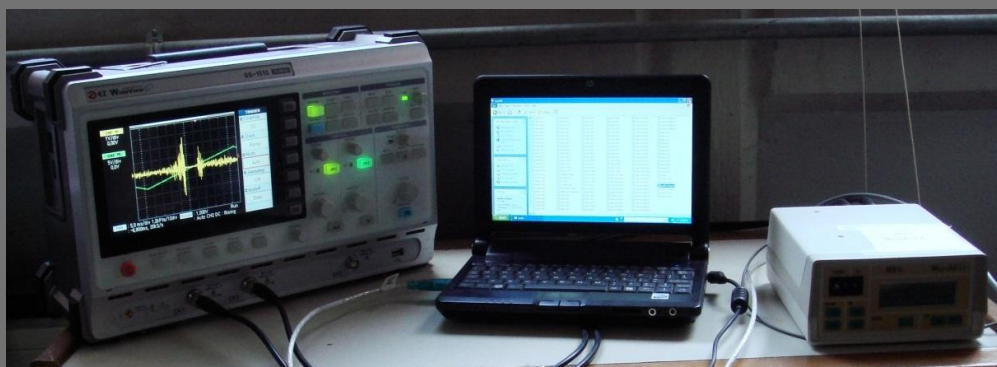


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ-
ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΥΛΙΚΩΝ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΟΓΝΩΣΙΑΣ

«Συσχέτιση μικροδομής και μαγνητικών ιδιοτήτων σε
συγκολλήσεις κοινών ανθρακούχων χαλύβων»



Διπλωματική Εργασία: Καλλιρόη Σαπουντζή

Επιβλέπων Καθηγητής: Αναπληρωτής Καθηγητής Ευάγγελος
Χριστοφόρου

Αθήνα, Ιούλιος 2010





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ-
ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΕΡΤΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΟΓΝΩΣΙΑΣ

«Συσχέτιση μικροδομής και μαγνητικών ιδιοτήτων σε συγκολλήσεις
κοινών ανθρακούχων χαλύβων»

Διπλωματική Εργασία της Καλλιρόης Σαπουντζή
Επιβλέπων Καθηγητής: Αναπληρωτής Καθηγητής Ευάγγελος Χριστοφόρου

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις 15/07/2010
Ευάγγελος Χριστοφόρου, Αναπλ. Καθηγητής.....
Χρήστος Παναγόπουλος, Καθηγητής.....
Γεώργιος Φούρλαρης, Αναπλ. Καθηγητής.....

Αθήνα, Ιούλιος 2010

Copyright © Σαπουντζή Καλλιρόη, 2010
Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όσους συνέβαλαν στην προσπάθεια αυτή.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ε. Χριστοφόρου για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, για τη βοήθεια και την υποστήριξη του καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Χ. Παναγόπουλο και τον αναπληρωτή καθηγητή Γ.Φούρλαρη για τις χρήσιμες συμβουλές και υποδείξεις τους.

Ακόμα, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Βασίλη Στεργίου, Μεταλλουργό Μηχανικό-Μηχανικό Συγκολλήσεων της ΕΑΒ, στο Σπύρο Παπαευθυμίου Δρ Μεταλλουργό Μηχανικό από το ΕΛ.ΚΕ.Μ.Ε, στον Δρ Κωνσταντίνο Κοσμά, στον Δρ Πέτρο Τσακιρίδη, στον Δρ Κωνσταντίνο Αλεβίζο, στην Μπάλιου Αγγελική και σε όλα τα μέλη του εργαστηρίου Μεταλλογνωσίας,

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τον για την αμέριστη υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Συσχέτιση μικροδομής και μαγνητικών ιδιοτήτων σε συγκολλήσεις κοινών ανθρακούχων χαλύβων» εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Μεταλλογνωσίας, του τομέα Μεταλλουργίας και Τεχνολογίας Υλικών του τμήματος Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών ΕΜΠ, στα πλαίσια του μαθήματος των Ηλεκτρονικών Υλικών.

Στόχος ήταν η συσχέτιση του μαγνητικού θορύβου Barkhausen με τη μικροσκληρότητα σε συγκολλημένο, με τη μέθοδο TIG, κοινό ανθρακούχο χάλυβα ST-37. Πραγματοποιήθηκαν σημειακές μετρήσεις του θορύβου Barkhausen και έγινε διαγραμματική απεικόνιση της απόκρισής του συναρτήσει της θέσης μέτρησης. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν μικροσκληρομετρήσεις στην επιφάνεια και στην τομή των συγκολλήσεων και ακολούθησε συσχέτιση με τις μαγνητικές μετρήσεις. Για τη μελέτη της μικροδομής πραγματοποιήθηκε οπτική και ηλεκτρονική μικροσκοπία.

Στο κεφάλαιο 1 γίνεται μια αναφορά στη θεωρία του μαγνητισμού και στη θεωρία του φαινομένου Barkhausen. Στα κεφάλαια 2 και 3 γίνεται αναφορά στη θεωρία των κοινών ανθρακούχων χαλύβων και στην τεχνική της συγκόλλησης TIG,. Στο κεφάλαιο 4 αναλύεται η πειραματική διαδικασία των συγκολλήσεων. Στο κεφάλαιο 5 αναλύεται η πειραματική διαδικασία μέτρησης του μαγνητικού θορύβου Barkhausen. Στα κεφάλαια 6,7,8 παρουσιάζεται η μελέτη της μικροδομής με οπτική και ηλεκτρονική μικροσκοπία Στο κεφάλαιο 9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μικροσκληρομετρήσεων και η συσχέτισή τους με το θόρυβο Barkhausen και στο κεφάλαιο 10 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της διπλωματικής.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	15
1.1 ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ	15
1.1.1 ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	15
1.1.2 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ.....	16
1.1.3 ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ ΥΛΙΚΟΥ	17
1.1.4 ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ	18
1.1.5 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	19
1.1.6 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	20
1.1.6.1 ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	21
1.1.7 ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	21
1.1.8 ΘΕΩΡΙΑ ΜΕΣΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΤΑ WEISS.....	23
1.1.9 ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ	25
1.1.10 ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ 180° ΚΑΙ ΜΗ-180°	30
1.1.11 ΥΣΤΕΡΗΣΗ	31
1.2 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ BARKHAUSEN	34
Κεφάλαιο 2	37
2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΟΙΝΩΝ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ.....	37
2.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗΣ	37
2.1.2 ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΜΕΝΟΥ ΚΟΙΝΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΥ	
ΧΑΛΥΒΑ	41
2.1.2.1 ΖΩΝΗ ΤΗΞΗΣ	41
2.2.2.1.1 ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ.....	41
2.1.2.1.4 ΦΕΡΡΙΤΗΣ WIDMANSTÄTTEN ΚΑΙ ΒΕΛΟΝΟΕΙΔΗΣ ΦΕΡΡΙΤΗΣ ..	45
2.1.2.2 ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΠΗΡΕΑΣΜΕΝΗ ΖΩΝΗ	46
2.1.2.2.1 ΖΩΝΗ ΧΟΝΔΡΟΕΙΔΟΥΣ ΩΣΤΕΝΙΤΗ.....	51
2.1.2.2.2 ΖΩΝΗ ΚΑΛΟΣΧΗΜΑΤΙΣΜΕΝΟΥ ΩΣΤΕΝΙΤΗ.....	52
2.1.2.2.2.3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΡΙΚΗΣ ΩΣΤΕΝΙΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΥΘΡΑΥΣΤΗ	
ΖΩΝΗ	52
Κεφάλαιο 3	55
3.1 ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ TIG.....	55
3.1.1 ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ TIG	55
3.1.2 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ TIG	56
3.2 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΧΑΛΥΒΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ TIG	57
Κεφάλαιο 4	59
4.1 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ	59
4.1.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ.....	59
4.1.2 ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	59
4.1.3 ΡΑΔΙΟΓΡΑΦΙΑ	64
Κεφάλαιο 5	66
5.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ BARKHAUSEN.....	66
5.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΘΟΥΡΥΒΟΥ BARKHAUSEN ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	68
5.2.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ ΘΟΥΡΥΒΟΥ BARKHAUSEN	
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ	71
5.2.1.1 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ.....	71
5.2.1.1.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1	71
5.2.1.1.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2	75
5.2.1.1.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3	80

5.2.1.2 ΚΑΘΕΤΗ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ.....	82
5.2.1.2.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1	82
5.2.1.2.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2	84
5.2.1.2.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3	88
5.2.1.3 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ MACHINING	90
5.2.1.3.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1'	90
5.2.1.3.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2'	93
5.2.1.3.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3'	99
5.2.1.4 ΚΑΘΕΤΗ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ MACHINING	103
5.2.1.4.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1'	103
5.2.1.4.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2'	105
5.2.1.4.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3'	110
Κεφάλαιο 6.....	114
6.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΙΩΝ	114
6.1.1 ΚΟΠΗ	114
6.1.2 ΕΓΚΙΒΩΤΙΣΜΟΣ	116
6.1.3 ΛΕΙΑΝΣΗ – ΣΤΙΛΒΩΣΗ	116
6.1.4 ΧΗΜΙΚΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗ	117
Κεφάλαιο 7.....	119
7.1 ΟΠΤΙΚΗ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ	119
7.1.1 Αρχή Λειτουργίας	119
7.1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	121
7.1.2.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1	121
7.1.2.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2	124
7.1.2.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3	127
Κεφάλαιο 8.....	131
8.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ	131
8.1.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	131
8.1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	133
8.1.2.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1Γ	133
8.1.2.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2Β	135
8.1.2.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3Γ	136
Κεφάλαιο 9.....	139
9.1 ΘΕΩΡΙΑ ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	139
9.1.1 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ VICKERS.....	139
9.1.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ.....	140
9.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	141
9.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΙΚΡΟΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΘΟΥΥΒΟ BARKHAUSEN..	148
Κεφάλαιο 10.....	171
10.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	171
Παράρτημα	174
Βιβλιογραφία	305

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. Μαγνητικές περιοχές απουσία εξωτερικού πεδίου σε φερρομαγνητικό υλικό. Με έγχρωμα βέλη φαίνονται οι διευθύνσεις της μαγνήτισης.....	21
Εικόνα 2. Επίδραση του μαγνητισμού στις μαγνητικές περιοχές.....	22
Εικόνα 3. Διάφοροι τύποι μαγνητικής τάξης γειτονικών ροπών.....	24
Εικόνα 4. Παράλληλα και αντιπαράλληλα διατεταγμένα μαγνητικά δίπολα.....	24
Εικόνα 5. Προσανατολισμός κάθε μαγνητικού δίπολου μέσα σε μαγνητικό τοίχωμα 180°	26
Εικόνα 6. Τυπικός βρόγχος υστέρησης σιδηρομαγνητικού υλικού.....	31
Εικόνα 7. Βρόγχοι υστέρησης για μαλακό και σκληρό σιδηρομαγνητικό υλικό.....	33
Εικόνα 8. Φαινόμενο Barkhausen.....	34
Εικόνα 9. Σχηματική αναπαράσταση των αλμάτων Barkhausen λόγω της υπερπήδησης σημείων αγκύρωσης.....	34
Εικόνα 10. Θόρυβος Barkhausen και η συσχέτιση του με το βρόγχο μαγνήτισης.....	35
Εικόνα 11. Διάγραμμα φάσεων Fe-C.....	38
Εικόνα 12. Μεταβολή του ειδικού όγκου του σιδήρου κατά τη θέρμανση. Οι απότομες αλλαγές οφείλονται στους αλλοτροπικούς μετασχηματισμούς και στην τήξη.....	39
Εικόνα 13. Χωροκεντρωμένη και ενδοκεντρωμένη κυβική δομή.....	39
Εικόνα 14. Πλεγματικά κενά στη χωροκεντρωμένη και ενδοκεντρωμένη κυβική δομή.....	40
Εικόνα 15. (α) Επιταξιακή ανάπτυξη κόκκων δ-φερριτη (β) Οπτική μικροσκοπία που δείχνει την ανάπτυξη των κόκκων ωστενίτη.....	42
Εικόνα 16. (α) Σχηματική αναπαράσταση των απαραίτητων συστατικών του ωστενίτη (β) SEM απεικόνιση της αρχικής μικροδομής.....	43
Εικόνα 17. Μεταβολή του πάχους του φερριτη κατά τον ισοθερμοκρασιακό μετασχηματισμό. Κάθε καμπύλη αντιπροσωπεύει χάλυβα σύστασης Fe-1Mn-C wt% με συγκέντρωση σε άνθρακα όπως φαίνεται στο διάγραμμα.....	44
Εικόνα 18. Πλάκες φερριτη Widmanstätten που αναπτύσσονται από αλλοτριμορφικό φερριτη.....	45
Εικόνα 19. Σχηματική απεικόνιση της αλλαγής της μικροδομής που αναμένεται στη θερμικά επηρεασμένη ζώνη συγκολλημένου χάλυβα.....	47
Εικόνα 20. Ζώνες φερριτη-περλίτη, μικροδομή μακριά από τη συγκόλληση.....	48
Εικόνα 21. Θερμικά κατεργασμένη περιοχή.....	49
Εικόνα 22. Ζώνη μερικής ωστενιτοποίησης.....	49
Εικόνα 23. Ζώνη ολικής ωστενιτοποίησης.....	50
Εικόνα 24. Ζώνη μερικής ωστενιτοποίησης σε μεγαλύτερη ανάλυση.....	50
Εικόνα 25. Διάγραμμα ισοθερμοκρασιακού μετασχηματισμού χάλυβα.....	51
Εικόνα 26. Αρχή μεθόδου συγκόλλησης TIG (Tungsten Inert Gas).....	55
Εικόνα 27. Συγκρότημα συγκόλλησης μεθόδου TIG.....	56
Εικόνα 28. Δοκίμιο No1 (αναφοράς) επιφάνεια συγκόλλησης.....	60
Εικόνα 29. Δοκίμιο No1. Πίσω μέρος συγκόλλησης.....	60
Εικόνα 30. Δοκίμιο No2. Συγκόλληση με ελαττώματα.....	61
Εικόνα 31. Δοκίμιο No2. Πίσω μέρος συγκόλλησης.....	62
Εικόνα 32. Δοκίμιο No 3. Επιφάνεια συγκόλλησης.....	63
Εικόνα 33. Δοκίμιο No3. Πίσω επιφάνεια συγκόλλησης.....	63
Εικόνα 34. Ραδιογραφία συγκόλλησης No 1.....	64
Εικόνα 35. Ραδιογραφία συγκόλλησης No2.....	65

Εικόνα 36. Ραδιογραφία συγκόλλησης Νο 3	65
Εικόνα 37. Διάταξη μέτρησης σήματος Barkhausen	66
Εικόνα 38. Πρόσοψη της μονάδας παραγωγής σήματος και επεξεργασίας δεδομένων	67
Εικόνα 39. Λογισμικό επεξεργασίας σήματος Barkhausen της διάταξης MEB-2C... 67	67
Εικόνα 40. Συνολική διάταξη MEB-2C του εργαστηρίου Μεταλλογνωσίας.....	68
Εικόνα 41. Κεφαλή της διάταξης MEB-2C	68
Εικόνα 42. Σημεία κοπής δοκιμίων από τη συγκόλληση Νο1	114
Εικόνα 43. Σημεία κοπής δοκιμίων από τη συγκόλληση Νο2.....	115
Εικόνα 44. Σημεία κοπής δοκιμίων από τη συγκόλληση Νο3.....	115
Εικόνα 45. Διάγραμμα λειτουργίας μεταλλογραφικού μικροσκοπίου	119
Εικόνα 46. (α) Κάθετος φωτισμός, (β) Πλάγιος φωτισμός, (γ) Φωτισμός σκοτεινού πεδίου, μαζί με τις αντίστοιχες κατανομές της φωτεινής έντασης της παραγόμενης εικόνας	120
Εικόνα 47. Δοκίμιο1-Σημείο Α-Επιφάνεια Συγκόλλησης	121
Εικόνα 48. Δοκίμιο1-Σημείο Α-Τομή Συγκόλλησης.....	122
Εικόνα 49. Δοκίμιο1-Σημείο Β-Επιφάνεια Συγκόλλησης	122
Εικόνα 50. Δοκίμιο1-Σημείο Β-Τομή Συγκόλλησης	123
Εικόνα 51. Δοκίμιο 1-Σημείο Γ- Επιφάνεια Συγκόλλησης.....	123
Εικόνα 52. Δοκίμιο 1-Σημείο Γ-Τομή Συγκόλλησης.....	124
Εικόνα 53. Δοκίμιο 2-Σημείο Β-Επιφάνεια Συγκόλλησης	124
Εικόνα 54. Δοκίμιο 2-Σημείο Β-Τομή Συγκόλλησης	125
Εικόνα 55. Δοκίμιο 2-Σημείο Δ-Επιφάνεια Συγκόλλησης	125
Εικόνα 56. Δοκίμιο 2-Σημείο Δ-Τομή Συγκόλλησης	126
Εικόνα 57. Δοκίμιο 2-Σημείο Ε-Επιφάνεια Συγκόλλησης.....	126
Εικόνα 58. Δοκίμιο 2-Σημείο Ε-Τομή Συγκόλλησης	127
Εικόνα 59. Δοκίμιο 3-Σημείο Α-Τομή Συγκόλλησης.....	127
Εικόνα 60. Δοκίμιο 3-Σημείο Γ-Επιφάνεια Συγκόλλησης.....	128
Εικόνα 61. Δοκίμιο 3-Σημείο Γ-Τομή Συγκόλλησης.....	128
Εικόνα 62. Δοκίμιο 3-Σημείο Δ-Επιφάνεια Συγκόλλησης	129
Εικόνα 63. Δοκίμιο 3-Σημείο Δ-Τομή Συγκόλλησης	129
Εικόνα 64. Σχηματική απεικόνιση SEM.....	131
Εικόνα 65. Παραγωγή πρωτογενών ηλεκτροδίων, δευτερογενών ηλεκτρονίων, οπισθοσκεδαζόμενων ηλεκτρονίων, ακτίνων X και ηλεκτρονίων Auger	133
Εικόνα 66. Δοκίμιο 1Γ-Μέταλλο Βάσης	134
Εικόνα 67. Δοκίμιο 1Γ-Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη.....	134
Εικόνα 68. Δοκίμιο 2Β-Μέταλλο βάσης και Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη	135
Εικόνα 69. Δοκίμιο 2Β-Μέταλλο Βάσης.....	135
Εικόνα 70. Δοκίμιο 2Β-Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη	136
Εικόνα 71. Δοκίμιο 3Γ-Μέταλλο Βάσης	136
Εικόνα 72. Δοκίμιο 3Γ-Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη.....	137
Εικόνα 73. Χαρακτηριστικά των κυριότερων μεθόδων μέτρησης της σκληρότητας	139
Εικόνα 74. Χαρακτηριστικές τιμές σκληρότητας διάφορων υλικών στις τρεις κλίμακες.....	141

Κεφάλαιο 1

1.1 ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

1.1.1 ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Ο όρος **μαγνητικό πεδίο** αποτελεί στοιχειώδη αρχή του μαγνητισμού και η παραγωγή του οφείλεται είτε στην κίνηση ενός ηλεκτρικού φορτίου, είτε στην ύπαρξη ενός μόνιμου μαγνήτη στο χώρο.

Στην πρώτη περίπτωση, η κίνηση αυτή μπορεί να οφείλεται στο ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει έναν αγωγό, ενώ στη δεύτερη περίπτωση το μαγνητικό πεδίο οφείλεται στις τροχιακές κινήσεις και τα spin των ηλεκτρονίων, τα καλούμενα **αμπεριανά ρεύματα** μέσα στο μόνιμο μαγνήτη. Οι κινήσεις αυτές των ηλεκτρονίων έχουν ως αποτέλεσμα τη μαγνήτιση στο εσωτερικό του υλικού και τη δημιουργία του μαγνητικού πεδίου έξω από αυτό. Το πεδίο αυτό ασκεί δυνάμεις τόσο στους ρευματοφόρους αγωγούς, όσο και στους άλλους μόνιμους μαγνήτες.

Η εμφάνιση ενός τέτοιου πεδίου, είναι προφανές ότι έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή της ενέργειας στο χώρο και κατά συνέπεια την ανάπτυξη μιας δύναμης. Η δύναμη αυτή μπορεί να εντοπιστεί μέσω της επιτάχυνσης ενός κινούμενου ηλεκτρικού φορτίου που τοποθετείται μέσα στο χώρο του μαγνητικού πεδίου, μέσω ενός ρευματοφόρου αγωγού, από τη ροπή που ασκείται πάνω σε ένα μαγνητικό δίπολο (π.χ. ραβδόμορφος μαγνήτης, βελόνα πυξίδας) ή ακόμα και με τον επαναπροσανατολισμό των spin των ηλεκτρονίων σε συγκεκριμένα είδη ατόμων.

Το μαγνητικό πεδίο χαρακτηρίζεται από την **ένταση** H , μονάδα μέτρησης της οποίας είναι το ampere/m, ενώ περιγράφεται από τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\nabla E = 4\pi\epsilon \quad (1.1)$$

$$\nabla \times E = -\frac{1}{c} \frac{\partial B}{\partial t} \quad (1.2)$$

$$\nabla B = 0 \quad (1.3)$$

$$\nabla B = \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} J \quad (1.4)$$

Οι εξισώσεις αυτές ονομάζονται εξισώσεις του Maxwell. Στις παραπάνω σχέσεις, E και B είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου και η μαγνητική επαγωγή αντίστοιχα. Ακόμα, c είναι η ταχύτητα του φωτός, ρ η ειδική αντίσταση του μέσου ενώ ως J ορίζεται η πυκνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος.

Από την εξίσωση 1 προκύπτει ότι η πηγή του ηλεκτρικού πεδίου είναι τα ηλεκτρικά φορτία. Η εξίσωση 3 δείχνει ότι δεν υπάρχουν ισοδύναμα μαγνητικά φορτία με τα ηλεκτρικά. Από την εξίσωση 2 φαίνεται ότι όταν ένα μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται χρονικά, τότε συνοδεύεται από ένα ηλεκτρικό πεδίο έντασης E . Η εξίσωση 4 είναι το συμπλήρωμα της δεύτερης. Δηλαδή, ένα χρονικά μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο συνεπάγεται την ταυτόχρονη ύπαρξη μαγνητικού πεδίου.

1.1.2 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ

Όταν έχουμε μαγνητικό πεδίο έντασης H μέσα σε ένα μέσο, τότε ως μαγνητική **επαγωγή ορίζεται** απόκριση του μαγνητικού πεδίου. Κάθε μέσο όταν τεθεί σε πεδίο H έχει μαγνητική επαγωγή B . Αυτά τα δύο μεγέθη (B, H) συνδέονται μεταξύ τους με μια ιδιότητα του υλικού που λέγεται **διαπερατότητα**. Η μαγνητική επαγωγή B δίνεται από τη σχέση:

$$\Phi = \frac{B}{A} \quad (1.5)$$

Όπου Φ η μαγνητική ροή και A είναι η επιφάνεια που διαρρέεται από τη ροή αυτή. Η μονάδα της μαγνητικής επαγωγής είναι weber/m².

Η μαγνητική επαγωγή στο κενό συνδέεται γραμμικά με την ένταση του πεδίου σύμφωνα με τη σχέση:

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} \quad (1.6)$$

Όπου $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m είναι η διαπερατότητα του κενού που αποτελεί παγκόσμια σταθερά. Εντούτοις, στα άλλα μέσα, το B δεν είναι γραμμική συνάρτηση του H και

κυρίως το B δεν είναι μόνο συνάρτηση του H . Η μέτρηση του βρόχου υστέρησης B - H για τα υλικά αυτά δείχνει της εξάρτηση των δύο μεγεθών μεταξύ τους. Για τα υλικά αυτά ισχύει η σχέση

$$\vec{B} = \mu \vec{H} \quad (1.7)$$

Όπου μ είναι η διαπερατότητα του υλικού και η οποία δεν είναι σταθερή τις περισσότερες φορές. Στα παραμαγνητικά και στα διαμαγνητικά υλικά το μ είναι σταθερό για τις πολλές τιμές του H , σε αντίθεση με τα σιδηρομαγνητικά όπου κάτι τέτοιο δεν ισχύει.

1.1.3 ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ ΥΛΙΚΟΥ

Ο τρόπος που επιδρά ένα μαγνητικό πεδίο στη μαγνητική επαγωγή B του υλικού, όταν το πεδίο διαπερνά το υλικό περιγράφει το φαινόμενο της **μαγνήτισης**. Η μαγνήτιση του υλικού αλλάζει τη μαγνητική επαγωγή και συγκεκριμένα την αυξάνει στους παραμαγνήτες και στους φερρομαγνήτες, ενώ τη μειώνει στους διαμαγνήτες. Η **σχετική διαπερατότητα** του υλικού δείχνει πως η μαγνητική επαγωγή του υλικού μεταβάλλεται σε σχέση με την αντίστοιχη του κενού, για την ίδια ένταση μαγνητικού πεδίου.

Η **μαγνήτιση** M ορίζεται ως η μαγνητική ροπή ανά μονάδα όγκου του υλικού. Δηλαδή,

$$\vec{M} = \frac{\vec{m}}{V} \quad (1.8)$$

Η μαγνητική ροπή συνδέεται με τη μαγνητική ροή με τη σχέση:

$$\vec{m} = \frac{\Phi l}{\mu_0} \quad (1.9)$$

Όπου l είναι το μήκος του μαγνητικού δίπολου. Από τις δύο παραπάνω σχέσεις προκύπτει η σχέση ανάμεσα στο M και στο B . Αν $V=Al$ τότε

$$\vec{M} = \frac{\vec{\Phi}}{\mu_0 \Delta} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} \quad (1.10)$$

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι η μαγνήτιση M και η ένταση του μαγνητικού πεδίου H συνεισφέρουν στην μαγνητική επαγωγή με παρόμοιο τρόπο. Αν υπάρχουν ταυτόχρονα μαγνήτιση και μαγνητικό πεδίο, τότε η συνεισφορά τους μπορεί να αθροιστεί και η μαγνητική επαγωγή να δίνεται από τη σχέση:

$$\vec{B} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{M}) \quad (1.11)$$

Όπου το B μετριέται σε Tesla και τα H, M σε Ampere/m.

Η παραπάνω εξίσωση ισχύει υπό οποιεσδήποτε συνθήκες. Το τεχνητό πεδίο μαγνήτισης H παράγεται από ηλεκτρικά ρεύματα που βρίσκονται έξω από το υλικό, όπως από σωληνοειδές ή ηλεκτρομαγνήτη, και από μόνιμο μαγνήτη, ενώ η μαγνήτιση είναι το αποτέλεσμα του spin ή της τροχιακής περιστροφής των ηλεκτρονίων του υλικού.

1.1.4 ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ

Αν το υλικό έχει n στοιχειώδη ατομικά μαγνητικά δίπολα στη μονάδα του όγκου, το καθένα με μαγνητική ροπή m , τότε η μαγνητική ροπή στη μονάδα του όγκου του υλικού όταν όλα τα δίπολα είναι ευθυγραμμισμένα καλείται **μαγνήτιση κορεσμού μ_0** . Η μαγνήτιση κορεσμού M_0 , ονομάζεται και ολική μαγνήτιση κορεσμού και διαχωρίζεται από την τεχνητή μαγνήτιση κορεσμού M_s , η οποία επιτυγχάνεται όταν το υλικό μετατρέπεται εξ' ολοκλήρου σε μια μόνο μαγνητική περιοχή, αφού με την εφαρμογή ακόμα υψηλότερων εξωτερικών πεδίων η μαγνήτιση αυξάνεται πέρα από την τεχνητή μαγνήτιση και τότε τα μαγνητικά δίπολα ευθυγραμμίζονται ακόμα περισσότερο στη μία υπάρχουσα μαγνητική περιοχή.

1.1.5 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η κατάταξη των διάφορων μαγνητικών υλικών γίνεται με τη βοήθεια δυο ιδιοτήτων: της διαπερατότητας και της επιδεκτικότητας. Οι δυο αυτές ιδιότητες ορίζονται ακολούθως.

Η διαπερατότητα μ ορίζεται από τη σχέση:

$$\mu = \frac{\vec{B}}{\vec{H}} \quad (1.12)$$

Όμοια, η επιδεκτικότητα χ ορίζεται από τη σχέση:

$$\chi = \frac{\vec{M}}{\vec{H}} \quad (1.13)$$

Από τη στιγμή που το B και M μπορεί να είναι γραμμικά ή όχι μεταξύ τους, ανάλογα με τον τύπο του υλικού του μέσου, συνεπάγεται ότι η διαπερατότητα και η επιδεκτικότητα μπορεί να είναι ή να μην είναι σταθερές ανάλογα με την περίπτωση. Μερικές φορές αντί της διαπερατότητας χρησιμοποιείται ο όρος της σχετικής διαπερατότητας. Η σχετική διαπερατότητα μ_r ενός υλικού ορίζεται από τη σχέση

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \quad (1.14)$$

όπου μ_0 είναι η διαπερατότητα του κενού, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ henry/m. Η σχετική διαπερατότητα του κενού είναι 1.

Η σχετική διαπερατότητα σχετίζεται άμεσα με την επιδεκτικότητα και η παρακάτω εξίσωση ισχύει πάντα:

$$\mu_r = \chi + 1 \quad (1.15)$$

1.1.6 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα διάφορα μαγνητικά υλικά ταξινομούνται με βάση την επιδεκτικότητά τους.

Η πρώτη κατηγορία υλικών έχει μικρό και αρνητικό $\chi \approx -10^{-5}$. Τα υλικά αυτά καλούνται **διαμαγνητικά** και η μαγνητική τους ροπή εξ' αιτίας της τροχιακής κίνησης τείνει να αντιτεθεί στο εξωτερικά επιβαλλόμενο πεδίο. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν υλικά όπως ο χαλκός, ο άργυρος, ο χρυσός, το βισμούθιο και το βηρύλλιο.

Η δεύτερη κατηγορία υλικών, για τα οποία το χ είναι μικρό αλλά θετικό, με τιμές που κυμαίνονται $10^{-5} \leq \chi \leq 10^{-3}$ είναι οι παραμαγνήτες. Η μαγνήτιση των υλικών αυτών είναι ασθενής και προσανατολίζεται προς την ίδια διεύθυνση με το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο. Παράδειγμα αυτής της κατηγορίας είναι το αλουμίνιο, ο λευκόχρυσος και το μαγγάνιο.

Η τρίτη και πιο διαδεδομένη κατηγορία μαγνητικών υλικών είναι οι σιδηρομαγνήτες. Η επιδεκτικότητα των υλικών αυτών είναι θετική, πολύ μεγαλύτερη από 1 και οι τιμές κυμαίνονται $50 \leq \chi \leq 10000$. στους σιδηρομαγνήτες εντάσσονται υλικά όπως ο σίδηρος, το κοβάλτιο, το νικέλιο και διάφορες σπάνιες γαίες καθώς και κράματά τους.

Εκτός από τις κύριες ομάδες υλικών που ήδη αναφέρθηκαν, υπάρχουν και μερικές ακόμα. Πρόκειται για τους σιδηριμαγνήτες, τους αντισιδηρομαγνήτες, τους ελιμαγνήτες και τους υπερπαραμαγνήτες. Σύμφωνα με μετρήσεις επιδεκτικότητας οι σιδηριμαγνήτες ξεχωρίζουν με μεγάλη δυσκολία από τους σιδηρομαγνήτες, ενώ οι αντισιδηρομαγνήτες και οι ελιμαγνήτες συγχέονταν για πολλά χρόνια με τους παραμαγνήτες.

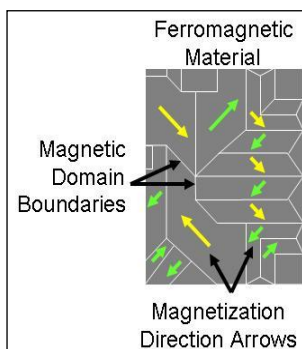
1.1.6.1 ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Ο σιδηρομαγνητισμός αποτελεί γενικά πιο πολύπλοκο φαινόμενο απ' ό τι ο παραμαγνητισμός ή ο διαμαγνητισμός. Όπως είναι γνωστό, η ευθυγράμμιση των δίπολων ενός γραμμικού μέσου διατηρείται από το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο. Οι σιδηρομαγνήτες όμως, που είναι έντονα γραμμικά υλικά δεν έχουν την ανάγκη από εξωτερικά πεδία για να διατηρήσουν τη μαγνήτισή τους. Αυτό γιατί παρόλο που όπως και στον παραμαγνητισμό, έτσι και στο σιδηρομαγνητισμό μετέχουν τα μαγνητικά δίπολα που οφείλονται στο spin των ασύζευκτων ηλεκτρονίων, στην περίπτωση του σιδηρομαγνητισμού, υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των γειτονικών δίπολων του υλικού, αφού το κάθε δίπολο, για κβαντομηχανικούς λόγους, επιδιώκει να έχει την ίδια κατεύθυνση με τα γειτονικά του.

1.1.7 ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

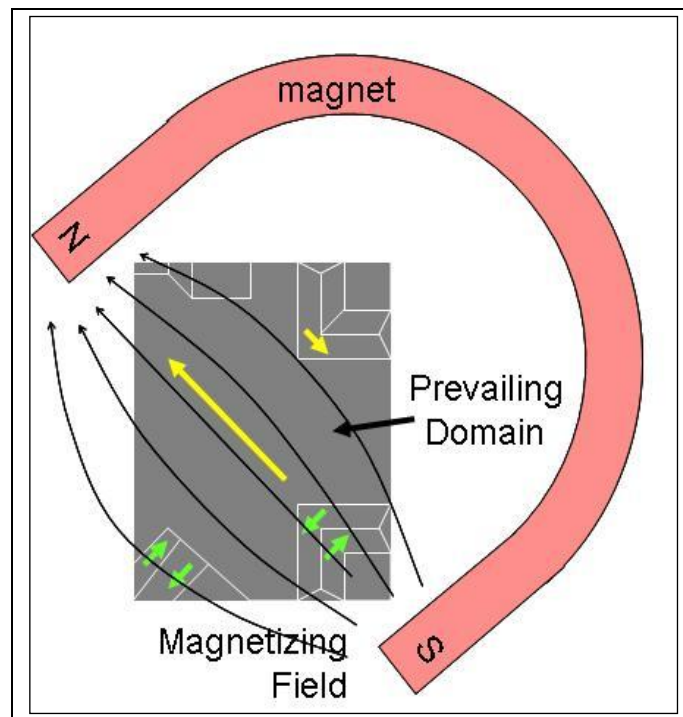
Αν ίσχυε το παραπάνω φαινόμενο, θα υπήρχε μία συνισταμένη μαγνήτιση σε μια κατεύθυνση και κατά συνέπεια θα έπρεπε κάθε σιδερένιο αντικείμενο να είναι ισχυρός μαγνήτης. Κάτι τέτοιο όμως δεν ισχύει.

Η ευθυγράμμιση των δίπολων πραγματοποιείται σε σχετικά μικρά τμήματα που ονομάζονται μαγνητικές περιοχές (domains). Οι περιοχές αυτές έχουν όγκο 10^{-12} έως 10^{-8} m^3 περίπου και περιέχουν 10^{17} έως 10^{21} άτομα. Όταν το υλικό δεν είναι μαγνητισμένο, παρόλο που τα δίπολα είναι μικροσκοπικά παραλληλισμένα αφού απουσία πεδίου προτιμούν να προσανατολίζονται σε διευθύνσεις κύριων κρυσταλλογραφικών αξόνων, οι μαγνητικές περιοχές έχουν τυχαίο προσανατολισμό, με συνέπεια η ολική μαγνήτιση του υλικού να είναι μηδενική, αφού οι διάφορες συνισταμένες αλληλοαναιρούνται.



Εικόνα 1. Μαγνητικές περιοχές απουσία εξωτερικού πεδίου σε φερρομαγνητικό υλικό. Με έγχρωμα βέλη φαίνονται οι διευθύνσεις της μαγνήτισης

Έτσι, ένα τοποθετηθεί ένα σιδηρομαγνητικό υλικό μέσα σε ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο, δεδομένου ότι τα δίπολα προτιμούν να είναι παράλληλα με τα γειτονικά τους, τα περισσότερα δίπολα θα αντισταθούν στη ροπή που ασκεί πάνω τους το πεδίο και η οποία προσπαθεί να αλλάξει την κατεύθυνση. Στο σύνορο δύο περιοχών, που τα γειτονικά δίπολα έχουν διαφορετικές κατευθύνσεις, η ροπή λόγω εξωτερικού πεδίου θα ενισχύσει την περιοχή που έχει πιο «κοντινή» κατεύθυνση με αυτή του πεδίου και έτσι η περιοχή αυτή θα «κερδίσει» κάποια από τα δίπολα της άλλης, της οποίας ο προσανατολισμός δεν ευνοείται. Το συνολικό αποτέλεσμα του εξωτερικού πεδίου είναι ότι μετατοπίζει τα σύνορα των περιοχών. Οι περιοχές που είναι πιο «κοντά» προσανατολισμένες στο πεδίο διογκώνονται ενώ οι υπόλοιπες συρρικνώνονται. Έτσι, τελικά αν το πεδίο είναι αρκετά ισχυρό, θα επικρατήσει μία και μόνο περιοχή εξ' ολοκλήρου. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι το υλικό έχει φτάσει σε **κατάσταση κορεσμού**.



Εικόνα 2. Επίδραση του μαγνητισμού στις μαγνητικές περιοχές

Όλη αυτή η διαδικασία δεν είναι πλήρως αναστρέψιμη. Αν το εξωτερικό πεδίο απομακρυνθεί τότε στο υλικό δεν αποκαθίσταται η αρχική κατάσταση των τυχαίων προσανατολισμών, αλλά συνεχίζουν να υπερισχύουν οι περιοχές που ήταν παράλληλες με το πεδίο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το υλικό να μετατραπεί σε μόνιμο μαγνήτη. Η θεωρία αυτή περί μαγνητικών περιοχών ονομάζεται θεωρία μαγνητικών περιοχών κατά Weiss.

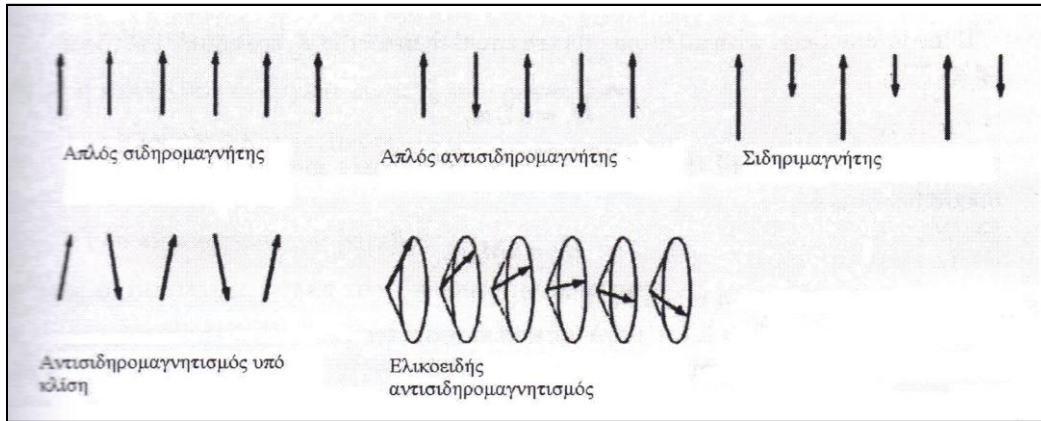
1.1.8 ΘΕΩΡΙΑ ΜΕΣΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΤΑ WEISS

Ο Weiss στην προσπάθειά του να εξηγήσει την τάξη των μαγνητικών διπολικών ροπών, εισήγαγε στο θερμοδυναμικό μοντέλο του Langevin ένα ακόμη όρο που ονομάστηκε «μέσο πεδίο Weiss». Το πεδίο αυτό είναι μια ατομική αλληλεπίδραση που ωθεί τα μαγνητικά γειτονικά δίπολα να προσανατολίζονται παράλληλα, γιατί με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιούν την ενέργειά τους. Ο όρος του μέσου πεδίου αναφέρεται μόνο στο εσωτερικό μιας μαγνητικής περιοχής, γιατί μόνο στις περιοχές αυτές υπάρχει ομοιομορφία όσον αφορά τις διπολικές ροπές. Το μέσο πεδίο κατά Weiss δίνεται από τον τύπο:

$$H_e = aM_s \quad (1.16)$$

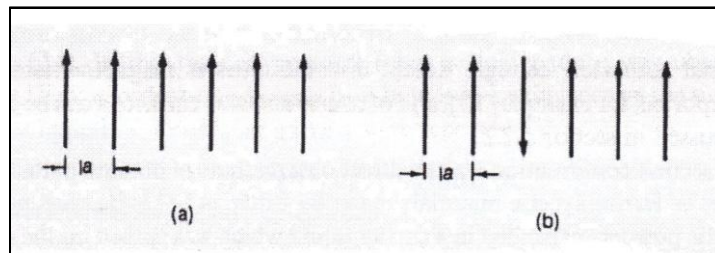
Όπου M_s είναι η εσωτερική μαγνήτιση μέσα στη μαγνητική περιοχή και η οποία ισούται με τη μαγνήτιση κορεσμού στους 0K και a η σταθερά του μέσου πεδίου. Αξίζει να αναφερθεί ότι η τιμή του μέσου πεδίου μειώνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία και μειώνεται η θερμοκρασία Curie.

Ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου αλληλεπίδρασης a , μπορεί να υπάρξουν διάφορες μορφές προσανατολισμού των ατομικών μαγνητικών ροπών, όπως φαίνεται στην εικόνα 2 αν το a είναι θετικό, οι ροπές προσανατολίζονται παράλληλα και έχουμε σιδηρομαγνητισμό, ενώ αν το a είναι αρνητικό έχουμε αντισιδηρομαγνητισμό.



Εικόνα 3. Διάφοροι τύποι μαγνητικής τάξης γειτονικών ροπών

Στην πρώτη περίπτωση, όπου δηλαδή το a είναι θετικό και τα μαγνητικά δίπολα είναι παράλληλα ευθυγραμμισμένα, η ενεργειακή κατάσταση είναι χαμηλότερη απ' ότι στη δεύτερη, όπου το a είναι αρνητικό. Αυτό αποδεικνύεται εύκολα θεωρώντας μια διάταξη έξι μαγνητικών δίπολων (εικόνα 3)



Εικόνα 4. Παράλληλα και αντιπαράλληλα διατεταγμένα μαγνητικά δίπολα

Στην περίπτωση αυτή η ενέργεια κάθε διπολικής ροπής m_i είναι:

$$E_i = \mu_0 \sum_j a_{ij} m_j \quad (1.17)$$

Και επειδή στο μέσο πεδίο ισχύει $a_{ij} = a$

$$E_i = \mu_0 a_i \sum_j m_j \quad (1.18)$$

Συνεπώς η συνολική ενέργεια είναι:

$$\vec{F} = k \vec{m}_1 \vec{m}_2 \quad (1.19)$$

Όταν όλες οι διπολικές ροπές είναι παράλληλες ισχύει:

$$\vec{F} = k \vec{m}_1 \vec{m}_2 \quad (1.20)$$

Με τη μία διπολική ροπή αντιπαράλληλη προκύπτει:

$$\vec{F} = -k \vec{m}_1 \vec{m}_2 \quad (1.21)$$

Όπως είναι εμφανές, η ενέργεια είναι χαμηλότερη όταν οι διπολικές ροπές είναι ευθυγραμμισμένες παράλληλα μέσα σε μια μαγνητική περιοχή. Αυτός είναι και ο λόγος που το ίδιο το υλικό προτιμά την ευθυγράμμιση των διπολικών του ροπών παράλληλα.

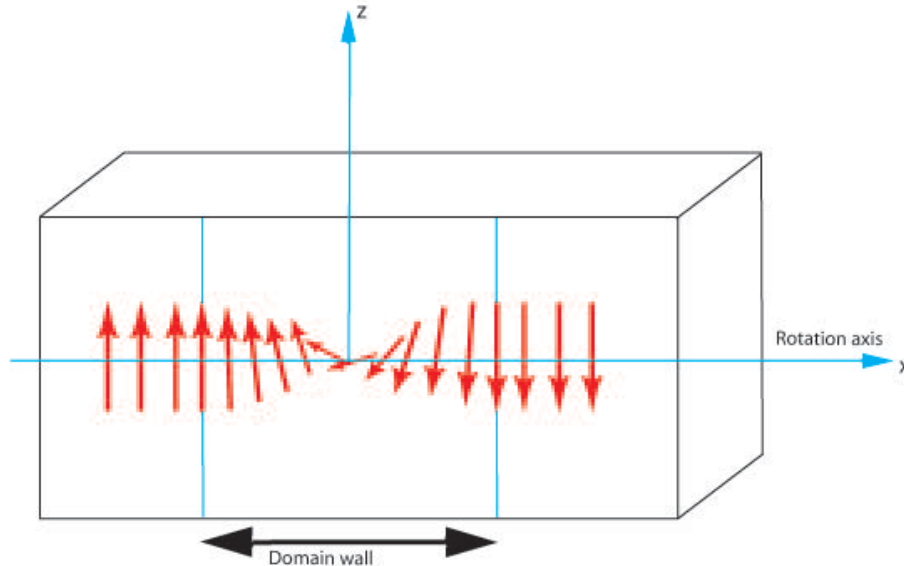
Η τιμή του μέσου πεδίου μειώνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία, και μειώνεται στη θερμοκρασία Curie.

1.1.9 ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

Για τη μετάβαση από τη μία μαγνητική περιοχή στη γειτονική της, τα περασμένα χρόνια υπήρχαν δύο θεωρίες. Σύμφωνα με τη μία εκδοχή το πλάτος της ζώνης μεταξύ δύο μαγνητικών περιοχών ισούται με μία ατομική απόσταση και σύμφωνα με τη δεύτερη, υπάρχει μια μεταβατική περιοχή, όπου η εναλλαγή των μαγνητικών διπολικών ροπών πραγματοποιείται με ομαλό τρόπο.

