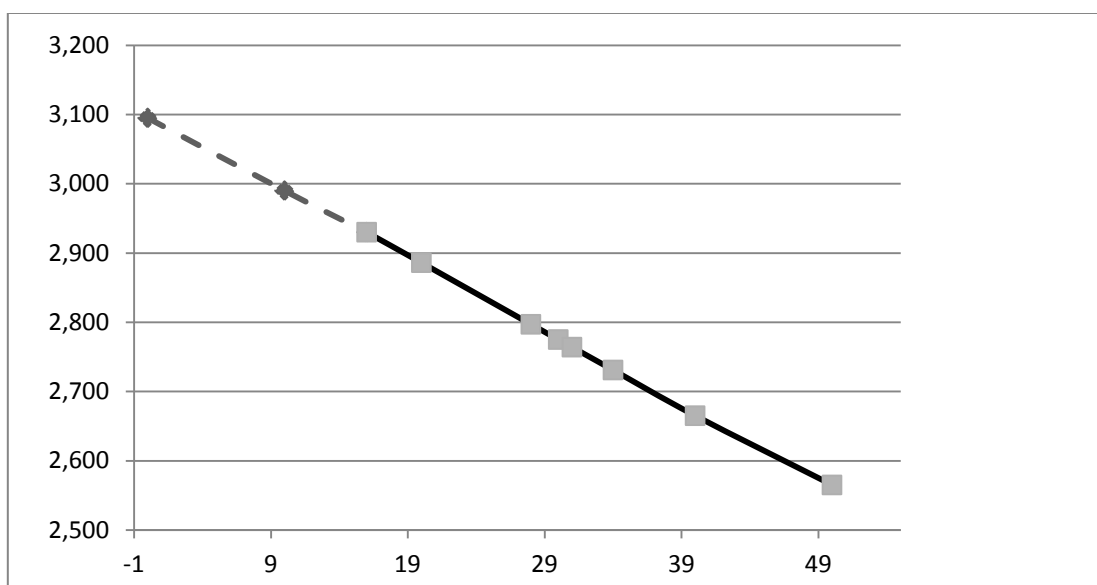
*Σχήμα 7-128: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματος 65m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 77m



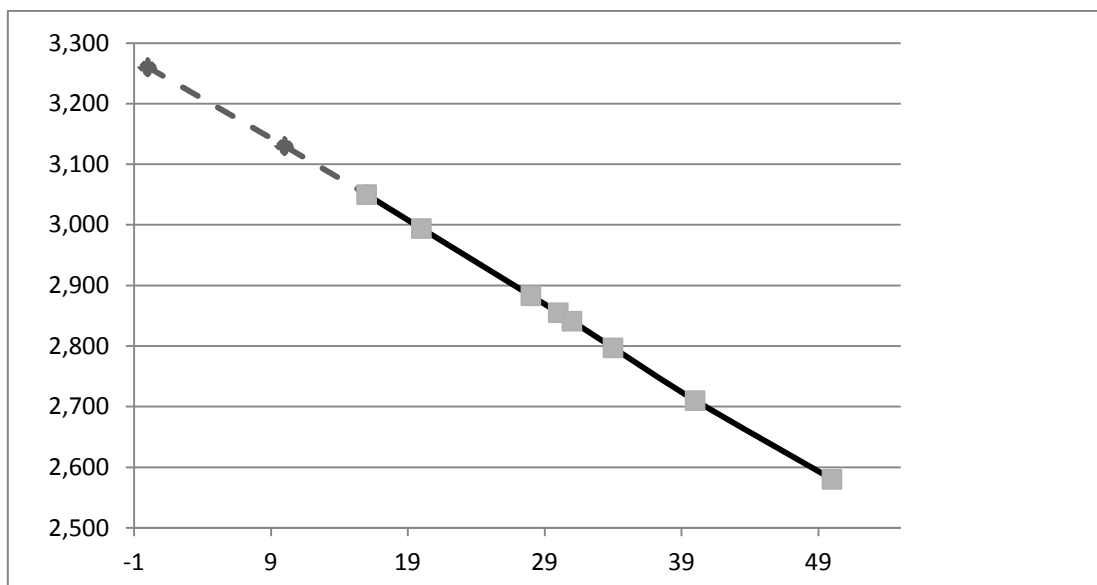
Σχήμα 7-129: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $100 \text{ m}$  και ανοίγματος  $77 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

## Άνοιγμα 88m



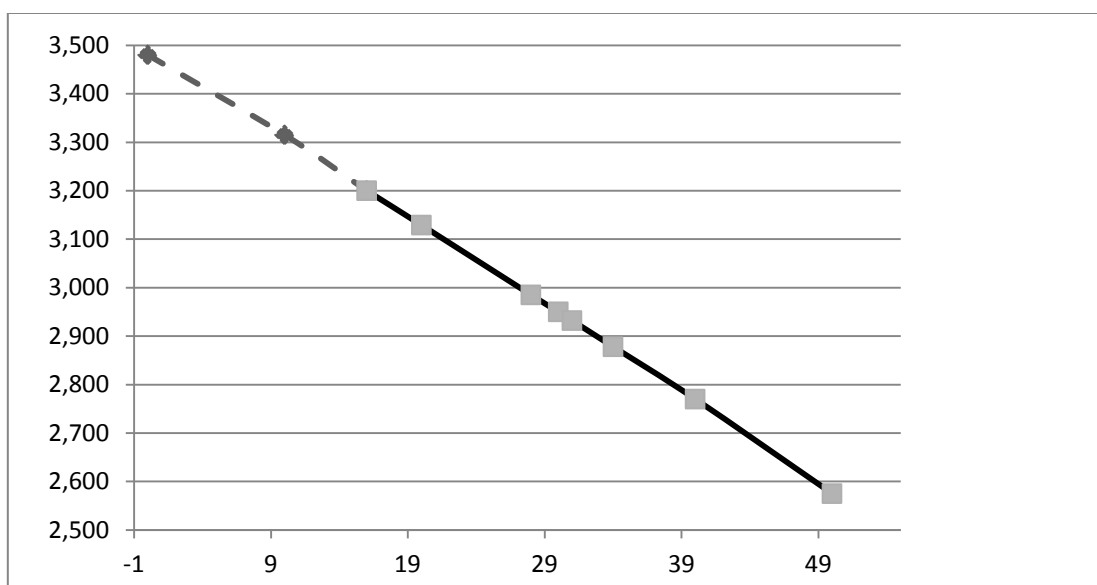
Σχήμα 7-130: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $100 \text{ m}$  και ανοίγματος  $88 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

## Άνοιγμα 100m



*Σχήμα 7-131: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματα 100m. 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 115m

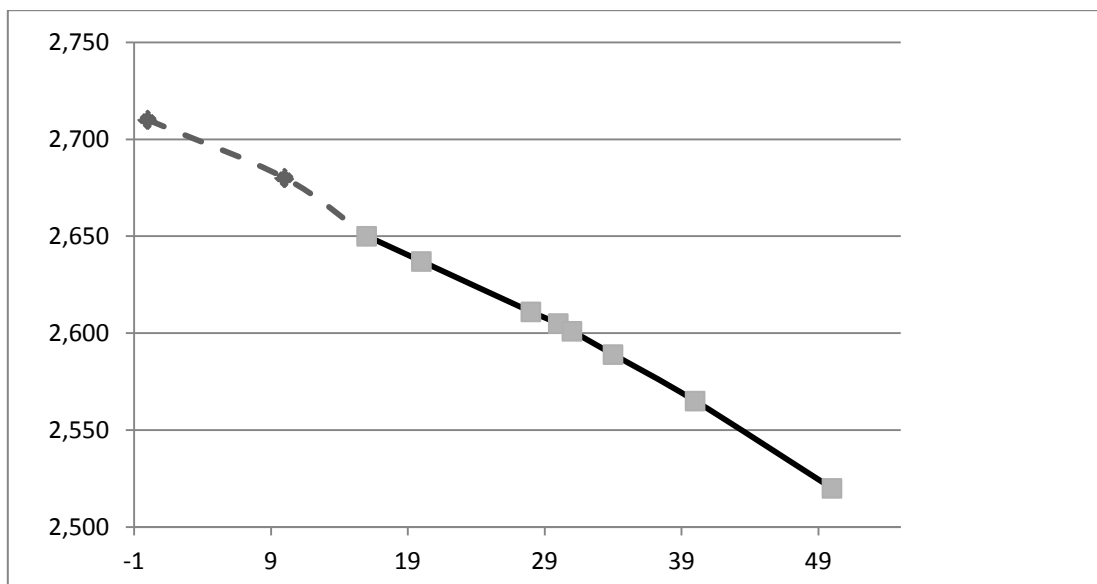


*Σχήμα 7-132: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 100 m και ανοίγματα 115m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.4.2.3 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 125M