Όπως αποδεικνύεται στη συνέχεια, ορθή είναι και η δεύτερη πρόταση. Η ύπαρξη αυτών των μεταβατικών στρωμάτων ανάμεσα στις μαγνητικές περιοχές, στις οποίες οι μαγνητικές ροπές επαναπροσανατολίζονται, προτάθηκε από τον Bloch. Ωστόσο θα πρέπει να τονιστεί ότι δεν είναι όλα τα μαγνητικά τοιχώματα, τοιχώματα Bloch, αφού υπάρχουν και άλλα είδη μαγνητικών τοιχωμάτων, όπως είναι τα τοιχώματα Neel.

Η αλλαγή της διεύθυνσης των μαγνητικών ροπών από περιοχή σε περιοχή είναι συνήθως 180° ή 90°, ειδικά στα υλικά που κρυσταλλώνονται στο κυβικό σύστημα και η αλλαγή αυτή πραγματοποιείται σταδιακά πάνω σε πολλά ατομικά επίπεδα.



Εικόνα 5. Προσανατολισμός κάθε μαγνητικού δίπολου μέσα σε μαγνητικό τοίχωμα 180°

Η ύπαρξη των μαγνητικών τοιχωμάτων αποδίδεται στις ενέργειες πεδίου και ανισοτροπίας. Η ανισοτροπία τείνει να κάνει τα μαγνητικά τοιχώματα πιο λεπτά, επειδή η ενέργεια ανισοτροπίας είναι χαμηλότερη όταν όλες οι ροπές είναι προσανατολισμένες στους κρυσταλλογραφικά ισοδύναμους άξονες, ενώ η ενέργεια αλληλεπίδρασης τείνει να τα κάνει πιο παχιά αφού στους σιδηρομαγνήτες ελαχιστοποιείται όταν τα γειτονικά δίπολα στοιχίζονται παράλληλα.

Ως ενέργεια τοιχωμάτων των μαγνητικών περιοχών ορίζεται η διαφορά της ενέργειας των μαγνητικών ροπών, όταν είναι μέρος του τοιχώματος και όταν είναι μέρος της μαγνητικής περιοχής. Οι αλληλεπιδράσεις των διπολικών ροπών αντιστοιχούν σε μία ενέργεια αλληλεπίδρασης

$$E_{ex} = -\mu_0 n l_e \quad (1.22)$$

Όπου H_e είναι το πεδίο αλληλεπίδρασης.

Στο μοντέλο του μέσου πεδίου Weiss είπαμε ότι το He είναι ανάλογο της μαγνήτισης μέσα στη μαγνητική περιοχή, δηλαδή είναι M_s και σε θερμοκρασίες κάτω της θερμοκρασίας Curie είναι περίπου M_0 και έτσι έχουμε ότι $H_e = aM_s$. Επίσης, για τις αλληλεπιδράσεις των ατομικών μαγνητικών ροπών ισχύει ότι $M_s = Nm$, όπου N είναι ο αριθμός των ατόμων στη μονάδα του όγκου.

Οι διευθύνσεις των μαγνητικών διπόλων μέσα στα μαγνητικά τοιχώματα διαφέρουν και για το λόγο αυτό η προσέγγιση του μέσου πεδίου δεν ισχύει. Για να μπορέσουμε επομένως να δώσουμε μια λύση που να ισχύει για την ενέργεια των μαγνητικών τοιχωμάτων, θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μόνο τις πιο κοντινές γειτονικές αλληλεπιδράσεις. Τότε η ενέργεια ανά διπολική ροπή εξαιτίας αυτής της αλληλεπίδρασης θα είναι:

$$E_{ex} = -\mu_0 m_i m_j \quad (1.23)$$

Όπου m_i και m_j είναι γειτονικές ροπές.

Από τη στιγμή που επιτρέπονται τις ροπές των μαγνητικών τοιχωμάτων να έχουν διαφορετικούς προσανατολισμούς, η αλληλεπίδραση του μέσου πεδίου δεν έχει πρακτική σημασία. Για τον λόγο αυτό αντικαθίσταται η σταθερά a με μια ανάλογη αλληλεπίδραση j που χρησιμοποιείται μόνο ανάμεσα στις πιο κοντινές γειτονιές. Έτσι, η ενέργεια αλληλεπίδρασης ανά ροπή γίνεται:

$$E_{ex} = -\mu_0 j m_i m_j \quad (1.24)$$

Όπου z είναι ο αριθμός των πιο γειτονικών ατόμων. Οι μαγνητικές ροπές m_i και m_j είναι εκφρασμένες σε Am^2 . Έτσι, η ενέργεια αλληλεπίδρασης ανά ροπή είναι εξαρτώμενη από τη γωνία που σχηματίζουν δυο γειτονικές ροπές. Επομένως, αν ϕ είναι η γωνία ανάμεσα στις γειτονικές ροπές m_i και m_j , η ενέργεια ανταλλαγής ανά μονάδα όγκου θα είναι :

$$E_{ex} = -\mu_0 j \cos \phi \quad (1.25)$$

Αν υποθέσουμε ότι οι ροπές σχηματίζουν μια γραμμική αλυσίδα, τότε κάθε ροπή θα έχει δύο πιο κοντινές γειτονικές. Κάνοντας της αντικατάσταση $\cos\varphi=1-\varphi^2/2$ για μικρά φ , κάτι που ισχύει εξ' ορισμού στην περίπτωση των πλέον γειτονικών ατόμων, η ενέργεια ανα ροπή γίνεται:

$$E_x = \mu_j \tilde{h} \left(\frac{\Phi}{2} - 1 \right) \quad (1.26)$$

Η επιπρόσθετη ενέργεια εξ' αιτίας της περιστροφής των γωνιών των δίπολων μέσα στα τοιχώματα είναι το άθροισμα των επί μέρους ενεργειών αλληλεπιδράσεων από όλα τα δίπολα που υπάρχουν στο τοίχωμα, οπότε:

$$\Delta E_x = \mu_j \tilde{h} n \varphi \quad (1.27)$$

Όπου n είναι ο αριθμός των δίπολων στο τοίχωμα.

Για ένα τοίχωμα που χωρίζει δύο αντιπαράλληλες μαγνητικές περιοχές, δηλαδή για ένα τοίχωμα 180° , με n δίπολα και απόσταση το ένα από το άλλο μεγέθους a , η γωνία σε δυο γειτονικά δίπολα είναι $\varphi=\pi/n$.

Άρα η ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας είναι:

$$\Delta E_x = \frac{\mu_j \tilde{h} a^2}{n^2} \quad (1.28)$$

Από τη σχέση αυτή φαίνεται καθαρά ότι η ενέργεια αλληλεπίδρασης ελαχιστοποιείται, όταν το φ είναι πολύ μικρό. Αυτί ισχύει όταν το τοίχωμα είναι αρκετά μεγάλο, συνεπώς η ενέργεια αλληλεπίδρασης ευνοεί την ανάπτυξη πλατιών τοιχωμάτων.

Η ενέργεια στη διπολική ροπή p πάλι, που οφείλεται στην ανισοτροπία, δίνεται από τη σχέση:

$$E_d = \frac{2\mu_0 \tilde{h} p^2}{a^3} \quad (1.29)$$

Έτσι, αθροίζοντας τις ενέργειες όλων των ροπών, σε όλο το πλάτος του τοιχώματος, δίνει την ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας:

$$E_a = K_1 n c \quad (1.30)$$

Όπου a είναι το διάστημα ανάμεσα σε δύο δίπολα και n είναι ο αριθμός των επιπέδων των ατόμων στο μαγνητικό τοίχωμα. Αν l_d είναι το πάχος του τοιχώματος, $l_d = na$, και τότε:

$$E_a = K_1 l_d \quad (1.31)$$

Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι η ενέργεια ανισοτροπίας ελαχιστοποιείται για πολύ λεπτά τοιχώματα.

Επομένως, αν αθροιστούν η ενέργεια ανισοτροπίας και η ενέργεια αλληλεπιδράσεως προκύπτει η ολική ενέργεια:

$$E_{\text{tot}} = \frac{K_1 \mu^2 n^2}{l_d} + K_2 \quad (1.32)$$

Που είναι η ενέργεια του μαγνητικού τοιχώματος ανά μονάδα επιφάνειας.

Έτσι, αν ο κύριος όρος της ολικής ενέργειας είναι ο όρος της ανισοτροπίας τότε η ενέργεια ελαχιστοποιείται για μικρά l_d , ενώ αν αντίθετα είναι η ενέργεια ανταλλαγής, τότε η ενέργεια ελαχιστοποιείται για πολύ μεγάλα l_d και επομένως το πάχος του μαγνητικού τοιχώματος ορίζεται τελικά από τον ανταγωνισμό των δύο αυτών παραγόντων.

Το πλάτος των μαγνητικών τοιχωμάτων στα σιδηρομαγνητικά υλικά καθορίζεται από την ελαχιστοποίηση της ενέργειας του τοιχώματος και γι' αυτό παραγωγίζοντας την ενέργεια ως προς l_d για να βρούμε το σημείο ισορροπίας και λαμβάνοντας υπ' όψη ότι $\varphi = \pi/n$ και $l_d = na$, έχουμε ότι:

$$\frac{dE_{\text{tot}}}{dl} = \frac{d}{dl} \left(\frac{K_1 \mu^2 n^2}{l_d} + K_2 \right) = 0 \quad (1.33)$$

Εξ' αιτίας του ότι οι τελικές διευθύνσεις των ροπών στα τοιχώματα είναι αποτέλεσμα μιας λεπτής ισορροπίας ανάμεσα στην ενέργεια αλληλεπίδρασης και την ενέργεια ανισοτροπίας, έχει σαν αποτέλεσμα με την επιβολή ενός εξωτερικού πεδίου στο υλικό μας, οι διπολικές ροπές που μπορούν να αλλάξουν διεύθυνση ευκολότερα, να είναι αυτές που βρίσκονται στα μαγνητικά τοιχώματα και όχι αυτές στο εσωτερικό του κύριου σώματος των μαγνητικών περιοχών, οι οποίες αποκτούν μια συγκεκριμένη διεύθυνση εξαιτίας της αλληλεπίδρασής τους, και δε μπορούν να αλλάξουν διεύθυνση εύκολα, γιατί βρίσκονται στον πυθμένα ενός «ενεργειακού πηγαδιού» με μεγάλο βάθος. Το αποτέλεσμα είναι ότι οι ροπές μέσα στο τοίχωμα περιστρέφονται ελαφρώς προς τη διεύθυνση του πεδίου καθώς το πεδίο αυξάνεται και αυτό φαίνεται σαν το μαγνητικό τοίχωμα να μετακινείται προς τα δεξιά. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «κίνηση του μαγνητικού τοιχώματος», αν και στην ουσία δεν υπάρχει καμία κίνηση και μοιάζει με κίνηση κύματος.

1.1.10 ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ 180° ΚΑΙ ΜΗ-180°

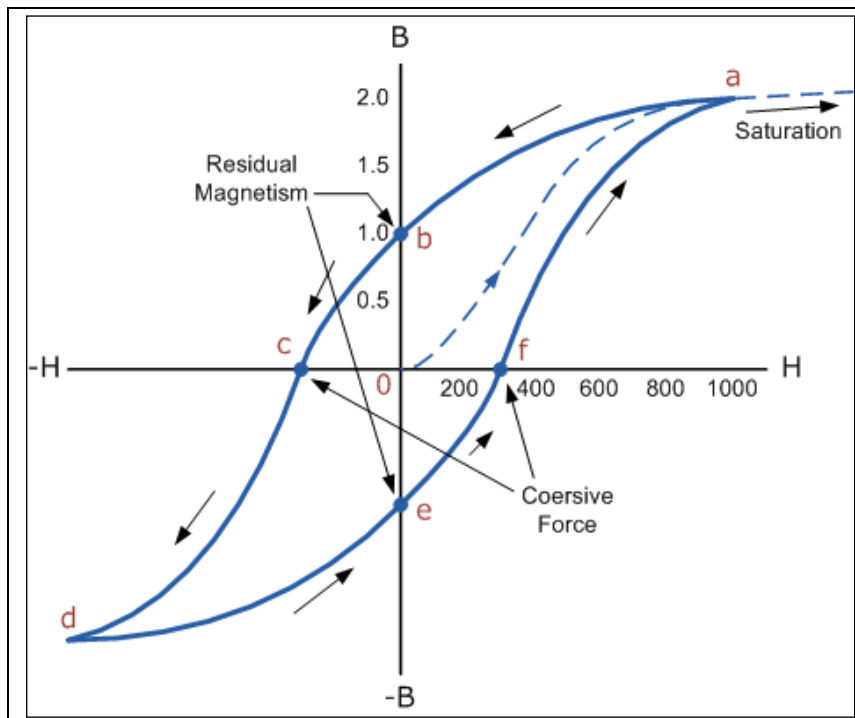
Όπως είναι γνωστό, η διεύθυνση προσανατολισμού διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, παρουσιάζοντας προτίμηση κατά μήκος των κύριων κρυσταλλογραφικών αξόνων. Γενικά τα μαγνητικά τοιχώματα μπορούν να ταξινομηθούν σε τοιχώματα 180° και σε μη-180°, δηλαδή σε τοιχώματα που διαχωρίζουν αντιπαράλληλες και μη αντιπαράλληλες μαγνητικές περιοχές. Τα πρώτα συναντώνται σχεδόν σε όλα τα υλικά και διαφέρουν από τα υπόλοιπα στο ότι δεν επηρεάζονται από την επιβολή μηχανικής τάσης. Στα τοιχώματα αυτά οι διευθύνσεις της μαγνήτισης σε γειτονικές μαγνητικές περιοχές είναι αντιπαράλληλες και κατά συνέπεια οι μαγνητικές ροπές των περιοχών αυτών έχουν διευθύνσεις ισοδύναμων κρυσταλλογραφικών διευθύνσεων.

Στα υλικά που κρυσταλλώνονται στο κυβικό σύστημα, τα τοιχώματα μη-180° με $K > 0$ είναι όλα 90°, έτσι ώστε οι διευθύνσεις των δίπολων σε γειτονικές μαγνητικές περιοχές να είναι σε ορθές γωνίες. Γι' αυτό στο σίδηρο, όπου οι κύριοι άξονες είναι στις διευθύνσεις (100), τα μαγνητικά τοιχώματα ανάμεσα στις διευθύνσεις (100) και $(\bar{1}00)$ είναι όλα 180°, ενώ αυτά που είναι ανάμεσα στις διευθύνσεις (100) και (010) είναι τοιχώματα 90°. Στο νικέλιο πάλι, για το οποίο $K < 0$ οι κύριοι άξονες έχουν διεύθυνση (111). Συνεπώς τα τοιχώματα μη-180° θα είναι 71° ή 109°. Οι κλειστοί σχηματισμοί μαγνητικών περιοχών συμβαίνουν πιο συχνά στα υλικά του κυβικού

συστήματος παρά σ' αυτά του εξαγωνικού, γιατί η κυβική ανισοτροπία εξασφαλίζει ότι οι διευθύνσεις που σχηματίζουν ορθές γωνίες με την ανισοτροπία σε μια μαγνητική περιοχή είναι και αυτοί μαγνητικά κύριοι άξονες. Γι' αυτό και ενεργειακά είναι προτιμότερο να συνυπάρχουν τοιχώματα 90° και 180° μαζί.

1.1.11 ΥΣΤΕΡΗΣΗ

Ο πιο απλός και συνηθισμένος τρόπος μαγνήτισης και απομαγνήτισης ενός υλικού, αλλά και της απεικόνισης των μαγνητικών του ιδιοτήτων είναι το διάγραμμα υστέρησης του υλικού. Ένα χαρακτηριστικό τέτοιο διάγραμμα είναι το ακόλουθο



Εικόνα 6. Τυπικός βρόγχος υστέρησης σιδηρομαγνητικού υλικού

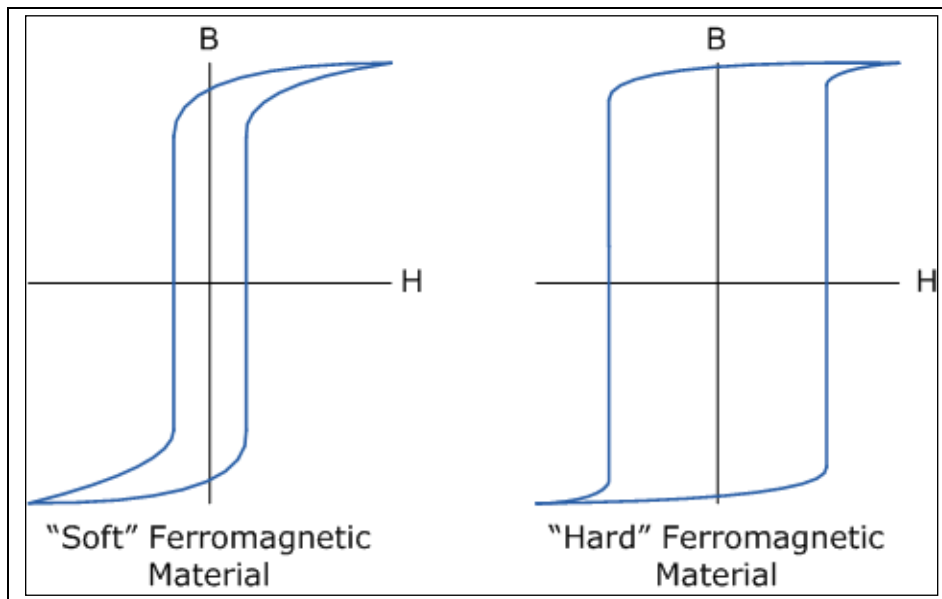
Όπως φαίνεται και στο σχήμα, το διάγραμμα της υστέρησης απεικονίζει τη μεταβολή της μαγνητικής επαγωγής B , συναρτήσει του εφαρμοζόμενου μαγνητικού πεδίου H . Κατά τα γνωστά, τα περισσότερα διαγράμματα σιδήρου ή οποιουδήποτε άλλου σιδηρομαγνητικού υλικού που δεν έχουν βρεθεί ποτέ σε μαγνητικό πεδίο δεν παρουσιάζουν αυθόρμητη μαγνήτιση. Επομένως για $H=0$ έχουμε $M=0$, και επειδή όπως έχει προαναφερθεί $B=\mu_0(H+M)$, και $B=0$. Όταν όμως βρεθούν για πρώτη φορά σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο H τότε εμφανίζεται μια μαγνήτιση, δηλαδή επάγεται στο υλικό μας μία μαγνητική επαγωγή $B=\mu_0(H+M)$. Ουσιαστικά, στα φερρομαγνητικά υλικά το B είναι ανάλογο της M , αφού η M είναι τεράστια

συγκρινόμενη με το H . Ο βρόγχος υστέρησης θα μπορούσε να είναι η γραφική παράσταση της M συναρτήσει του H . Αν στη συνέχεια αυξηθεί το μαγνητικό πεδίο H , τα σύνορα των μαγνητικών περιοχών μετατοπίζονται και η μαγνήτιση μεγαλώνει, μέχρις ότου φτάσουμε στο σημείο B_s . Το σημείο αυτό ονομάζεται σημείο κορεσμού, γιατί εκεί όλα τα δίπολα έχουν ευθυγραμμιστεί, οπότε περαιτέρω αύξηση του ρεύματος δεν επηρεάζει περαιτέρω τη μαγνήτιση M και κατά συνέπεια τη μαγνητική επαγωγή B . Αν μετά από το σημείο κορεσμού αρχίσει να μεγαλώνει και πάλι το μαγνητικό πεδίο H , η τιμή της μαγνητικής επαγωγής μειώνεται μέχρι να φτάσει στο σημείο $H=0$. Εκεί, όπως είναι φανερό το υλικό έχει μετατραπεί σε μόνιμο μαγνήτη, αφού υπάρχει μαγνήτιση χωρίς εξωτερικό πεδίο H . Η τιμή του B στο σημείο αυτό είναι B_r και ονομάζεται «παραμένουσα μαγνητική επαγωγή». Προκειμένου να εξαφανιστεί η παραμένουσα μαγνητική επαγωγή B_r , θα πρέπει να επιβληθεί στο υλικό ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο H αντίθετης φοράς. Όταν επιτευχθεί μηδένιση της μαγνητικής επαγωγής, δηλαδή όταν $B=0$, το πεδίο θα έχει τιμή $-H_c$ (σημείο α) και ονομάζεται «συνεκτικό πεδίο». Αν στη συνέχεια μειωθεί ακόμη περισσότερο το μαγνητικό πεδίο θα σημειωθεί και πάλι αύξηση του B , με αντίθετο όμως προσανατολισμό των μαγνητικών δίπολων, μέχρι να επέλθει ξανά κορεσμός (σημείο β). Αν επιχειρηθεί να αυξηθεί και πάλι το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο H , τότε από το σημείο κορεσμού θα μεταβούμε στο σημείο γ και έπειτα στη μαγνητική επαγωγή κορεσμού B_s .

Η τιμή του συνεκτικού πεδίου είναι άμεσα εξαρτώμενη από την κατεργασία και τη μορφοποίηση που έχει υποστεί το υλικό και όπως και με την παραμένουσα μαγνήτιση, έχει ιδιαίτερη σημασία στις ιδιότητες του υλικού. Με βάση το συνεκτικό πεδίο, τα σιδηρομαγνητικά υλικά μπορούν να χωριστούν σε «σκληρά» και «μαλακά» μαγνητικά υλικά.

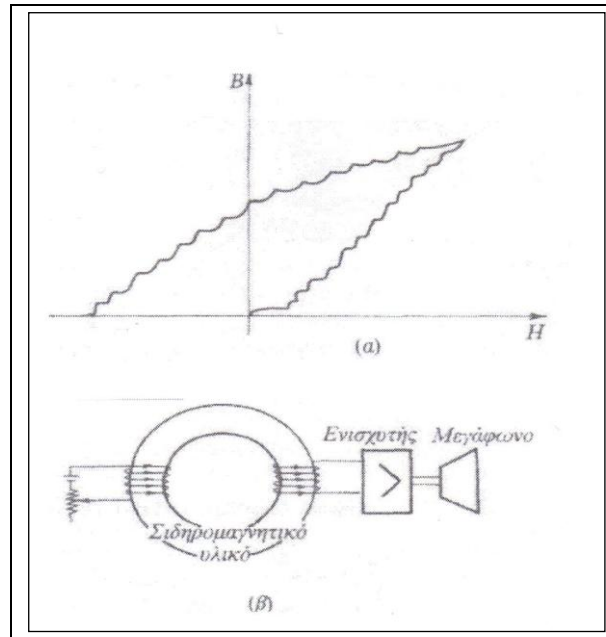
Ο βρόγχος υστέρησης των σκληρών σιδηρομαγνητικών υλικών είναι αρκετά ευρύς, δηλαδή έχει μεγάλο συνεκτικό πεδίο H_c και χαμηλός, αφού έχει σχετικά χαμηλή μαγνητική διαπερατότητα. Τα υλικά αυτά απομαγνητίζονται δύσκολα από εξωτερικά μαγνητικά πεδία.

Αντιθέτως, τα μαλακά μαγνητικά υλικά έχουν στενό βρόγχο υστέρησης, μικρή παραμένουσα μαγνήτιση και μεγάλο ύψος, δηλαδή και υψηλότερη μαγνητική διαπερατότητα, με αποτέλεσμα να απομαγνητίζονται ευκολότερα από τα σκληρά μαγνητικά υλικά.



Εικόνα 7. Βρόγχοι υστέρησης για μαλακό και σκληρό σιδηρομαγνητικό υλικό

Στην πραγματικότητα όμως, ο βρόγχος υστέρησης δεν έχει τη μορφή της εικόνας 6, αλλά την κλιμακωτή της εικόνας 8.



Εικόνα 8. Φαινόμενο Barkhausen

Η μορφή αυτή οφείλεται στην απότομη αλλαγή του προσανατολισμού των μαγνητικών περιοχών κατά τη διαδικασία της μαγνήτισης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο γνωστό φαινόμενο Barkhausen. [1]

1.2 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ BARKHAUSEN

Το φαινόμενο Barkhausen είναι οι βαθμωτές μεταβολές της μαγνήτισης ενός υλικού που οφείλονται είτε στην ξαφνική αλλαγή του προσανατολισμού των δίπολων μιας μαγνητικής περιοχής σε κρυσταλλογραφικό άξονα που είναι πιο κοντά στη διεύθυνση του εξωτερικά επιβαλλόμενου πεδίου, είτε της ξαφνική υπερνίκηση ενός εμποδίου κατά την κίνηση ενός μαγνητικού τοιχώματος λόγω συσσώρευσης της παρεχόμενης τεχνητής μαγνήτισης. Προκύπτει από την κίνηση τοιχωμάτων 180° και $\mu\text{-}180^\circ$. [1,2]



Εικόνα 9. Σχηματική αναπαράσταση των αλμάτων Barkhausen λόγω της υπερπήδησης σημείων αγκύρωσης

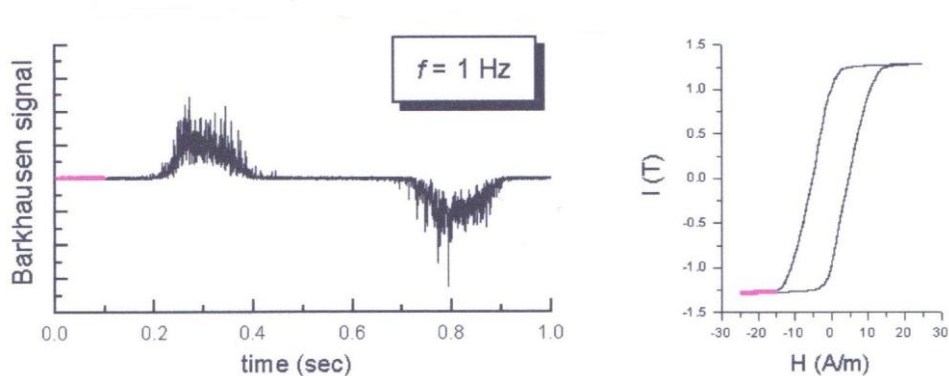
Το φαινόμενο βασίζεται στις μικροδομικές ατέλειες όπως για παράδειγμα διαταραχές, όρια κόκκων άτομα-συστοιχίες ατόμων δευτερεύουσας φάσης, μη μεταλλικές

προσμίξεις κλπ, μέγεθος κόκκου ίσου και μεγαλύτερου του πάχους του μαγνητικού τοιχώματος (\sim nm) που επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες, όπως για παράδειγμα η σκληρότητα καθώς επίσης και οι μαγνητικές ιδιότητες όπως για παράδειγμα η μαγνήτιση, το σχήμα του βρόγχου υστέρησης. [3]

Οι ατέλειες και οι διαταραχές αυξάνουν την απαιτούμενη ενέργεια περιστροφής των δίπολων της μαγνητικής περιοχής, από ένα κύριο άξονα σε εύκολο άξονα μαγνήτισης που είναι προσανατολισμένος περισσότερο στο πεδίο. [4]

Λόγω των δινορρευμάτων που προκαλούν τα άλματα Barkhausen, ο μαγνητικός θόρυβος αφορά στην επιδερμική μαγνήτιση. Τα εσωτερικά άλματα Barkhausen, αν και υπάρχουν δε μπορούν να μετρηθούν λόγω περιορισμού τους (scanning effect). Αυτό επιτρέπει τη μη καταστροφική και ακριβή μέτρηση των αλμάτων Barkhausen στην επιφάνεια του υπό δοκιμή υλικού.

Κάθε άλμα λόγω ασυνεχούς μαγνητικής μεταβολής δημιουργεί ένα παλμό εξόδου. Το σύνολο των ασυνεχειών είναι ο μετρούμενος θόρυβος Barkhausen. Ο θόρυβος εμφανίζεται στις περιοχές του βρόγχου υστερητικής μαγνήτισης όπου η κλίση της συνάρτησης $B(H)$, που είναι κ η διαφορική μαγνητική διαπερατότητα του υλικού, είναι μεγάλη. Στην εικόνα 10 η διαγραμμισμένη περιοχή του βρόγχου υστέρησης δεν εμφανίζει άλματα και θόρυβο Barkhausen, ο οποίος αντίθετα εμφανίζεται στη μεγάλη κλίση του βρόγχου.



Εικόνα 10. Θόρυβος Barkhausen και η συσχέτιση του με το βρόγχο μαγνήτισης

Ο θόρυβος Barkhausen είναι στοχαστικός και ο ηλεκτρικός φάκελος δεν είναι ποτέ ταυτόσημος με κάποιον άλλο που αντιστοιχεί στις ίδιες συνθήκες εξωτερικής

μαγνήτισης. Αυτό ισχύει διότι η μαγνητική μικροδομή ενός φερρομαγνητικού κόκκου και ακόμη περισσότερο ενός μακροσκοπικού μαγνητικού υλικού δεν είναι ποτέ η ίδια στις ίδιες συνθήκες τεχνητής μαγνήτισης.[4,5].

Παρόλες τις διαφορές μελέτες, η πλήρης κατανόηση της αλληλεπίδρασης των διαφορετικών μικρογραφικών χαρακτηριστικών και του θορύβου Barkhausen δεν έχει επιτευχθεί. [6]. Όμως, ο θόρυβος Barkhausen είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος σε καταστάσεις τάσεων στα φερρομαγνητικά υλικά και γι'αυτό έχει γίνει αντικείμενο μελέτης για την ανάπτυξή του ως μία μέθοδος Μη-Καταστροφικών Ελέγχων [7,8]

Κεφάλαιο 2

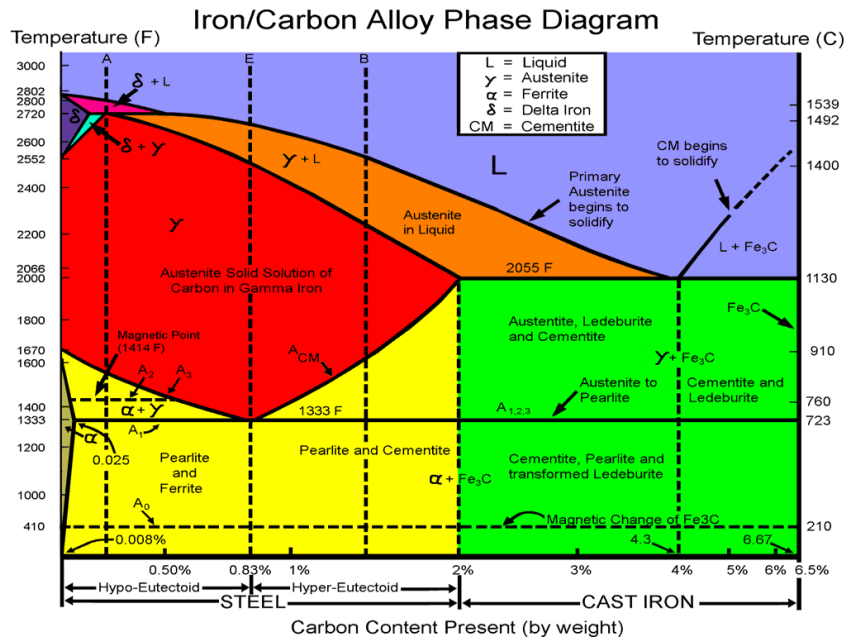
2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΟΙΝΩΝ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ

2.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗΣ

Ο χάλυβας είναι το σημαντικότερο και πιο διαδεδομένο υλικό των μηχανολογικών κατασκευών. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο γεγονός ότι η αλλοτροπία του σιδήρου και οι μετασχηματισμοί φάσεων στους χάλυβες επιτρέπουν το σχηματισμό μιας μεγάλης ποικιλίας μικροδομών, που οδηγεί σε ένα αντίστοιχα μεγάλο εύρος μηχανικής συμπεριφοράς. [10,11]. Έτσι, δεν προκαλεί εντύπωση το γεγονός ότι οι χάλυβες κατέχουν το 80% της χρήσης των κραμάτων που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εφαρμογές.

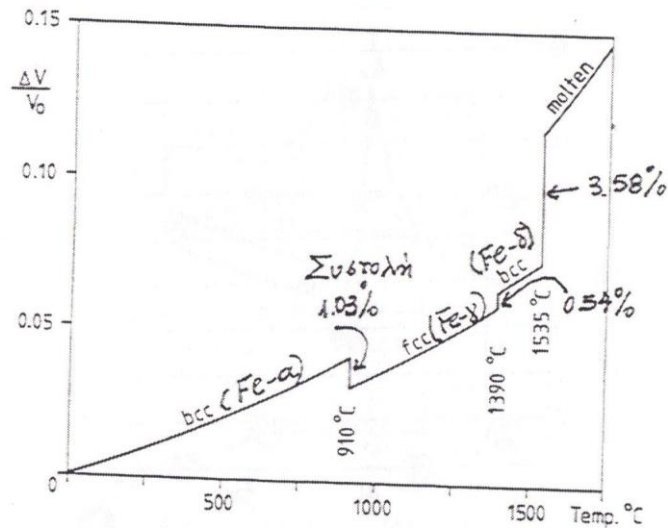
Χάλυβες είναι τα κράματα σιδήρου – άνθρακα με περιεκτικότητα σε άνθρακα από 0,025 ως 2,1%. Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε άνθρακα, οι χάλυβες υποδιαιρούνται σε τρεις κατηγορίες : χάλυβες με περιεκτικότητα 0,8% C ονομάζονται *ευτηκτοειδείς*, χάλυβες με περιεκτικότητα από 0,025-0,8% C ονομάζονται *υποευτηκτοειδείς* και χάλυβες με περιεκτικότητα σε άνθρακα από 0,8-2,1% ονομάζονται *υποευτηκτοειδείς*.

Ο χάλυβας που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική είναι κοινός ανθρακούχος με την κωδική ονομασία STAHL 37 (St-37) με χημική σύσταση $C \leq 0,17$, Si-, $Mn \leq 1,40$, $P = 0,035$, $S = 0,035$. Πρόκειται για υποευτηκτοειδή χάλυβα με όριο θραύσης 370MPa.



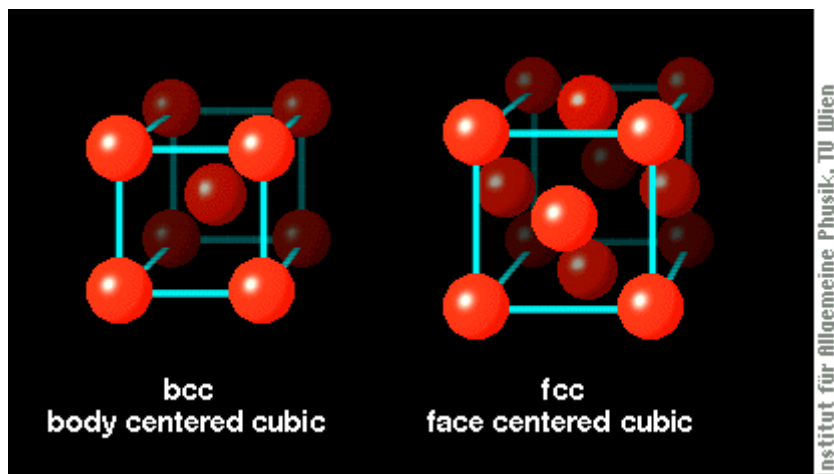
Εικόνα 11. Διάγραμμα φάσεων Fe-C

Ο καθαρός σίδηρος κρυσταλλώνεται σε δύο αλλοτροπικές μορφές: τη χωροκεντρωμένη κυβική (bcc) (σίδηρος α- φερρίτης) και την ενδοκεντρωμένη κυβική (fcc) (σίδηρος γ- ωστενίτης). Ο φερρίτης παραμένει σταθερός μέχρι τη θερμοκρασία των 910°C (σημείο A₃ στο διάγραμμα φάσεων) ενώ πάνω από αυτή τη θερμοκρασία μετασχηματίζεται σε ωστενίτη. Ο ωστενίτης παραμένει σταθερός μέχρι τους 1390°C (σημείο A₄ στο διάγραμμα φάσεων) όπου αποκτά χωροκεντρωμένη δομή (σίδηρος δ), μέχρι τους 1536°C όπου είναι το σημείο τήξης. Η εικόνα 12 δείχνει τους μετασχηματισμούς φάσης σε ένα διάγραμμα όγκου ανά άτομο σιδήρου συναρτήσει της θερμοκρασίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο μετασχηματισμός του ωστενίτη σε φερρίτη συνοδεύεται από αλλαγή όγκου περίπου κατά 1%, κάτι που μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία εσωτερικών τάσεων κατά το μετασχηματισμό.



Εικόνα 12. Μεταβολή του ειδικού όγκου του σιδήρου κατά τη θέρμανση. Οι απότομες αλλαγές οφείλονται στους αλλοτροπικούς μετασχηματισμούς και στην τήξη

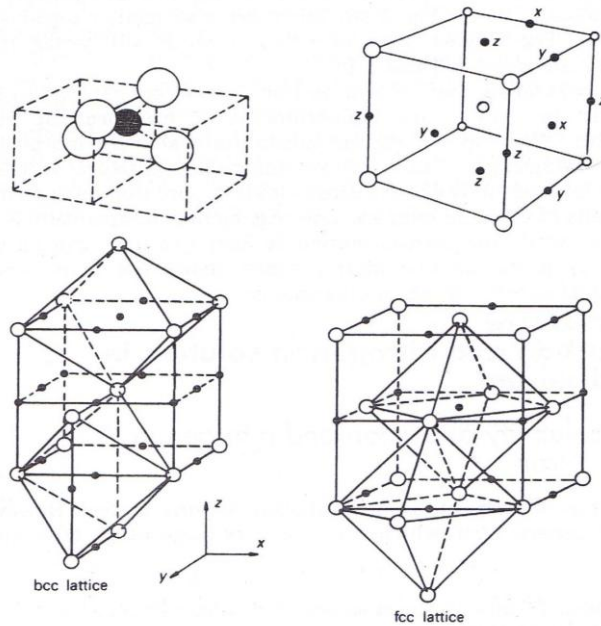
Η γεωμετρία των δομικών μονάδων του φερρίτη και του ωστενίτη εξαρτάται από τη διαλυτότητα των μη μεταλλικών στοιχείων (για παράδειγμα άνθρακας και άζωτο) στις δύο αυτές φάσεις, τη διαχυσιμότητα των κραματικών στοιχείων σε αυξημένες θερμοκρασίες καθώς και με τη συμπεριφορά του υλικού κατά την πλαστική παραμόρφωση. Η στοίβαξη των ατόμων στη bcc δομή του φερρίτη είναι πιο χαλαρή σε σχέση με τον ωστενίτη.



Εικόνα 13. Χωροκεντρομένη και ενδοκεντρομένη κυβική δομή

Τα μεγαλύτερα πλεγματικά κενά της bcc δομής είναι οι τετραεδρικές θέσεις παρεμβολής που υπάρχουν ανάμεσα στις δύο άκρες και στα δυο κεντρικά άτομα της δομής, τα οποία αποτελούν το τετράεδρο. Είναι αρκετά ενδιαφέρον το γεγονός ότι

παρόλο που η fcc δομή είναι πυκνότερη παρουσιάζει μεγαλύτερα πλεγματικά κενά από τη bcc δομή. Το 74% του όγκου της κυψελίδας καταλαμβάνεται από τα άτομα ενώ το υπόλοιπο είναι κενός χώρος. Αυτά τα κενά βρίσκονται στο κέντρο των ακμών της κυψελίδας και περιβάλλονται από έξι άτομα που σχηματίζουν τη δομή οκταγώνου. Η bcc δομή έχει μικρότερη πυκνότητα, που αντιστοιχεί σε πλήρωση 68% του χώρου από άτομα.



Εικόνα 14. Πλεγματικά κενά στη χωροκεντρομένη και ενδοκεντρομένη κυβική δομή

Ο μετασχηματισμός $\alpha \leftrightarrow \gamma$ που γίνεται στους 910°C λαμβάνει χώρα πολύ γρήγορα με αποτέλεσμα να είναι αδύνατο να διατηρηθεί η fcc δομή σε θερμοκρασία δωματίου. Η γρήγορη απόψυξη μπορεί να μεταβάλλει τη μορφολογία του φερρίτη, ο οποίος διατηρεί την bcc δομή του.

Τα ατομικά μεγέθη του άνθρακα και του αζώτου είναι αρκετά μικρά σε σχέση με τα άτομα του σιδήρου με αποτέλεσμα αυτά να μπορούν να εισέλθουν στο πλέγμα του φερρίτη και του ωστενίτη ως άτομα παρεμβολής. Εν αντιθέσει, τα μεταλλικά στοιχεία κραμάτωσης όπως για παράδειγμα το Ni, Cr, Mg έχουν αρκετά μεγαλύτερα άτομα με αποτέλεσμα να εισέρχονται στο πλέγμα μόνο ως στοιχεία αντικατάστασης. Είναι ευνόητο ότι κατά την είσοδο ατόμων παρεμβολής στο πλέγμα του σιδήρου θα υπάρξει και μια παραμόρφωση του πλέγματος. Έχει βρεθεί ότι ο άνθρακας C και το

άζωτο N δεν καταλαμβάνουν τις μεγαλύτερες θέσεις παρεμβολής στο φερρίτη, οι οποίες είναι ενεργειακά ευνοϊκότερα διατεταγμένες κατά τέτοιο τρόπο ώστε με τη μετακίνηση δυο γειτονικών ατόμων σιδήρου να επέρχεται εκτόνωση των τάσεων. Στην περίπτωση των τετραεδρικών ενδοπλεγματικών θέσεων, τέσσερα άτομα είναι σε κατάσταση πλησιέστερης γειννίας με αποτέλεσμα ακόμα και η ελάχιστη μετατόπισή τους κατά την εισαγωγή ατόμων θα απαιτούσε μεγάλη δαπάνη ενέργειας. Συνεπώς, αυτές οι θέσεις παρεμβολής δεν αποτελούν προτιμώμενες ενδοπλεγματικές θέσεις για τα άτομα του άνθρακα C και του αζώτου N. Η διαλυτότητα του C και του N στον ωστενίτη είναι μεγαλύτερη από ότι στο φερρίτη λόγω των μεγαλύτερων ενδοπλεγματικών κενών. Έτσι, λοιπόν, είναι αναμενόμενη η κατακρήμνιση ενός ποσοστού άνθρακα και αζώτου κατά τη διάρκεια θερμικών κατεργασιών. Αυτό συμβαίνει σε θερμικές κατεργασίες που περιλαμβάνουν απότομη ψύξη από γ-φάση, είτε σε θερμικές κατεργασίες εξ' ολοκλήρου μέσα στην περιοχή του ωστενίτη για θερμοκρασίες μεταξύ των 20°C-720°C όπου η διαλυτότητα του άνθρακα έχει μια διακύμανση τριών τάξεων μεγέθους.

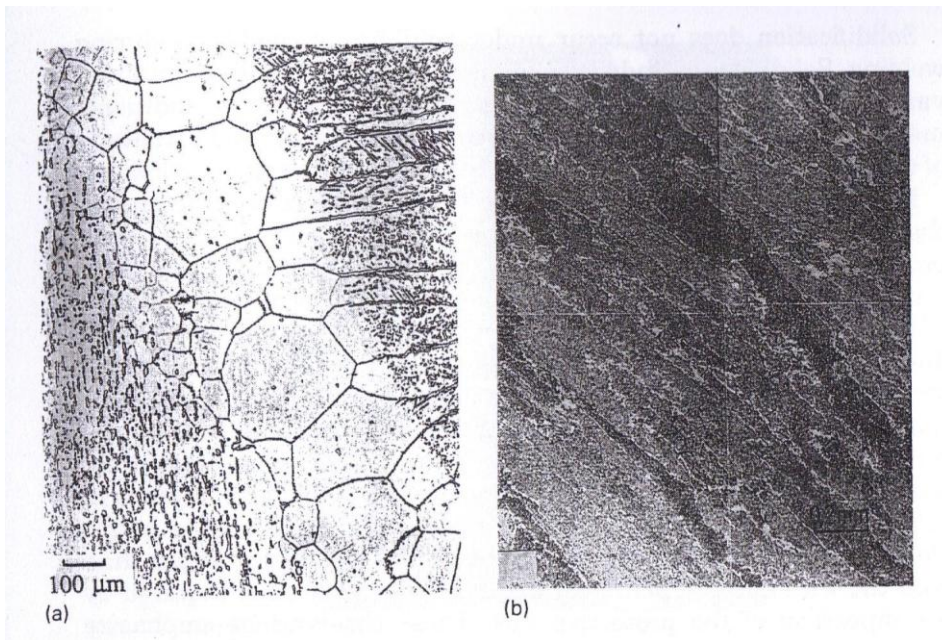
2.1.2 ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΜΕΝΟΥ ΚΟΙΝΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΥ ΧΑΛΥΒΑ

Η μικροδομή ενός συγκολλημένου χάλυβα κατηγοριοποιείται σε δύο κύριες περιοχές. Τη *ζώνη τήξης* και τη *θερμικά επηρεασμένη ζώνη*. Η μικροδομή της ζώνης τήξης είναι το αποτέλεσμα στερεοποίησης του μετάλλου που αποτίθεται καθώς και του χάλυβα που έχει τακεί λόγω της διαδικασίας της συγκόλλησης, ενώ η θερμικά επηρεασμένη ζώνη αποτελείται από τον χάλυβα που βρίσκεται κοντά στην περιοχή της συγκόλλησης όπου η θερμική παροχή επιφέρει αλλαγές στη μικροδομή χωρίς να επέρχεται τήξη του μετάλλου.

2.1.2.1 ΖΩΝΗ ΤΗΞΗΣ

2.2.2.1.1 ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε, ο σίδηρος είναι φερριτικός σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από το σημείο τήξης. Καθώς ψύχεται, μετασχηματίζεται σε ωστενίτη και καθώς η απόψυξη προχωρά επανέρχεται σε φερρίτη. Έτσι λοιπόν, η συγκόλληση ξεκινά τη στερεοποίηση με την επιταξιακή ανάπτυξη δ-φερρίτη (εικόνα 15.α).

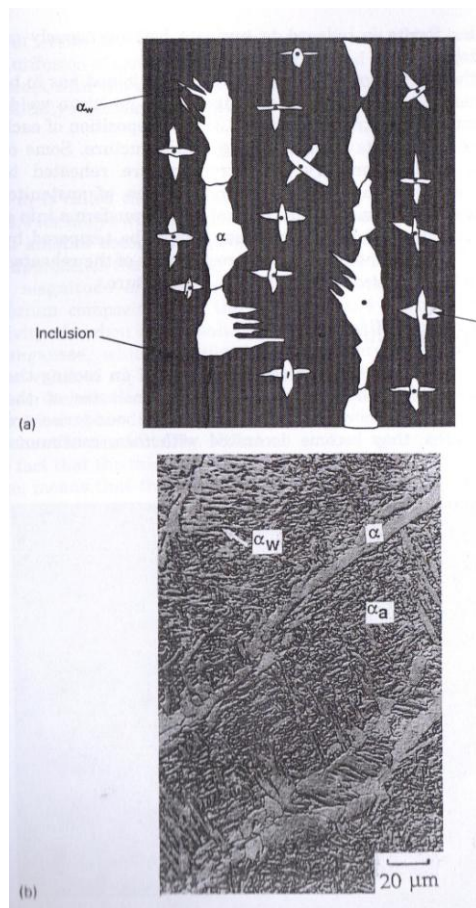


Εικόνα 15. (α) Επιταξιακή ανάπτυξη κόκκων δ-φερριτη (β) Οπτική μικροσκοπία που δείχνει την ανάπτυξη των κόκκων ωστενίτη

Οι κόκκοι είναι ανισοτροπικοί λόγω της ανάπτυξής τους κατά τη διεύθυνση της ροής θερμότητας. Οι κόκκοι με τις $\langle 100 \rangle$ διευθύνσεις που είναι παράλληλα με τη ροή της θερμότητας, αναπτύσσονται ταχύτερα και γι' αυτό το λόγο αναστέλλουν την ανάπτυξη των ατάκτως προσανατολισμένων κόκκων. Το πλάτος των κόκκων του δ-φερριτη αυξάνεται όσο αυξάνεται η απόσταση από τη ζώνη τήξης. Ο δ-φερριτης υπόκειται σε μετασχηματισμό σε στερεά κατάσταση σε ωστενίτη καθώς μειώνεται η θερμοκρασία. Ο ωστενίτης φυτρώνει στα όρια των κόκκων του δ-φερριτη και η μικροδομή του μοιάζει αρκετά με τη μικροδομή του δ-φερριτη (εικόνα 15.β). Το σχήμα και το μέγεθος του ωστενίτη παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην τελική μικροδομή. Η πυκνότητα των σημείων φύτευσης είναι αντιστρόφως ανάλογη από το μέγεθος κόκκου του ωστενίτη, συνεπώς οι χονδρόκοκκες αποθέσεις κατά τη συγκόλληση έχουμε μεγαλύτερη σκληρότητα. Η δεύτερη και πιο ανεπαίσθητη συνέπεια σχετίζεται με το σχήμα των κόκκων του ωστενίτη που μοιάζει με εξάγωνο πρίσμα. Οι κόκκοι έχουν πλάτος περίπου 100μm και μήκος περίπου 5000μm. Αυτή η δομή δεν είναι μια τυπική δομή εξάεδρου, όμως λόγω των ελάχιστων σημείων σύνδεσης ορίων κόκκων η σκληρότητα της συγκόλλησης είναι μεγαλύτερη από το μέταλλο βάσης. Η στερεοποίηση της συγκόλλησης δε γίνεται σε συνθήκες ισορροπίας, συνεπώς ο χημικός διαφορισμός και οι μεταβολές στη χημική σύσταση έχουν ως αποτέλεσμα τη μη ομοιογενή τελική μικροδομή.

2.1.2.1.2 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΜΙΚΡΟΔΟΜΗ

Η μικροδομή που λαμβάνεται κατά τη στερεοποίηση μέχρι την τελική θερμοκρασία περιβάλλοντος καλείται πρωτογενής μικροδομή (primary microstructure). Τα βασικά της συστατικά είναι ο αλλοτριμορφικός φερρίτης, ο φερρίτης Widmanstätten, και ο βελονοειδής φερρίτης. Επιπλέον, μπορεί να υπάρχει και μαρτενσίτης, διατηρημένος ωστενίτης (retained austenite), και εκφυλισμένος περλίτης (degenerate pearlite). Αυτές οι δευτερεύουσες φάσεις εμφανίζονται σε πολύ μικρές ποσότητες και είναι γνωστές ως *μικροφάσεις*. Ο μπαινίτης, γενικά, δεν εμφανίζεται σε καλά σχεδιασμένες συγκολλήσεις. Ο βελονοειδής φερρίτης φυτρώνει ετερογενώς σε μη μεταλλικά εγκλείσματα.



Εικόνα 16. (α) Σχηματική αναπαράσταση των απαραίτητων συστατικών του ωστενίτη (β) SEM απεικόνιση της αρχικής μικροδομής.

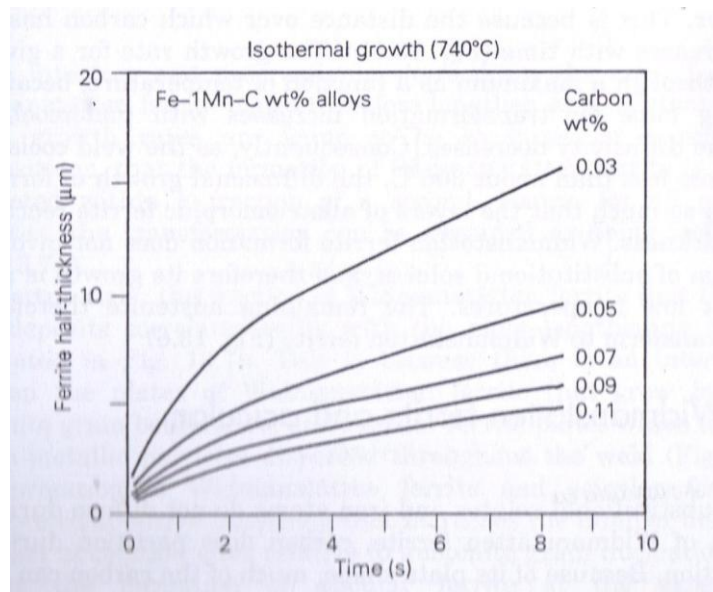
Οι όροι α , α_w και α_a αναφέρονται στον αλλοτριμορφικό φερρίτη, στο φερρίτη Widmanstätten και στον βελονοειδή φερρίτη αντίστοιχα.

2.1.2.1.3 ΑΛΛΟΤΡΙΟΜΟΡΦΙΚΟΣ ΦΕΡΡΙΤΗΣ

Ο αλλοτριομορφικός φερρίτης (σίδηρος α) είναι η πρώτη φάση που σχηματίζεται όταν ο ωστενίτης ψύχεται σε θερμοκρασία χαμηλότερη από την A_{e3} και φυτρώνει στα όρια των κόκκων του ωστενίτη. Επειδή τα όρια των κόκκων είναι σημεία εύκολης διάχυσης, ο φερρίτης αποτελείται από λεπτά στρώματα. Το πάχος αυτών των στρωμάτων εξαρτάται από το ρυθμό διάχυσης του άνθρακα στον ωστενίτη στη διεπιφάνεια του μετασχηματισμού. Σε ισοθερμικές συνθήκες το πάχος S του φερρίτη αλλάζει παραβολικά ανάλογα με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση:

$$S = \alpha_1 t^{\frac{1}{2}} \quad (2.1)$$

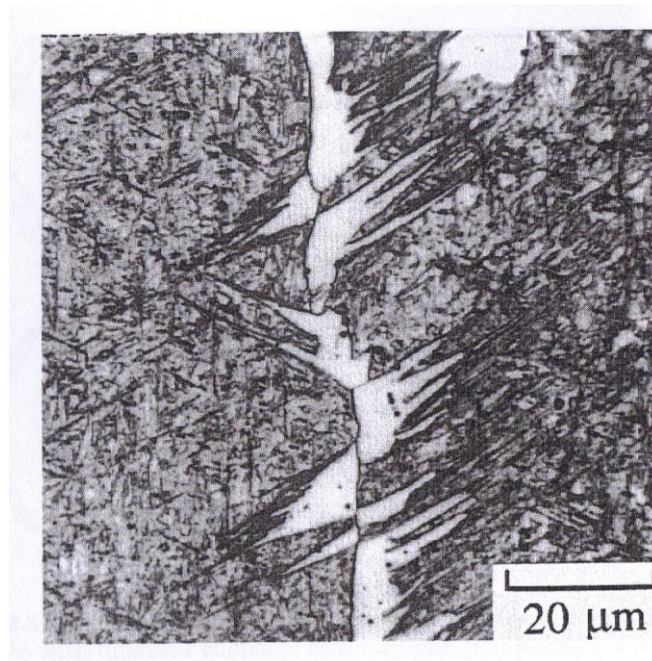
Όπου το α_1 ονομάζεται *ρυθμός παραβολικής σταθεράς*. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα από την εικόνα 17 για χάλυβες διαφορετικής συγκέντρωσης.



Εικόνα 17. Μεταβολή του πάχους του φερρίτη κατά τον ισοθερμοκρασιακό μετασχηματισμό. Κάθε καμπύλη αντιπροσωπεύει χάλυβα σύστασης Fe-1Mn-C wt% με συγκέντρωση σε άνθρακα όπως φαίνεται στο διάγραμμα

Το μέγεθος της παραβολικής σταθεράς εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις του ωστενίτη και του φερρίτη σε συνθήκες ισορροπίας καθώς και από τη διαχυσιμότητα του άνθρακα στον ωστενίτη. Στις συγκολλήσεις οι μετασχηματισμοί δεν είναι ισοθερμικοί, παρόλα αυτά επειδή η πυρήνωση δεν περιορίζεται από το ρυθμό, το κλάσμα του αλλοτριομορφικού φερρίτη που λαμβάνεται σχετίζεται ευθέως με το ρυθμό παραβολικής σταθεράς. Από την παραπάνω σχέση γίνεται αντιληπτό ότι ο

ρυθμός ανάπτυξης ελαττώνεται όσο μειώνεται το πάχος του φερρίτη. Αυτό συμβαίνει επειδή η απόσταση διάχυσης του άνθρακα αυξάνεται με το χρόνο. Ο ρυθμός ανάπτυξης για δεδομένα κράματα παρουσιάζει ένα μέγιστο σε δεδομένη θερμοκρασία επειδή η κινητήριος δύναμη για το μετασχηματισμό αυξάνεται με την υπόψυξη, ενώ η διαχυσιμότητα μειώνεται. Συνεπώς, όταν η συγκόλληση ψύχεται σε θερμοκρασία χαμηλότερη από τους 600°C η διαχυσιακή ανάπτυξη του φερρίτη μειώνεται σε τέτοιο βαθμό ώστε τα στρώματα του αλλοτριμορφικού φερρίτη να φτάνουν στο ελάχιστο πάχος τους. Ο υπολειπόμενος ωστενίτης μετασχηματίζεται σε φερρίτη Widmanstätten.



Εικόνα 18. Πλάκες φερρίτη Widmanstätten που αναπτύσσονται από αλλοτριμορφικό φερρίτη

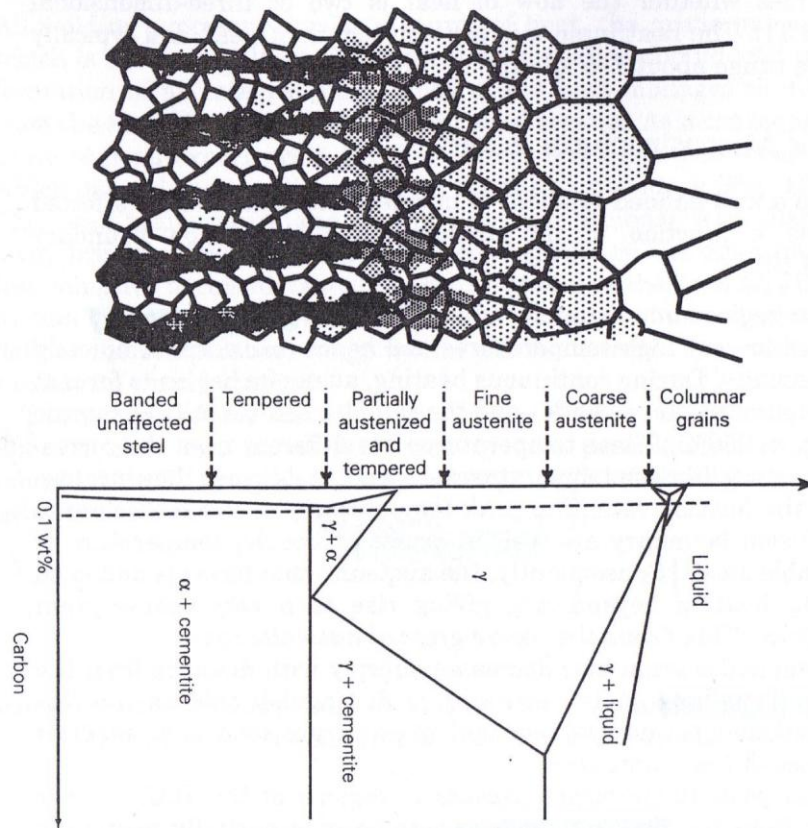
2.1.2.1.4 ΦΕΡΡΙΤΗΣ WIDMANSTÄTTEN ΚΑΙ ΒΕΛΟΝΟΕΙΔΗΣ ΦΕΡΡΙΤΗΣ

Κατά το μετασχηματισμό του ωστενίτη σε φερρίτη Widmanstätten ο άνθρακας ανακατανέμεται. Λόγω του πλακοειδούς σχήματός του, αρκετός άνθρακας μπορεί να αποτεθεί τις άκρες της αναπτυσσόμενης πλάκας με αποτέλεσμα οι άκρες της πλάκας να συναντούν νέο ωστενίτη. Οι πλάκες φερρίτη Widmanstätten επιμηκύνονται με σταθερό ρυθμό. Ο ρυθμός ανάπτυξης είναι τόσο μεγάλος όπου η ανάπτυξη του φερρίτη συνήθως ολοκληρώνεται μέσα σε χρονικό περιθώριο σχεδόν ενός δευτερολέπτου. Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι ο μετασχηματισμός είναι ισοθερμοκρασιακός. Το κλάσμα του φερρίτη Widmanstätten που αναπτύσσεται στις

συγκολλήσεις σχετίζεται άμεσα με το ρυθμό επιμήκυνσης των πλακών. Αυτό συμβαίνει επειδή υπάρχει διεπιφάνεια μεταξύ των πλακών Widmanstätten που αναπτύσσεται στα όρια των κόκκων του ωστενίτη, και του βελονοειδούς φερρίτη που φυτρώνει και αναπτύσσεται στα μη μεταλλικά εγκλείσματα που υπάρχουν μέσα στη συγκόλληση. Συνεπώς, η ανάπτυξη του φερρίτη Widmanstätten και του βελονοειδούς φερρίτη είναι ανταγωνιστική. Όταν η θερμοκρασία της συγκόλλησης πέσει χαμηλότερα από τους 500°C το μεγαλύτερο ποσοστό του ωστενίτη έχει καταναλωθεί. Μια μικρή ποσότητα υπολειπόμενου ωστενίτη (περίπου 5%) εμπλουτίζεται σε άνθρακα και είτε μετασχηματίζεται σε μαρτενσίτη είτε σε περλίτη. Αυτές οι μικροφάσεις έχουν ιδιαίτερα αυξημένη σκληρότητα και σε πολλές περιπτώσεις συμπεριφέρονται σαν εύθραυστα εγκλείσματα.

2.1.2.2 ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΠΗΡΕΑΣΜΕΝΗ ΖΩΝΗ

Η θερμικά επηρεασμένη ζώνη είναι το κομμάτι εκείνο του υλικού το οποίο δεν έχει τακεί, ωστόσο η μικροδομή και οι μηχανικές ιδιότητες έχουν διαφοροποιηθεί λόγω της συγκόλλησης. Υπάρχει μία καλά ορισμένη μικροδομή στη θερμικά επηρεασμένη ζώνη που είναι συνάρτηση της απόστασης από το όριο διάχυσης.



Εικόνα 19. Σχηματική απεικόνιση της αλλαγής της μικροδομής που αναμένεται στη θερμικά επηρεασμένη ζώνη συγκολλημένου χάλυβα

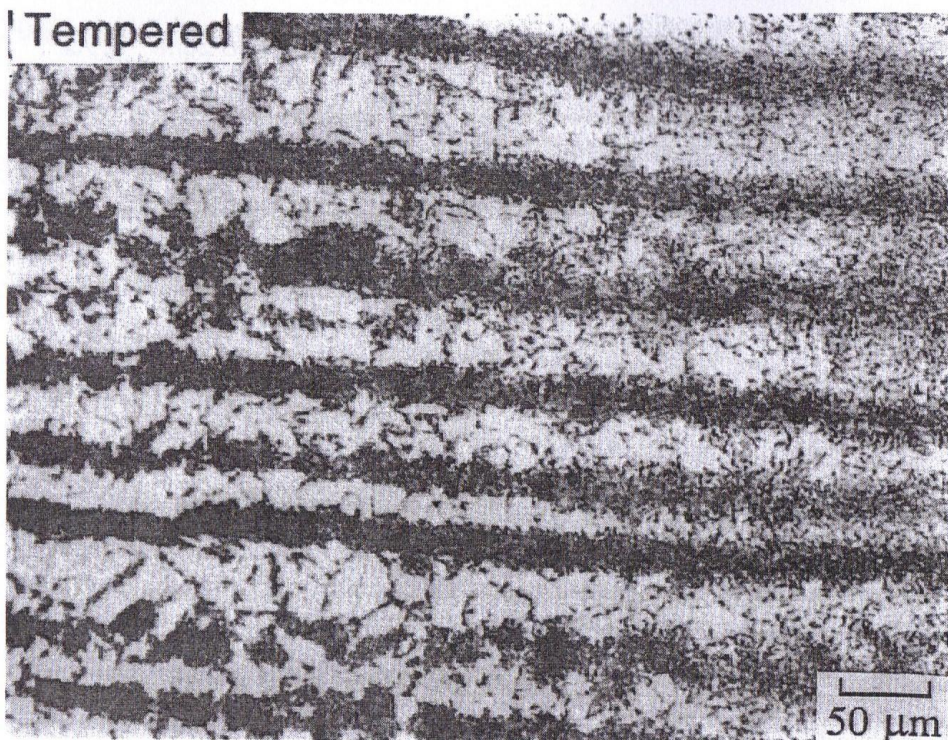
1. Οι περιοχές που βρίσκονται ακριβώς δίπλα στο όριο διάχυσης θερμαίνονται σε υψηλές θερμοκρασίες και γι' αυτό το λόγο μετασχηματίζονται σε ωστενίτη. Με συνεχή θέρμανση ο ωστενίτης αρχίζει να σχηματίζεται στη θερμοκρασία $A_{c1} \approx 800^\circ\text{C}$, και τα δοκίμια γίνονται πλήρως ωστενιτικά στη θερμοκρασία $A_{c3} \approx 950^\circ\text{C}$. Αυτές οι θερμοκρασίες είναι διαφορετικές από τις αντίστοιχες θερμοκρασίες ισορροπίας A_{e1} και A_{e3} διότι αυξάνονται με το ρυθμό θέρμανσης. Ο ωστενίτης που σχηματίζεται είναι ανοπτημένος κατά τη θέρμανση πριν τη θερμοκρασία A_{c3} προκαλώντας τη δημιουργία χονδροειδών δομών. Έτσι, έχουμε τη δημιουργία ζώνης χονδροειδούς ωστενίτη.
2. Το μέγεθος των κόκκων του ωστενίτη μειώνεται απότομα συναρτήσει της απόστασης από το όριο διάχυσης. Είναι απαραίτητο να ορίσουμε αυτή τη ζώνη ως *fine grained zone* γιατί οι μηχανικές ιδιότητες της ζώνης αυτής είναι πολύ καλύτερες από εκείνες της ζώνης με τις χονδροειδείς δομές.

3. Καθώς πέφτει η μέγιστη θερμοκρασία, οι περιοχές της θερμικά επηρεασμένης ζώνης που βρίσκονται πιο μακριά από το όριο διάχυσης, γίνονται μόνο εν μέρει ωστενιτικές. Ο ωστενίτης που σχηματίζεται έχει μεγάλη συγκέντρωση σε άνθρακα εξ' αιτίας της διάλυσης του άνθρακα στη γ φάση κατά τη μείωση της θερμοκρασίας. Τα τμήματα που δε μετασχηματίζονται σε ωστενίτη μετριάζονται σε μέγεθος.
4. Όταν η μέγιστη θερμοκρασία γίνει μικρότερη από τη θερμοκρασία A_{c1} η μικροδομή μετριάζεται συναρτήσει της απόστασης από το όριο διάχυσης.

Οι διαφορετικές μικροδομές φαίνονται στις παρακάτω εικόνες και ακολούθως αναλύονται.

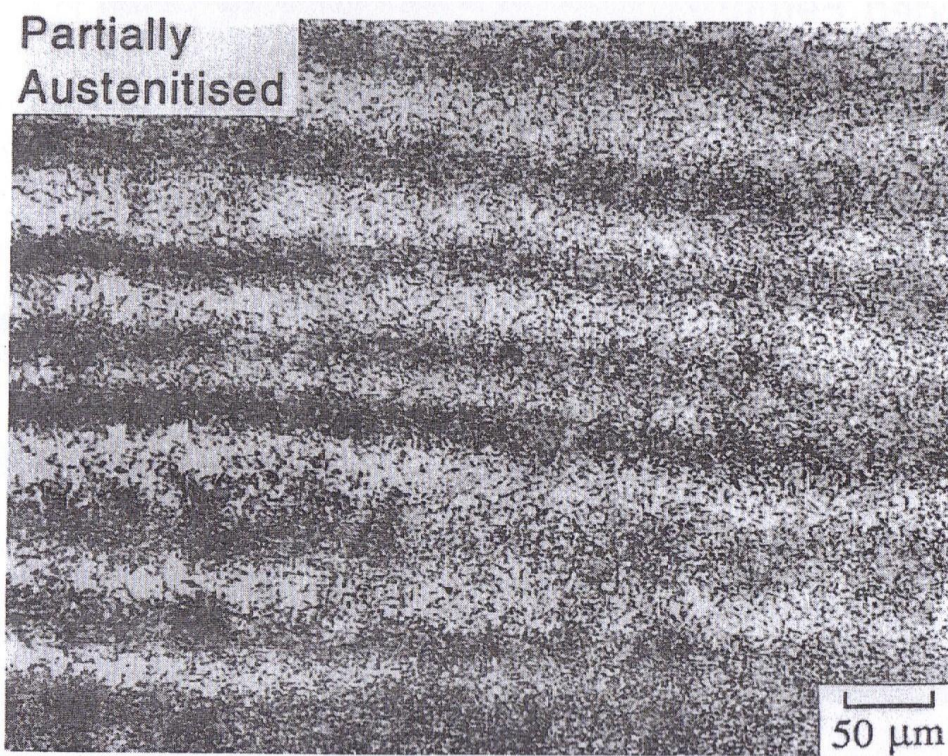


Εικόνα 20. Ζώνες φερρίτη-περλίτη, μικροδομή μακριά από τη συγκόλληση.



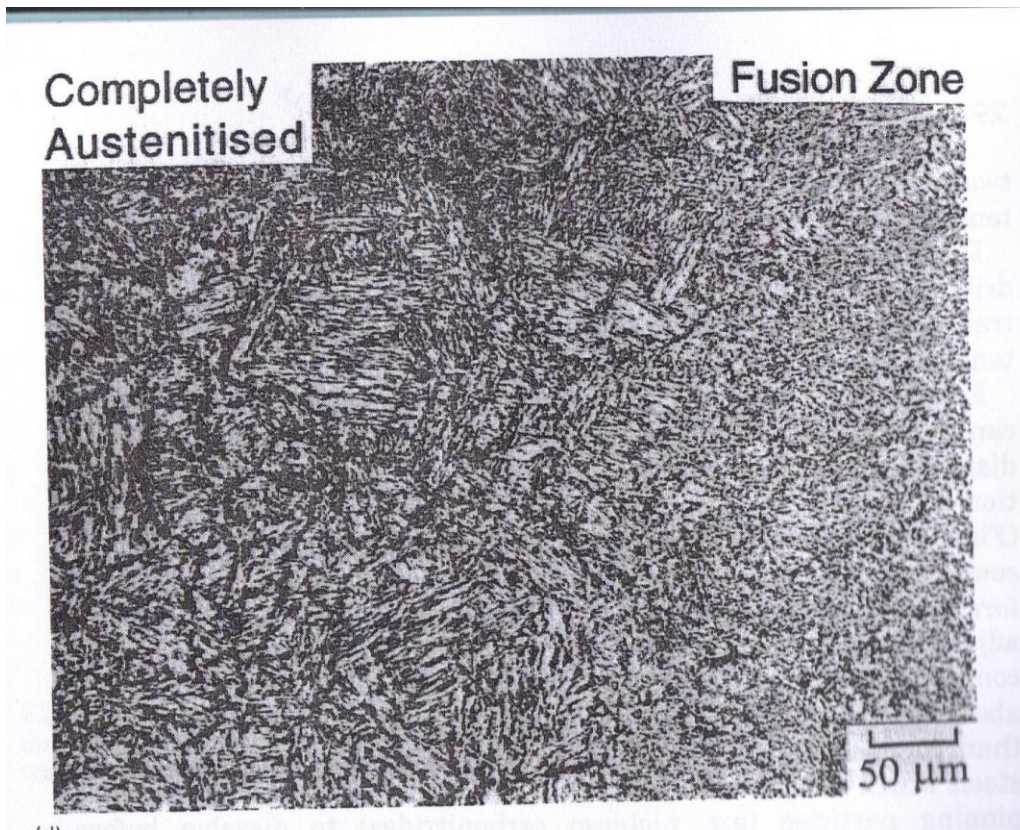
(b)

Εικόνα 21 Θερμικά κατεργασμένη περιοχή

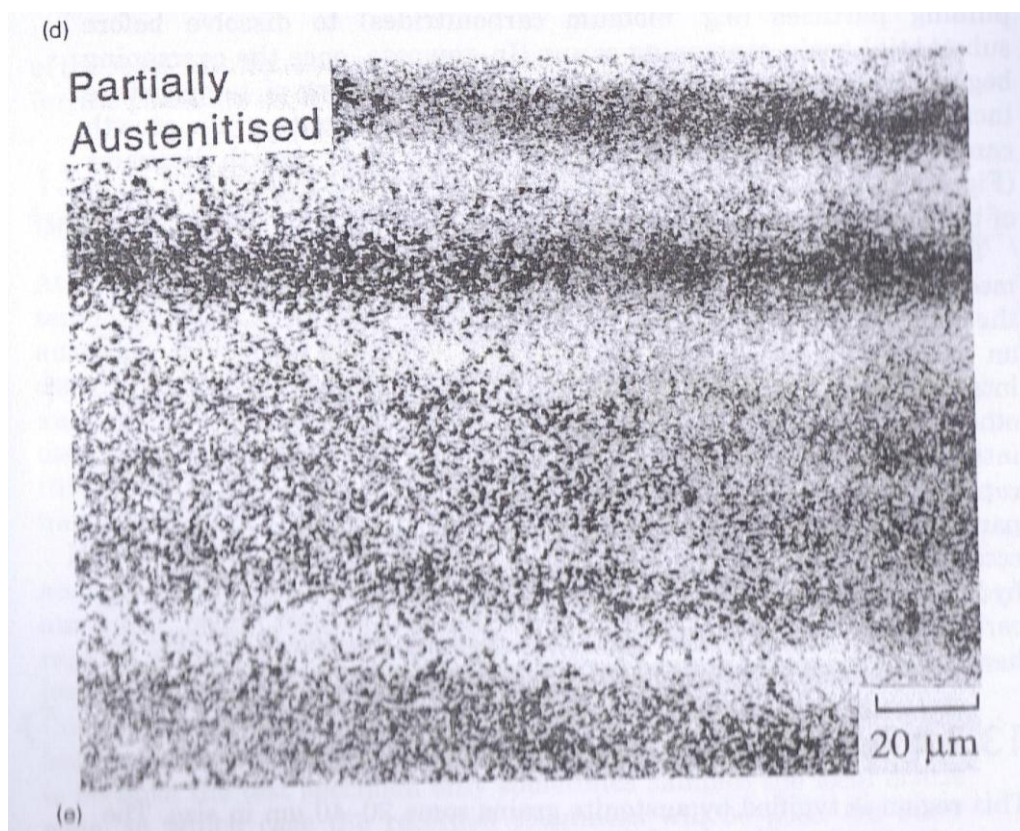


(c)

Εικόνα 22 Ζώνη μερικής ωστενιτοποίησης



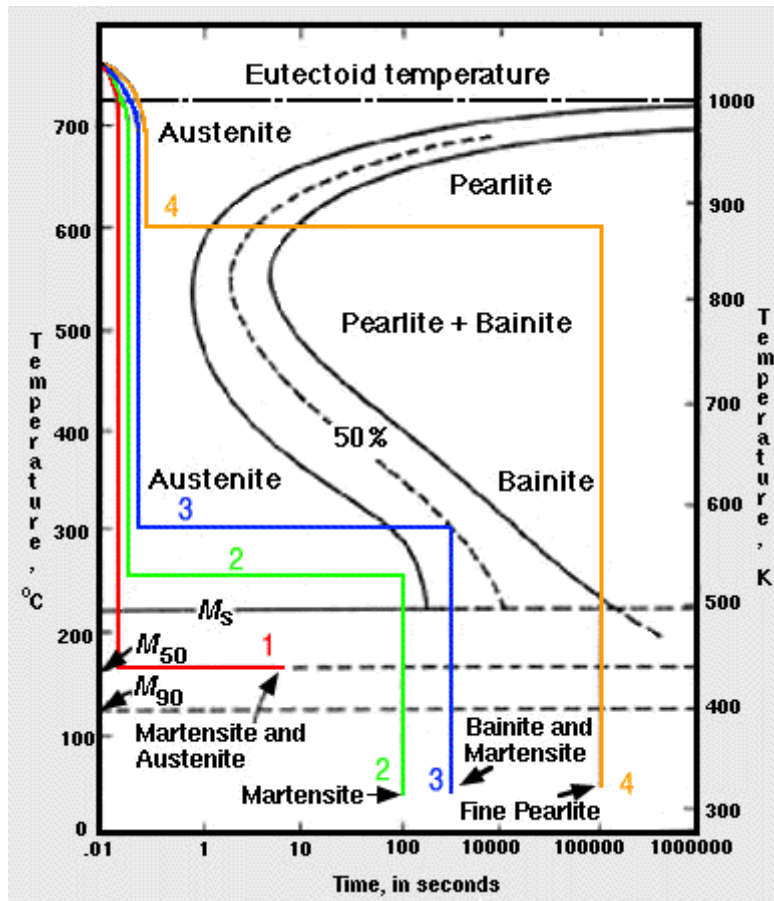
Εικόνα 23. Ζώνη ολικής ωστενιτοποίησης



Εικόνα 24. Ζώνη μερικής ωστενιτοποίησης σε μεγαλύτερη ανάλυση

2.1.2.2.1 ΖΩΝΗ ΧΟΝΔΡΟΕΙΔΟΥΣ ΩΣΤΕΝΙΤΗ

Ο σχηματισμός του ωστενίτη κατά τη θέρμανση είναι κατά πολλούς τρόπους διαφορετικός από τους μετασχηματισμούς που προκύπτουν κατά της ψύξη κάτω από τη θερμοκρασία ισορροπίας. Ο σχηματισμός του φερρίτη ακολουθά την καμπύλη στο διάγραμμα σταθερής θερμοκρασίας TTT.



Εικόνα 25. Διάγραμμα ισοθερμοκρασιακού μετασχηματισμού χάλυβα

Η διαδικασία του μετασχηματισμού ακολουθεί ένα μέγιστο συναρτήσει της υπέρψυξης κάτω από τη θερμοκρασία ισορροπίας. Αυτό συμβαίνει εξ' αιτίας δύο αντιτιθέμενων γεγονότων: ο συντελεστής διάχυσης μικραίνει όσο μειώνεται η θερμοκρασία, ωστόσο η κινητήρια δύναμη για το μετασχηματισμό αυξάνεται.

Κατά τη διάρκεια της θέρμανσης και ο συντελεστής διάχυσης και η κινητήρια δύναμη αυξάνονται με τη θερμοκρασία. Το συνολικό ποσοστό του μετασχηματισμού αυξάνεται συνεχώς καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία.

Η σημασία του χονδροειδούς ωστενίτη έγκειται στις μηχανικές ιδιότητες που αναπτύσσονται κατά το μετασχηματισμό του ωστενίτη στα σημεία ψύξης του θερμικού κύκλου. Οι χονδροειδείς δομές οδηγούν σε αύξηση της σκληρότητας επειδή είναι ευκολότερο να αποφευχθούν ενδιάμεσα προϊόντα μετασχηματισμού, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται κατά την ψύξη μαρτενσίτης και άλλες σκληρές φάσεις.

Κατά τη διαδικασία της συγκόλλησης εισάγεται ατομικό υδρογόνο στο συγκολλημένο μέταλλο, το οποίο μπορεί να διαχυθεί γρήγορα στη θερμικά επηρεασμένη ζώνη. Οι σκληρές μικροδομές παρουσιάζουν ευθραυστότητα λόγω του υδρογόνου με αποτέλεσμα να προκαλείται θραύση έπειτα από την ψύξη της συγκόλλησης σε θερμοκρασία δωματίου. Ουσιαστικά πρόκειται για το φαινόμενο της *ψυχρής ρωγμάτωσης*.

2.1.2.2.2 ΖΩΝΗ ΚΑΛΟΣΧΗΜΑΤΙΣΜΕΝΟΥ ΩΣΤΕΝΙΤΗ

Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από κόκκους ωστενίτη μεγέθους 20-40μm. Η μικροδομή και η σκληρότητα δε διαφέρουν από εκείνες που σχετίζονται με την ελεγχόμενη έλαση κατά τη διαδικασία παρασκευής του χάλυβα. Οι καλοσχηματισμένοι κόκκοι ωστενίτη μετασχηματίζονται σε φερριτικές φάσεις που έχουν μικρότερη σκληρότητα.

2.1.2.2.2.3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΡΙΚΗΣ ΩΣΤΕΝΙΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΥΘΡΑΥΣΤΗ ΖΩΝΗ

Σε μεγάλη απόσταση από τη ζώνη τήξης η μέγιστη θερμοκρασία είναι τόση ώστε ο χάλυβας δε μπορεί να μετασχηματιστεί πλήρως σε ωστενίτη. Το μικρό ποσό ωστενίτη που καταφέρνει να σχηματιστεί έχει μεγάλη συγκέντρωση σε άνθρακα. Αυτό συμβαίνει επειδή η διαλυτότητα του άνθρακα στον ωστενίτη, ο οποίος είναι σε ισορροπία με το φερρίτη, αυξάνεται με τη μείωση της θερμοκρασίας. Ο μετασχηματισμός του εμπλουτισμένου ωστενίτη είναι πολύ διαφορετικός επειδή έχει αυξημένη σκληρότητα.

Αν το ποσοστό ψύξης είναι μεγάλο τότε ο εμπλουτισμένος σε άνθρακα ωστενίτης μετασχηματίζεται μερικώς σε σκληρό μαρτενσίτη και ο υπόλοιπος ωστενίτης διατηρείται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αυτές οι λεπτές περιοχές σκληρού μαρτενσίτη είναι γνωστές ως «τοπικά εύθραυστες ζώνες» (local brittle zones). Περιβάλλονται από περιοχές χαμηλότερης σκληρότητας που αποτελούνται από μετριασμένο φερρίτη (tempered ferrite). Συνεπώς, δεν προκαλούν συνολική μείωση της σκληρότητας. Σε άλλες περιπτώσεις, η μετρούμενη σκληρότητα μπορεί να είναι πολύ υψηλή, μάλλον επειδή οι μετρήσεις γίνονται σε περιοχή που δεν υπάρχουν εύθραυστες ζώνες. [11]

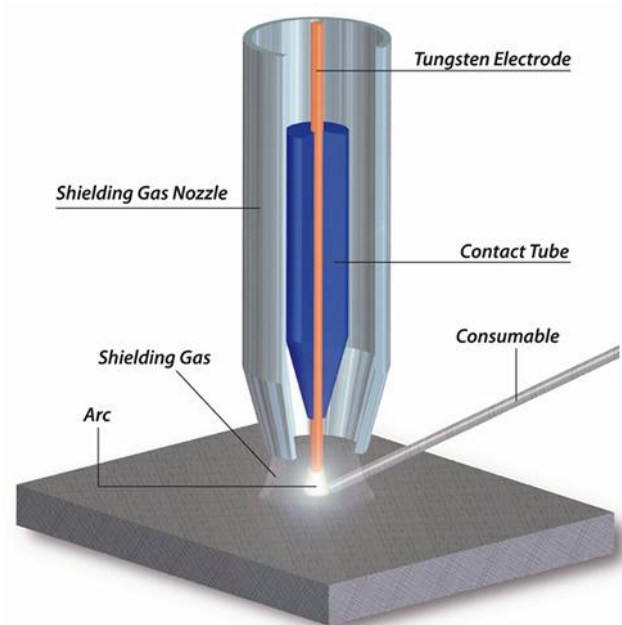
Όταν το ποσοστό ψύξης δεν είναι τόσο υψηλό ώστε να ξεκινήσει ο μαρτενσιτικός μετασχηματισμός, ο εμπλουτισμένος σε άνθρακα ωστενίτης αποσυντίθεται σε ένα μείγμα χονδροειδούς σεμεντίτη και φερρίτη. Τα σωματίδια σεμεντίτη αποτελούνται και αυτά από τοπικά εύθραυστες ζώνες με αποτέλεσμα να υπάρχουν αλλαγές στις μηχανικές ιδιότητες.

Κεφάλαιο 3

3.1 ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ TIG

3.1.1 ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ TIG

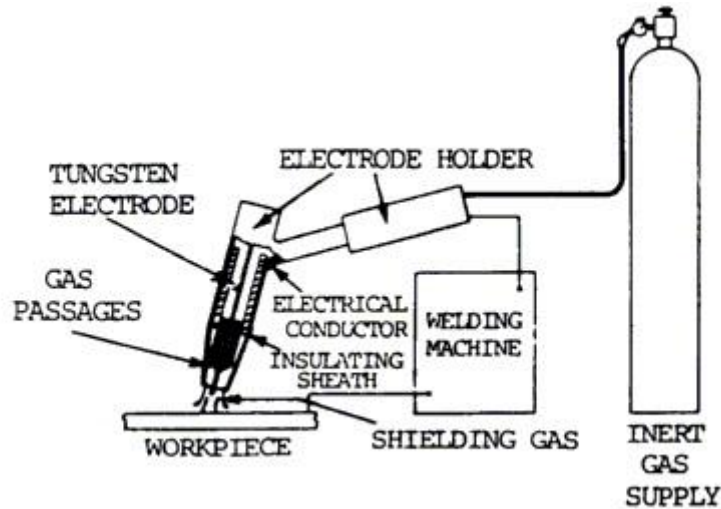
Η μέθοδος συγκόλλησης με *αδρανές αέριο και μη τηκόμενο ηλεκτρόδιο* (TIG-Tungsten Inert Gas) είναι εκείνη στην οποία η θερμότητα που χρειάζεται για την τήξη του μετάλλου βάσης και του μετάλλου προσθήκης προέρχεται από το ηλεκτρικό τόξο που συντηρείται μεταξύ του αντικειμένου και ενός ηλεκτροδίου βολφραμίου ή κράματος βολφραμίου το οποίο δεν τήκεται στη θερμοκρασία λειτουργίας του τόξου. Το μέταλλο προσθήκης υπό μορφή ράβδου που κρατάει ο συγκολλητής, και προσεγγίζει στο τόξο, τήκεται και αναμειγνύεται με το λουτρό, χωρίς να παίζει ρόλο το ηλεκτρόδιο. Το ηλεκτρόδιο βολφραμίου, το μέταλλο προσθήκης και το λουτρό προστατεύονται στο περιβάλλον του τόξου από ένα αδρανές αέριο (A, He, αργό με υδρογόνο) που διοχετεύεται συνεχώς γύρω από τη συγκόλληση. Η εικόνα 26 δείχνει σχηματικά την αρχή της συγκόλλησης TIG.



Εικόνα 26. Αρχή μεθόδου συγκόλλησης TIG (Tungsten Inert Gas)

Το συγκρότημα της συγκόλλησης αποτελείται από: α) τη λαβίδα που φέρει το ηλεκτρόδιο βολφραμίου, β) από τη φιάλη αερίου με τα ρυθμιστικά της και γ) από την

πηγή ρεύματος και το κιβώτιο ρύθμισης που συχνά ενσωματώνεται σ' αυτήν. Η λαβίδα είναι αερόψυκτη ή υδρόψυκτη.



Εικόνα 27. Συγκρότημα συγκόλλησης μεθόδου TIG

Τα ηλεκτρόδια βολφραμίου έχουν καθαρότητα 99,7% και σημείο τήξης περίπου στους 3400°C. Είναι τα φθηνότερα όλων, αλλά έχουν αρκετά μειονεκτήματα: δέχονται χαμηλές εντάσεις ρεύματος και εύκολα προσκολλάται στην άκρη τους τήγμα από το λουτρό. Χρησιμοποιούνται συνήθως με εναλλασσόμενο ρεύμα για τρέχουσες απαιτήσεις, και σπάνια με συνεχές ρεύμα ορθής πολικότητας για συγκολλήσεις μετάλλων μεγάλου ατομικού βάρους, όταν επιδιώκεται βαθειά και στενή διείδυση. Σε αυτές τις περιπτώσεις η άκρη του ηλεκτροδίου διαμορφώνεται αιχμηρή με τρόχισμα.

3.1.2 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ TIG

Η τεχνική TIG μπορεί να χαρακτηριστεί σαν μέθοδος παραγωγής συγκολλήσεων υψηλής ποιότητας, αλλά χαμηλής παραγωγικότητας, αν κρίνουμε από την περιοχή έντασης που κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 10A και 200A. Η αντίστοιχη καταναλισκόμενη ισχύς κυμαίνεται από 0,2 έως 8 KW. Είναι μέθοδος πολύ ευέλικτη και με πολλές δυνατότητες. Έτσι, αφ' ενός επιτρέπει τη συγκόλληση των περισσότερων μετάλλων και αμετάλλων, αφ' ετέρου τη χρησιμοποίηση ακόμη και αυτοσχέδιων ράβδων συγκόλλησης, πχ λωρίδων κομμένων από κάποιο έλασμα. Με τη μέθοδο αυτή μπορεί να γίνει συγκόλληση σε οποιαδήποτε θέση με όλων των τύπων τα άκρα και για όλα τα πάχη από 0,1mm και άνω.

Στα μειονεκτήματα της μεθόδου, εκτός από τη χαμηλή παραγωγικότητα και το υψηλό κόστος του προστατευτικού αερίου, μπορεί να αναφέρει κανείς της δυσκολία μηχανισμού αυτοματοποίησης, αν και υπάρχουν συχνά παραδείγματα στη συγκόλληση λεπτών φύλλων, όταν δεν χρησιμοποιείται μέταλλο προσθήκης. Η χρησιμοποίηση πάντως σύρματος σε κουλούρα είναι σπανιότερη και η μέθοδος συνήθως είναι χειρωνακτική. Η τεχνική επιβάλλει πολύ συχνή προετοιμασία των άκρων, ακριβείς διαστάσεις και καθαριότητα. Οι προϋποθέσεις αυτές είναι απαραίτητες για την εξασφάλιση υψηλής ποιότητας και είναι δαπανηρές.

3.2 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΧΑΛΥΒΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ TIG

Η μέθοδος συγκόλλησης με αδρανές αέριο και μη τηκόμενο ηλεκτρόδιο (TIG) χρησιμοποιείται για τη συγκόλληση ελασμάτων και φύλλων μικρού πάχους. Επειδή η βέργα του μετάλλου προσθήκης δεν περιβάλλεται από συλλίπασμα με αποξειδωτικά, δεν ενδείκνυται η συγκόλληση μη αποξειδωμένων χαλύβων, γιατί η συγκόλληση θα περιέχει πόρους αερίων. Για την αντιμετώπιση τέτοιων περιπτώσεων χρησιμοποιούνται βέργες που περιέχουν αποξειδωτικά, τυπικά 0,15%C, 0,50%Si και 1,20%Mn.

Ελάσματα πάχους 0,2-0,8mm μπορούν να συγκολληθούν τέλεια, χωρίς παραμορφώσεις, χωρίς θερμικές παραμορφώσεις και χωρίς να χρειάζονται καθαρισμό. Για πάχη μέχρι 6mm η μέθοδος είναι αποδεκτή ενώ για μεγαλύτερα πάχη είναι εξίσου σωστή αλλά κρίνεται αντιοικονομική. [12]

Κεφάλαιο 4

4.1 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

4.1.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν 3 δοκίμια από κοινό ανθρακούχο χάλυβα St-37(χημικής σύστασης $C \leq 0,17$, Si-, $Mn \leq 1,40$, $P=0,035$, $S=0,035$) σε πλάκες διαστάσεων 10cm x10cm x 3mm, οι οποίες προηγουμένως είχαν υποστεί θερμή έλαση. Τα δοκίμια συγκολλήθηκαν με τη μέθοδο TIG από πιστοποιημένο συγκολλητή της Ελληνικής Αεροπορικής Βιομηχανίας. Πριν τη συγκόλληση των δοκιμίων πραγματοποιήθηκε καθαρισμός με χημικά και αποξεστικά μέσα. Για τη συγκόλληση χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρόδιο βολφραμίου, περιεκτικότητας 15-20% σε φθόριο και με διάμετρο 2mm στο οποίο είχε προηγηθεί μηχανουργική κατεργασία όξυνσης ακμής. Το ρεύμα ήταν έντασης 6A και η ταχύτητα προχώρησης του τόξου εκτιμάται ότι ήταν 2mm/s λόγω του ότι ήταν χειροκίνητη. Το αέριο που χρησιμοποιήθηκε ήταν 5 αστέρων με καθαρότητα 99,99999%. Το μέταλλο προσθήκης ήταν ίδιας σύστασης.