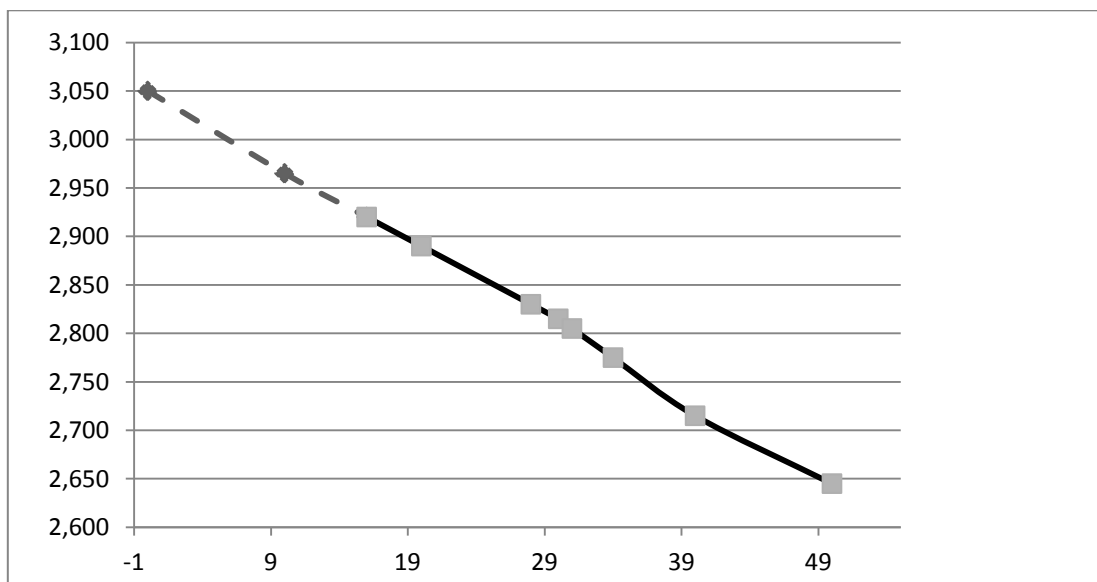
Από το σχήμα 7-133 έως το 7-138 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 125 m, για ανοίγματα 60 m, 87 m, 108 m, 126 m, 138 m και 156 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 60m



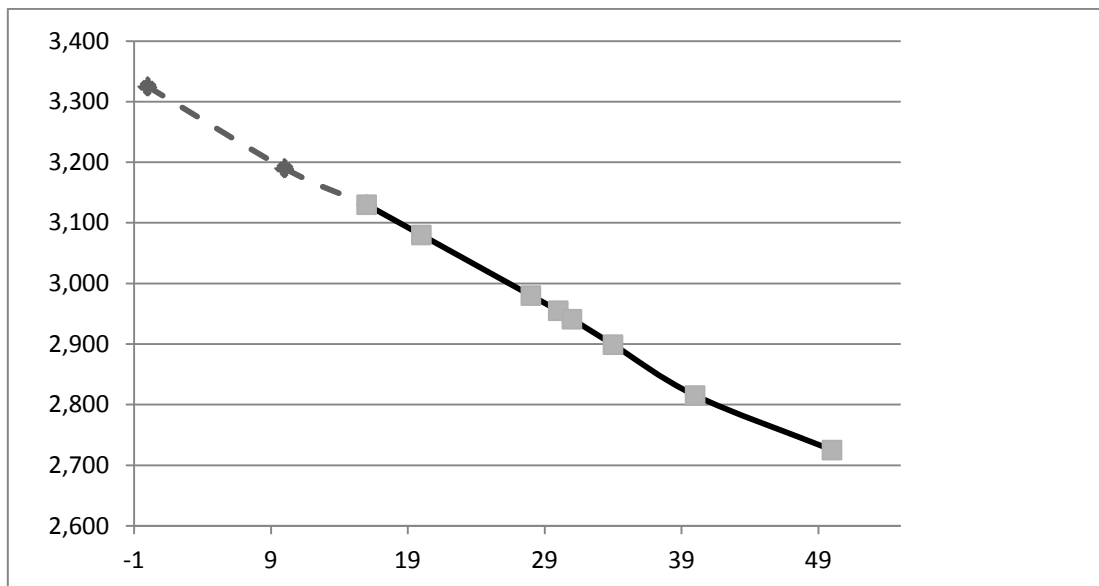
*Σχήμα 7-133:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 60m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

#### Άνοιγμα 87m



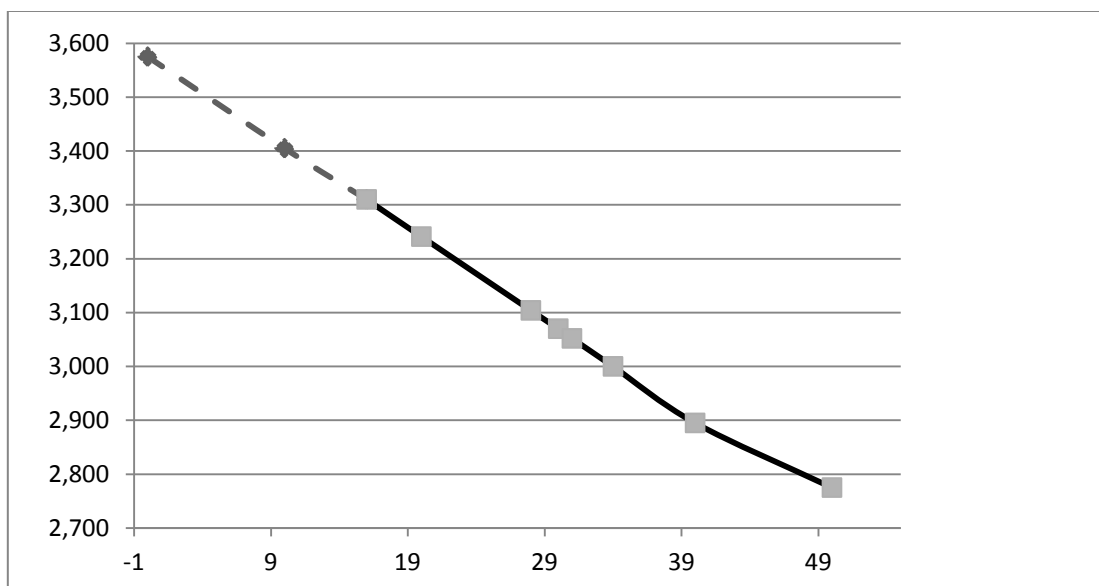
*Σχήμα 7-134:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 87m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