Τα τρία δοκίμια συγκολλήθηκαν με διαφορετική διαδικασία. Το πρώτο δοκίμιο συγκολλήθηκε χωρίς ελαττώματα έτσι ώστε να είναι το δοκίμιο αναφοράς κατά την πειραματική διαδικασία, ενώ τα άλλα δύο συγκολλήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να εισαχθούν τεχνητά σφάλματα και ατέλειες για να πραγματοποιηθεί μελέτη της μεταβολής της απόκρισης του θορύβου Barkhausen σε συνάρτηση με τη μικροδομή. Οι συγκολλήσεις των τριών δοκιμίων φαίνονται στις παρακάτω φωτογραφίες.

4.1.2 ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



Εικόνα 28. Δοκίμιο Νο1 (αναφοράς) επιφάνεια συγκόλλησης



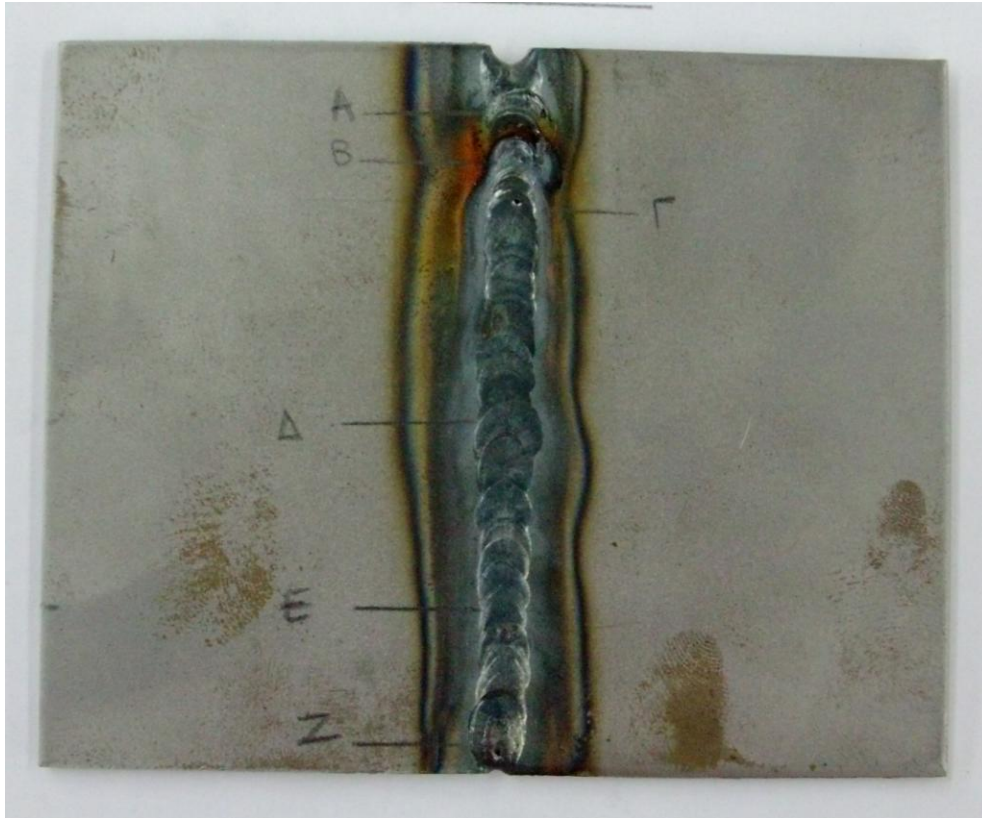
Εικόνα 29. Δοκίμιο Νο1. Πίσω μέρος συγκόλλησης

Για το δοκίμιο Νο 1 που αποτελεί και το δοκίμιο αναφοράς μπορούμε να συμπεράνουμε από οπτικό έλεγχο ότι πρόκειται για μία ποιοτικά καλή συγκόλληση, ωστόσο με μεγαλύτερη αυστηρότητα μπορεί να ειπωθεί ότι στο σημείο Α το κορδόνι

είναι πιο πυκνό λόγω αυξημένης ταχύτητας προχώρησης, στο σημείο Β δεν υπήρχε σταθερή διεύθυνση τόξου και στο σημείο Γ τα κορδόνια είναι πιο πυκνά, επίσης λόγω αυξημένης ταχύτητας προχώρησης.

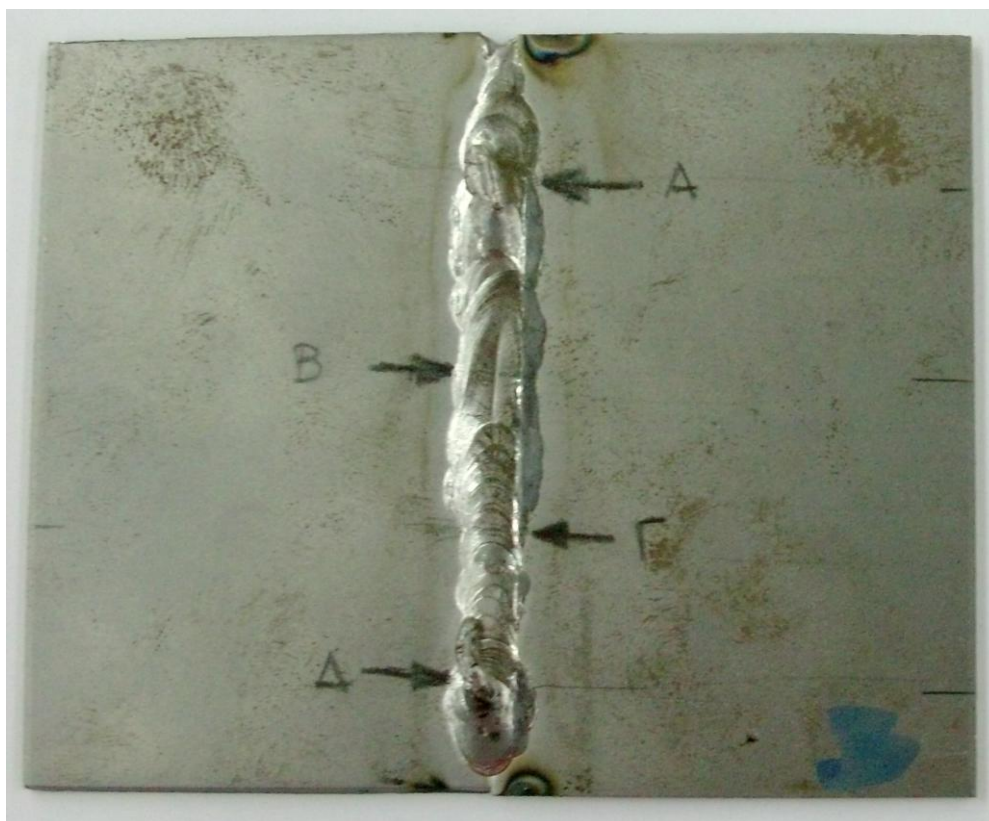


Εικόνα 30. Δοκίμιο Νο2. Συγκόλληση με ελαττώματα

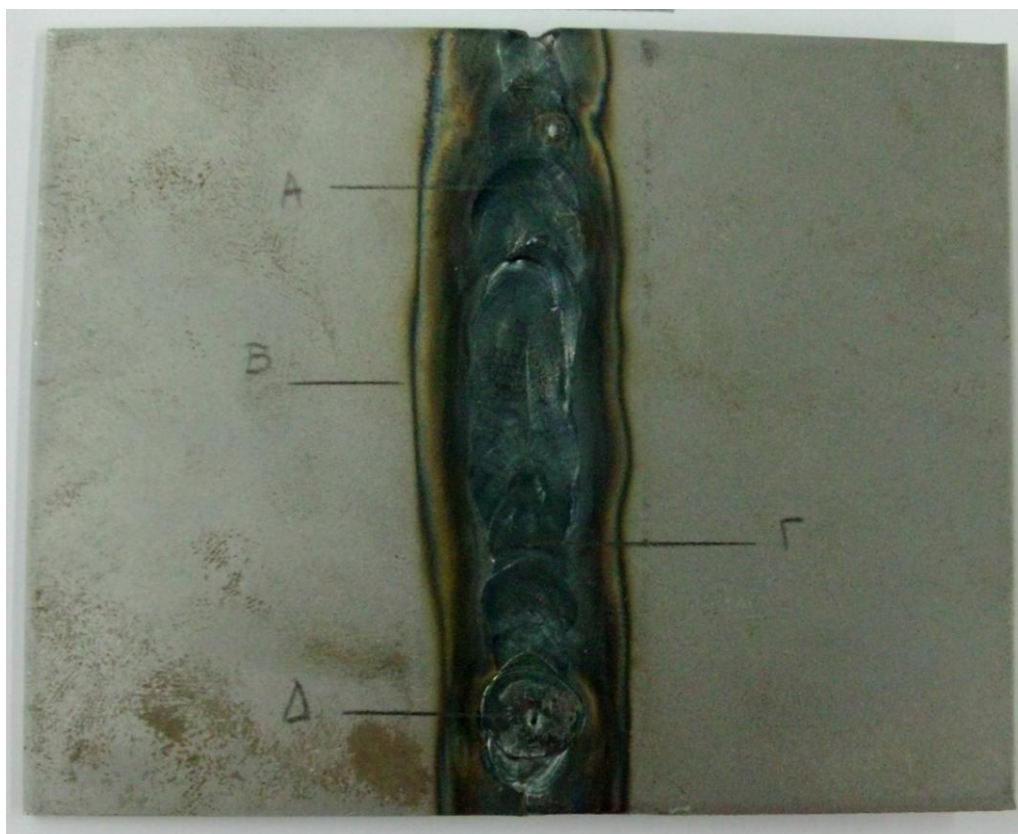


Εικόνα 31. Δοκίμιο Νο2. Πίσω μέρος συγκόλλησης

Στο δοκίμιο Νο 2 διακρίνονται ελαττώματα ποικίλης φύσεως. Από τον οπτικό έλεγχο διακρίνουμε έξι σημεία της συγκόλλησης στα οποία υπάρχουν αξιοσημείωτα ελαττώματα. Στο σημείο Α υπάρχει εμφάνιση σκουριάς που υποδηλώνει βραχυκύκλωμα του τόξου κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης, το σημείο Β παρέμεινε άτηκτο, στο σημείο Γ υπάρχει πόρος, στο σημείο Δ υπάρχει πολύ μέταλλο προσθήκης, στο σημείο Ε το πλάτος του κορδονιού είναι πολύ μικρό και οφείλεται στο μεγάλο ύψος του τόξου και στο σημείο Ζ υπάρχει πόρος.



Εικόνα 32. Δοκίμιο Νο 3. Επιφάνεια συγκόλλησης

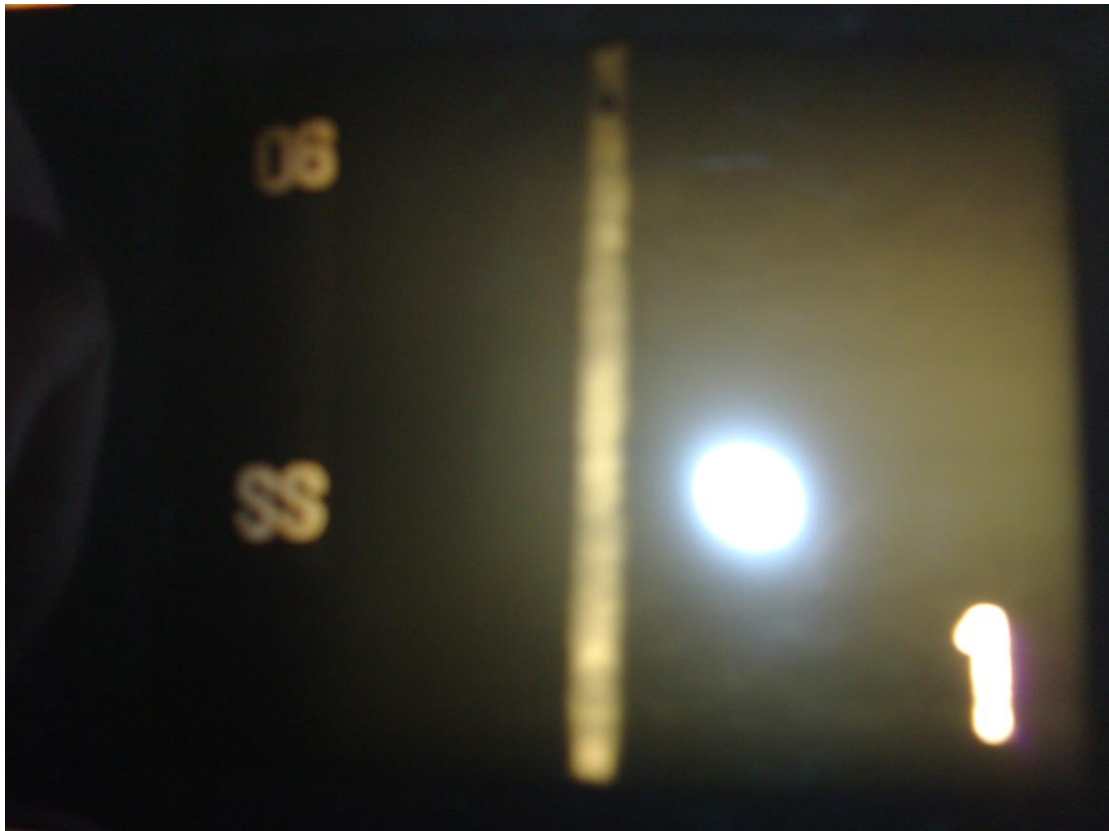


Εικόνα 33. Δοκίμιο Νο3. Πίσω επιφάνεια συγκόλλησης

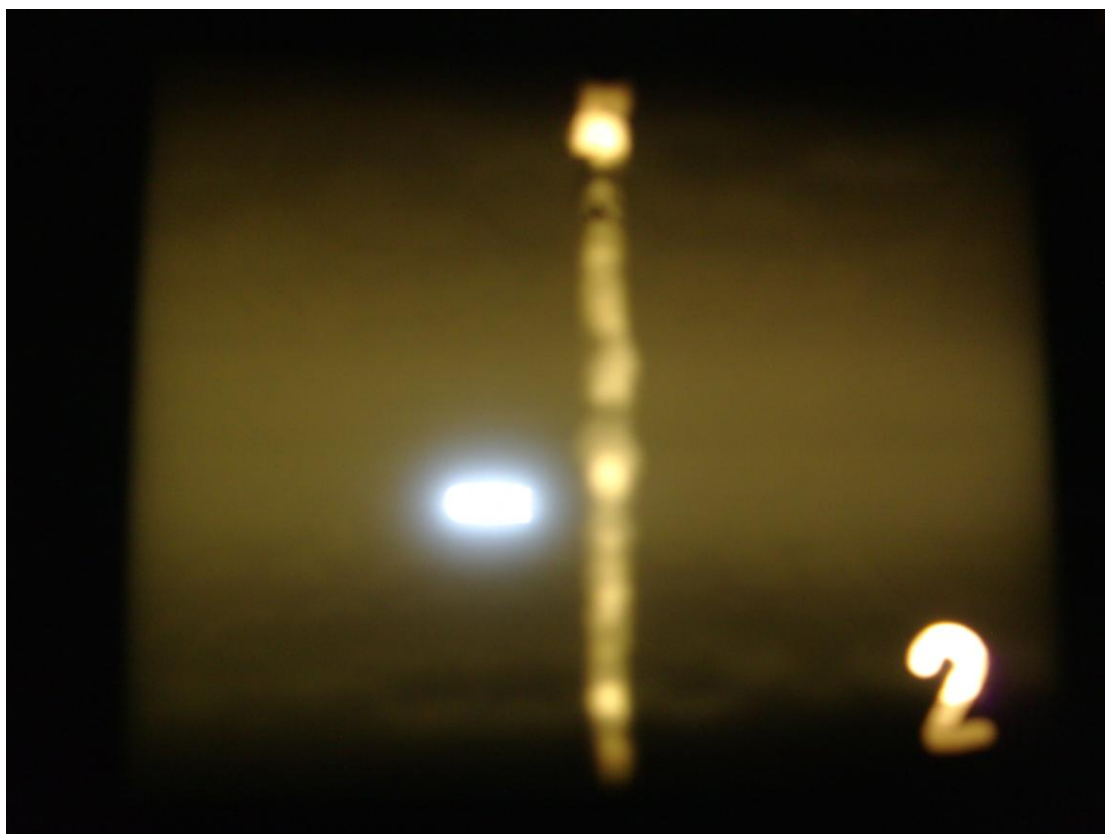
Με οπτικό έλεγχο στο δοκίμιο Νο3 μπορούν να διακριθούν τέσσερα σημεία με μεγάλα ελαττώματα. Στο σημείο Α υπάρχει πολύ μέταλλο προσθήκης, στο σημείο Β υπάρχει υπέρτηξη που οφείλεται στην υψηλή ένταση του τόξου, στο σημείο Γ η προχώρηση του τόξου ήταν πολύ αργή και στο σημείο Δ υπάρχει επίσης πολύ μέταλλο προσθήκης.

4.1.3 ΡΑΔΙΟΓΡΑΦΙΑ

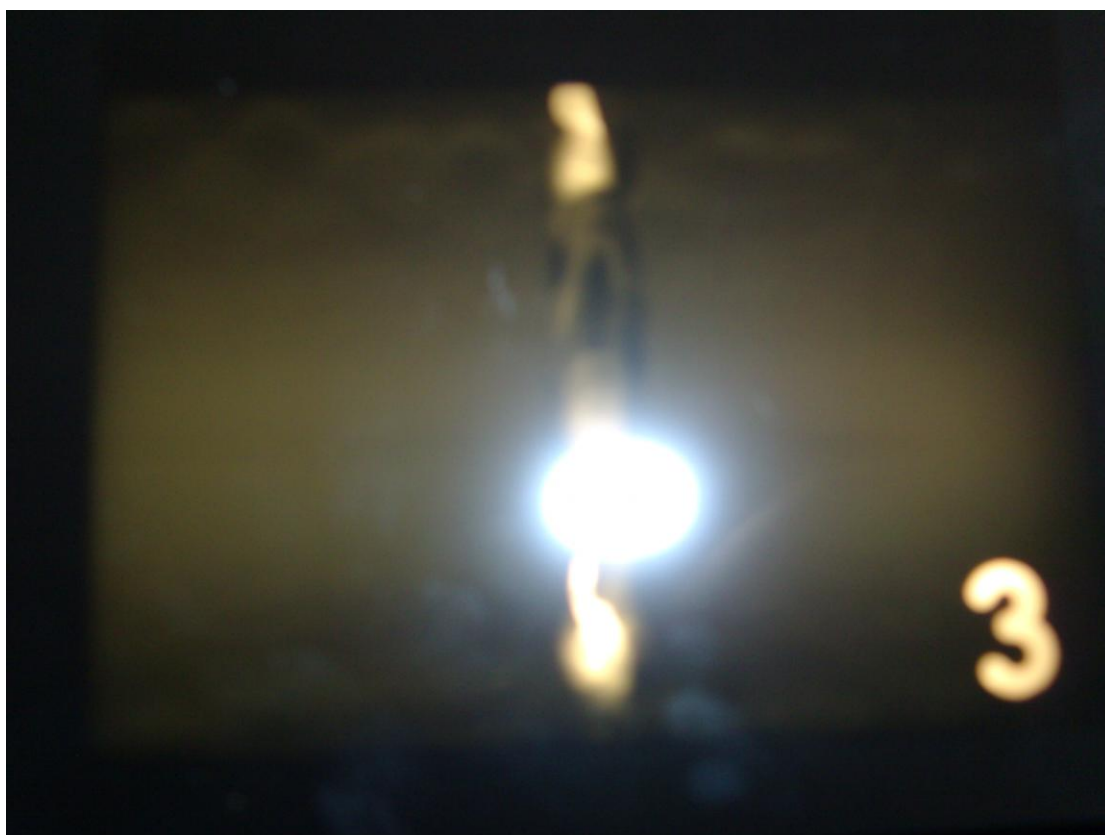
Μετά τη συγκόλληση των δοκιμίων έγινε ραδιογραφία για τον αποτελεσματικότερο έλεγχο και τον εντοπισμό των ατελειών. Οι σκιές στο ραδιογράφημα αποδεικνύουν την ύπαρξη ατελειών (ρωγμών, πόρων κλπ) διότι η ακτίνες Χ διαπερνούν τις ατέλειες οι οποίες έχουν μικρότερη πυκνότητα από τον περιβάλλοντα χώρο, με μεγαλύτερη ένταση και το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση σκιάς στο αρνητικό του φιλμ. [13]. Οι ραδιογραφίες για τις τρεις συγκολλήσεις φαίνονται στις φωτογραφίες 34-35-36.



Εικόνα 34 Ραδιογραφία συγκόλλησης Νο 1



Εικόνα 35. Ραδιογραφία συγκόλλησης Νο2

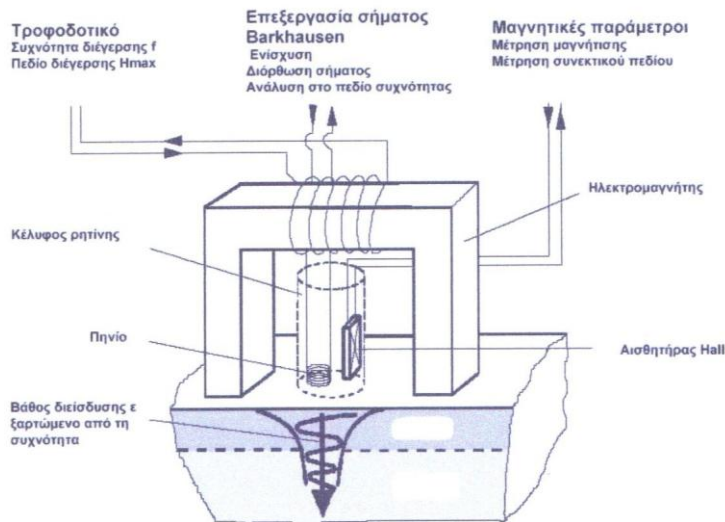


Εικόνα 36. Ραδιογραφία συγκόλλησης Νο 3

Κεφάλαιο 5

5.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ BARKHAUSEN

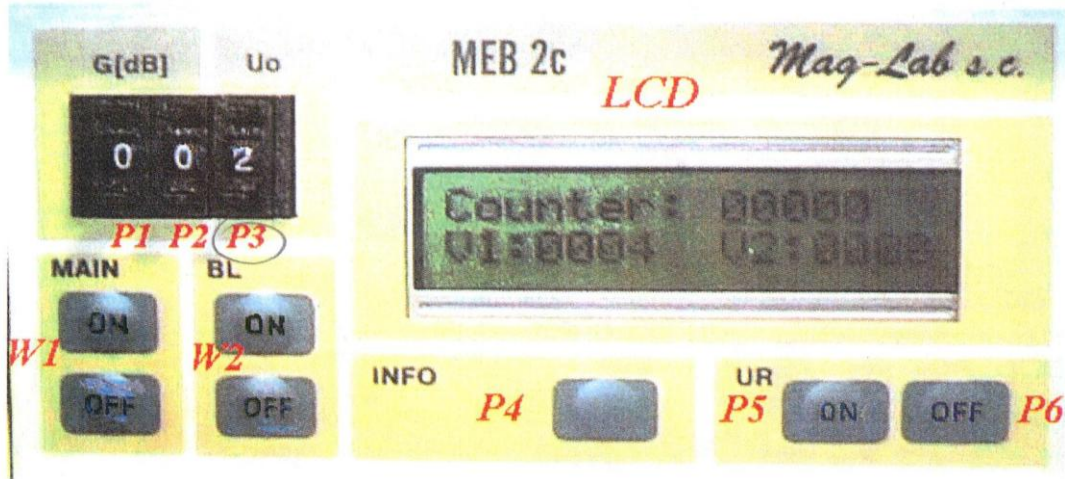
Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε μια πειραματική διάταξη Barkhausen MEB-2C όπως φαίνεται στην εικόνα 34 και είναι η διάταξη σημειακής μέτρησης. Αυτή αποτελείται από τα εξής τμήματα:



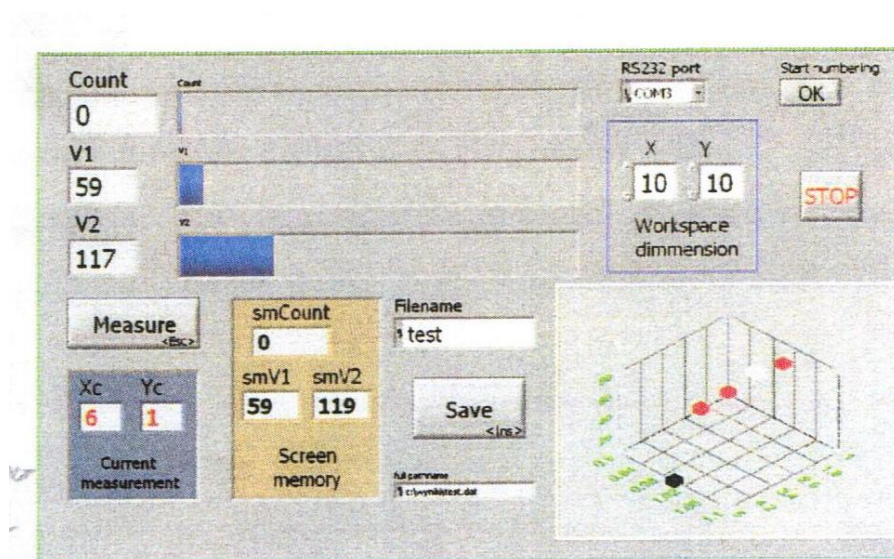
Εικόνα 37. Διάταξη μέτρησης σήματος Barkhausen

- Έναν πεταλοειδή ηλεκτρομαγνήτη που διεγείρει το υπό εξέταση δοκίμιο με μαγνητικό πεδίο το οποίο μεταβάλλεται με το χρόνο με συχνότητα 10Hz. Ο ηλεκτρομαγνήτης αποτελείται από ένα ραβδόμορφο φερρίτη ο οποίος έχει τη δυνατότητα να μετακινείται κάθετα έτσι ώστε να προσαρμόζεται στην επιφάνεια του δείγματος σε περίπτωση που αυτό έχει επιφανειακές ανωμαλίες ενώ ταυτόχρονα ενισχύει το σήμα από το πηνίο λήψης.
- Ένα πηνίο τυλιγμένο γύρω από τον ηλεκτρομαγνήτη έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη σύζευξη του αισθητήρα και του δοκιμίου.
- Ένα πηνίο λήψης το οποίο είναι τοποθετημένο στο ενδιάμεσο των δύο ποδιών του πυρήνα του ηλεκτρομαγνήτη.
- Μία γεννήτρια παραγωγής τριγωνικού εναλλασσόμενου ρεύματος συχνότητας 10 Hz που έχει τη δυνατότητα ρύθμισης της ενίσχυσης του σήματος ώστε να λαμβάνεται καλύτερο ποιοτικά σήμα ανάλογα με το υπό εξέταση υλικό.

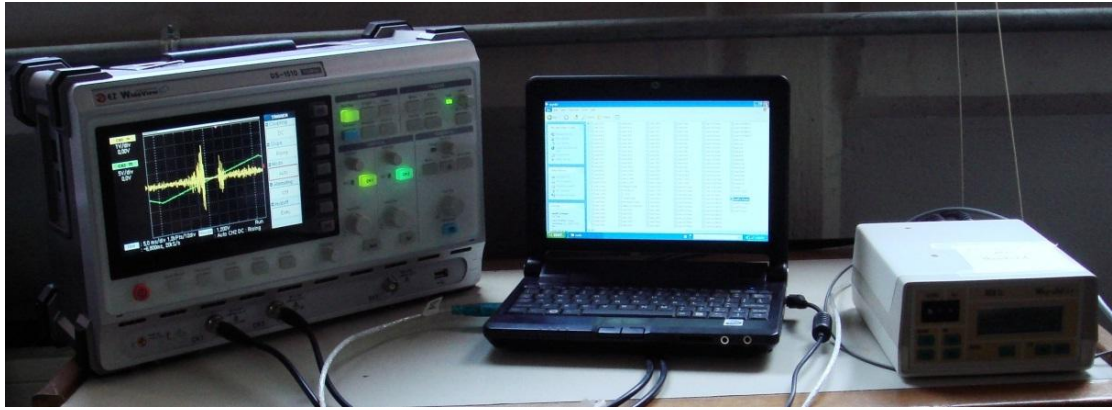
- Μία κάρτα συλλογής δεδομένων (DAQ) που λαμβάνει και ενισχύει το θόρυβο Barkhausen και ακολούθως δίνει τρεις ενδείξεις: τον αριθμό των παλμών Barkhausen πάνω από ένα δεδομένο κατώφλι δυναμικού (counts), την ενεργό τιμή του σήματος Barkhausen (rms) και την ενδεικτική μέτρηση μαγνητικής διαπερατότητας. [4,9]



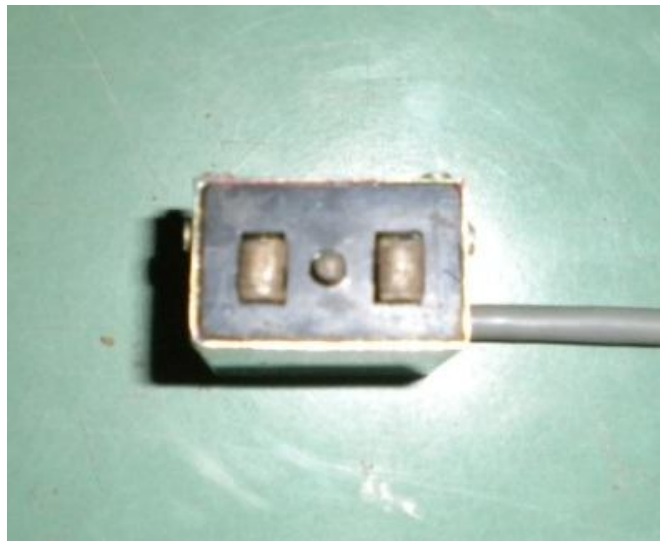
Εικόνα 38. Πρόσψη της μονάδας παραγωγής σήματος και επεξεργασίας δεδομένων



Εικόνα 39. Λογισμικό επεξεργασίας σήματος Barkhausen της διάταξης MEB-2C



Εικόνα 40. Συνολική διάταξη MEB-2C του εργαστηρίου Μεταλλογνωσίας



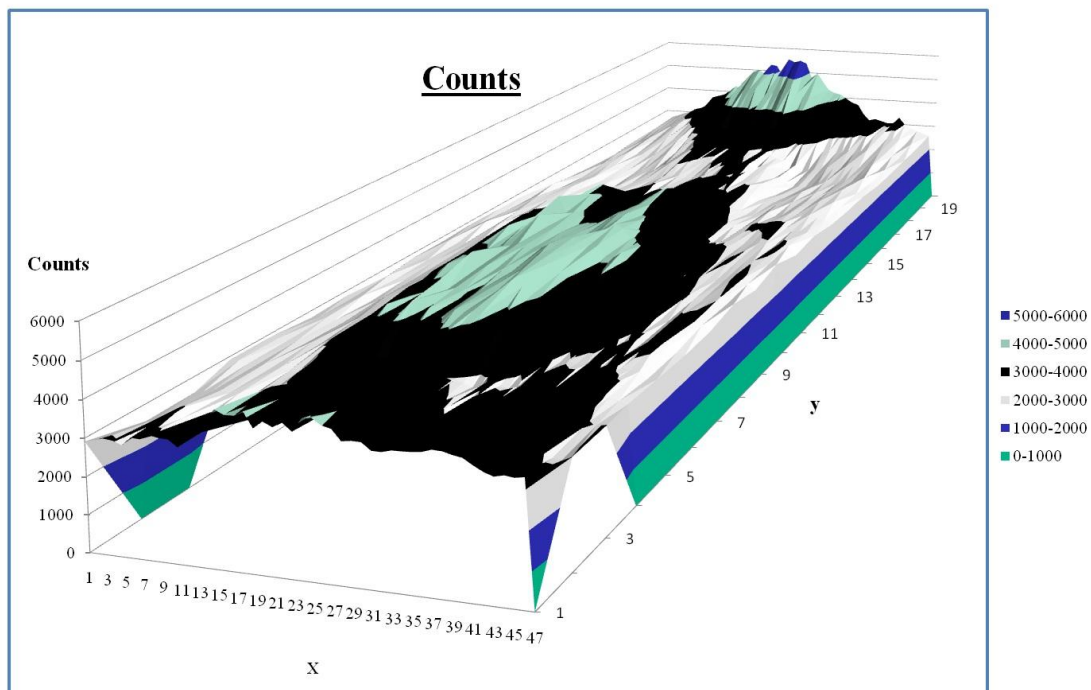
Εικόνα 41. Κεφαλή της διάταξης MEB-2C

5.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΘΟΡΥΒΟΥ BARKHAUSEN ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

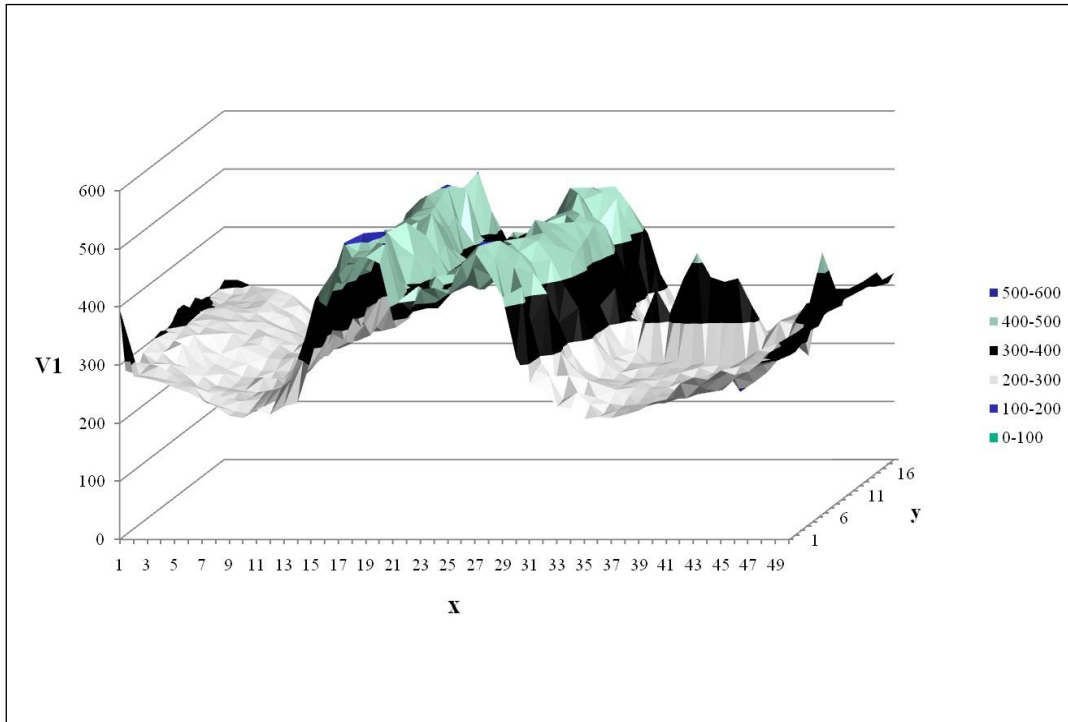
Ο αρχικός σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας ήταν να γίνει σημειακή μέτρηση του θορύβου Barkhausen σε όλη την επιφάνεια των συγκολλημένων δοκιμίων έτσι ώστε να κατασκευαστεί μια επιφανειακή χαρτογράφηση του μαγνητικού θορύβου Barkhausen και για τα τρία δοκίμια. Αυτό πραγματοποιήθηκε μόνο για το πρώτο δοκίμιο επειδή η διαδικασία απαιτούσε ιδιαίτερη λεπτομέρεια και ήταν αρκετά χρονοβόρα.

Έτσι λοιπόν στο πρώτο δοκίμιο έγινε μέτρηση του θορύβου Barkhausen ανά ένα χιλιοστό (1mm) σε όλη της επιφάνεια του. Οι σημειακές μετρήσεις ελήφθησαν με τέτοιο τρόπο ώστε σε κάθε σημείο η μέτρηση να λαμβάνονταν τη στιγμή που η τιμή

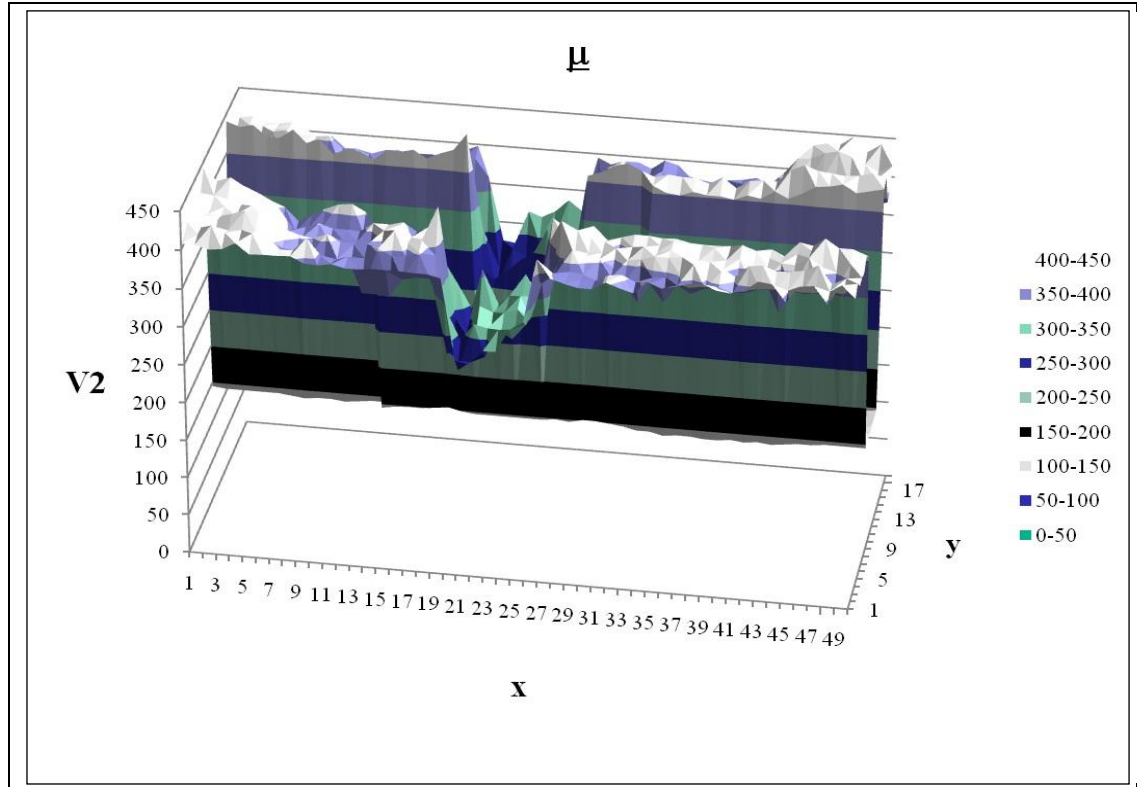
της μαγνητικής διαπερατότητας (V2) γίνονται μέγιστη. Η παράμετρος V2 αντικατοπτρίζει τις συνθήκες μαγνήτισης και η τιμή της εξαρτάται από τη θέση του αισθητήρα, την ποιότητα της επαφής καθώς και από τη μαγνητική διαπερατότητα του υπό εξέταση υλικού. Επίσης εξαρτάται και από την κατάσταση του υλικού, την καταπόνησή του και τις παραμένουσες τάσεις: μειώνεται όταν υπάρχουν θλιπτικές τάσεις (compressive stress) και αυξάνεται στην περίπτωση εφελκυστικών (tensile stress). Το γεγονός αυτό καθιστά τη παράμετρο V2 χρήσιμη για την σωστή τοποθέτηση του αισθητήρα και την ποιοτική εκτίμηση του δοκιμίου [14]. Συνεπώς, η μέγιστη τιμή του V2 ουσιαστικά αντιπροσωπεύει τη μέγιστη σύζευξη του αισθητήρα με το υπό εξέταση δοκίμιο. Επίσης, όλες οι μαγνητικές μετρήσεις ελήφθησαν με σταθερό threshold, ίσο με 1. Όπως προαναφέρθηκε, thresholds είναι οι προκαθορισμένες τιμές τάσης κατωφλιού, μια συγκεκριμένη τιμή τάσης, πάνω από την οποία πρέπει να είναι το σήμα του θορύβου Barkhausen για να καταμετρηθεί και να έχουμε αριθμό συμβάντων (περιστροφές μαγνητικών περιοχών) [14]. Στη συνέχεια έγινε διαγραμματική απεικόνιση των Counts, του V1 και του V2 συναρτήσει της θέσης μέτρησης. Οι τιμές των μαγνητικών μετρήσεων παρατίθενται στο παράρτημα.



Σχήμα 1. Διάγραμμα Counts-Θέσης για το δοκίμιο No1



Σχήμα 2. Διάγραμμα V1-Θέσης για το δοκίμιο Νο1



Σχήμα 3. Διάγραμμα V2-Θέσης για το δοκίμιο Νο1

Όπως προαναφέρθηκε, δεν ήταν δυνατό να ακολουθηθεί η ίδια στρατηγική μετρήσεων και για τα τρία δοκίμια συνεπώς αυτό που σχεδιάσαμε να κάνουμε ήταν η επιλογή συγκεκριμένων σημείων με ελαττώματα στην επιφάνεια των τριών συγκολλήσεων και ακολούθως η λήψη μαγνητικών μετρήσεων κατά μήκος μιας ευθείας κάθετης στη διεύθυνση της συγκόλλησης στο σημείο του κάθε ελαττώματος.

Για εξοικονόμηση χρόνου επιλέξαμε τη λήψη τεσσάρων σημείων στο μέταλλο βάσης (δύο σημεία αριστερά της Θερμικά Επηρεασμένης Ζώνης και δύο σημεία δεξιά της Θερμικά Επηρεασμένης Ζώνης) και τη λήψη μαγνητικών μετρήσεων στη Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη και στη Ζώνη τήξης ανά τρία χιλιοστά (3mm). Επίσης, για μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων επιλέξαμε τη λήψη 5 μαγνητικών μετρήσεων σε κάθε σημείο έτσι ώστε τα διαγράμματα των Counts, V1, V2 συναρτήσει της θέσης, να σχεδιαστούν με το μέσο όρο των μετρήσεων αυτών. Όπως προαναφέρθηκε, το φαινόμενο Barkhausen είναι στοχαστικό και κάθε μαγνητική μέτρηση δεν είναι ποτέ ίδια με κάποια άλλη, συνεπώς η λήψη του μέσου όρου των μαγνητικών μετρήσεων βοηθά σε μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων. Σε αυτή την περίπτωση οι μετρήσεις δεν ελήφθησαν με βάση την παράμετρο V2, αλλά έγιναν με τέτοιο τρόπο ώστε ο αισθητήρας να βρίσκεται σε κάθετη θέση σχετικά με το δοκίμιο για προσομοίωση πραγματικών-βιομηχανικών συνθηκών μέτρησης. Τέλος, μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τόσο με οριζόντια όσο και με κάθετη μαγνήτιση.

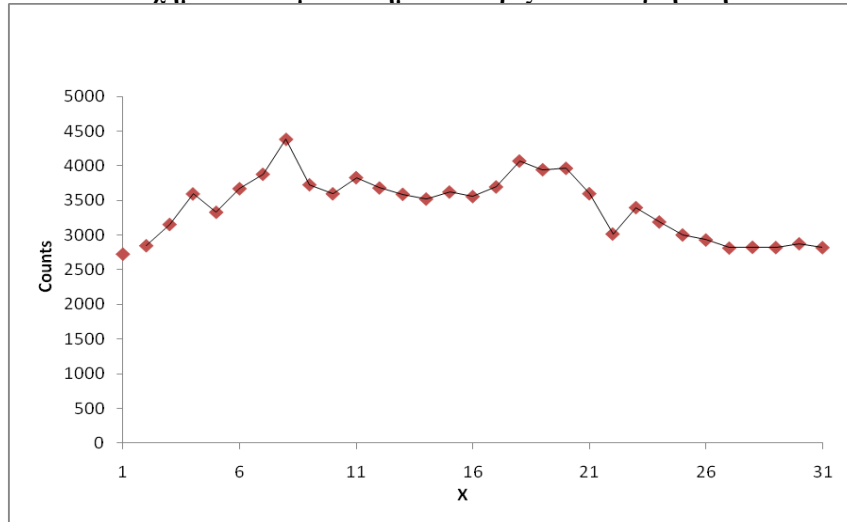
Τα σημεία που επιλέχθηκαν για να μετρηθεί ο θόρυβος Barkhausen είναι αυτά που εντοπίστηκαν στον οπτικό έλεγχο και αναλύθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Τα σημεία αυτά φαίνονται στις εικόνες 28, 30, 32.