### Άνοιγμα 108m



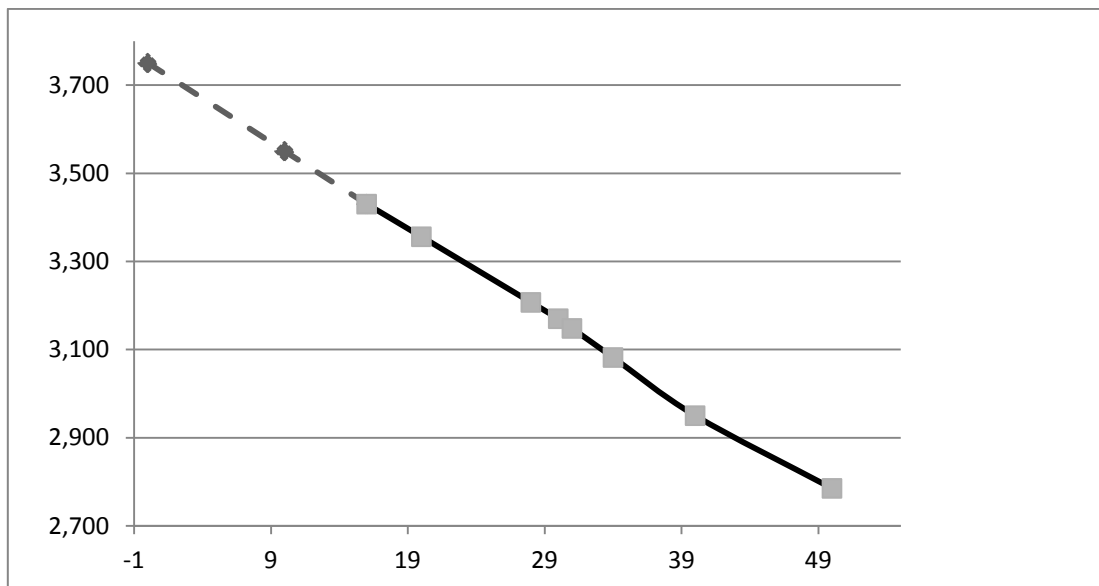
*Σχήμα 7-135: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 108m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 126m



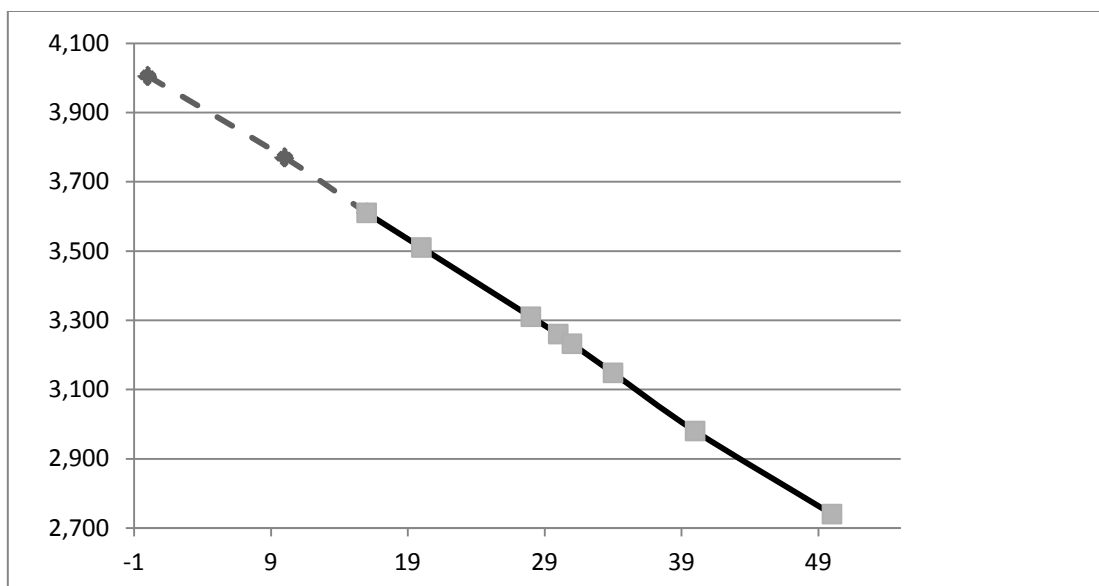
*Σχήμα 7-136: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 126m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 138m



*Σχήμα 7-137: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 138m. 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

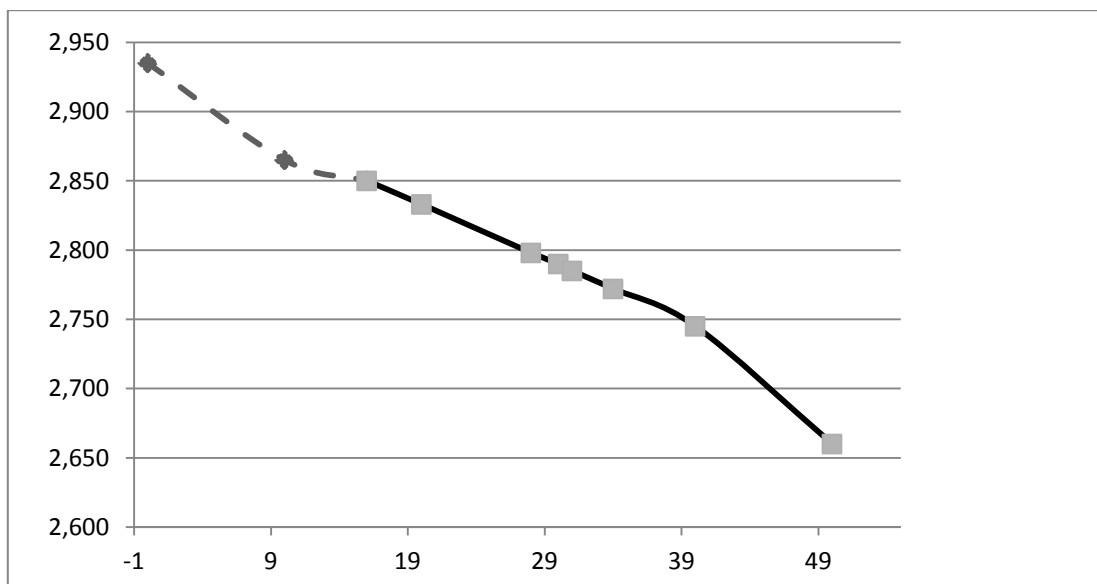


*Σχήμα 7-138: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 125 m και ανοίγματος 156m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

#### 7.4.2.4 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 150Μ

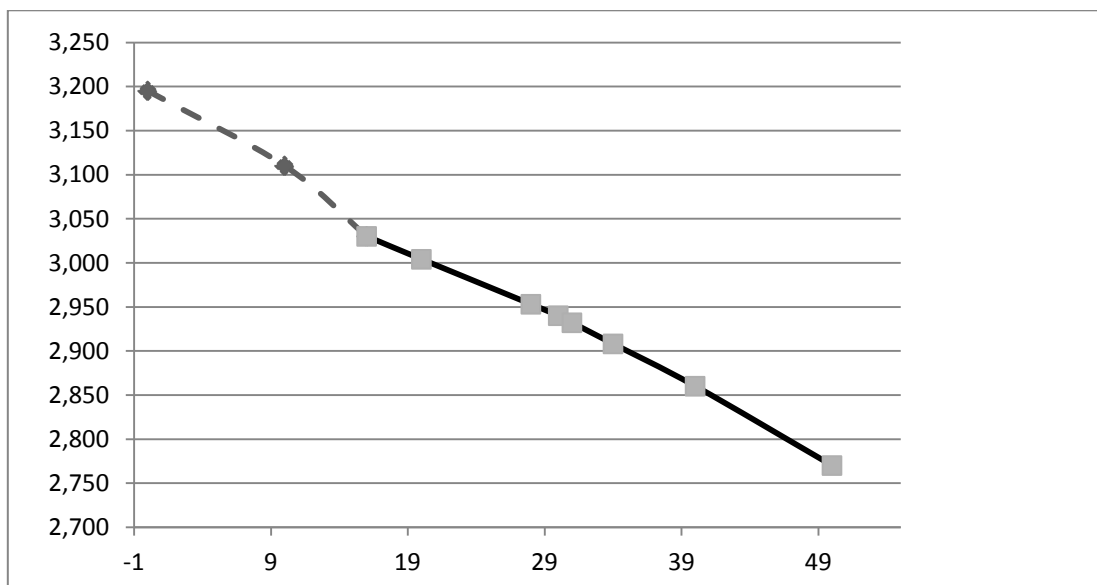
Από το σχήμα 7-139 έως το 7-144 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 150 m, για ανοίγματα 80 m, 98 m, 124 m, 150 m, 170 m και 192 m αντίστοιχα.

##### Άνοιγμα 80m



*Σχήμα 7-139: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 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*

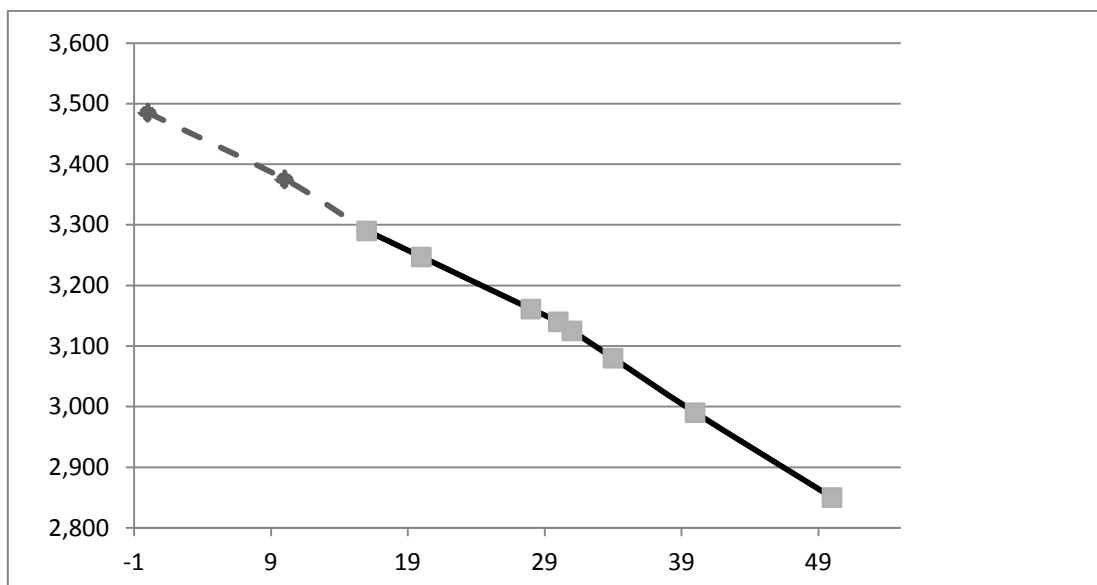
##### Άνοιγμα 98m



*Σχήμα 7-140: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 98m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

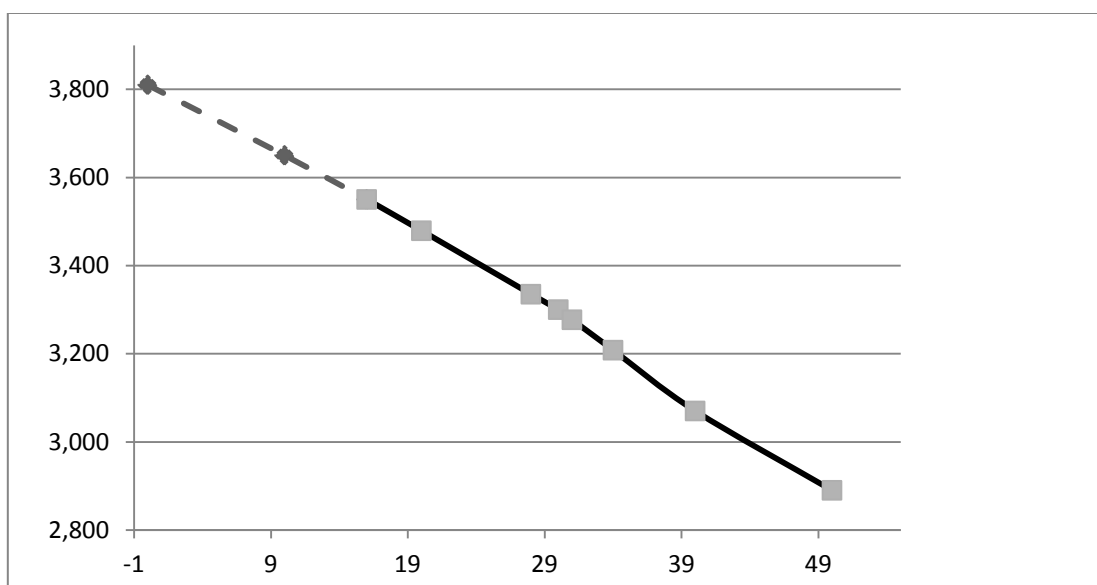


## Άνοιγμα 124m



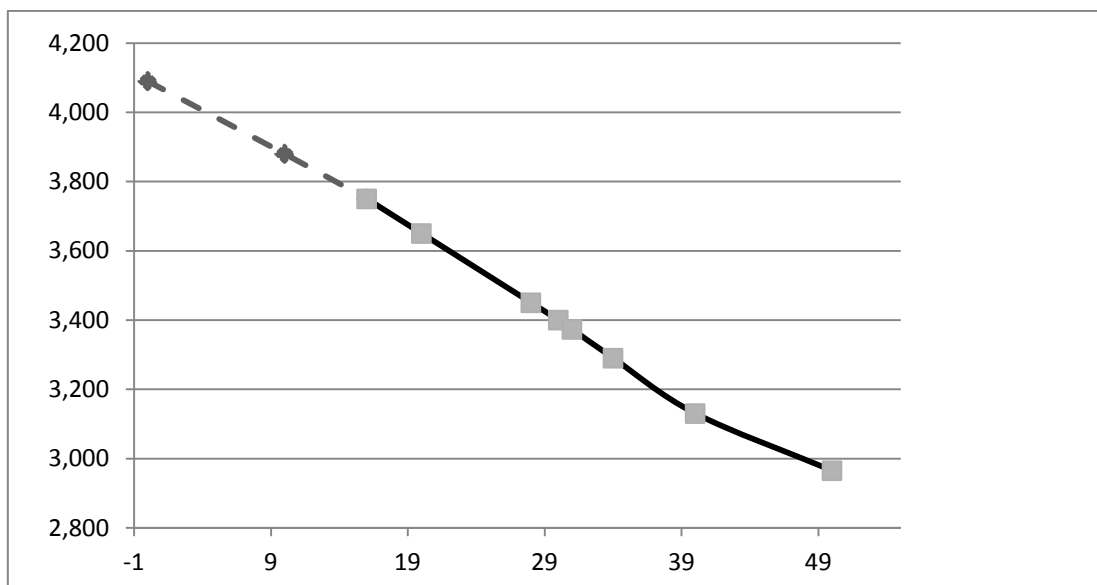
*Σχήμα 7-141: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 124m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 150m



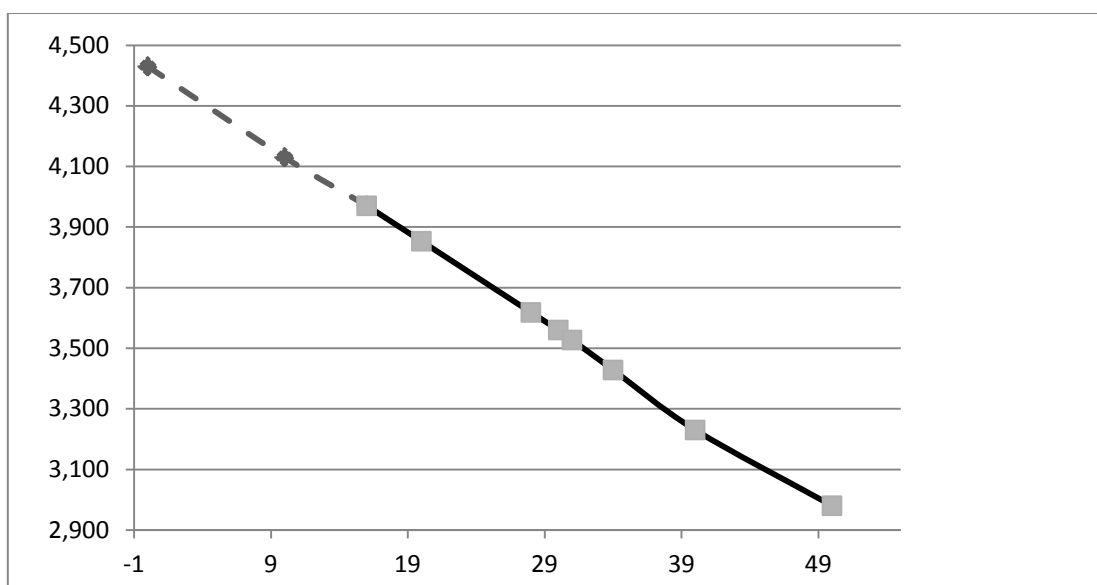
*Σχήμα 7-142: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 150m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