5.2.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ ΘΟΡΥΒΟΥ BARKHAUSEN ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ

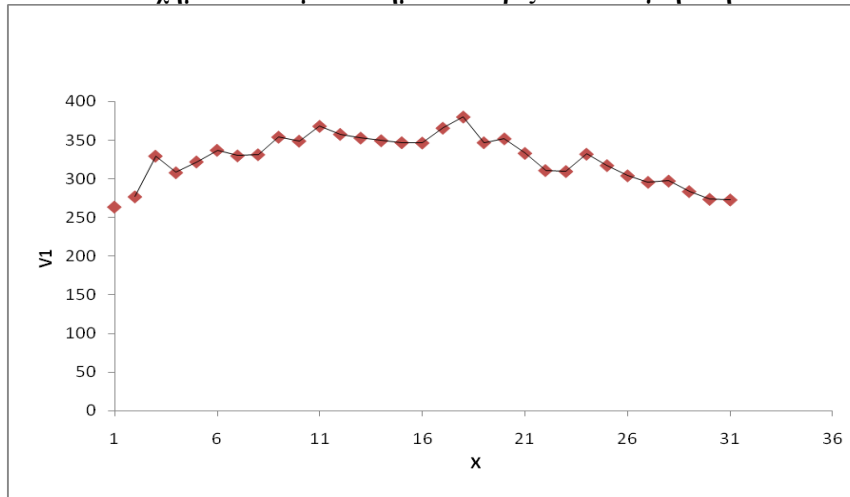
5.2.1.1 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ

5.2.1.1.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1

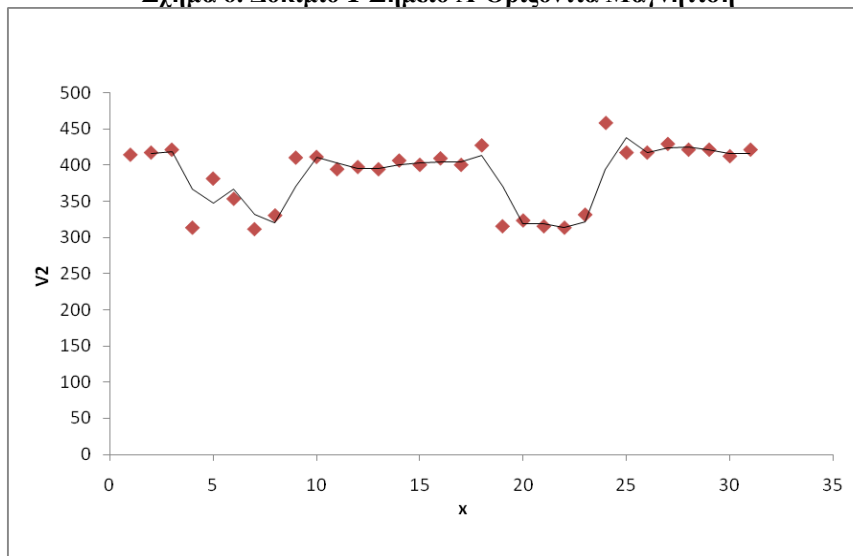
Σχήμα 4. Δοκίμιο 1-Σημείο Α-Οριζόντια Μαγνήτιση



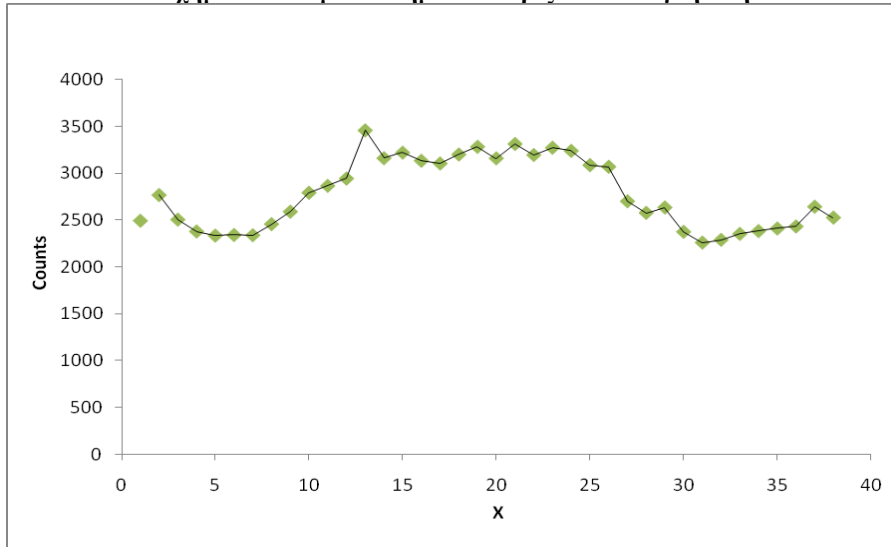
Σχήμα 5. Δοκίμιο 1-Σημείο Α-Οριζόντια Μαγνήτιση



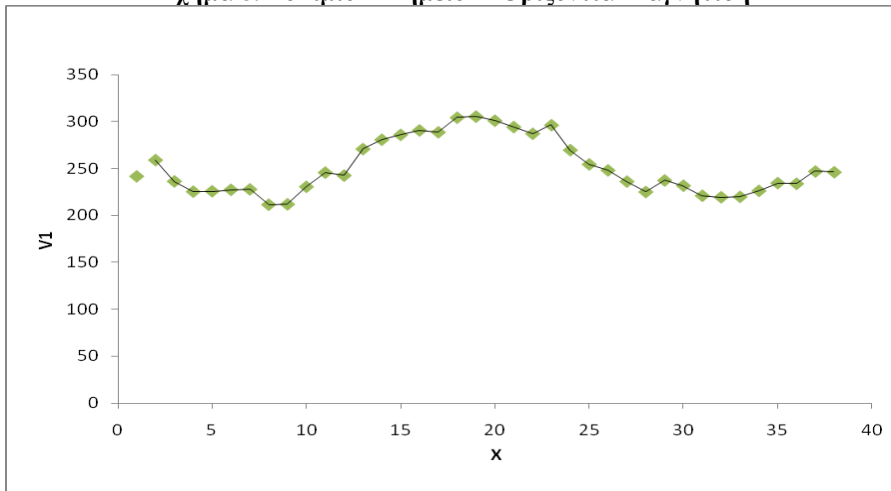
Σχήμα 6. Δοκίμιο 1-Σημείο Α-Οριζόντια Μαγνήτιση



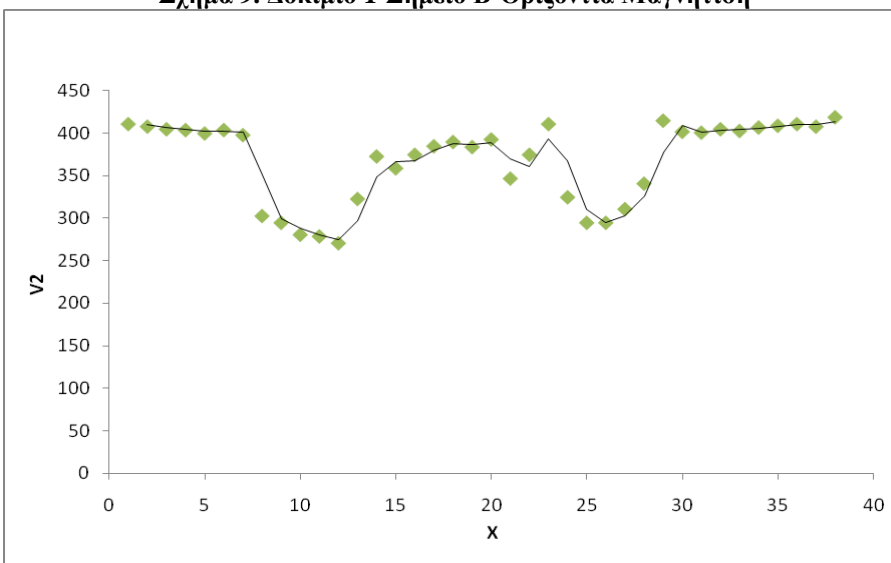
Σχήμα 7. Δοκίμιο 1-Σημείο Β-Οριζόντια Μαγνήτιση



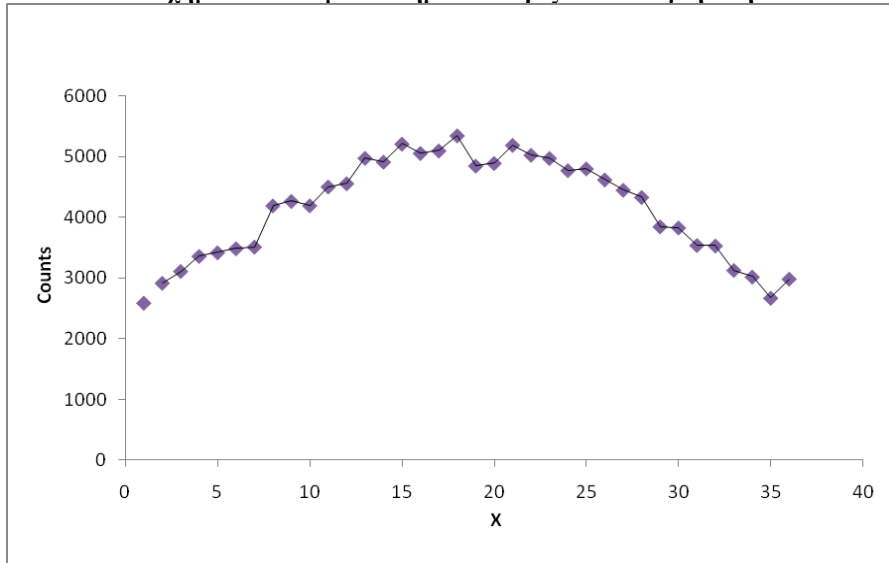
Σχήμα 8. Δοκίμιο 1-Σημείο Β-Οριζόντια Μαγνήτιση



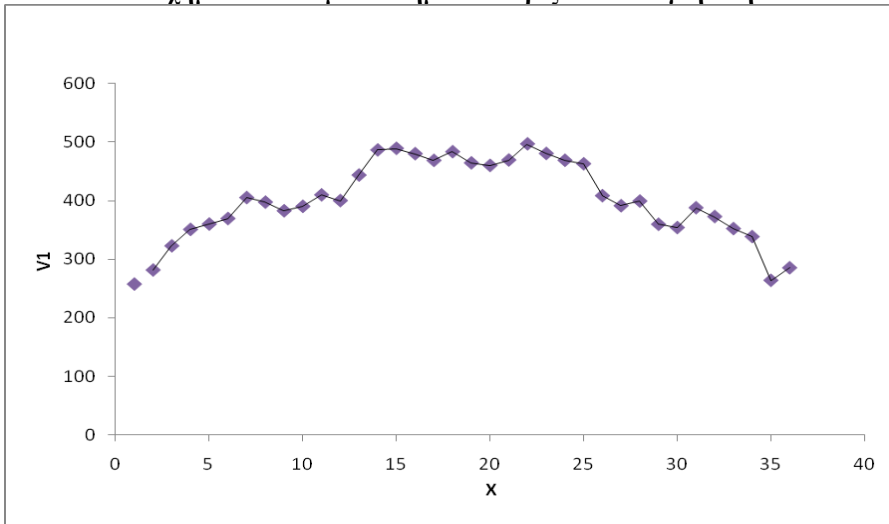
Σχήμα 9. Δοκίμιο 1-Σημείο Β-Οριζόντια Μαγνήτιση



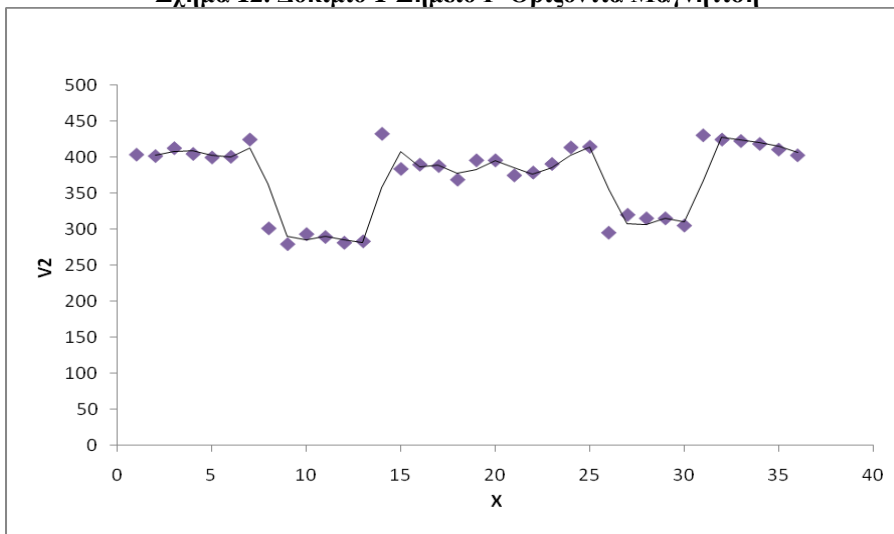
Σχήμα 10. Δοκίμιο 1-Σημείο Γ-Οριζόντια Μαγνήτιση



Σχήμα 11. Δοκίμιο 1-Σημείο Γ-Οριζόντια Μαγνήτιση

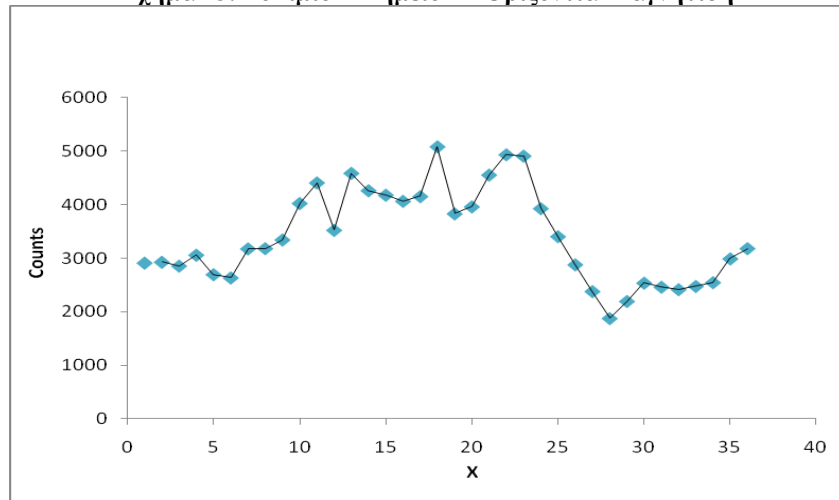


Σχήμα 12. Δοκίμιο 1-Σημείο Γ-Οριζόντια Μαγνήτιση

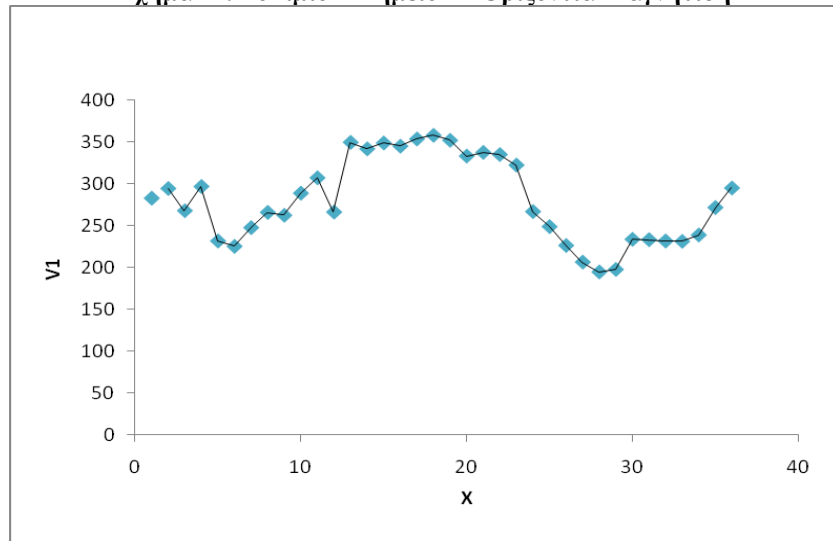


5.2.1.1.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2

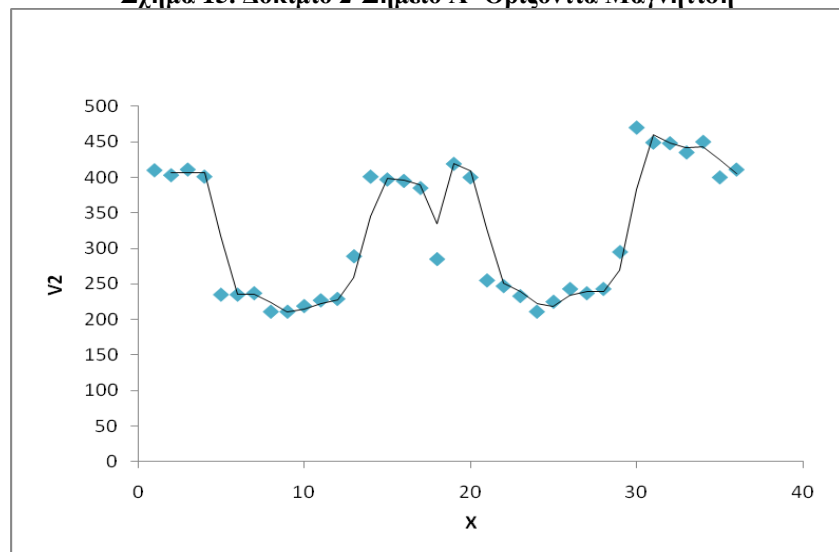
Σχήμα 13. Δοκίμιο 2-Σημείο Α- Οριζόντια Μαγνήτιση



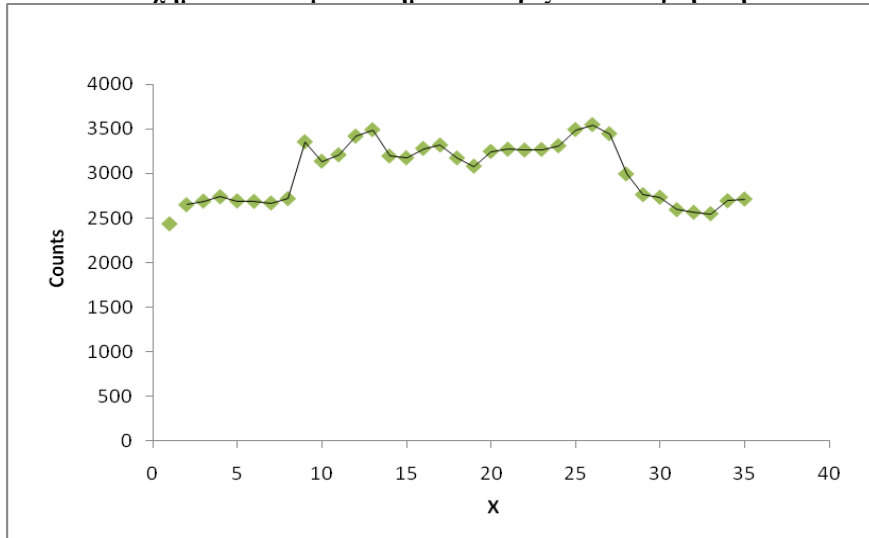
Σχήμα 14. Δοκίμιο 2-Σημείο Α- Οριζόντια Μαγνήτιση



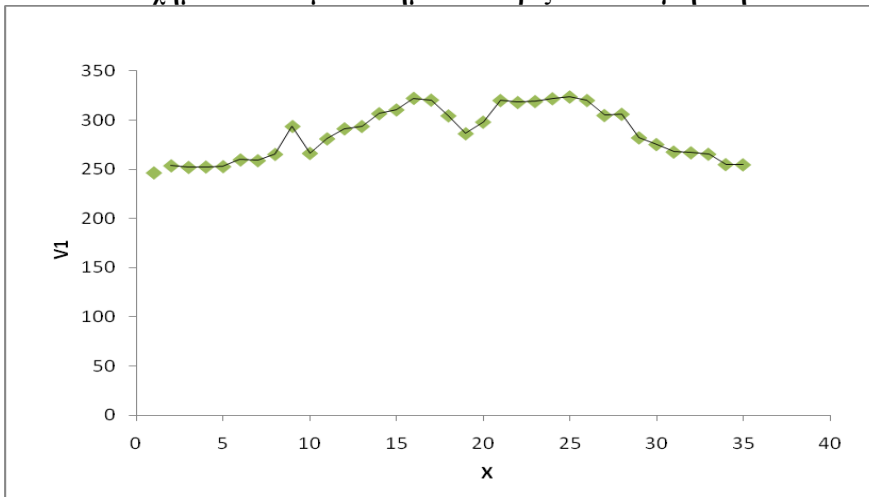
Σχήμα 15. Δοκίμιο 2-Σημείο Α- Οριζόντια Μαγνήτιση



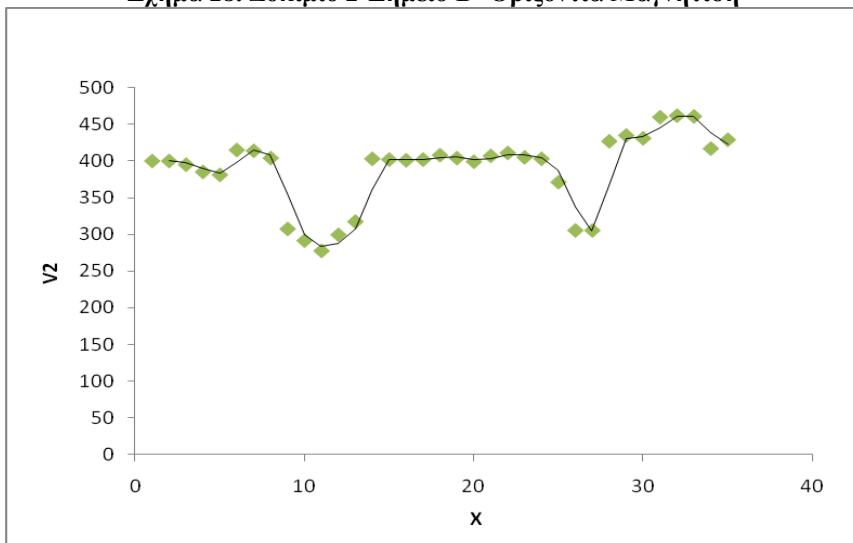
Σχήμα 16. Δοκίμιο 2-Σημείο Β- Οριζόντια Μαγνήτιση



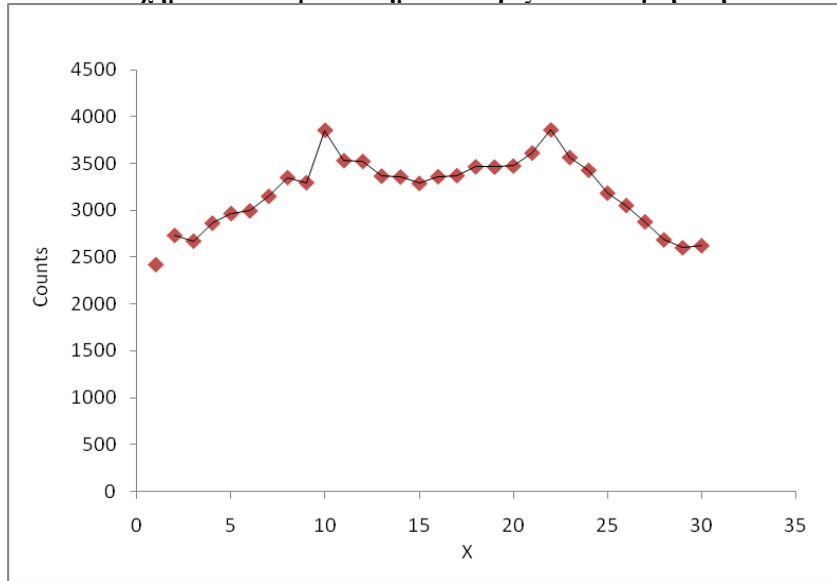
Σχήμα 17. Δοκίμιο 2-Σημείο Β- Οριζόντια Μαγνήτιση



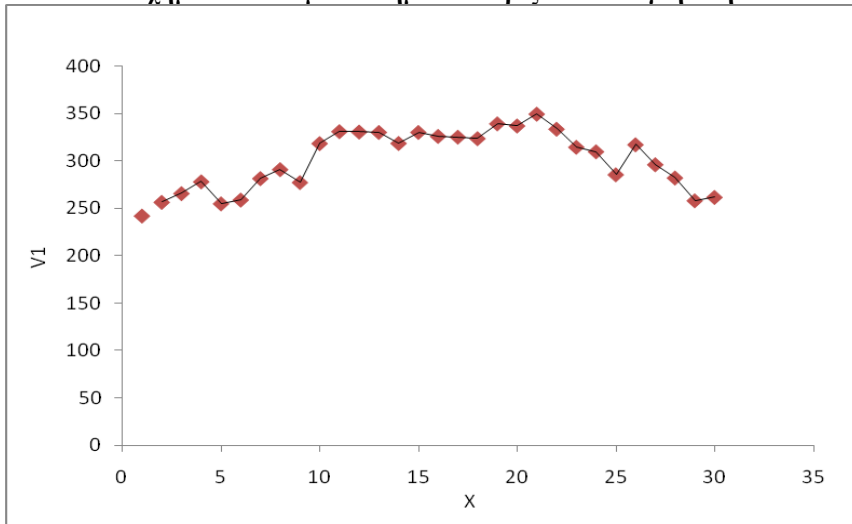
Σχήμα 18. Δοκίμιο 2-Σημείο Β- Οριζόντια Μαγνήτιση



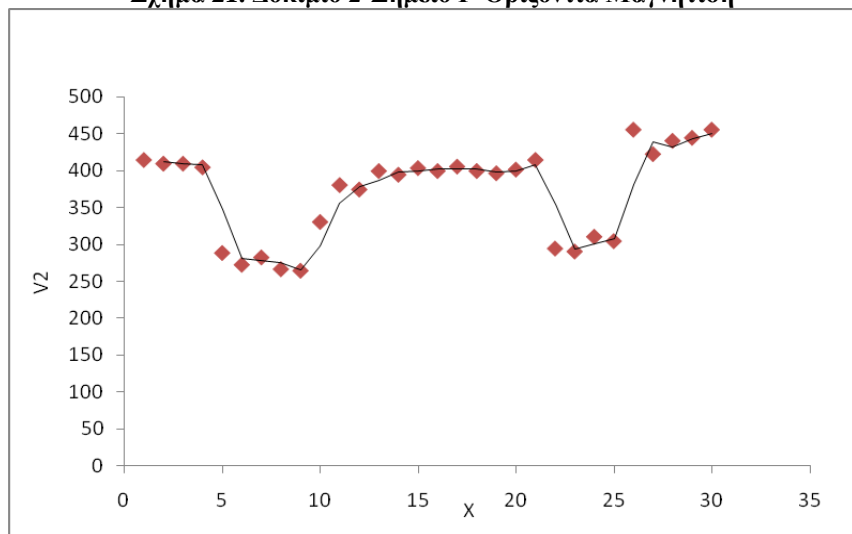
Σχήμα 19. Δοκίμιο 2-Σημείο Γ-Οριζόντια Μαγνήτιση



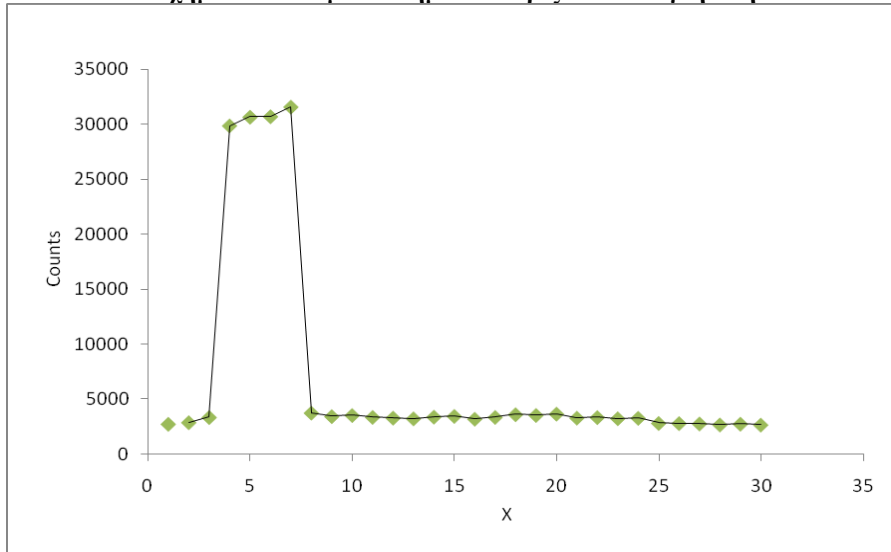
Σχήμα 20. Δοκίμιο 2-Σημείο Γ-Οριζόντια Μαγνήτιση



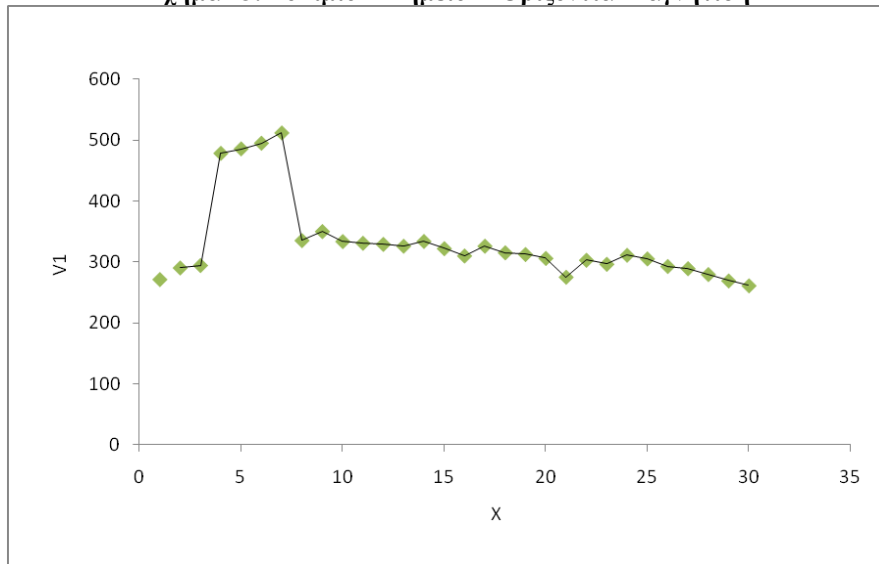
Σχήμα 21. Δοκίμιο 2-Σημείο Γ-Οριζόντια Μαγνήτιση



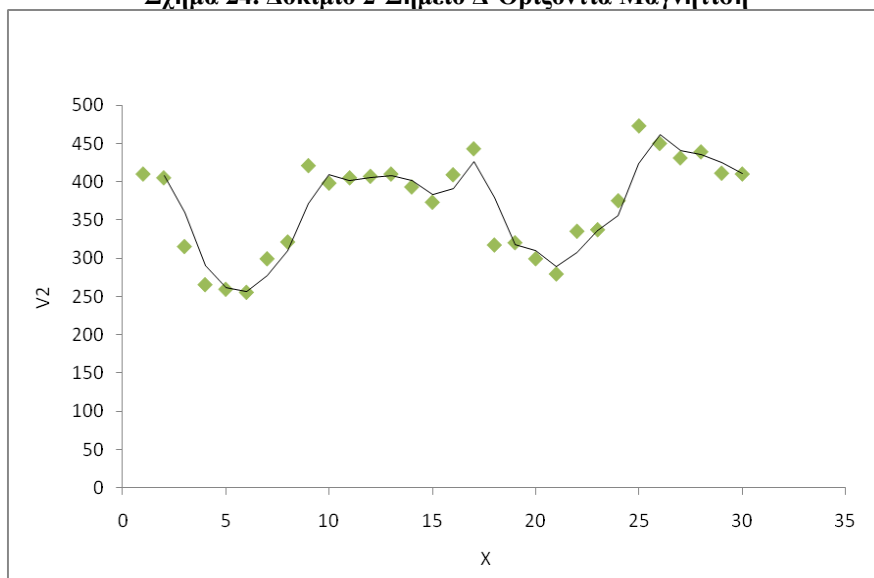
Σχήμα 22. Δοκίμιο 2-Σημείο Δ-Οριζόντια Μαγνήτιση



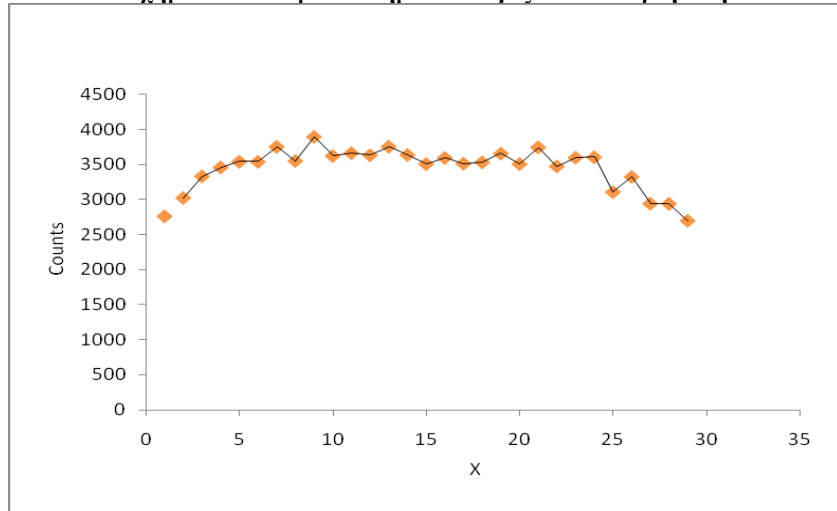
Σχήμα 23. Δοκίμιο 2-Σημείο Δ-Οριζόντια Μαγνήτιση



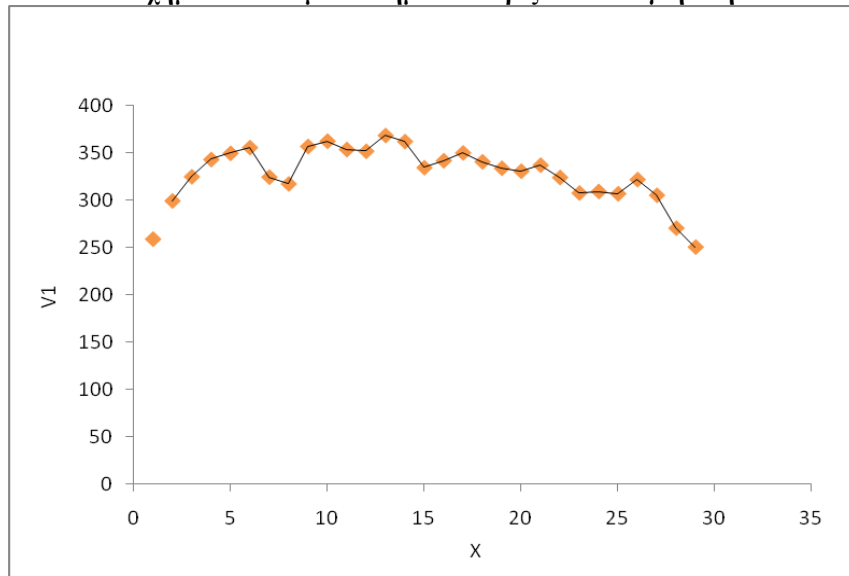
Σχήμα 24. Δοκίμιο 2-Σημείο Δ-Οριζόντια Μαγνήτιση



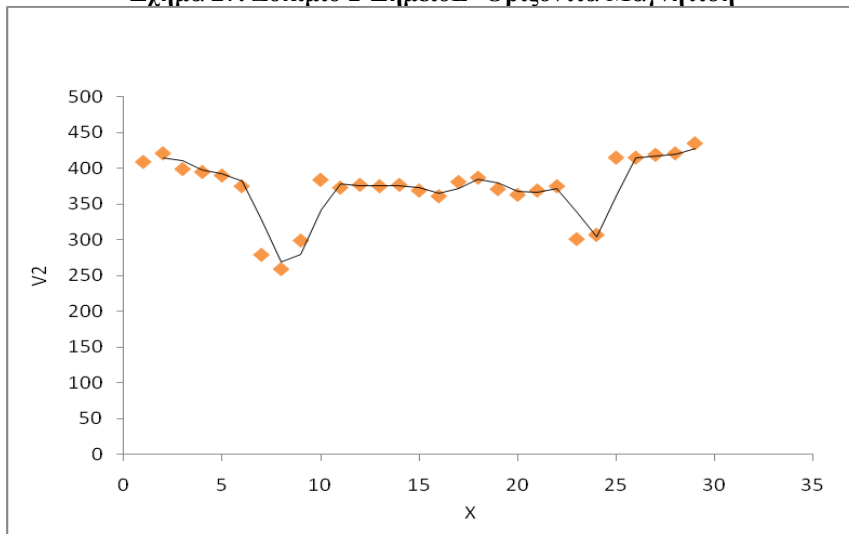
Σχήμα 25. Δοκίμιο 2-Σημείο Ε-Οριζόντια Μαγνήτιση



Σχήμα 26. Δοκίμιο 2-Σημείο Ε-Οριζόντια Μαγνήτιση

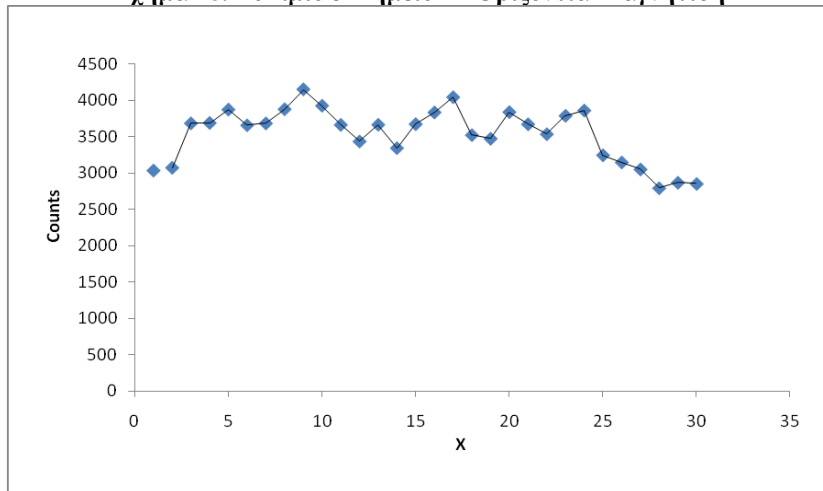


Σχήμα 27. Δοκίμιο 2-Σημείο Ε-Οριζόντια Μαγνήτιση

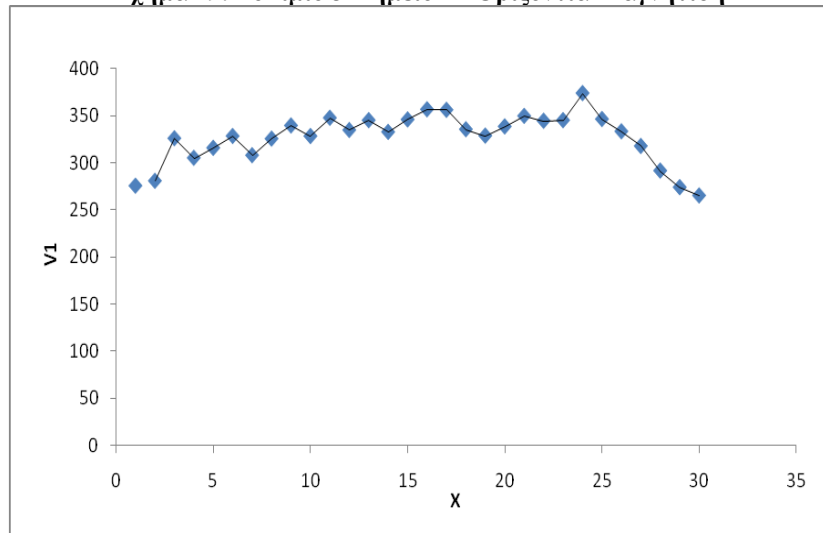


5.2.1.1.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3

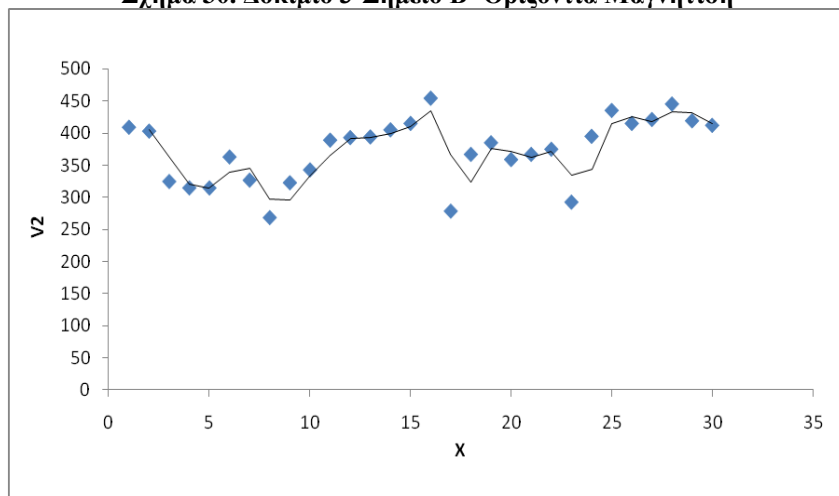
Σχήμα 28. Δοκίμιο 3-Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



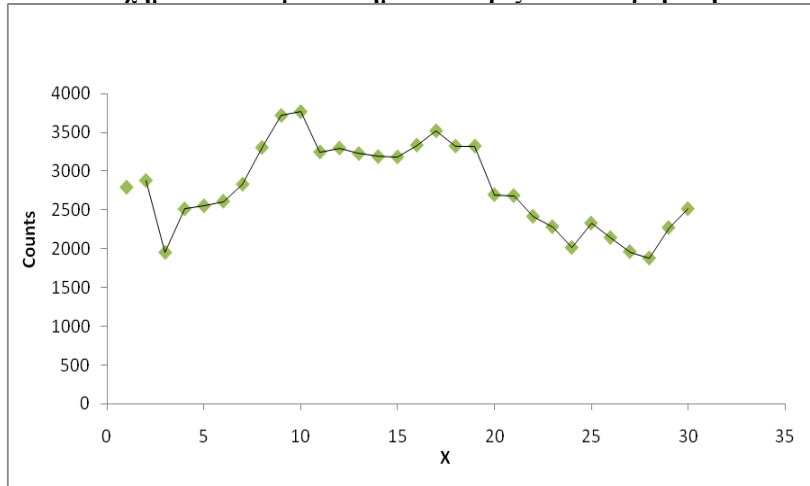
Σχήμα 29. Δοκίμιο 3-Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



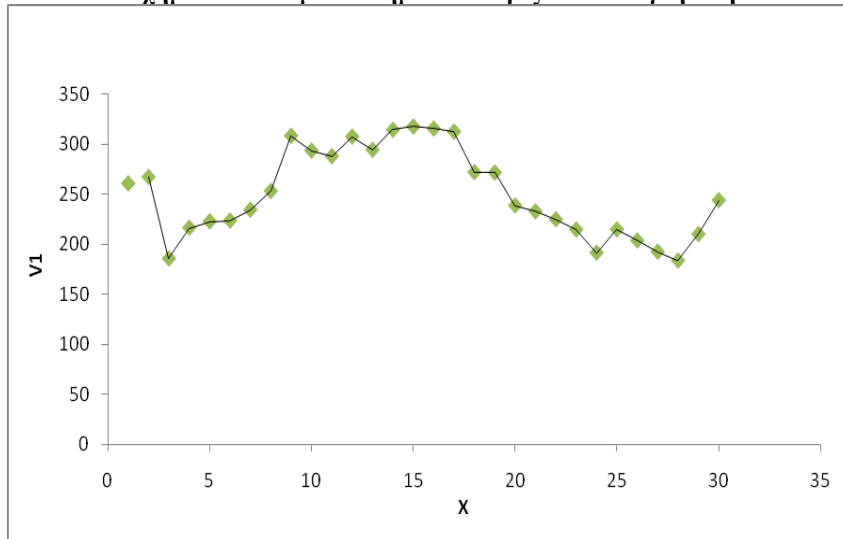
Σχήμα 30. Δοκίμιο 3-Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



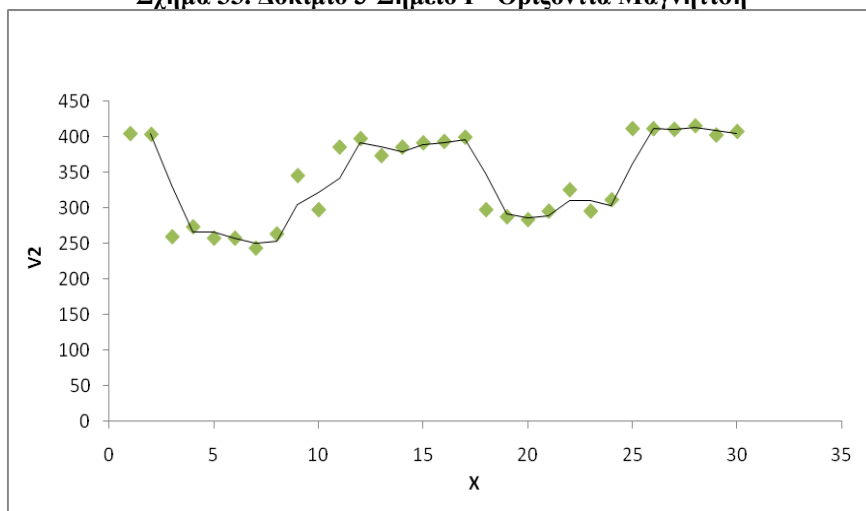
Σχήμα 31. Δοκίμιο 3-Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση



Σχήμα 32. Δοκίμιο 3-Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση



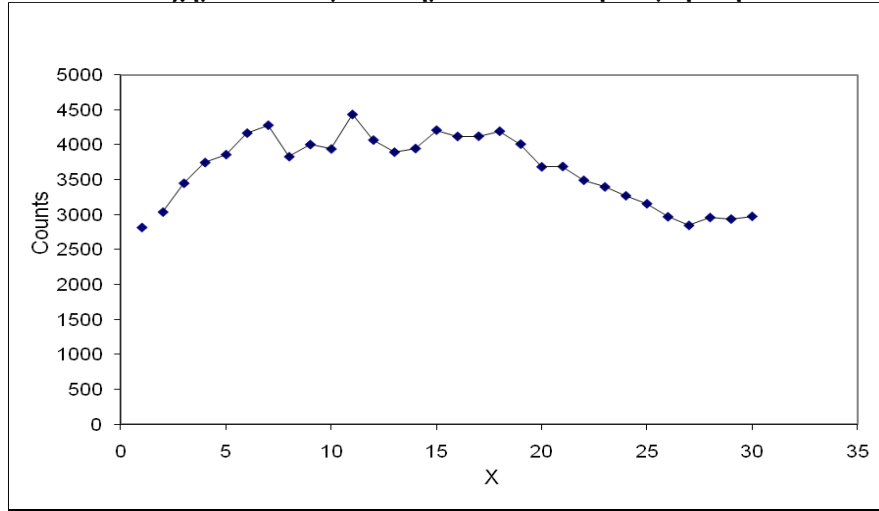
Σχήμα 33. Δοκίμιο 3-Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση



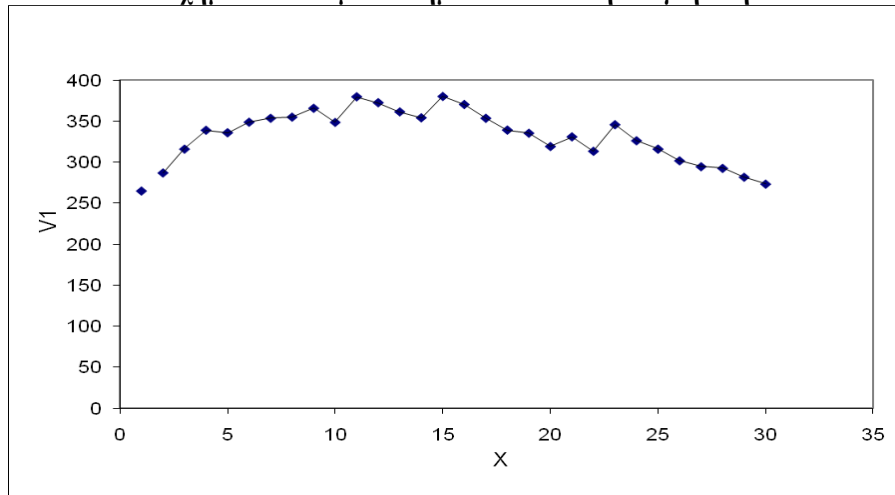
5.2.1.2 ΚΑΘΕΤΗ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ

5.2.1.2.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1

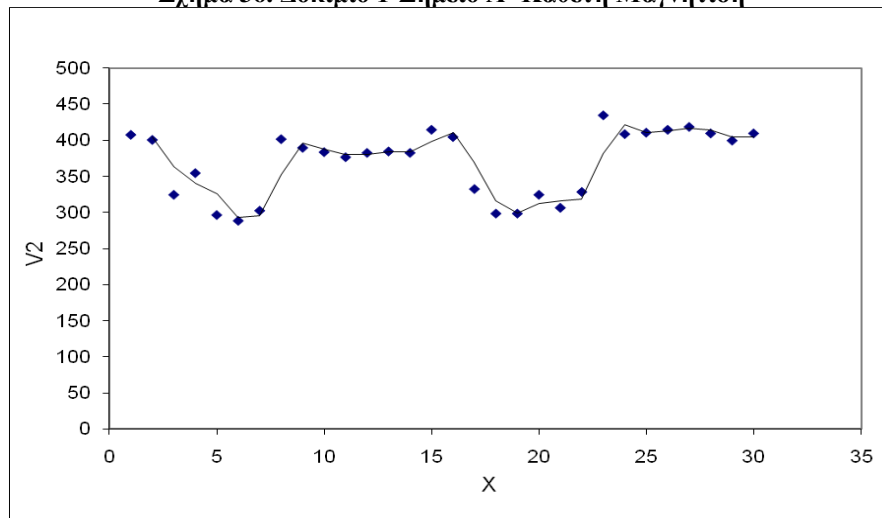
Σχήμα 34. Δοκίμιο 1-Σημείο Α -Κάθετη Μαγνήτιση



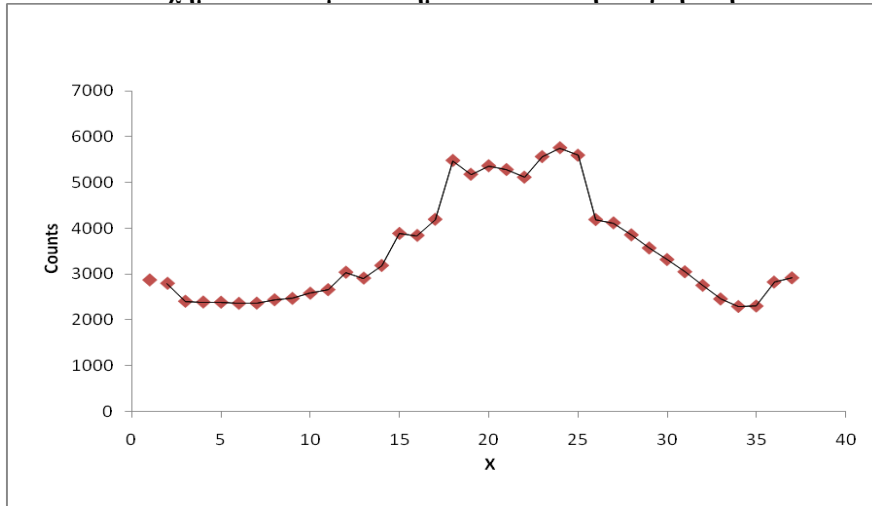
Σχήμα 35. Δοκίμιο 1-Σημείο Α -Κάθετη Μαγνήτιση



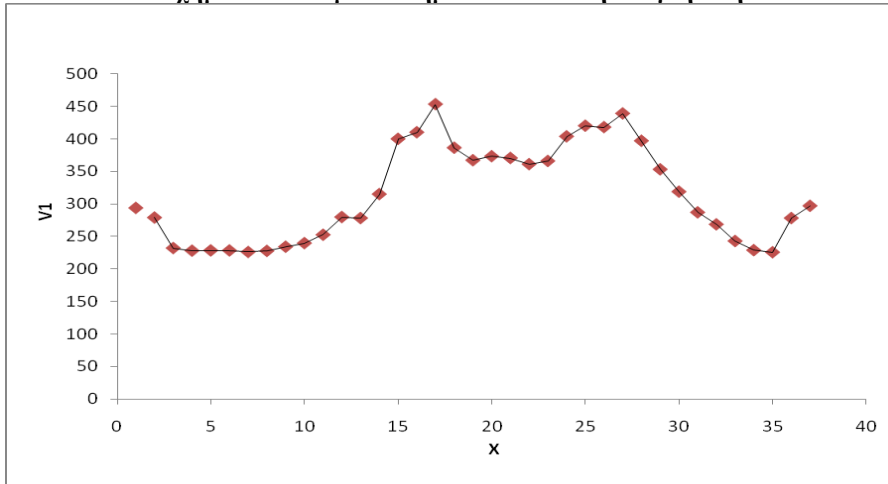
Σχήμα 36. Δοκίμιο 1-Σημείο Α -Κάθετη Μαγνήτιση



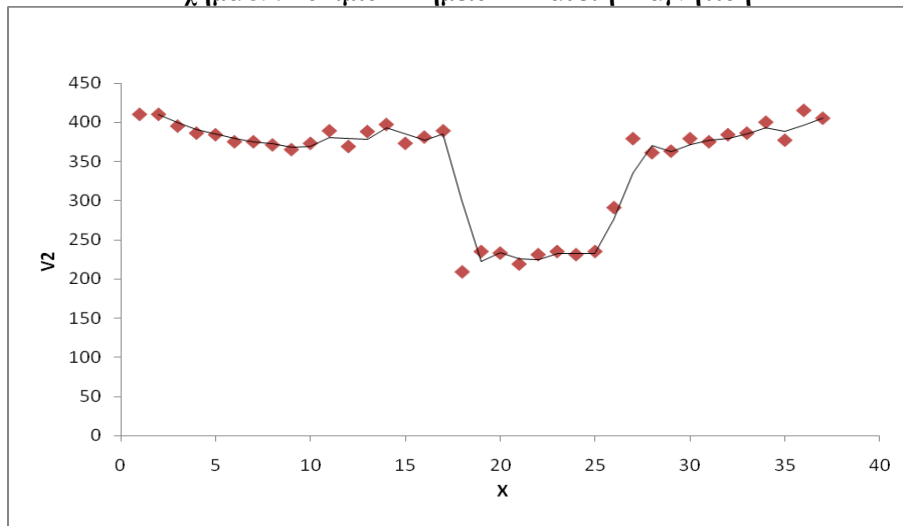
Σχήμα 37. Δοκίμιο 1-Σημείο Γ -Κάθετη Μαγνήτιση



Σχήμα 38. Δοκίμιο 1-Σημείο Γ -Κάθετη Μαγνήτιση

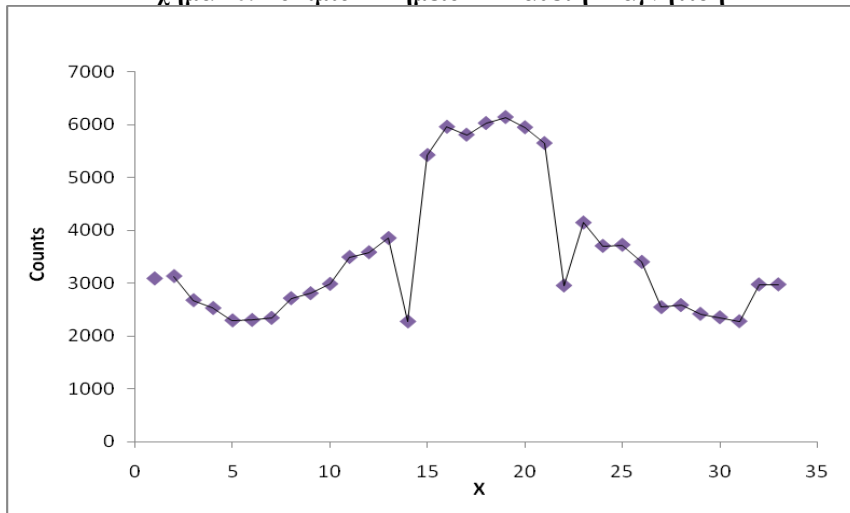


Σχήμα 39. Δοκίμιο 1-Σημείο Γ -Κάθετη Μαγνήτιση

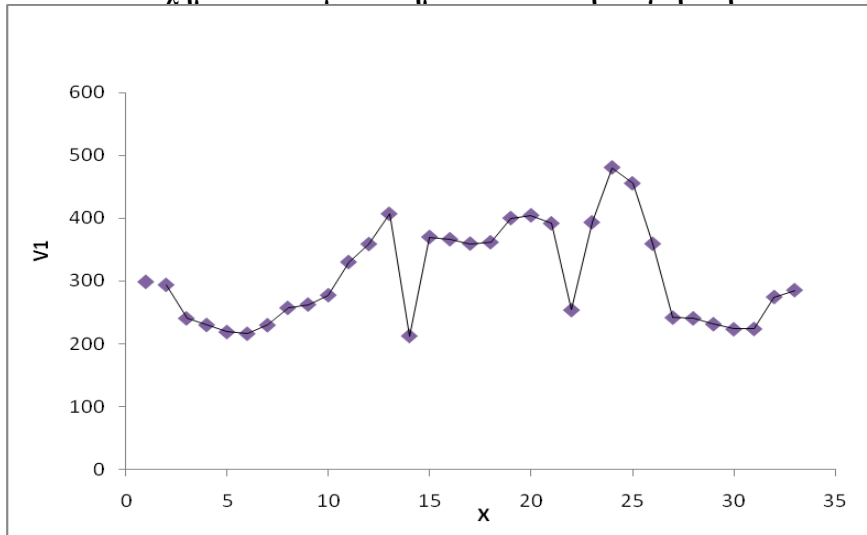


5.2.1.2.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2

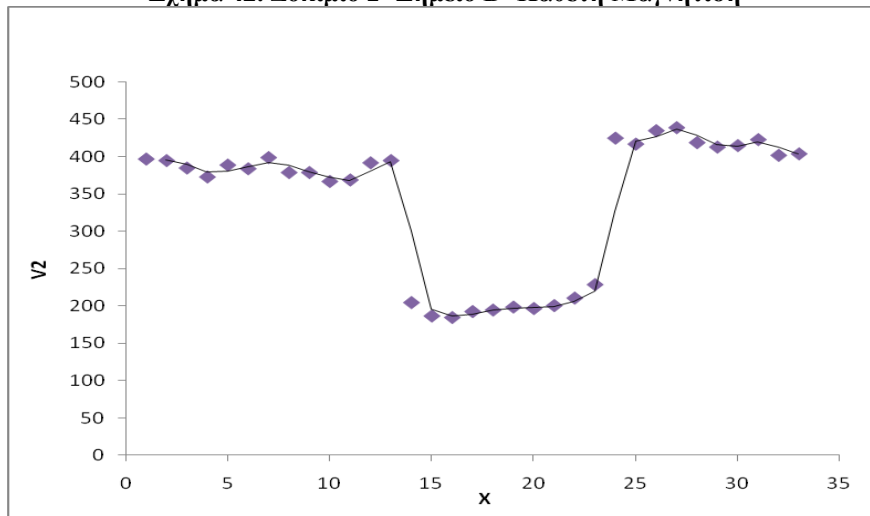
Σχήμα 40. Δοκίμιο 2-Σημείο Β -Κάθετη Μαγνήτιση



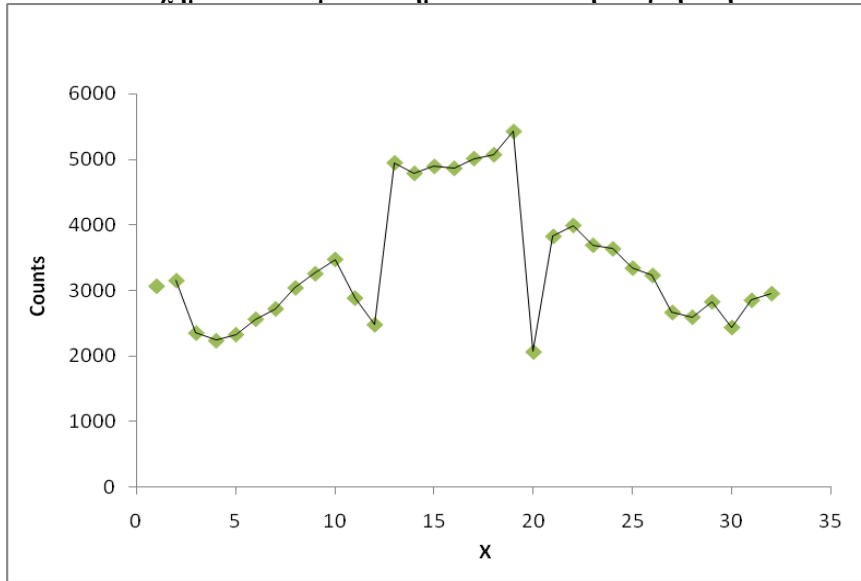
Σχήμα 41. Δοκίμιο 2-Σημείο Β -Κάθετη Μαγνήτιση



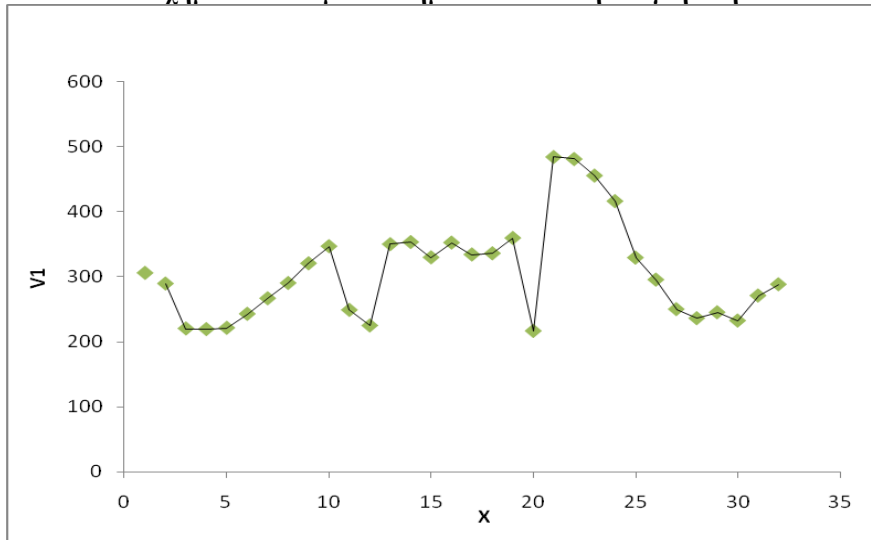
Σχήμα 42. Δοκίμιο 2- Σημείο Β -Κάθετη Μαγνήτιση



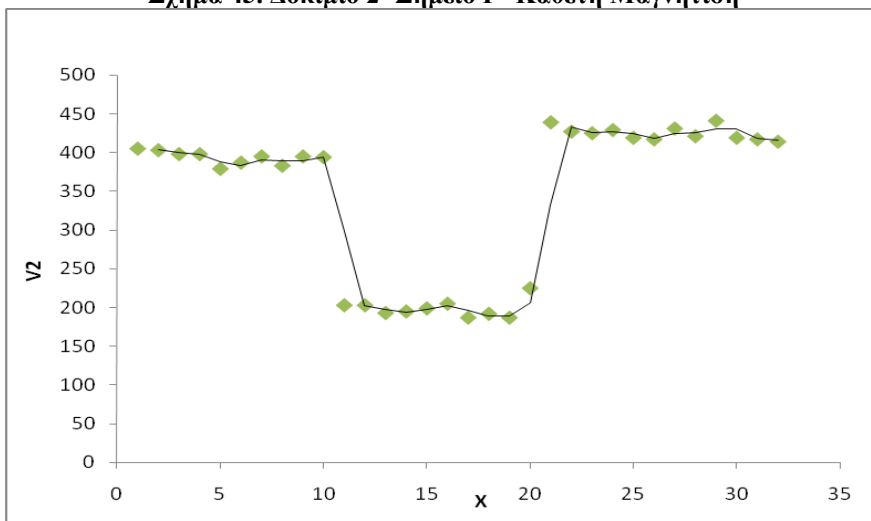
Σχήμα 43. Δοκίμο 2- Σημείο Γ -Κάθετη Μαγνήτιση



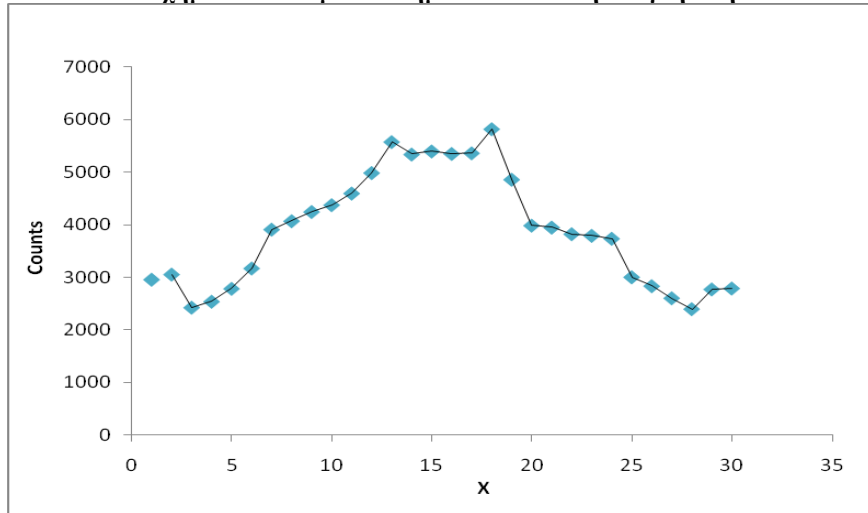
Σχήμα 44. Δοκίμο 2- Σημείο Γ -Κάθετη Μαγνήτιση



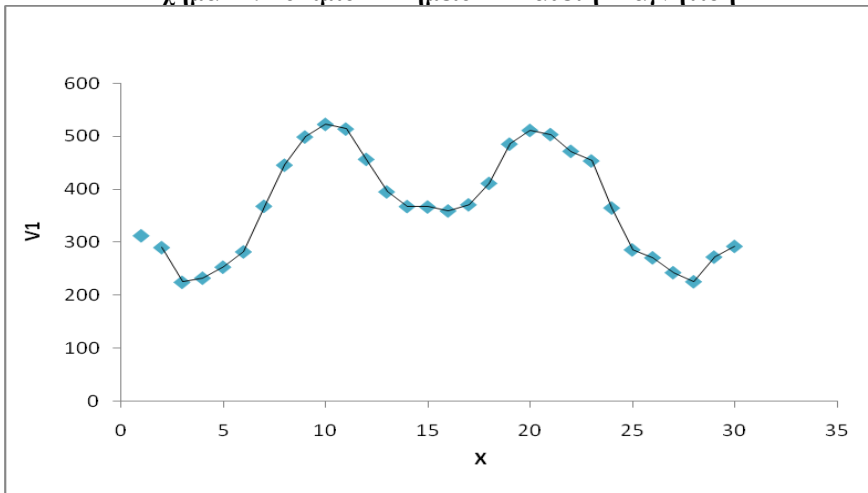
Σχήμα 45. Δοκίμο 2- Σημείο Γ -Κάθετη Μαγνήτιση



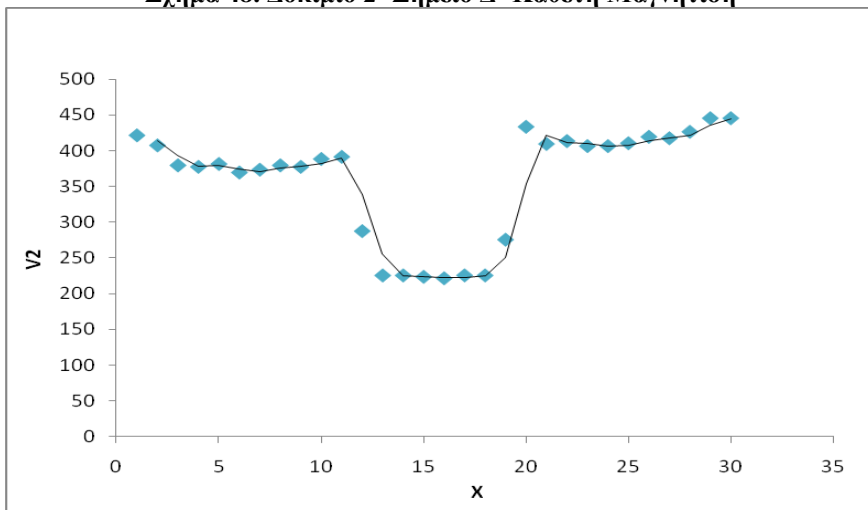
Σχήμα 46. Δοκίμο 2- Σημείο Δ -Κάθετη Μαγνήτιση



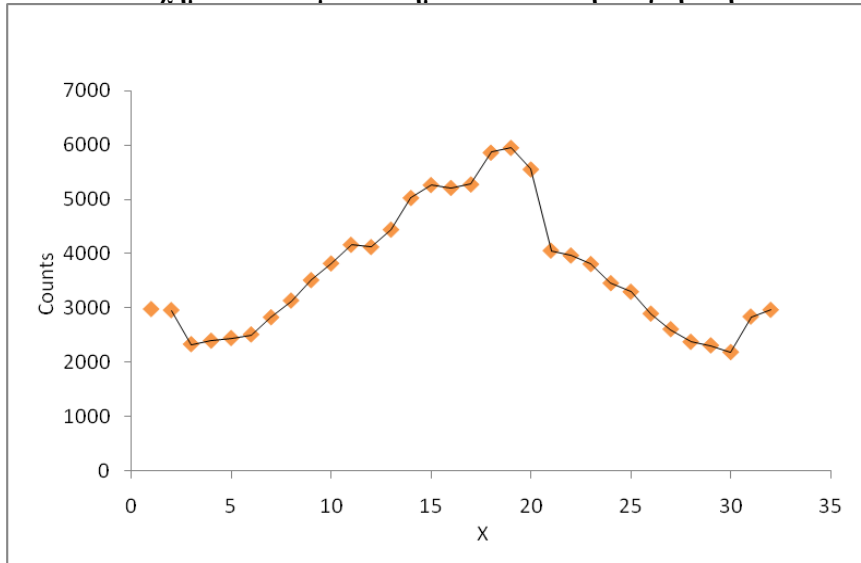
Σχήμα 47. Δοκίμο 2- Σημείο Δ -Κάθετη Μαγνήτιση



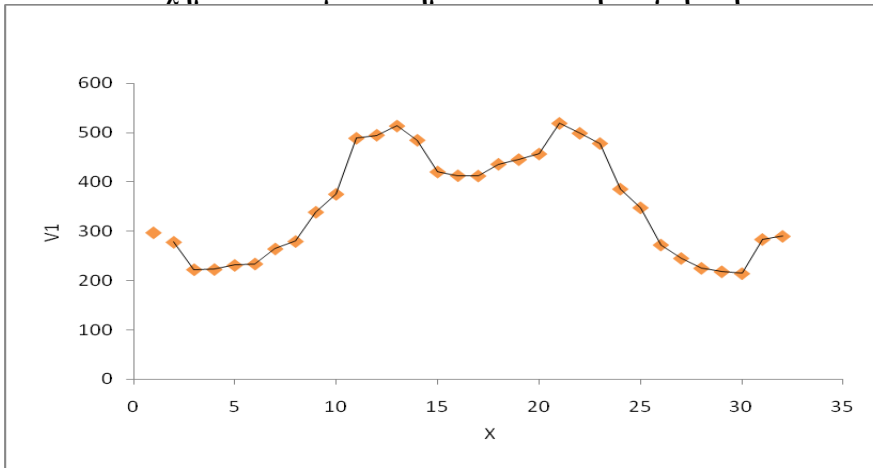
Σχήμα 48. Δοκίμο 2- Σημείο Δ -Κάθετη Μαγνήτιση



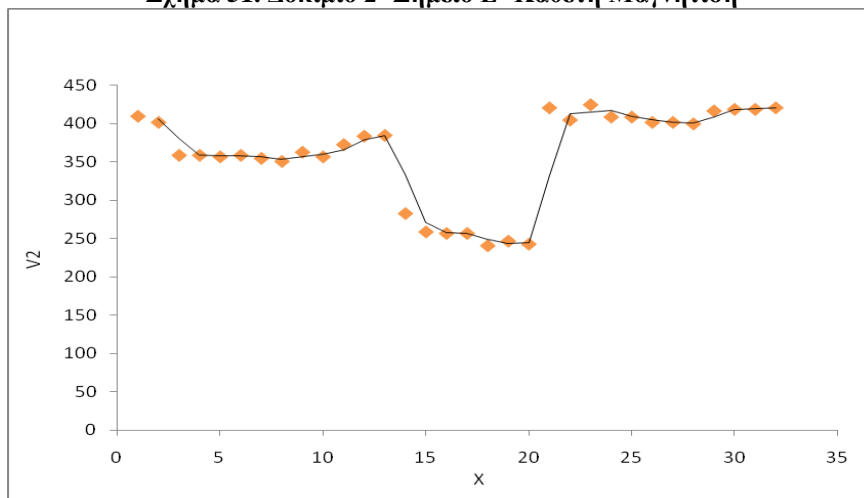
Σχήμα 49. Δοκίμο 2- Σημείο Ε -Κάθετη Μαγνήτιση



Σχήμα 50. Δοκίμο 2- Σημείο Ε -Κάθετη Μαγνήτιση

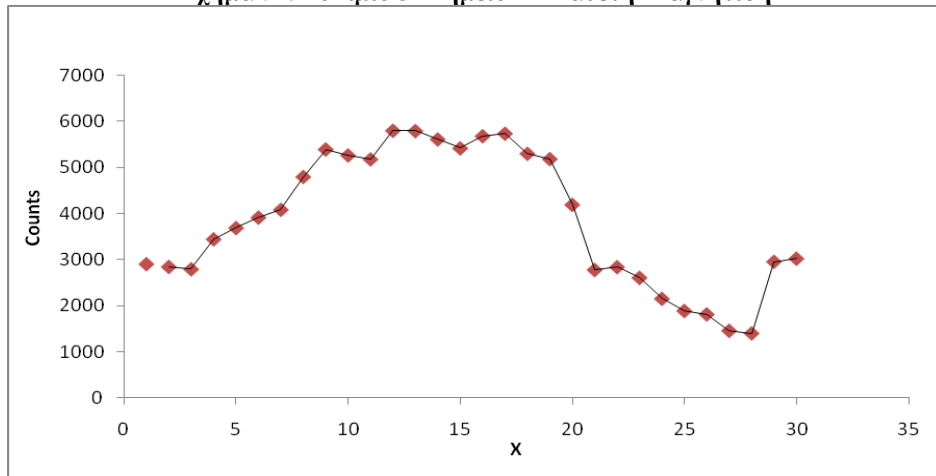


Σχήμα 51. Δοκίμο 2- Σημείο Ε -Κάθετη Μαγνήτιση

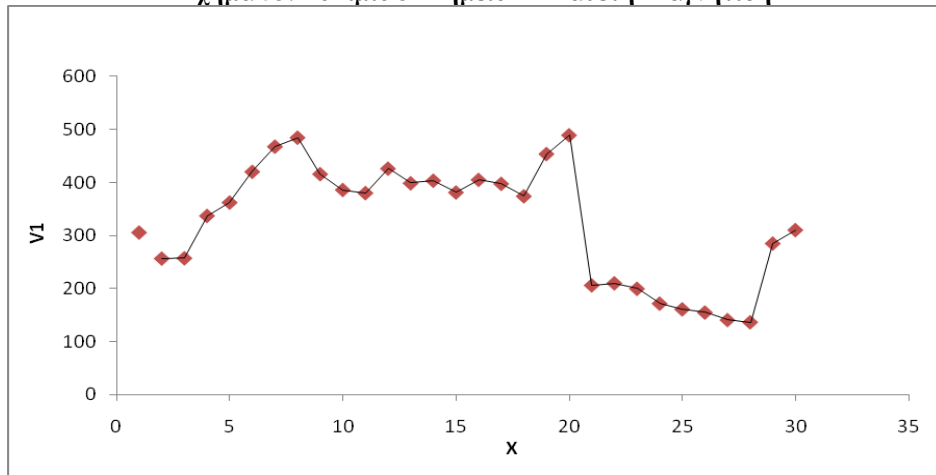


5.2.1.2.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3

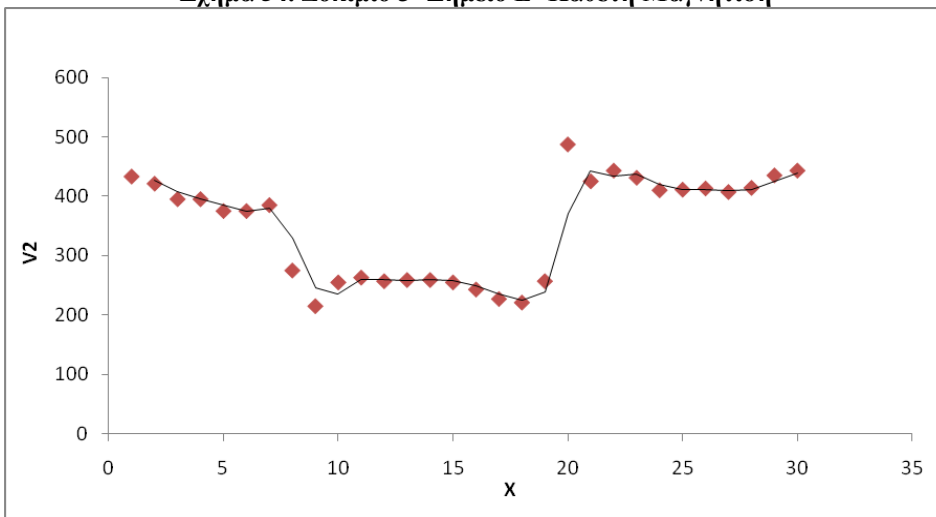
Σχήμα 52. Δοκίμιο 3- Σημείο Β -Κάθετη Μαγνήτιση



Σχήμα 53. Δοκίμιο 3- Σημείο Ε -Κάθετη Μαγνήτιση



Σχήμα 54. Δοκίμιο 3- Σημείο Ε -Κάθετη Μαγνήτιση

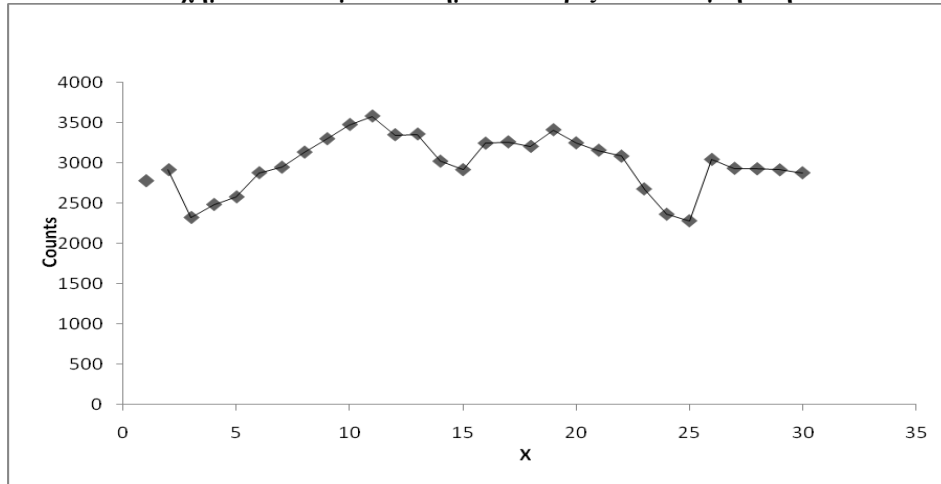


Μετά από αυτή τη διαδικασία πραγματοποιήθηκε μηχανουργική κατεργασία αφαίρεσης πλεονάζοντος κορδονιού στη συγκόλληση (machining) για την προσομοίωση πραγματικών βιομηχανικών συνθηκών ελέγχου του θορύβου Barkhausen στις συγκολλήσεις. Ακολούθησαν νέες μαγνητικές μετρήσεις θορύβου Barkhausen με την ίδια διαδικασία που ακολουθήθηκε και ανωτέρω. Δηλαδή, μετά την αφαίρεση του πλεονάζοντος κορδονιού ελήφθησαν μετρήσεις στα ίδια σημεία κατά μήκος μιας ευθείας κάθετης στη διεύθυνση της συγκόλλησης στο σημείο του κάθε ελαττώματος. Επιλέχθηκαν τέσσερα σημεία στο μέταλλο βάσης (δύο σημεία αριστερά της Θερμικά Επηρεασμένης Ζώνης και δύο σημεία δεξιά της Θερμικά Επηρεασμένης Ζώνης) και έγινε λήψη μαγνητικών μετρήσεων στη Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη και στη Ζώνη τήξης ανά τρία χιλιοστά (3mm). Κατά τον ίδιο τρόπο με ανωτέρω ελήφθησαν 5 μαγνητικές μετρήσεις σε κάθε σημείο έτσι ώστε τα διαγράμματα των Counts, V1, V2 συναρτήσει της θέσης να σχεδιαστούν με το μέσο όρο των μετρήσεων αυτών για μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων. Όρου των μαγνητικών μετρήσεων βοηθά σε μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων. Και σε αυτή την περίπτωση οι μετρήσεις δεν ελήφθησαν με βάση την παράμετρο V2, αλλά έγιναν με τέτοιο τρόπο ώστε ο αισθητήρας να βρίσκεται σε κάθετη θέση σχετικά με το δοκίμιο για προσομοίωση πραγματικών-βιομηχανικών συνθηκών μέτρησης. Τέλος, μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τόσο με οριζόντια όσο και με κάθετη μαγνήτιση. Τα δοκίμια 1,2,3 μετά τη μηχανουργική κατεργασία συμβολίζονται ως 1', 2', 3'.

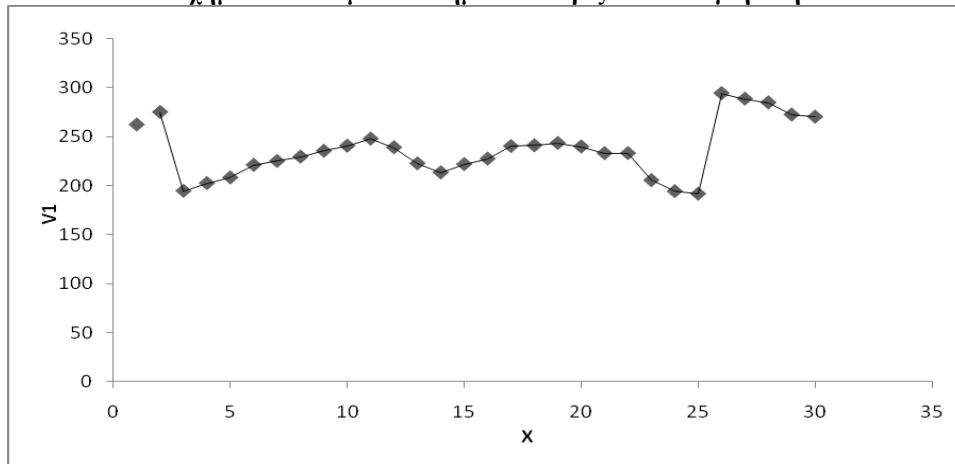
5.2.1.3 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ MACHINING

5.2.1.3.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1'

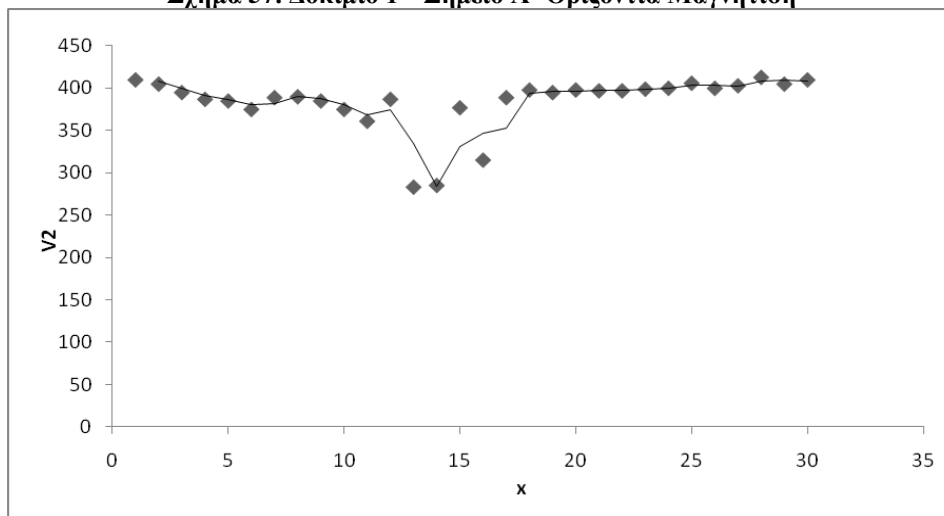
Σχήμα 55. Δοκίμιο 1' - Σημείο A -Οριζόντια Μαγνήτιση



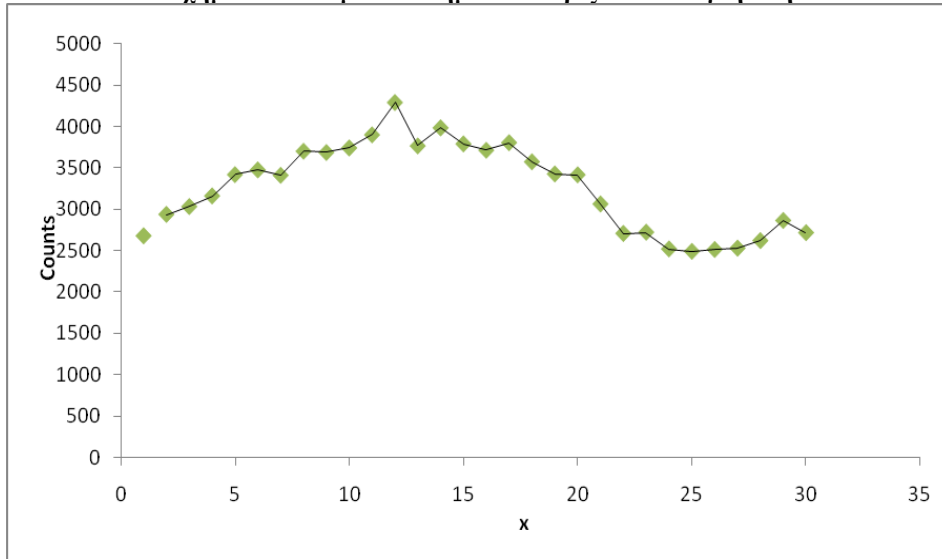
Σχήμα 56. Δοκίμιο 1' - Σημείο A -Οριζόντια Μαγνήτιση



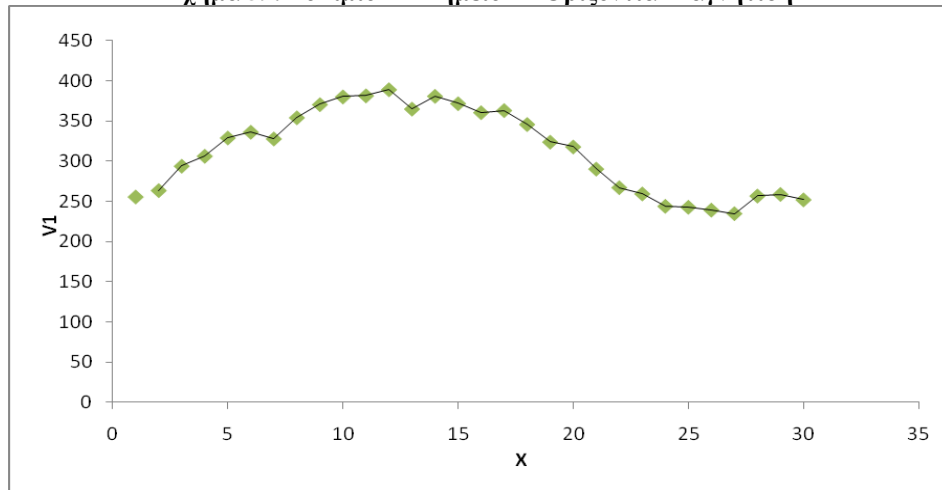
Σχήμα 57. Δοκίμιο 1' - Σημείο A -Οριζόντια Μαγνήτιση



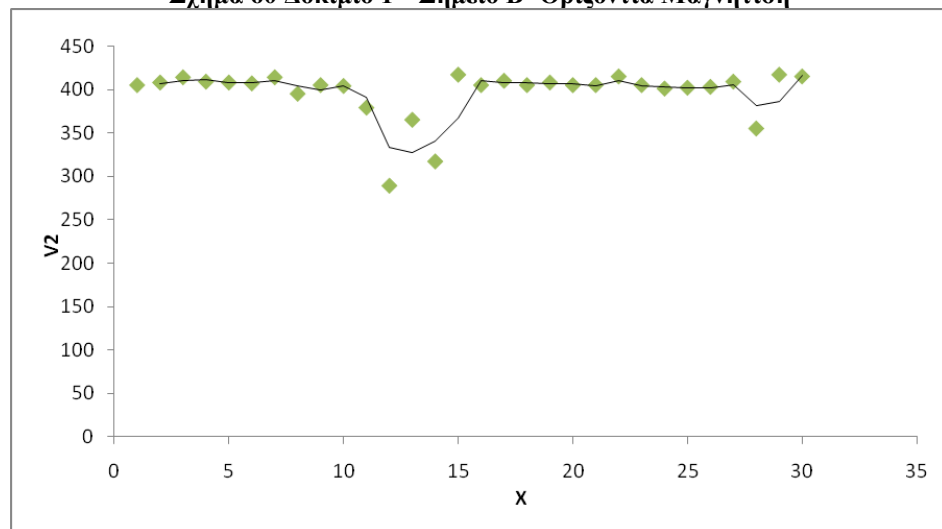
Σχήμα 58. Δοκίμιο 1'- Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



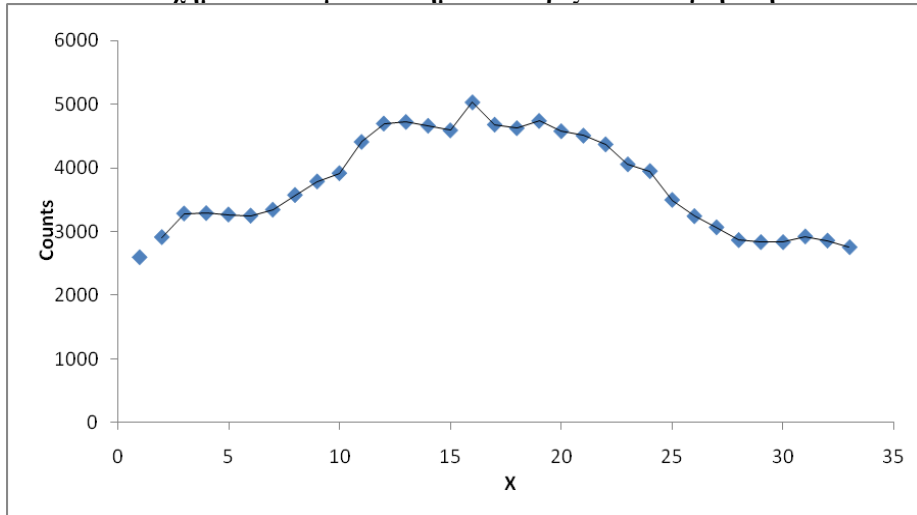
Σχήμα 59. Δοκίμιο 1'- Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



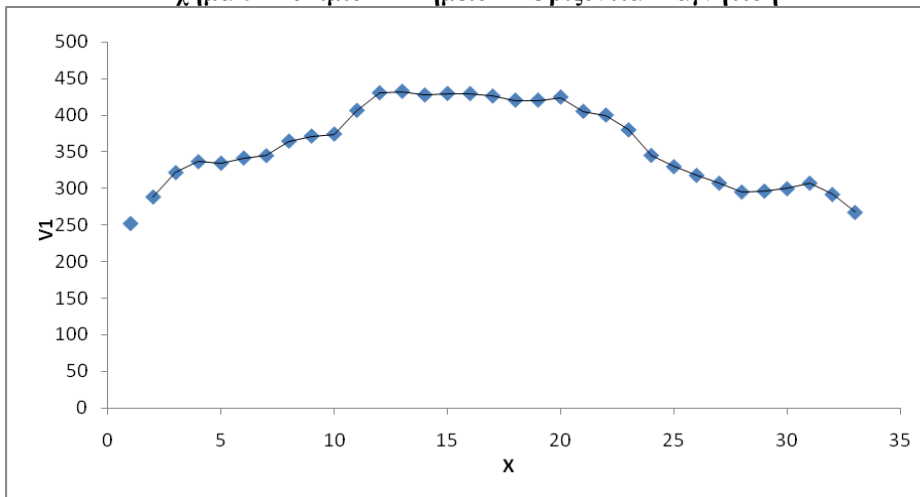
Σχήμα 60 Δοκίμιο 1'- Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