## Άνοιγμα 170m



*Σχήμα 7-143: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, 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 192m

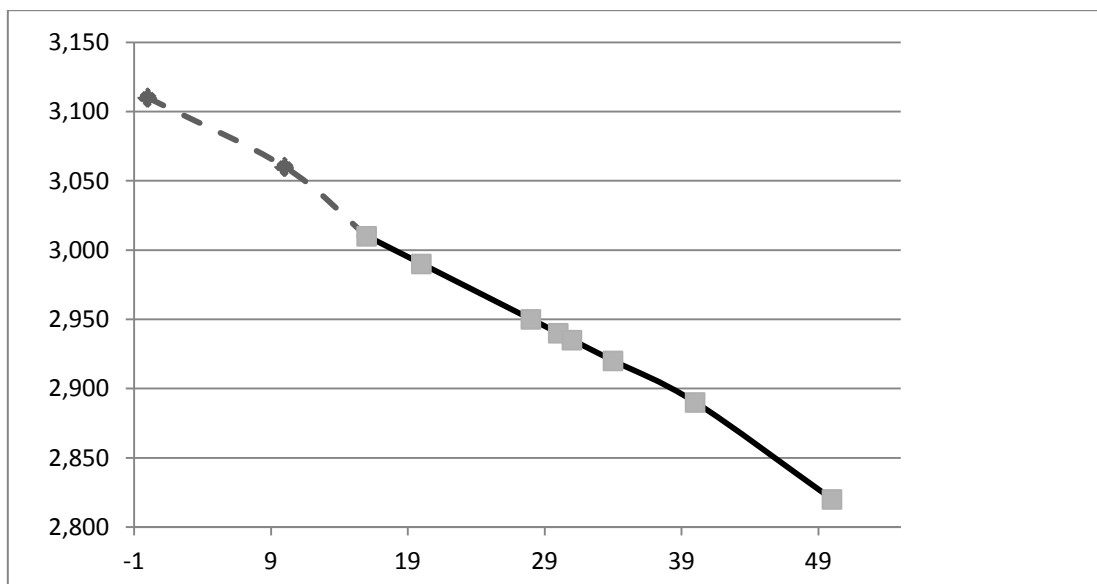


*Σχήμα 7-144: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 150 m και ανοίγματος 192m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

#### 7.4.2.5 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 175M

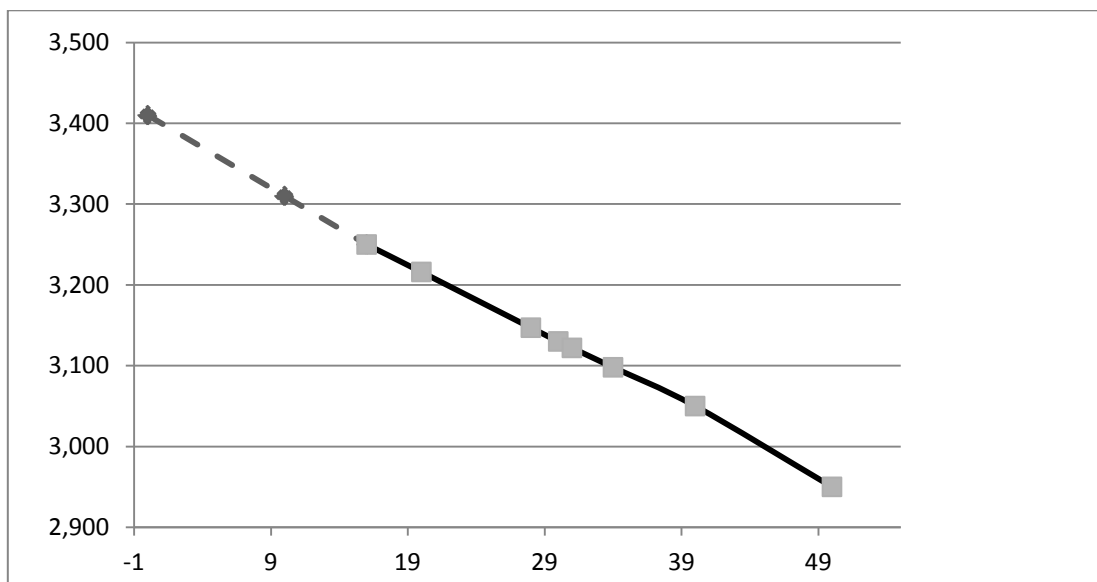
Από το σχήμα 7-145 έως το 7-150 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 175 m, για ανοίγματα 96 m, 120 m, 142 m, 176 m, 196 m και 218 m αντίστοιχα.

##### Άνοιγμα 96m



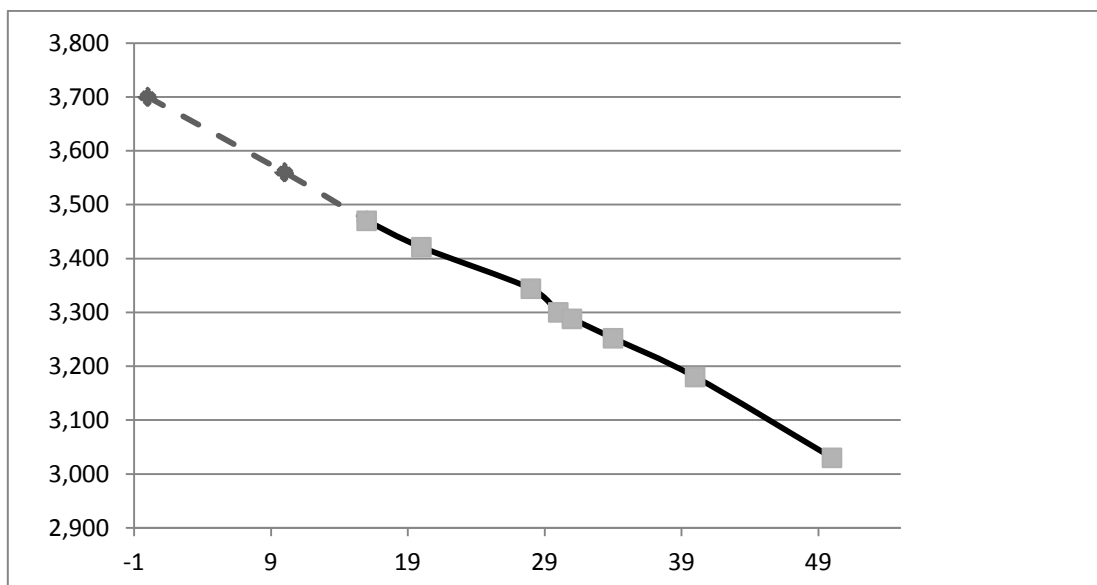
*Σχήμα 7-145:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 96m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

##### Άνοιγμα 120m



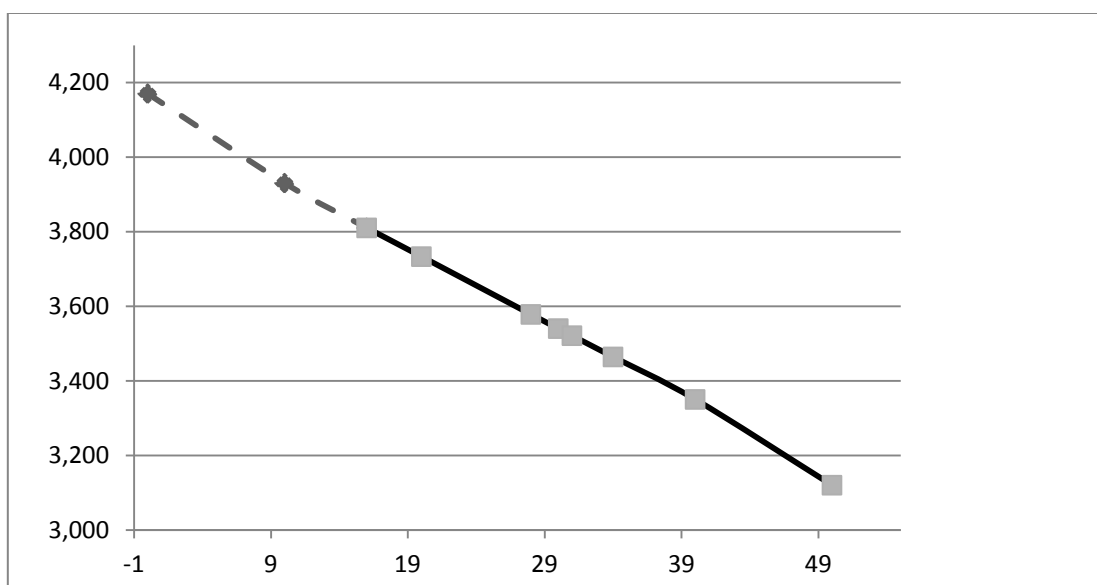
*Σχήμα 7-146:* Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 120m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

## Άνοιγμα 142m



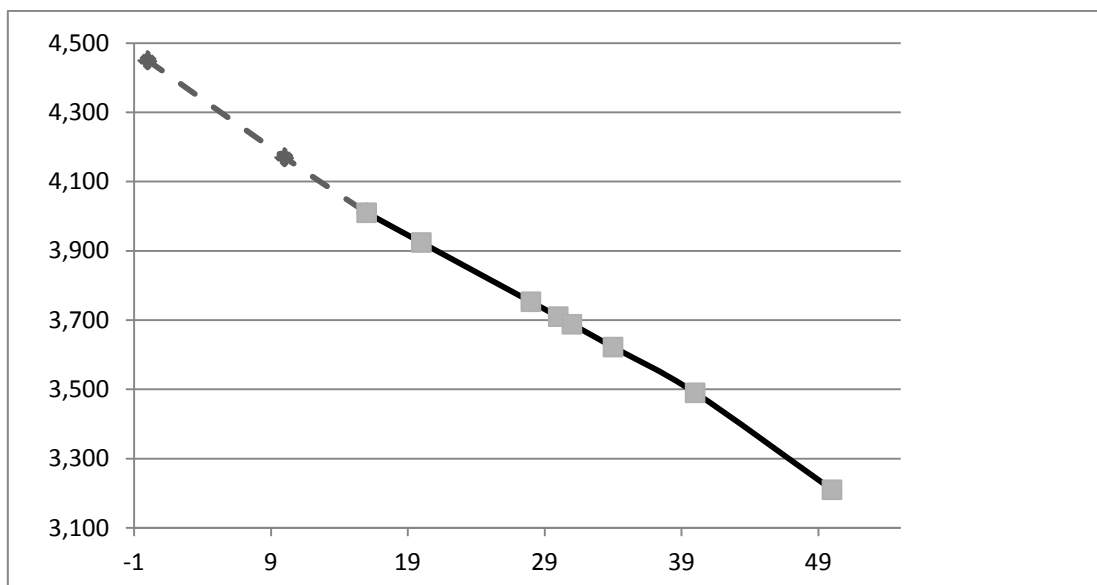
Σχήμα 7-147: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $175 \text{ m}$  και ανοίγματος  $142 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

## Άνοιγμα 176m



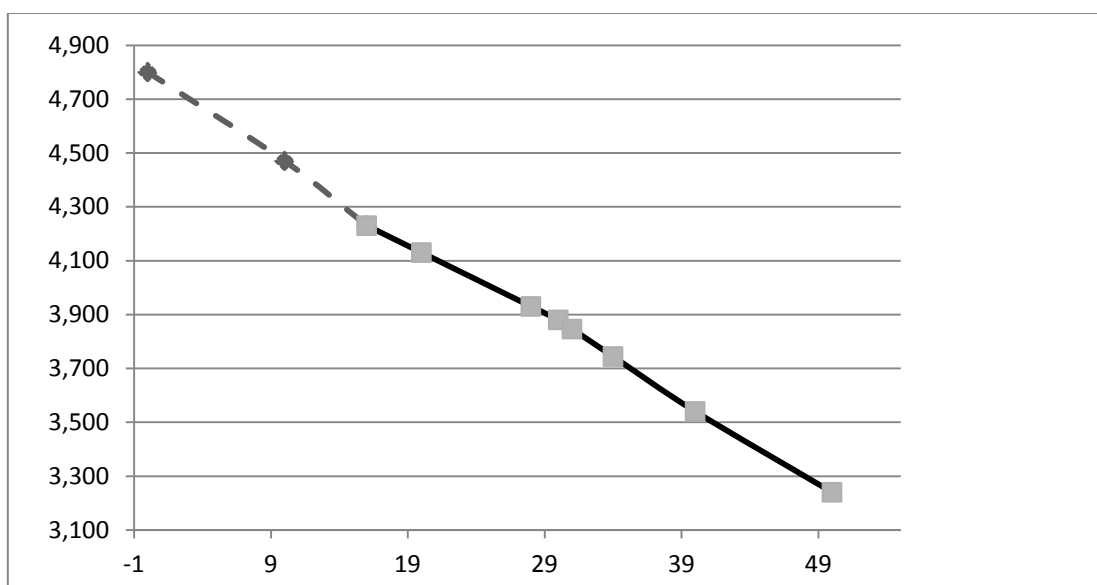
Σχήμα 7-148: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου  $95 \text{ mm}^2$ , με βασικό άνοιγμα  $175 \text{ m}$  και ανοίγματος  $176 \text{ m}$ . Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού

## Άνοιγμα 196m



*Σχήμα 7-149: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 196m. 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 218m

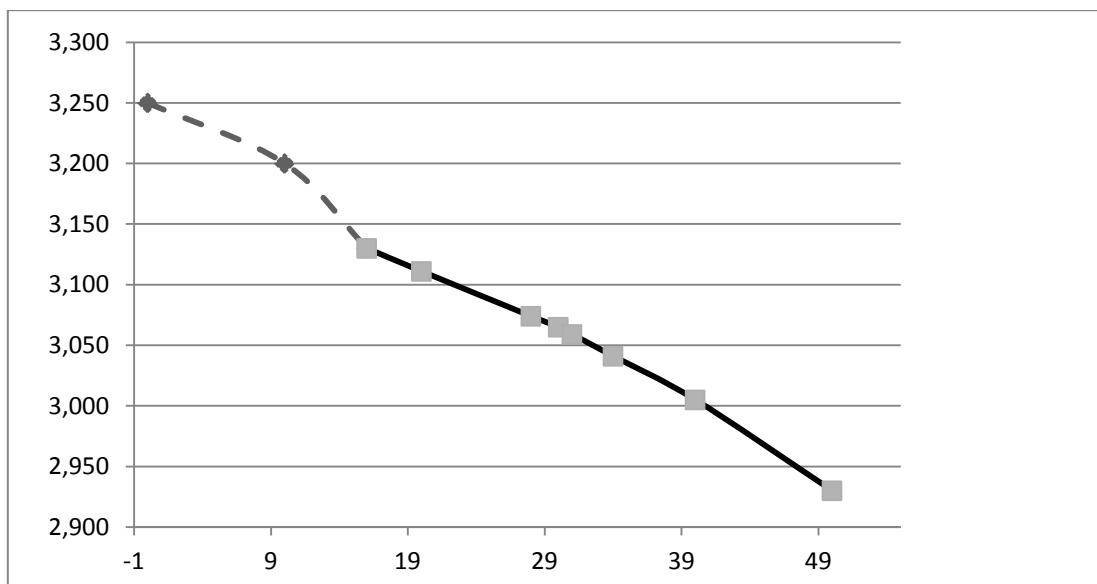


*Σχήμα 7-150: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 175 m και ανοίγματος 218m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### 7.4.2.6 ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 200Μ