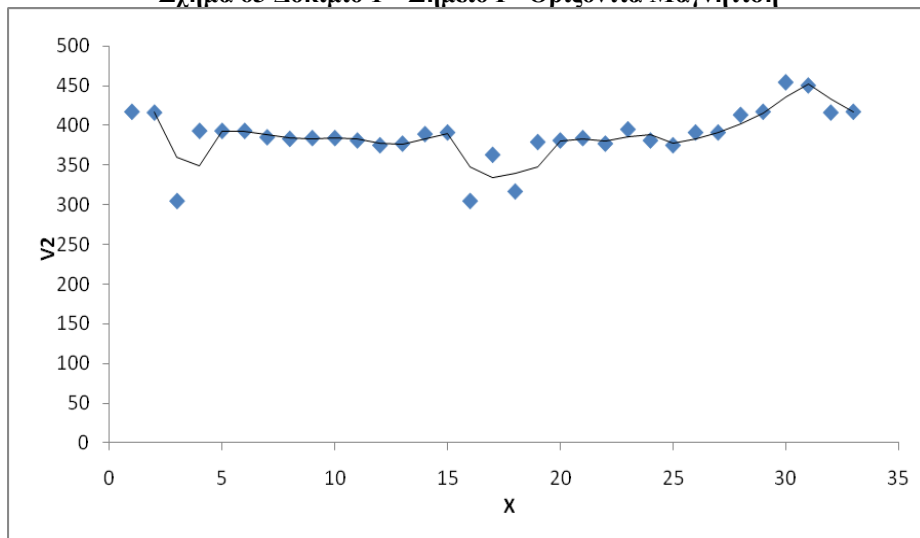
Σχήμα 61 Δοκίμιο 1^ο- Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση



Σχήμα 62 Δοκίμιο 1^ο- Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση

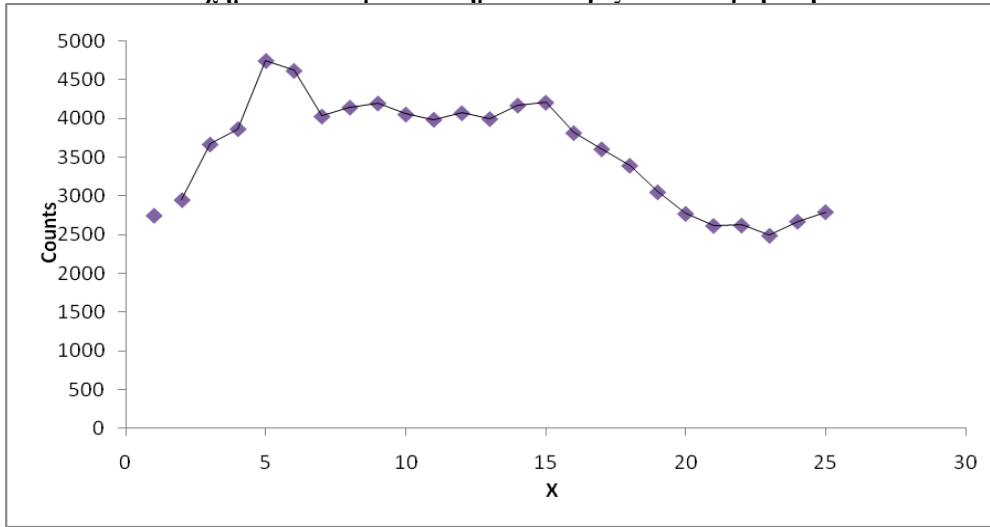


Σχήμα 63 Δοκίμιο 1^ο- Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση

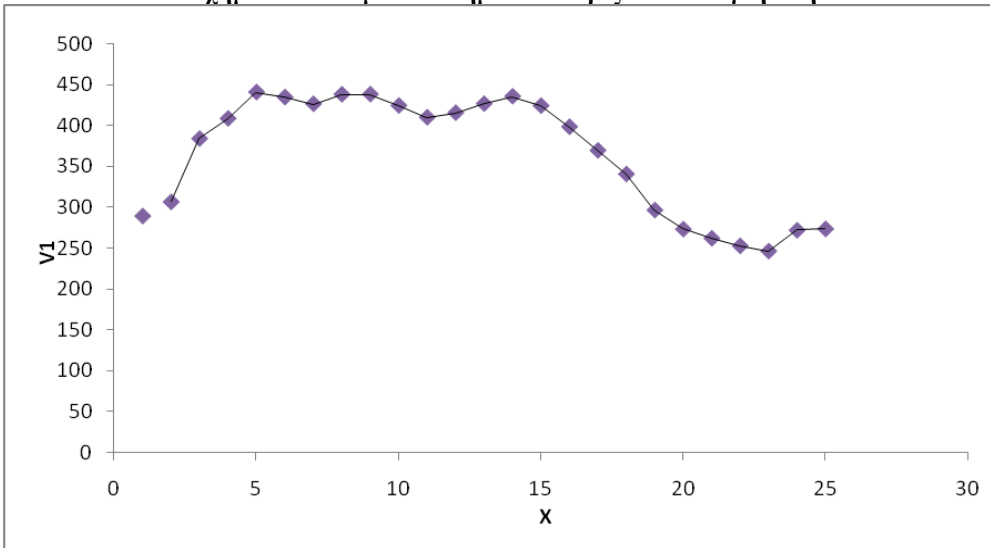


5.2.1.3.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2'

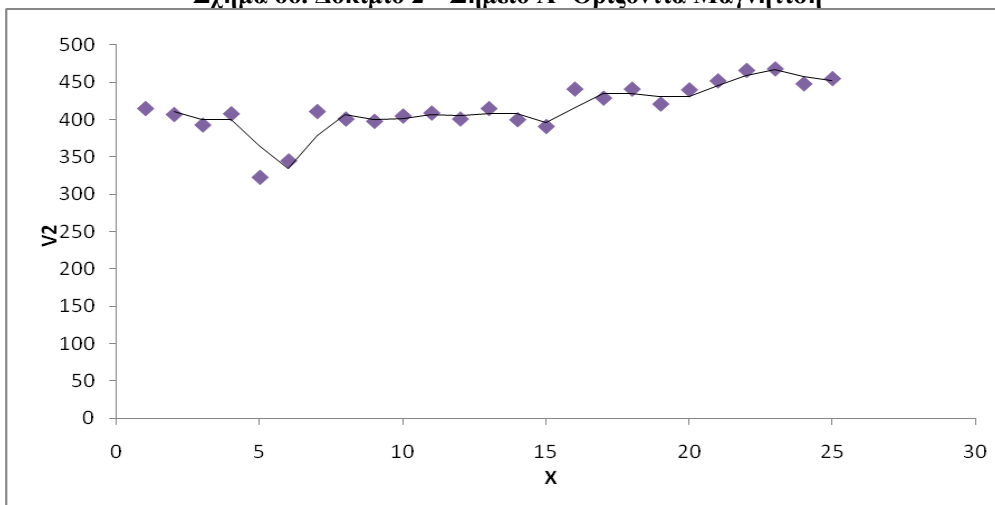
Σχήμα 64. Δοκίμιο 2'- Σημείο Α -Οριζόντια Μαγνήτιση



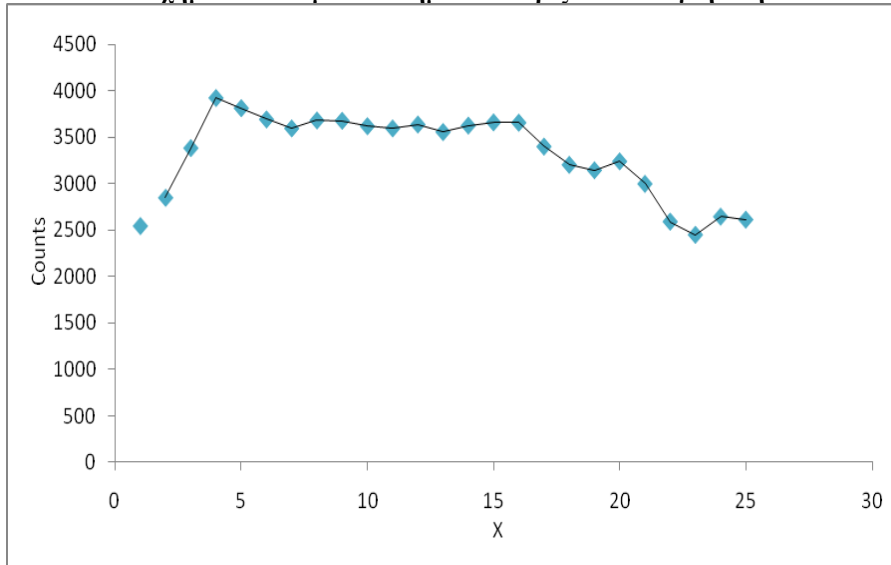
Σχήμα 65. Δοκίμιο 2'- Σημείο Α -Οριζόντια Μαγνήτιση



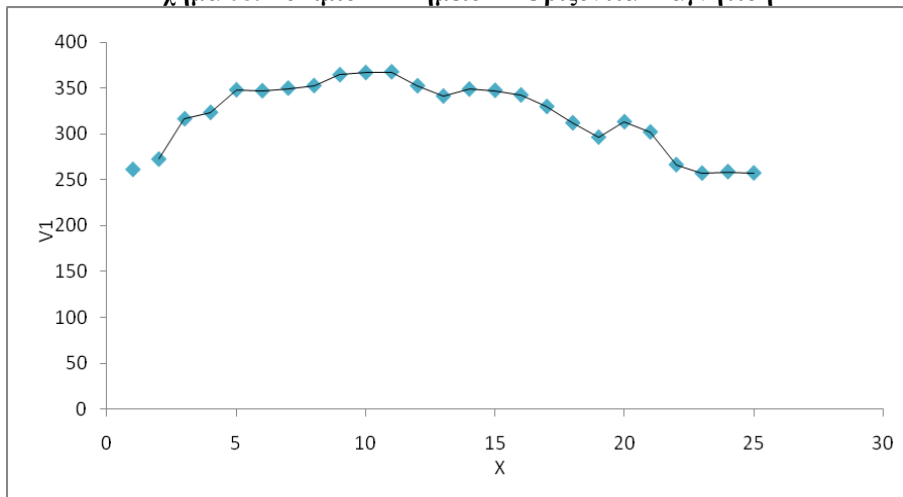
Σχήμα 66. Δοκίμιο 2'- Σημείο Α -Οριζόντια Μαγνήτιση



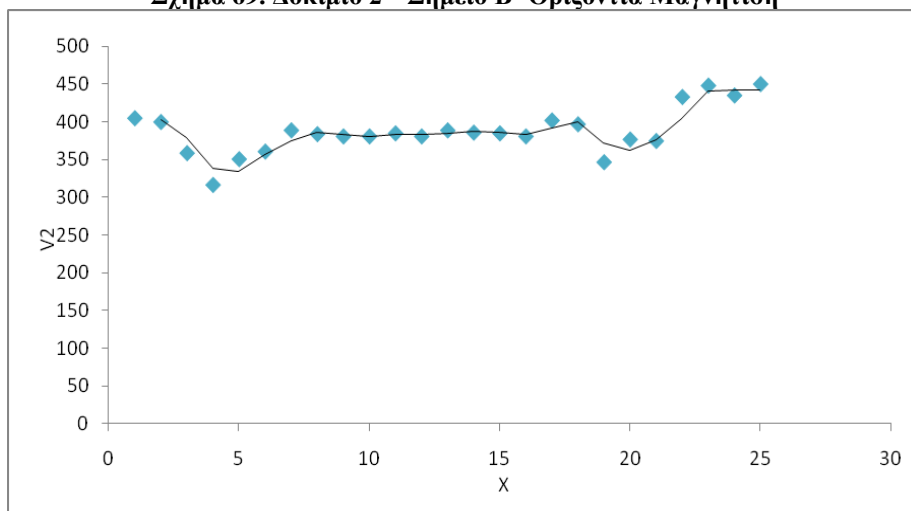
Σχήμα 67 Δοκίμιο 2' - Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



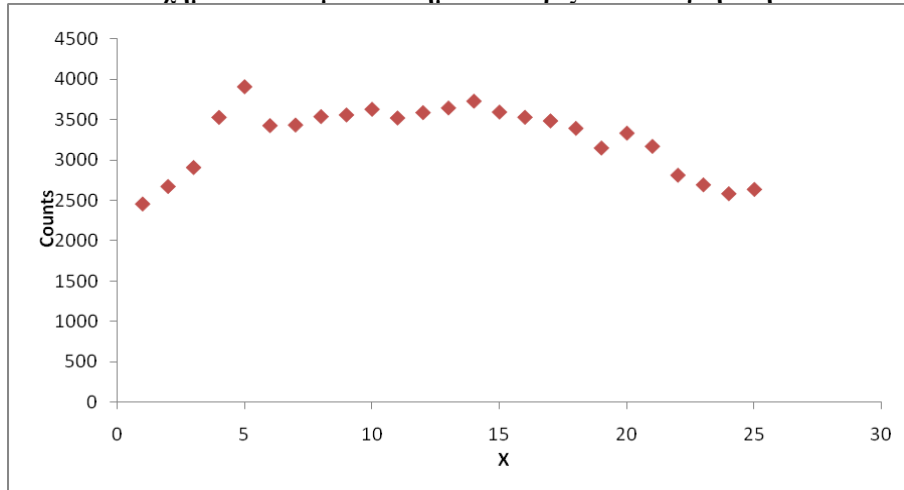
Σχήμα 68. Δοκίμιο 2' - Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



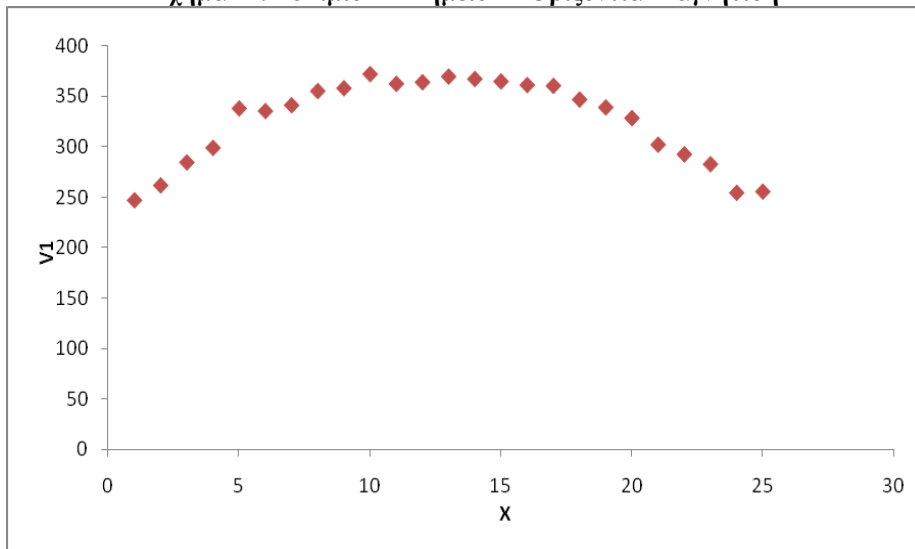
Σχήμα 69. Δοκίμιο 2' - Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



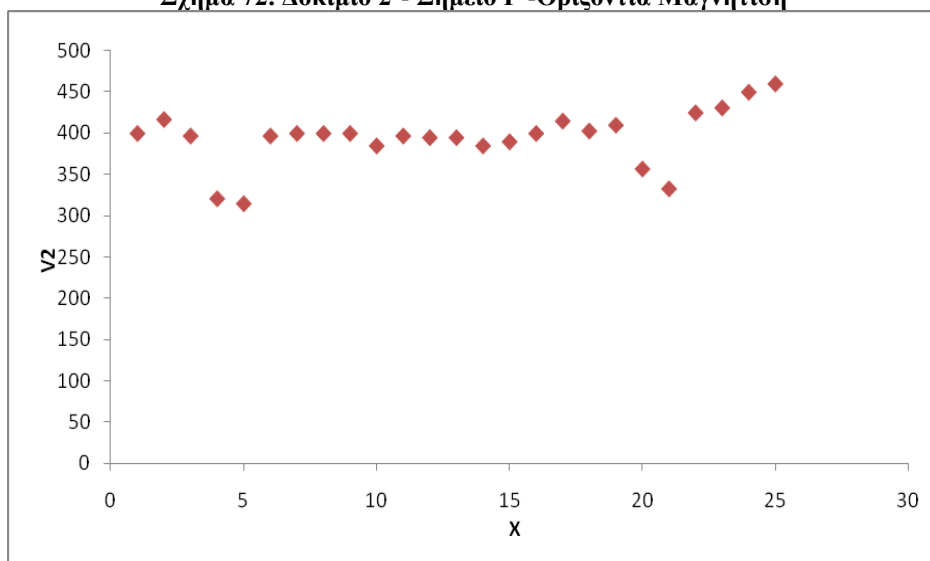
Σχήμα 70. Δοκίμιο 2'- Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση



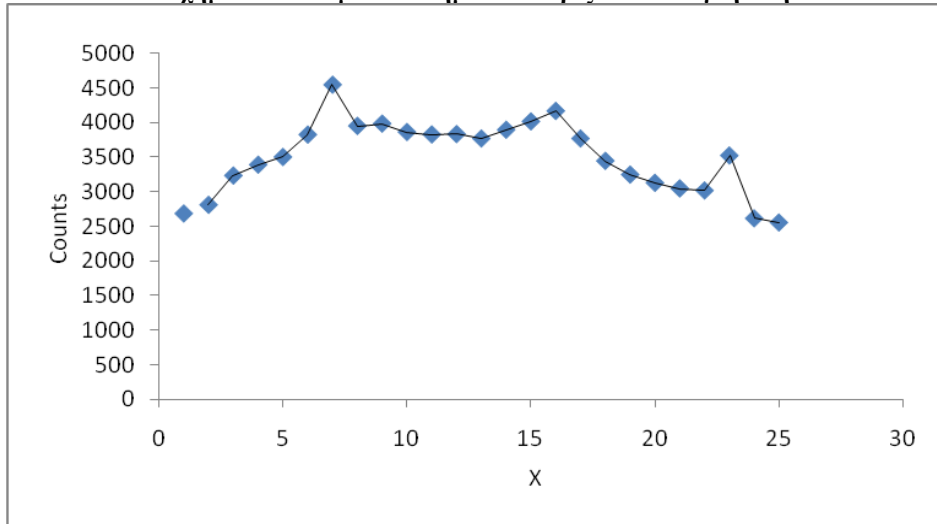
Σχήμα 71. Δοκίμιο 2'- Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση



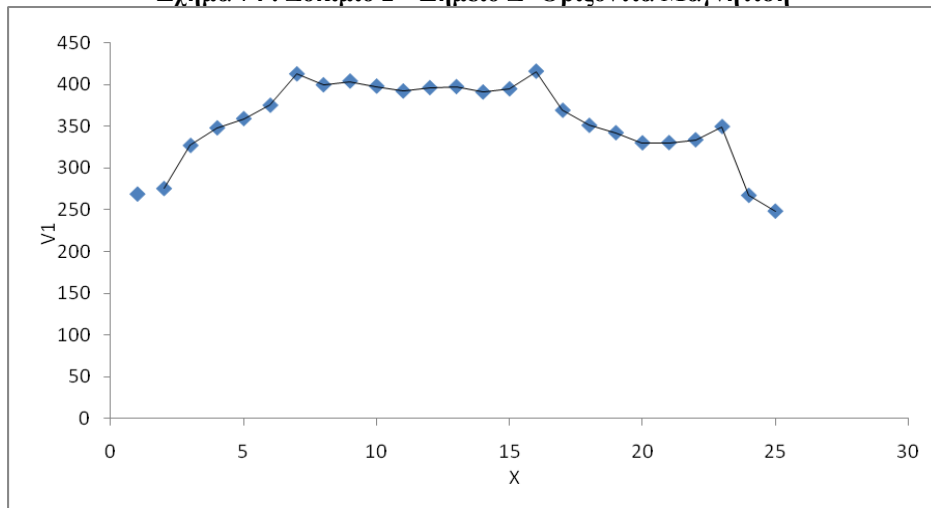
Σχήμα 72. Δοκίμιο 2'- Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση



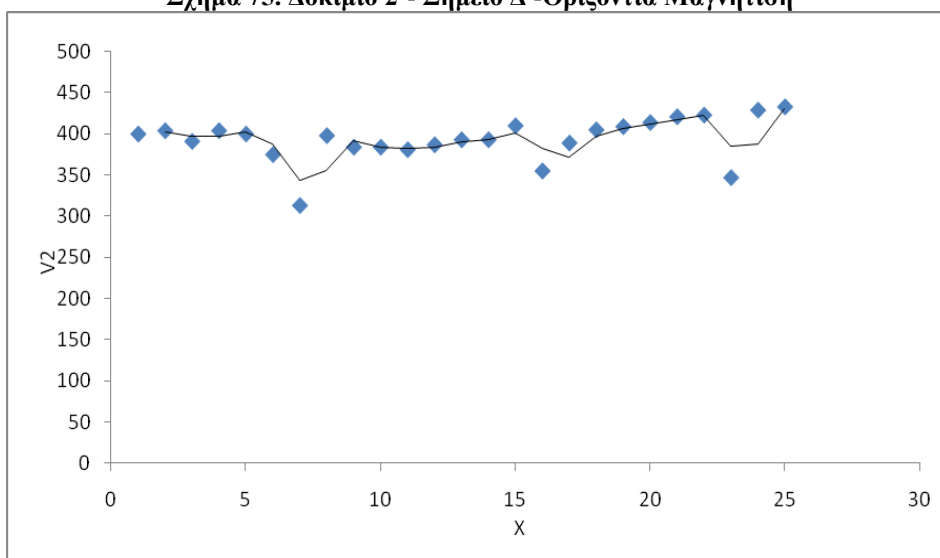
Σχήμα 73. Δοκίμιο 2'- Σημείο Δ -Οριζόντια Μαγνήτιση



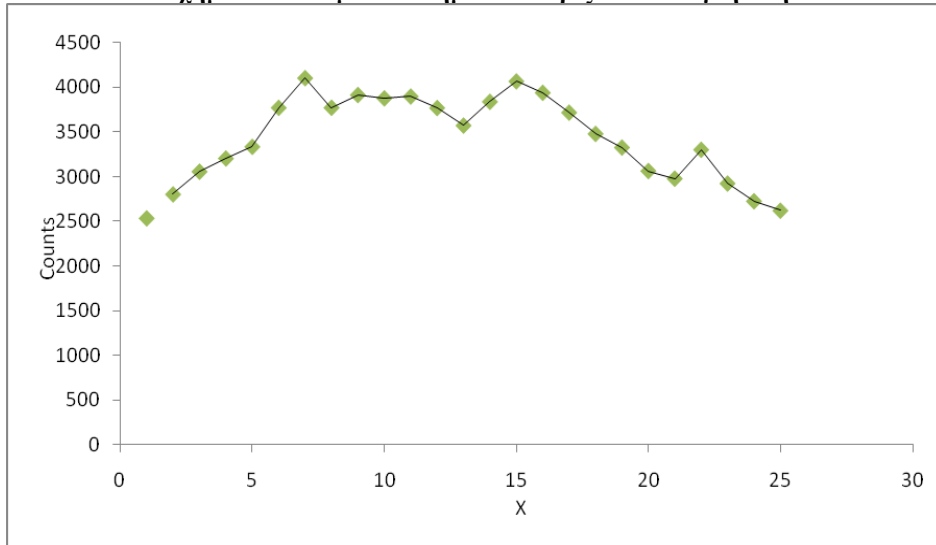
Σχήμα 74 . Δοκίμιο 2'- Σημείο Δ -Οριζόντια Μαγνήτιση



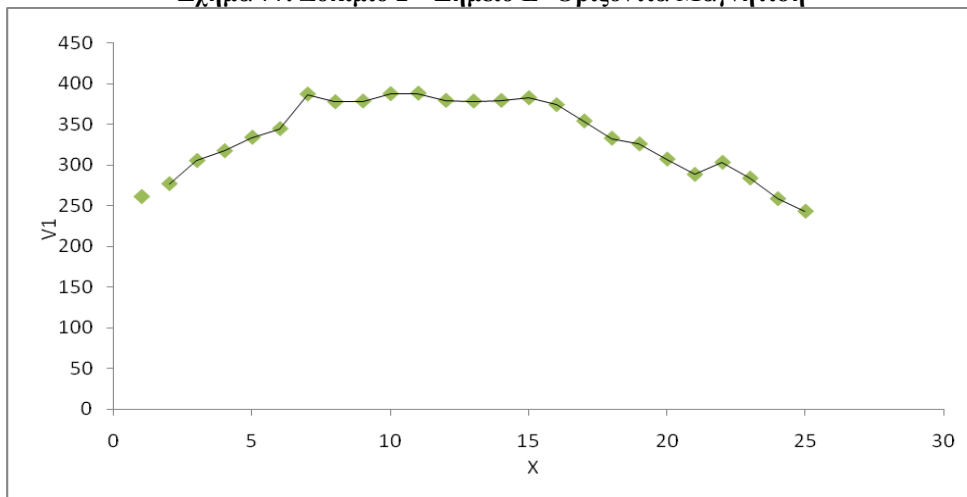
Σχήμα 75. Δοκίμιο 2'- Σημείο Δ -Οριζόντια Μαγνήτιση



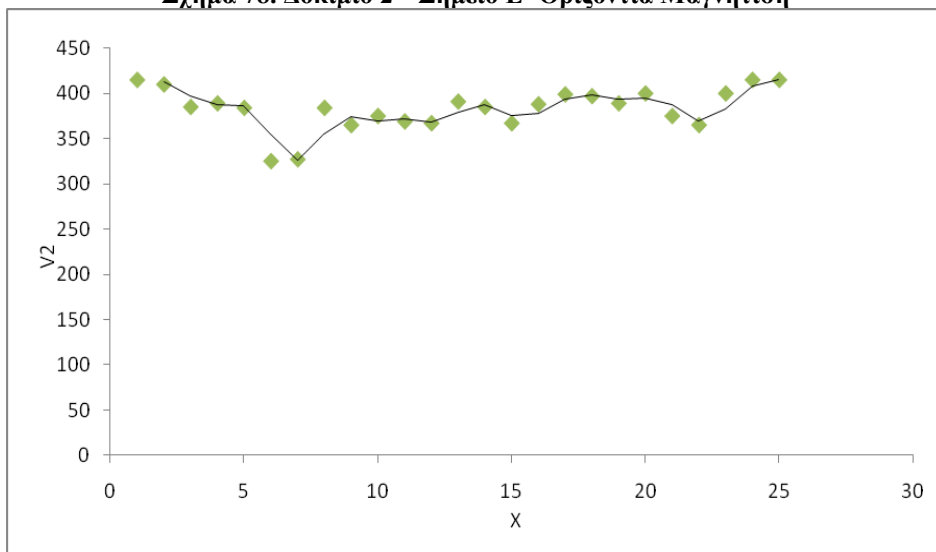
Σχήμα 76. Δοκίμο 2'- Σημείο Ε -Οριζόντια Μαγνήτιση



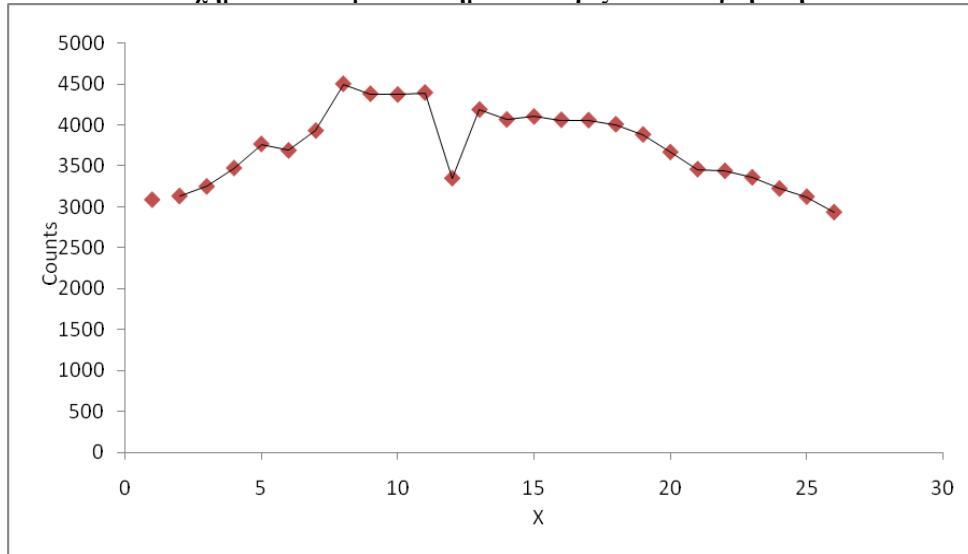
Σχήμα 77. Δοκίμο 2'- Σημείο Ε -Οριζόντια Μαγνήτιση



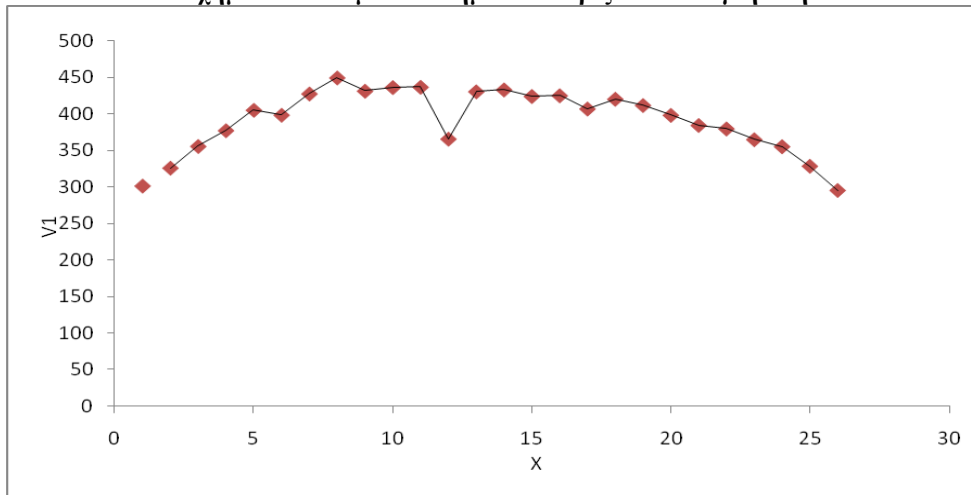
Σχήμα 78. Δοκίμο 2'- Σημείο Ε -Οριζόντια Μαγνήτιση



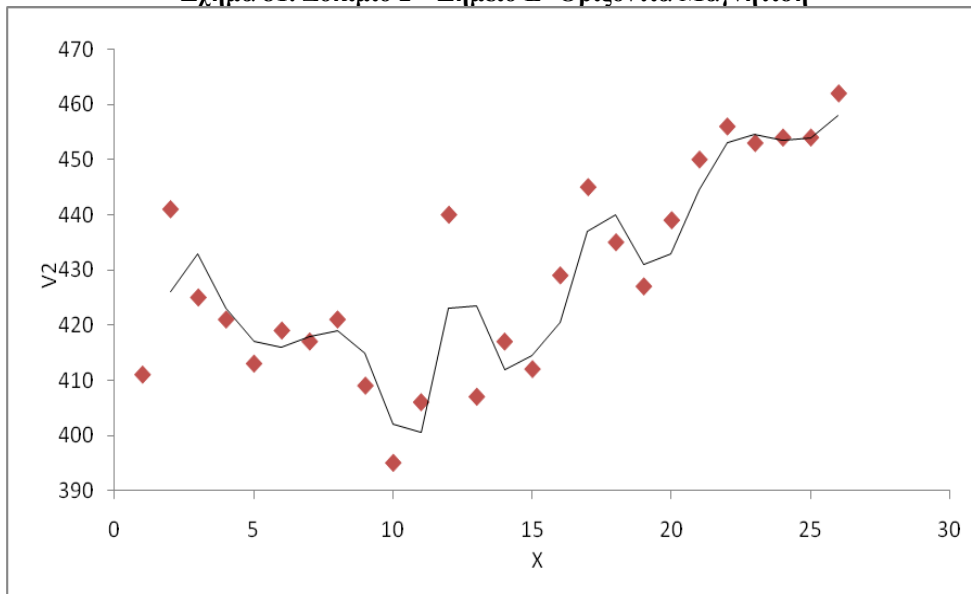
Σχήμα 79. Δοκίμιο 2'- Σημείο Z -Οριζόντια Μαγνήτιση



Σχήμα 80. Δοκίμιο 2'- Σημείο E -Οριζόντια Μαγνήτιση

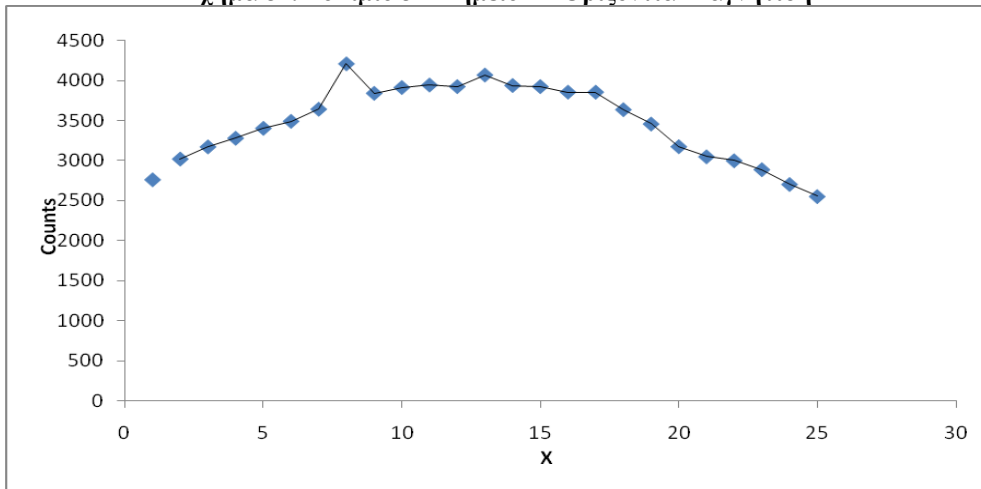


Σχήμα 81. Δοκίμιο 2'- Σημείο E -Οριζόντια Μαγνήτιση

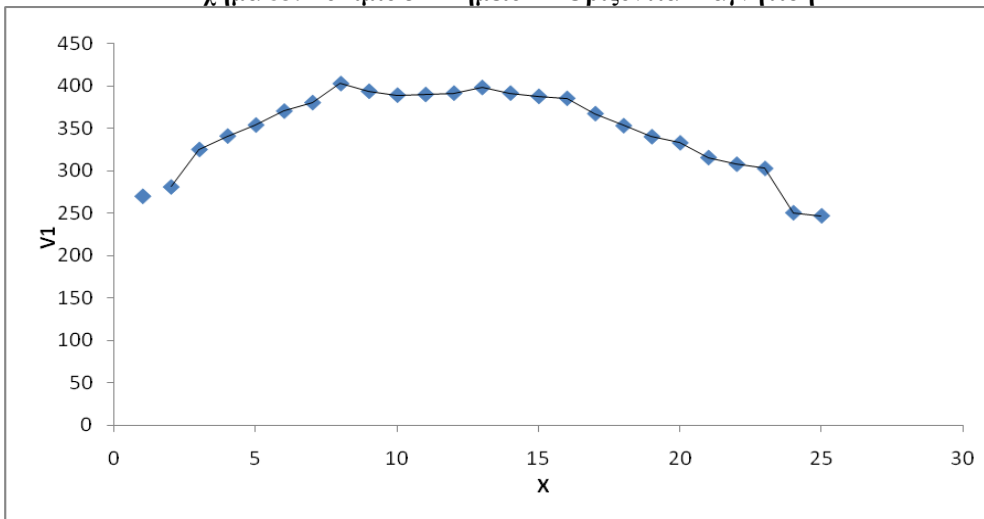


5.2.1.3.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3'

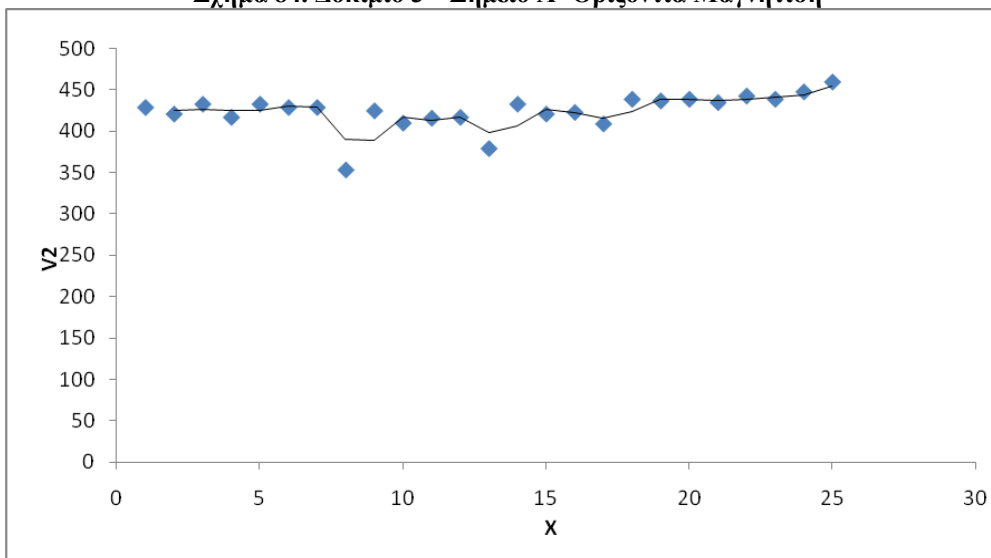
Σχήμα 82. Δοκίμιο 3'- Σημείο A -Οριζόντια Μαγνήτιση



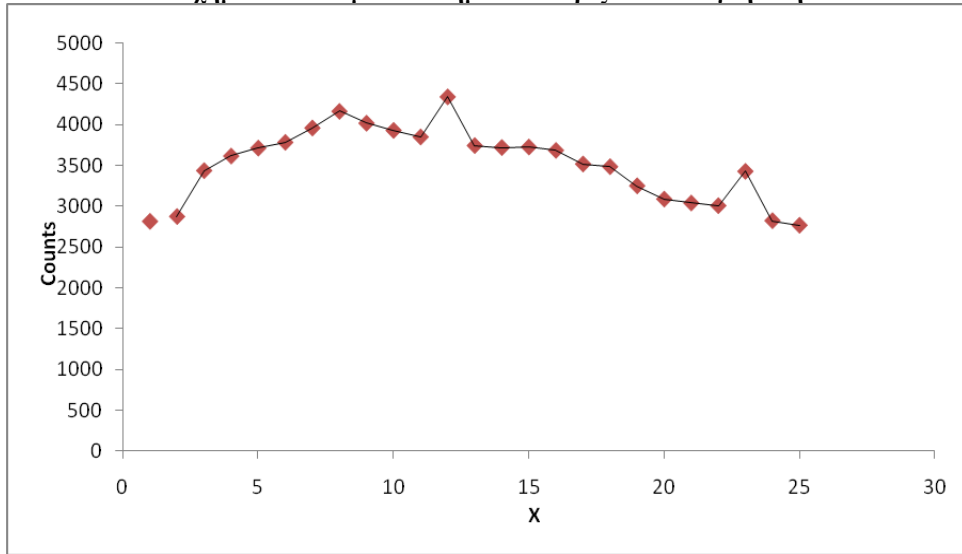
Σχήμα 83. Δοκίμιο 3'- Σημείο A -Οριζόντια Μαγνήτιση



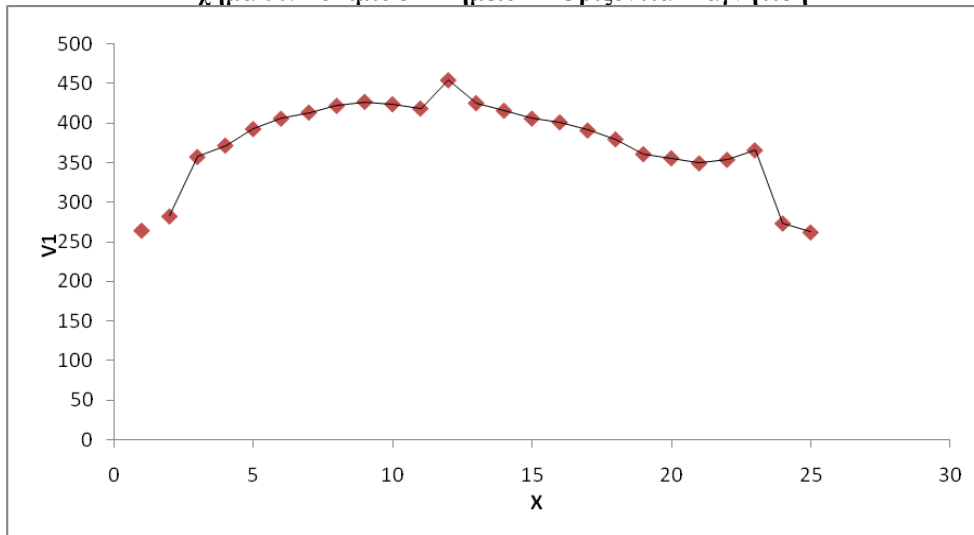
Σχήμα 84. Δοκίμιο 3'- Σημείο A -Οριζόντια Μαγνήτιση



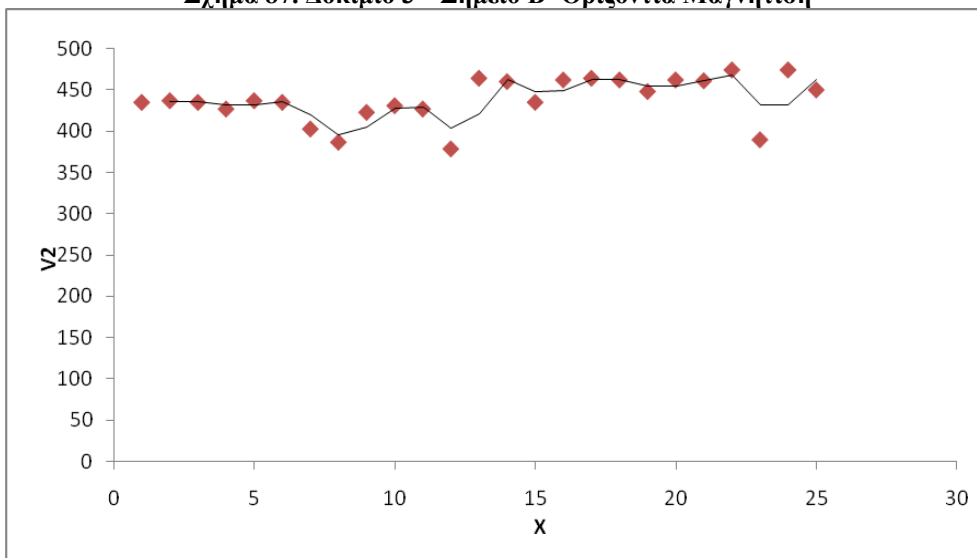
Σχήμα 85. Δοκίμιο 3' - Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



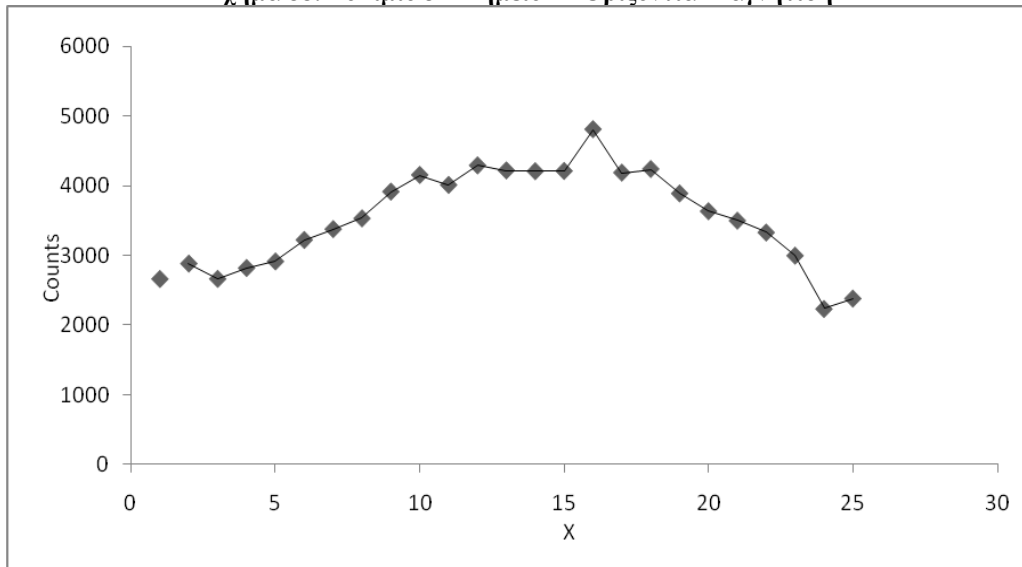
Σχήμα 86. Δοκίμιο 3' - Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



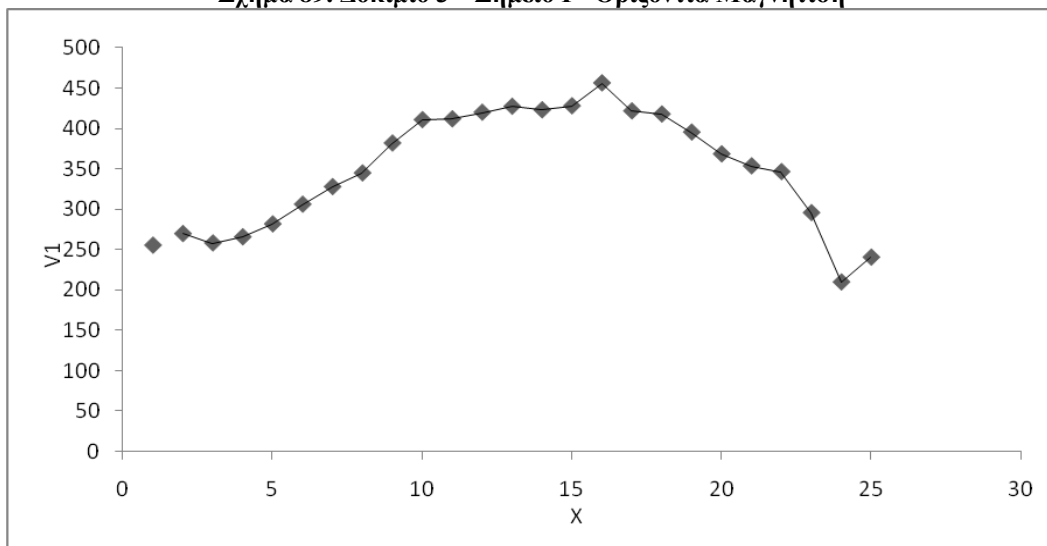
Σχήμα 87. Δοκίμιο 3' - Σημείο Β -Οριζόντια Μαγνήτιση