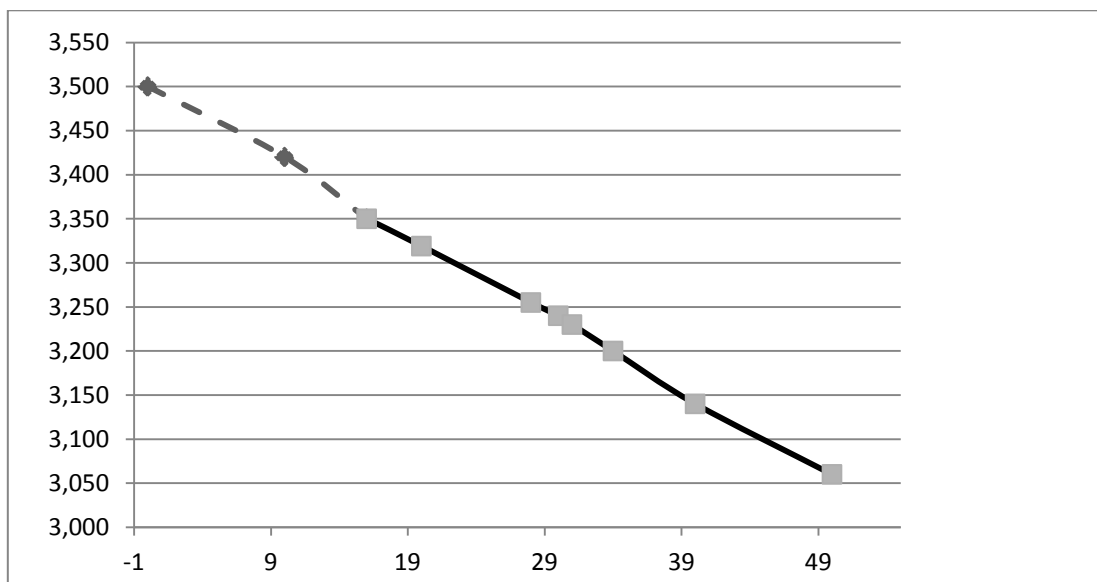
Από το σχήμα 7-151 έως το 7-156 δίνονται τα διαγράμματα για τον αγωγό χαλκού 95mm<sup>2</sup> κανονικής επιφόρτισης, με βασικό άνοιγμα 200 m, για ανοίγματα 108m, 130 m, 156 m, 180 m, 200 m και 236 m αντίστοιχα.

#### Άνοιγμα 108m



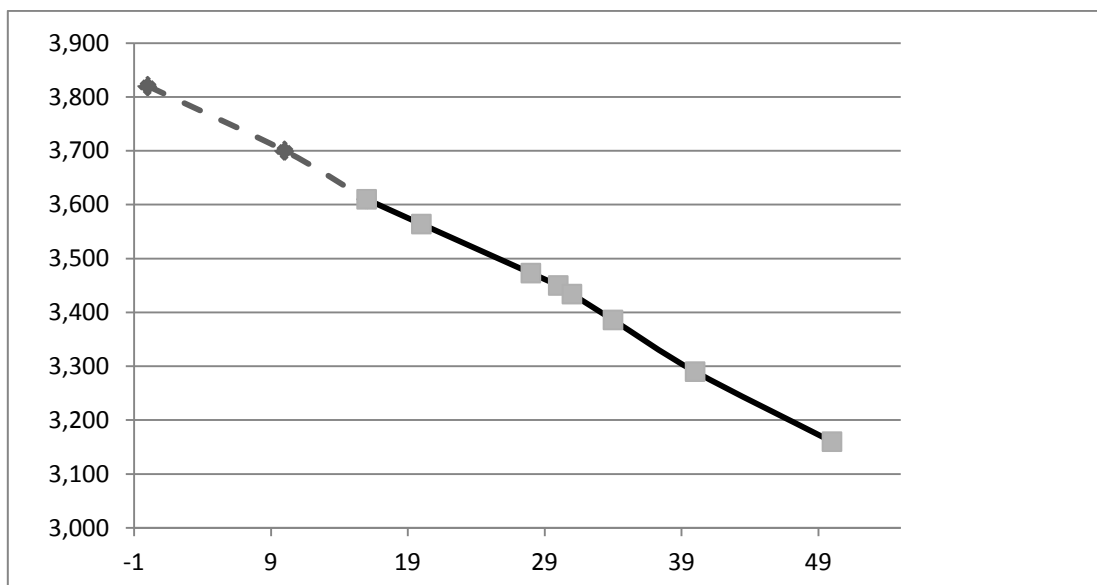
*Σχήμα 7-151: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 108m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

#### Άνοιγμα 130m



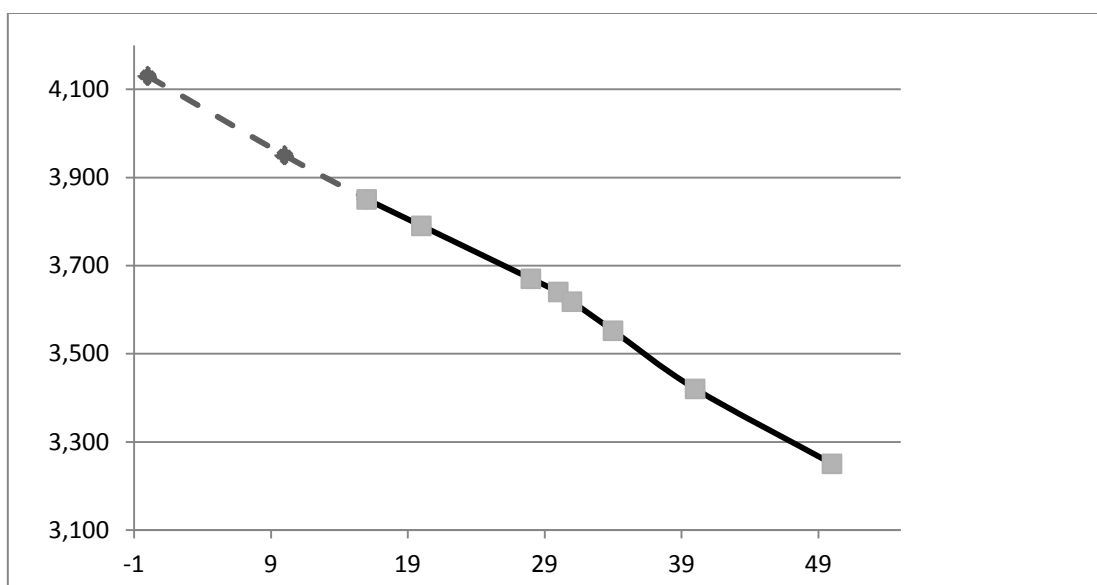
*Σχήμα 7-152: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 130m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 156m



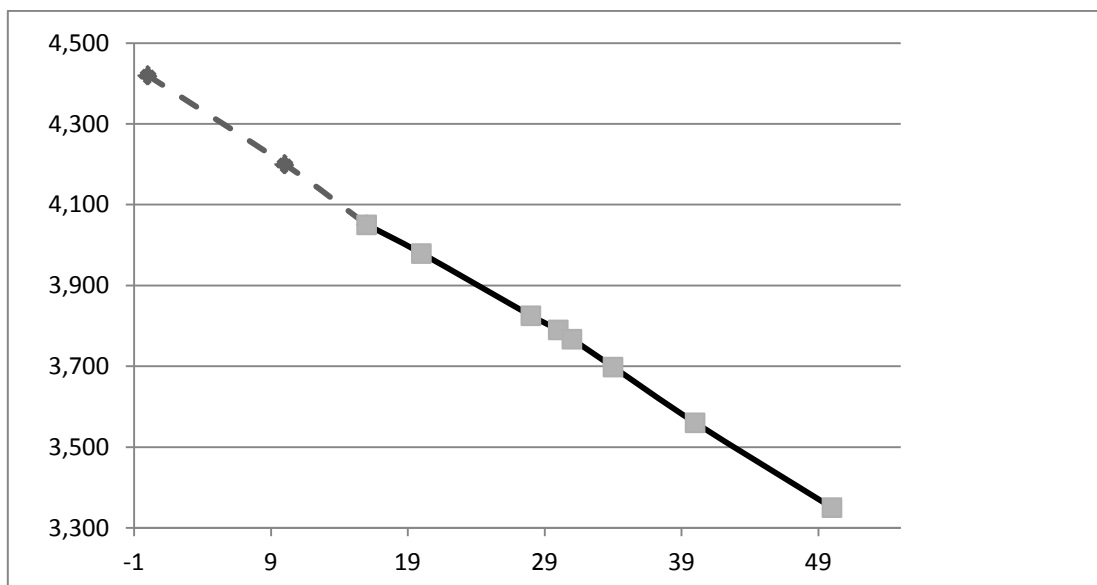
*Σχήμα 7-153: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 156m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 180m



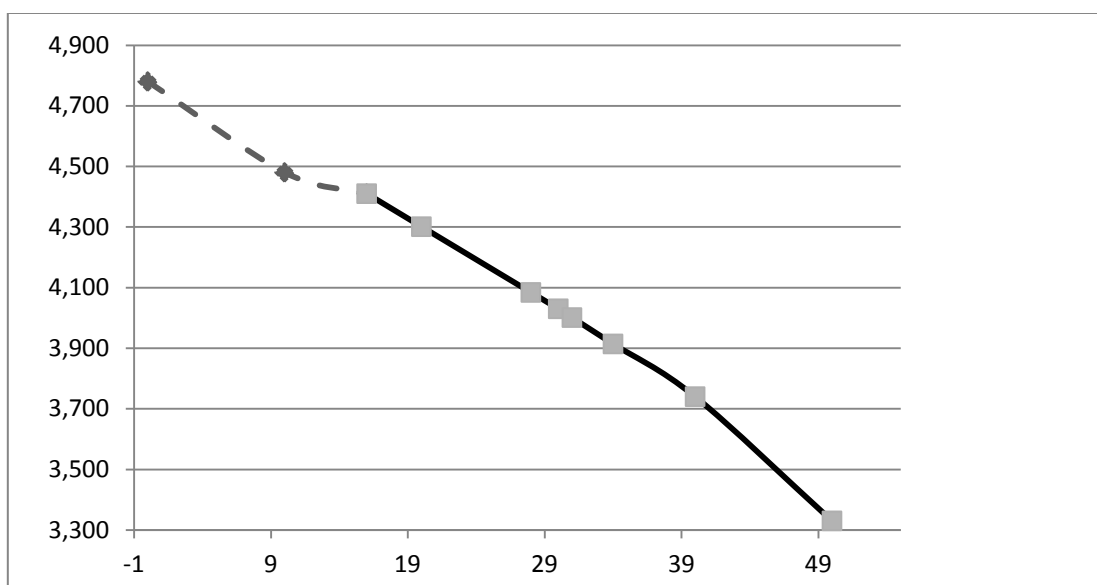
*Σχήμα 7-154: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m και ανοίγματος 180m. Η περιοχή αποδεκτών τιμών είναι πάνω από την καμπύλη και των μη αποδεκτών είναι κάτω από αυτή. Το διακεκομμένο τμήμα σημαίνει συστολή του αγωγού*

### Άνοιγμα 200m



*Σχήμα 7-155: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 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 236m



*Σχήμα 7-156: Επιτρεπτό ύψος για αγωγό χαλκού, διαμέτρου 95 mm<sup>2</sup>, με βασικό άνοιγμα 200 m 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*



## 8 ΣΧΟΛΙΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μελετώντας τα διαγράμματα ελαχίστου επιτρεπόμενου ύψους σε συνάρτηση με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος παρατηρείται ότι η καμπύλη προσεγγίζει ή και σε κάποιες περιπτώσεις είναι ευθεία γραμμή. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το ελάχιστο επιτρεπόμενο ύψος και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μεγέθη γραμμικώς εξαρτημένα. Έτσι μπορεί κάποιος να προσδιορίσει τις τιμές οι οποίες δεν είναι καταχωρημένες στο πρόγραμμα. Αυτή είναι μια προσεγγιστική μέθοδος η οποία όμως δεν μας δημιουργεί πρόβλημα λόγω ότι το σφάλμα είναι μόλις μερικά εκατοστά.

Μελετώντας τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται το φαινόμενο της επικάλυψης των ανοιγμάτων στύλων στα διάφορα βασικά ανοίγματα. Σύμφωνα με τα τεχνικά φυλλάδια του κανονισμού του Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής 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, σημαντικότατο 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.

Επιπλέον ένας σημαντικός παράγοντας που παίζει ρόλο στην επιλογή της διατομής του αγωγού είναι το φορτίο που θα μεταφέρει ο αγωγός. Έτσι για μικρά φορτία επιλέγεται αγωγός μικρής διατομής, ενώ για μεγαλύτερα επιλέγεται αγωγός μεγάλης διατομής.

Τέλος, πρέπει οπωσδήποτε να σημειωθεί ότι ο προσδιορισμός των δεδομένων προέκυψε μέσα από την ανάγνωση των τεχνικών φυλλαδίων. Συνεπώς στα αποτελέσματα συμπεριλαμβάνεται ένα πολύ μικρό ποσοστό του σφάλματος ανάγνωσης.

## 9 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] «Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας», Κ. Βουρνάς (Καθηγητής Ε.Μ.Π.) , Γ. Κονταξής (Καθηγητής Ε.Μ.Π.)
- [2] «Βιομηχανικές Ηλεκτρικές Διατάξεις και Υλικά», Π.Δ. Μπούρκας (Καθηγητής Ε.Μ.Π.), Κ.Γ. Καραγιαννόπουλος (Καθηγητής Ε.Μ.Π.)
- [3] «Δίκτυα Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας», Παπαδόπουλος Μιχ. Π., , Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1994
- [4] «Εφαρμογές Κτιριακών και Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων», Μπούρκας Π., ΕΜΠ, Αθήνα 2004
- [5] «Μεταφορά & Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας», Β. Μ. Weedy, Β. J. Cory, Εκδόσεις ΙΩΝ
- [6] Κανονισμός ΔΕΔΗΕ, κεφάλαιο «Τυποποιημένες Κατασκευές Διανομής», ενότητα για την τάνυση των αγωγών (CS)
- [7] Διπλωματική Εργασία «Πρόγραμμα Υπολογισμού Αποδεκτού Ύψους Γραμμής Δικτύου Μέσης Τάσης ανάλογα με τη Θερμοκρασία-Μελέτη για ACSR 16 mm<sup>2</sup> και 35 mm<sup>2</sup> Κανονικής Επιφόρτισης», Μαρία Στ. Μπέτση, Αικατερίνη Ν. Συκά, ΕΜΠ, Αθήνα Ιούλιος 2012
- [8] Διπλωματική Εργασία «Υπολογισμός Ελαχίστων Τιμών Ύψους Αγωγών ΑΑΑC Μέσης Κανονικής Επιφόρτισης Δικτύου Μέσης Τάσης», Παναγιώτης Δ. Βλάσσης, ΕΜΠ, Αθήνα Οκτώβριος 2012
- [9] Διπλωματική Εργασία «Υπολογισμός Ελαχίστων Τιμών Ύψους Γραμμών Δικτύου Μέσης Τάσης Αγωγών ACSR Βαρειάς Επιφόρτισης», Μυρτώ-Παναγιώτα Μιχ. Φαχουρίδη, ΕΜΠ, Αθήνα Οκτώβριος 2012
- [10] [ikaros.teipir.gr/kalogeropoulou/chapter5.pdf](http://ikaros.teipir.gr/kalogeropoulou/chapter5.pdf)
- [11] [digitalschool.minedu.gov.gr/modules/document/file.php/DSGL-C123/Διδακτικό%20πακέτο/Βιβλίο%20Μαθητή/24\\_4\\_KEF3.pdf](http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/document/file.php/DSGL-C123/Διδακτικό%20πακέτο/Βιβλίο%20Μαθητή/24_4_KEF3.pdf)