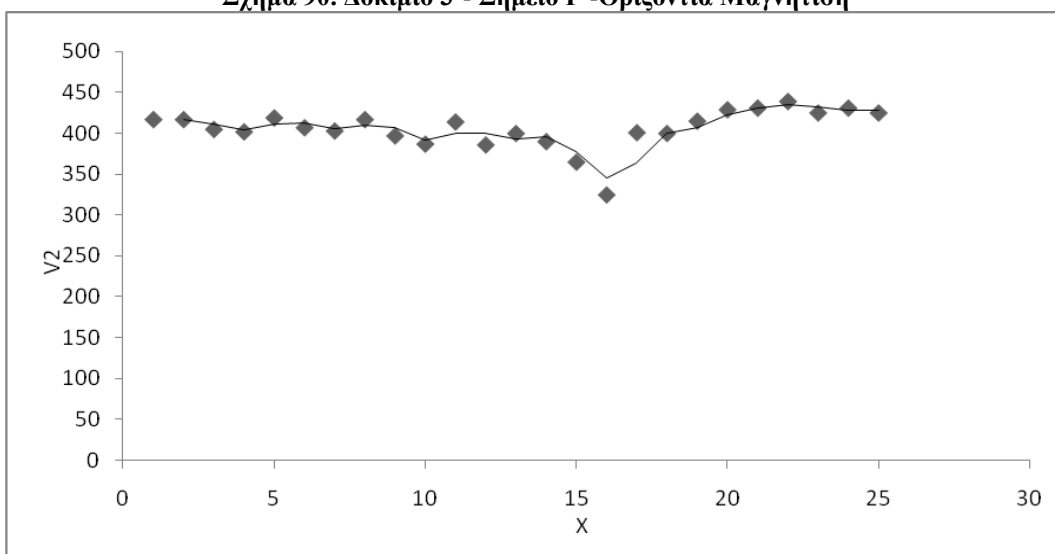
Σχήμα 88. Δοκίμιο 3'- Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση



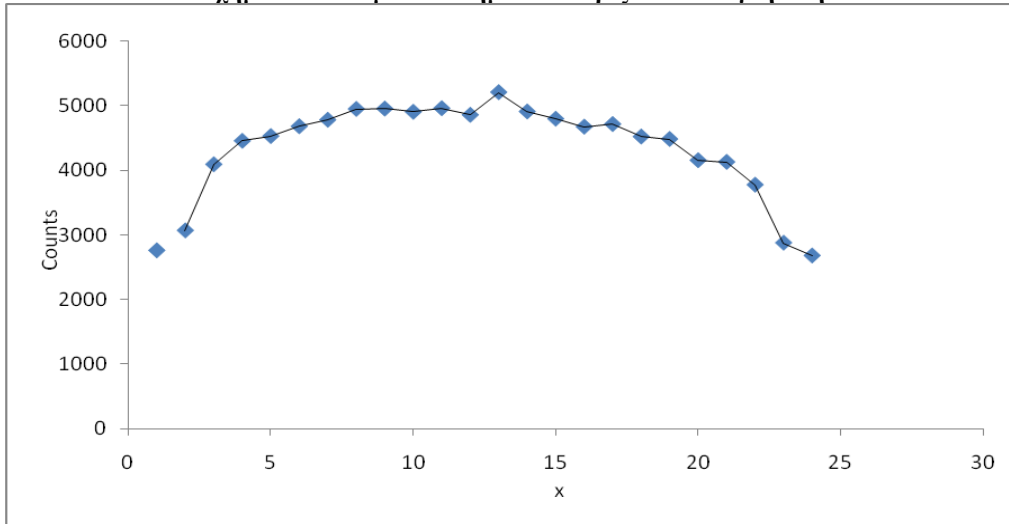
Σχήμα 89. Δοκίμιο 3'- Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση



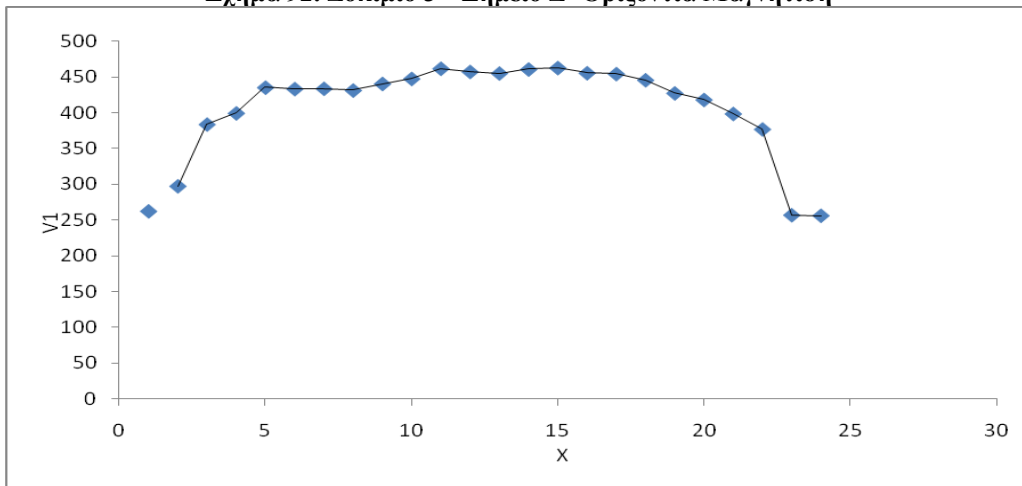
Σχήμα 90. Δοκίμιο 3'- Σημείο Γ -Οριζόντια Μαγνήτιση



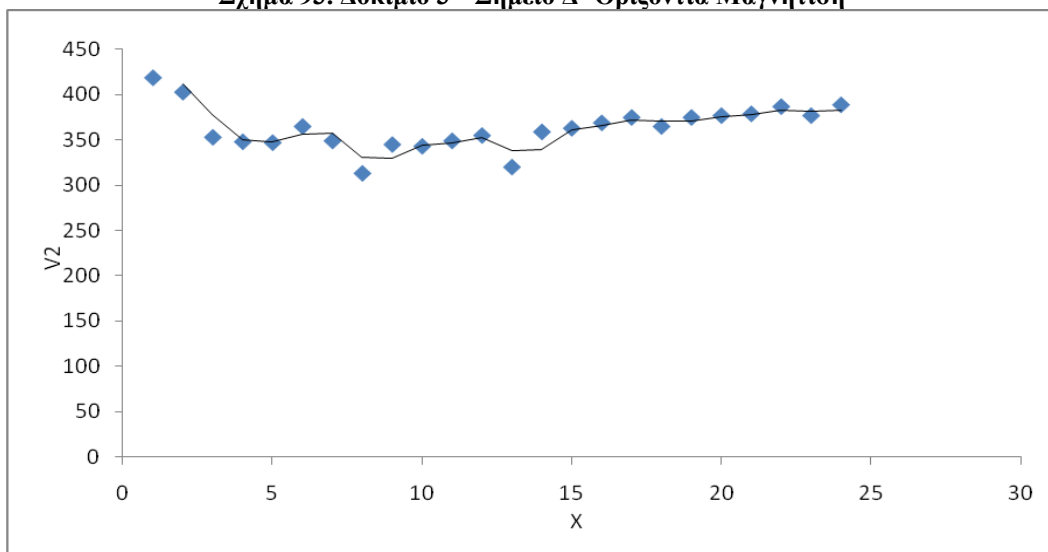
Σχήμα 91. Δοκίμιο 3'- Σημείο Δ -Οριζόντια Μαγνήτιση



Σχήμα 92. Δοκίμιο 3'- Σημείο Δ -Οριζόντια Μαγνήτιση



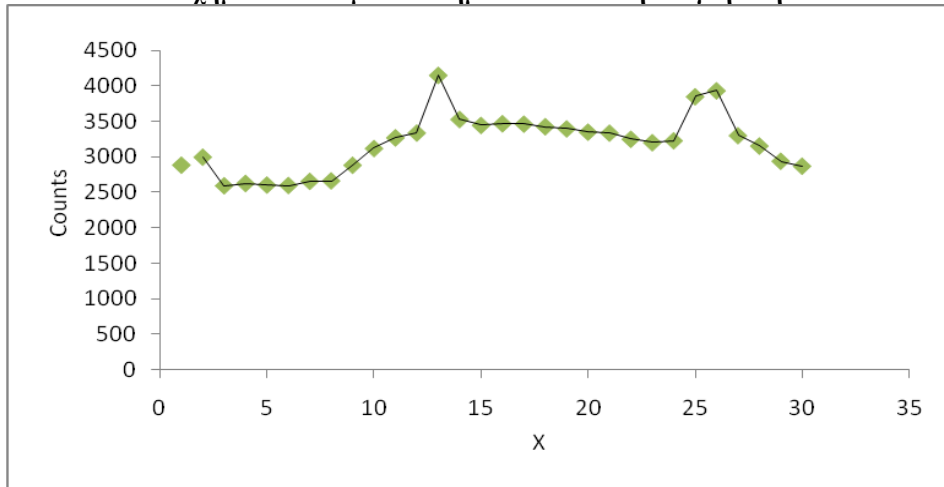
Σχήμα 93. Δοκίμιο 3'- Σημείο Δ -Οριζόντια Μαγνήτιση



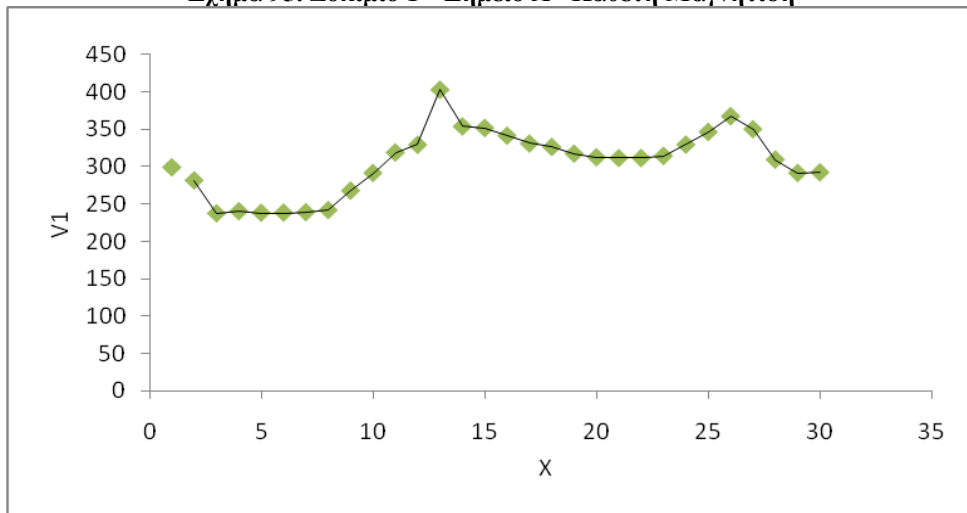
5.2.1.4 ΚΑΘΕΤΗ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ MACHINING

5.2.1.4.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1'

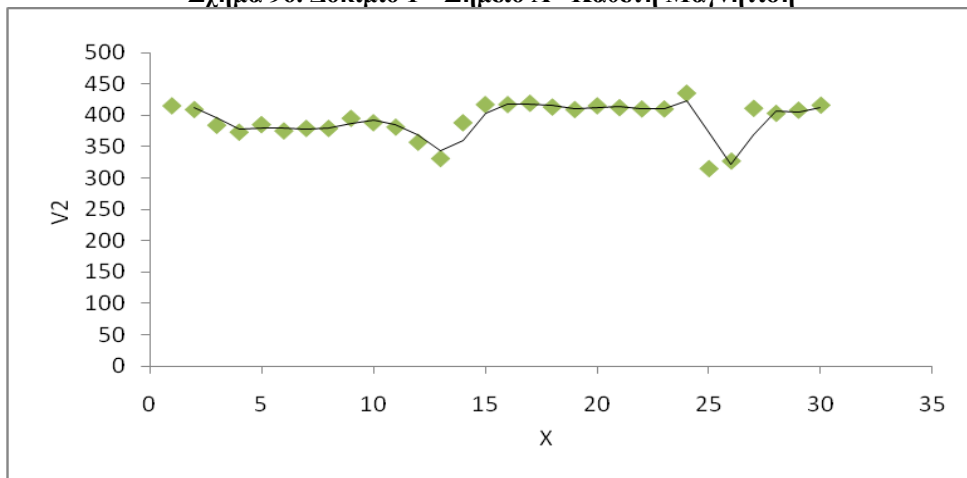
Σχήμα 94. Δοκίμιο 1'- Σημείο Α -Κάθετη Μαγνήτιση



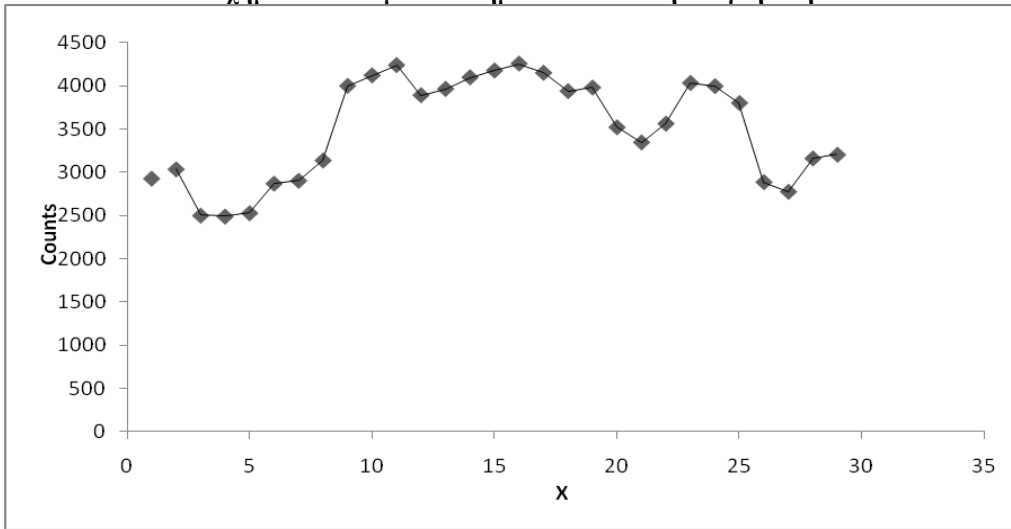
Σχήμα 95. Δοκίμιο 1'- Σημείο Α -Κάθετη Μαγνήτιση



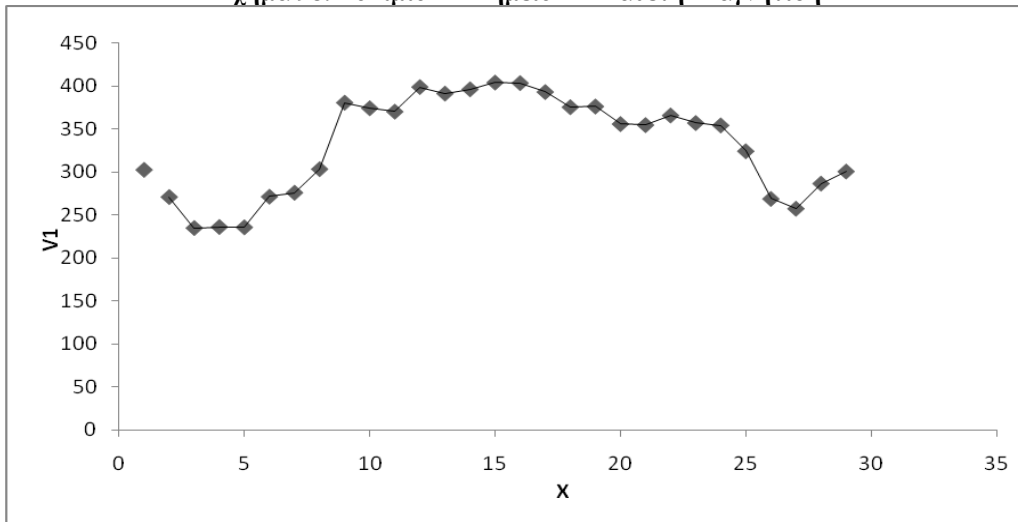
Σχήμα 96. Δοκίμιο 1'- Σημείο Α -Κάθετη Μαγνήτιση



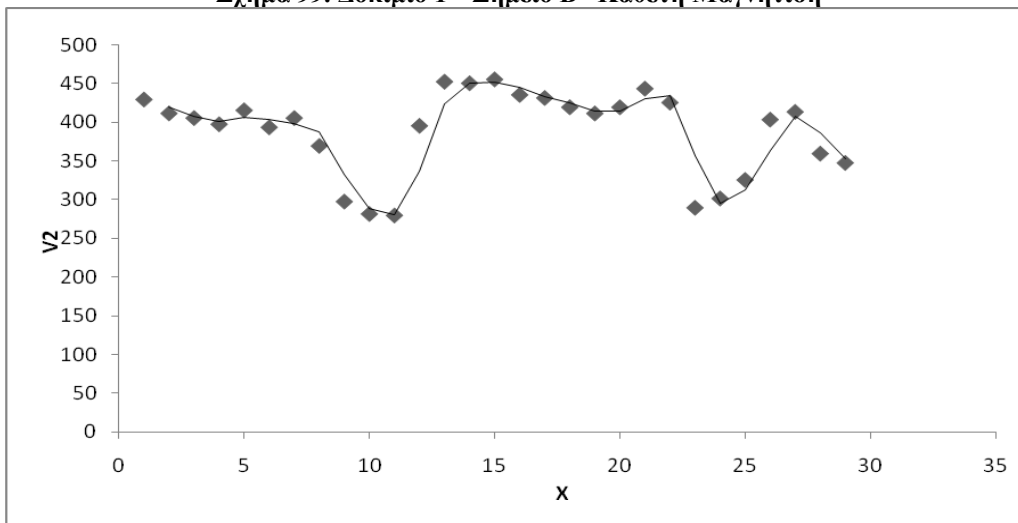
Σχήμα 97. Δοκίμιο 1'- Σημείο Β -Κάθετη Μαγνήτιση



Σχήμα 98. Δοκίμιο 1'- Σημείο Β -Κάθετη Μαγνήτιση

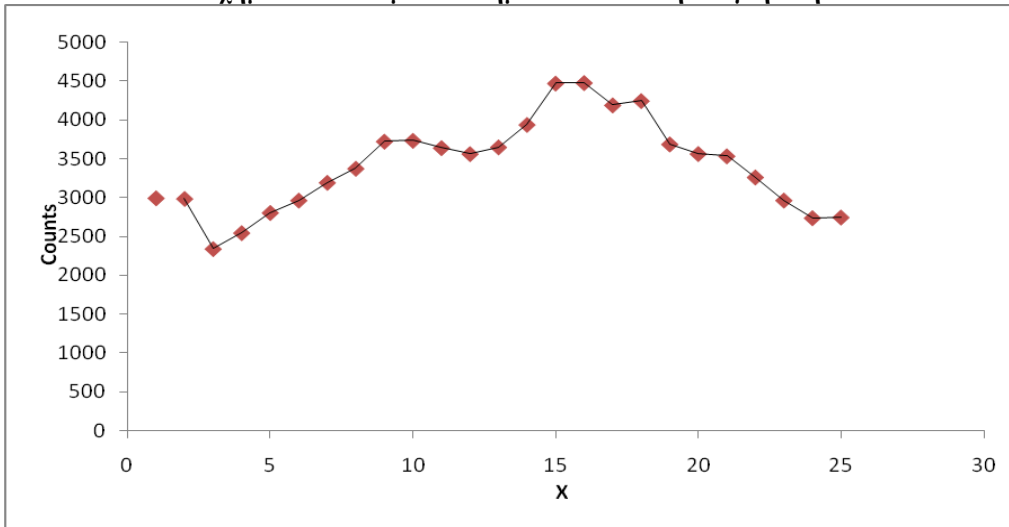


Σχήμα 99. Δοκίμιο 1'- Σημείο Β -Κάθετη Μαγνήτιση

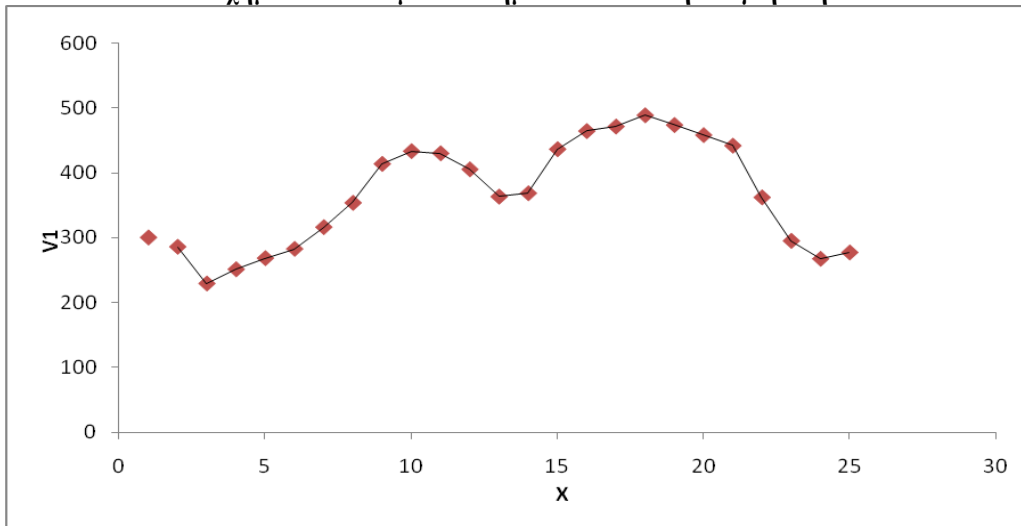


5.2.1.4.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2'

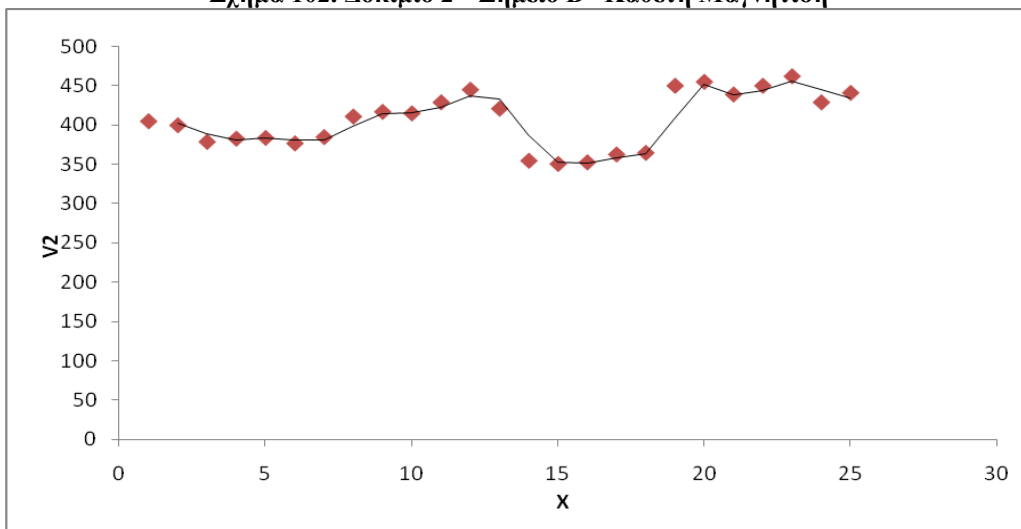
Σχήμα 100. Δοκίμο 2'- Σημείο Β –Κάθετη Μαγνήτιση



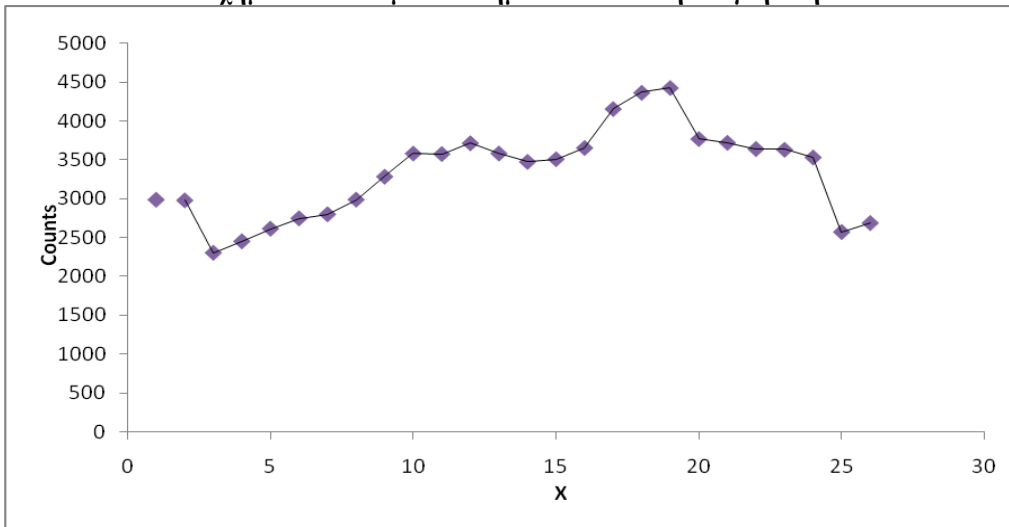
Σχήμα 101. Δοκίμο 2'- Σημείο Β –Κάθετη Μαγνήτιση



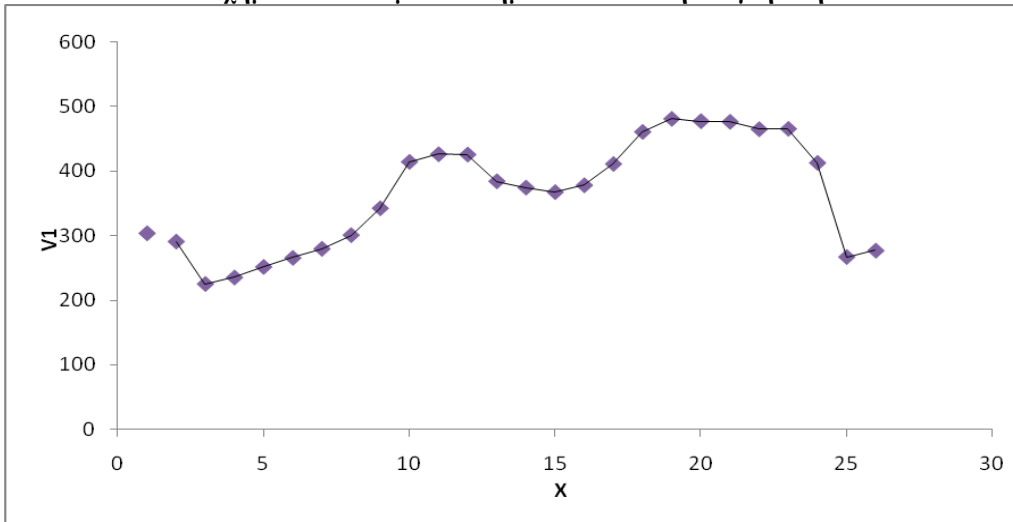
Σχήμα 102. Δοκίμο 2'- Σημείο Β –Κάθετη Μαγνήτιση



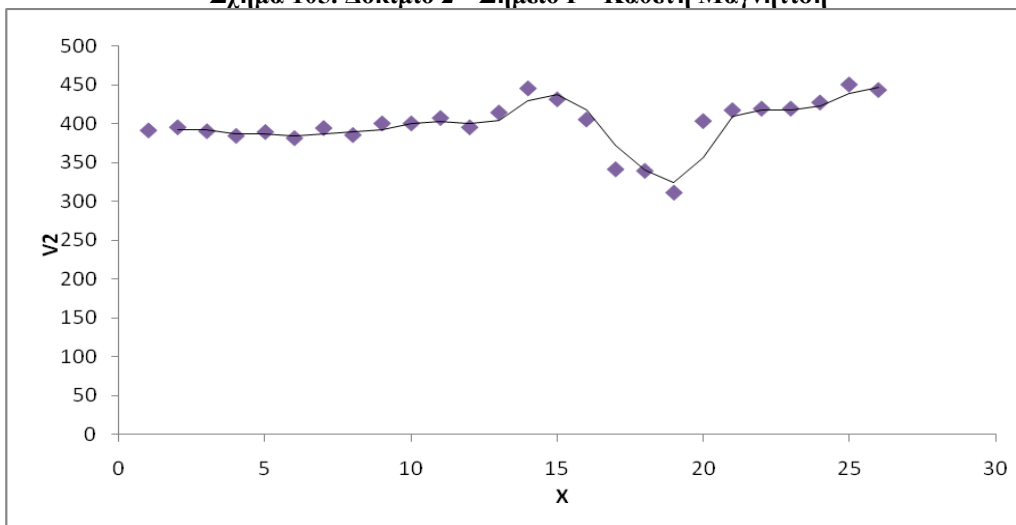
Σχήμα 103. Δοκίμιο 2'- Σημείο Γ –Κάθετη Μαγνήτιση



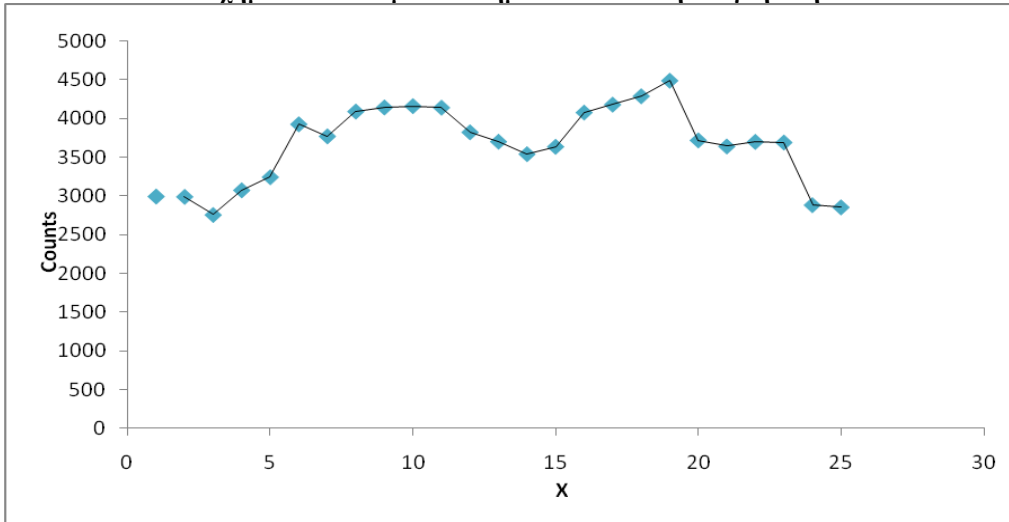
Σχήμα 104. Δοκίμιο 2'- Σημείο Γ –Κάθετη Μαγνήτιση



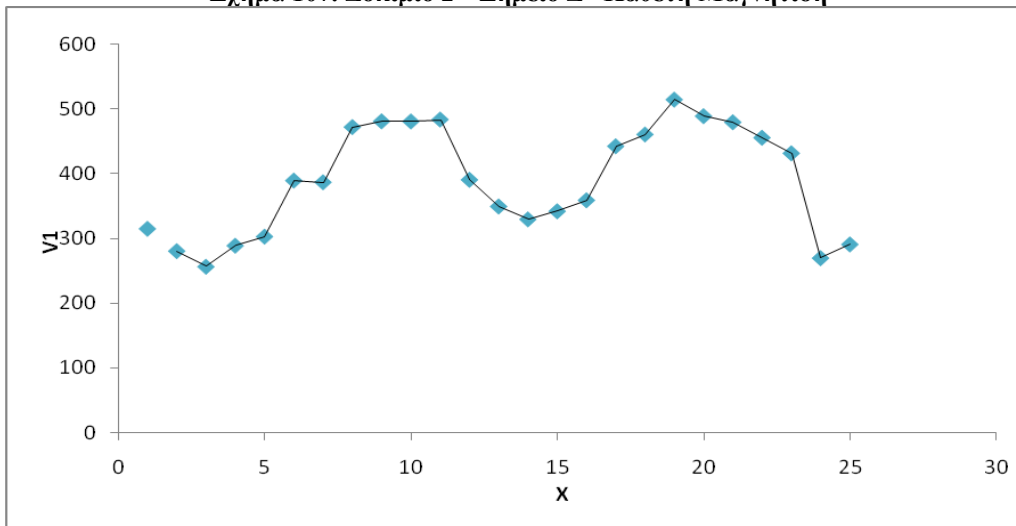
Σχήμα 105. Δοκίμιο 2'- Σημείο Γ –Κάθετη Μαγνήτιση



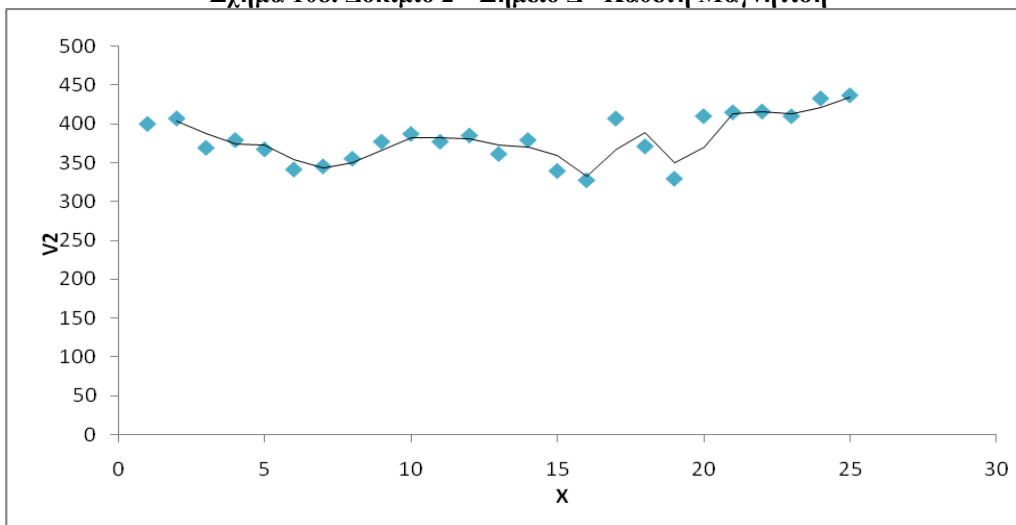
Σχήμα 106. Δοκίμιο 2'- Σημείο Δ -Κάθετη Μαγνήτιση



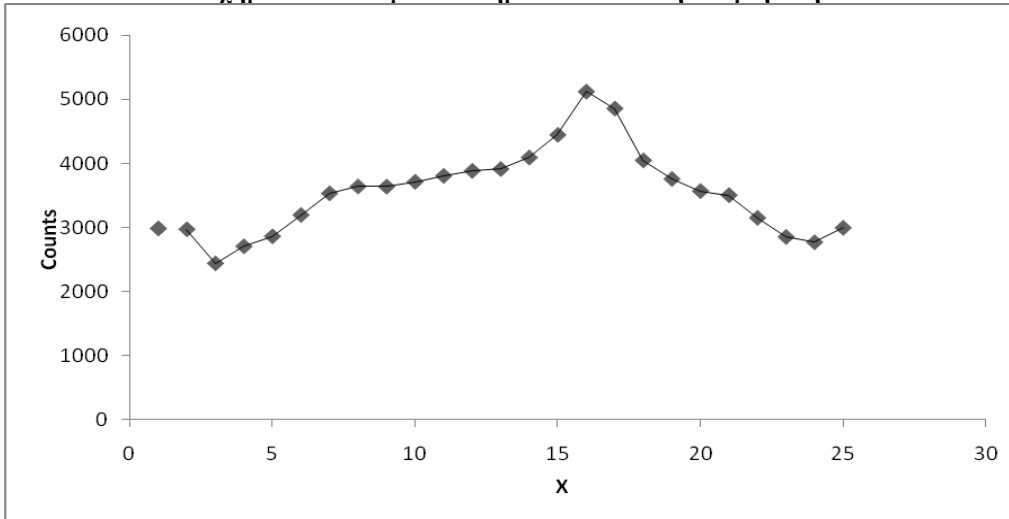
Σχήμα 107. Δοκίμιο 2'- Σημείο Δ -Κάθετη Μαγνήτιση



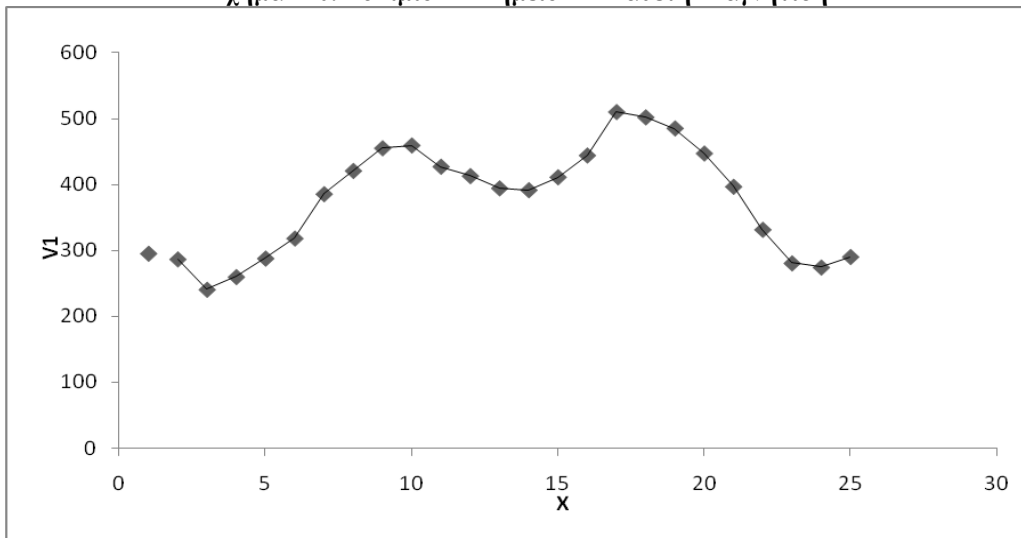
Σχήμα 108. Δοκίμιο 2'- Σημείο Δ -Κάθετη Μαγνήτιση



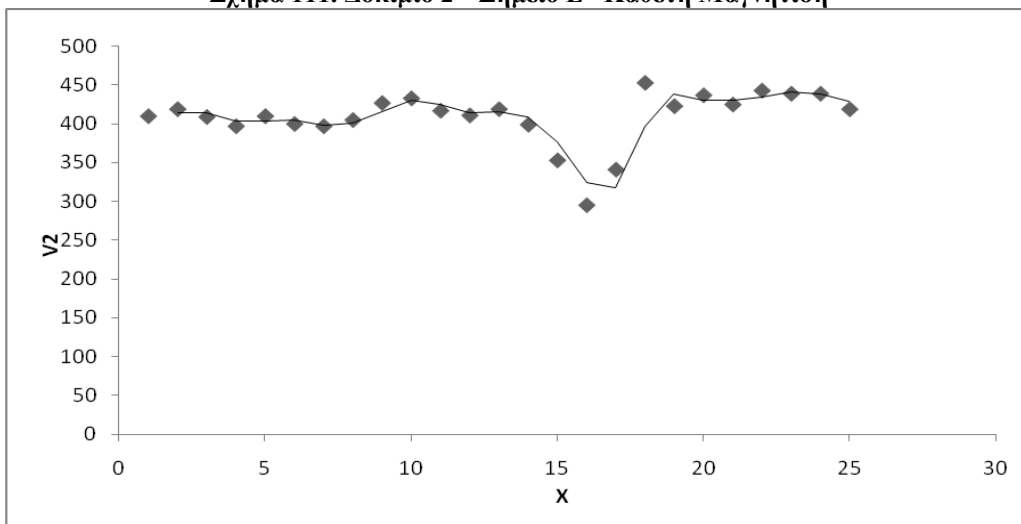
Σχήμα 109. Δοκίμο 2'- Σημείο Ε –Κάθετη Μαγνήτιση



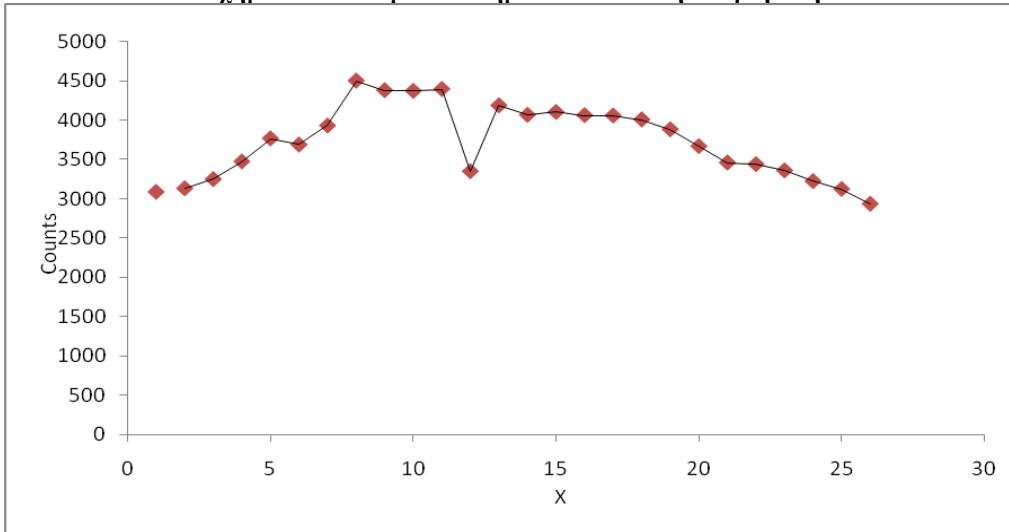
Σχήμα 110. Δοκίμο 2'- Σημείο Ε –Κάθετη Μαγνήτιση



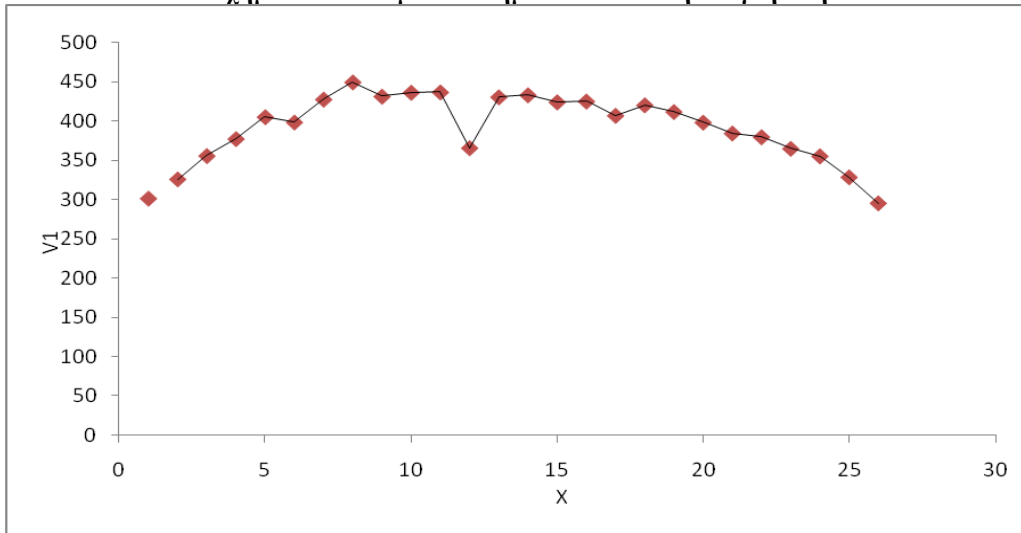
Σχήμα 111. Δοκίμο 2'- Σημείο Ε –Κάθετη Μαγνήτιση



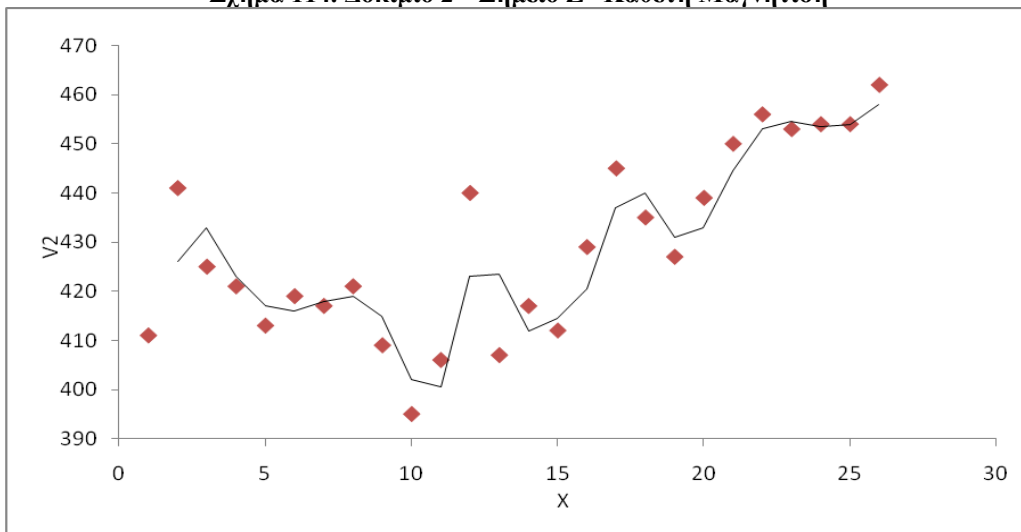
Σχήμα 112. Δοκίμιο 2'- Σημείο Z –Κάθετη Μαγνήτιση



Σχήμα 113. Δοκίμιο 2'- Σημείο Z –Κάθετη Μαγνήτιση

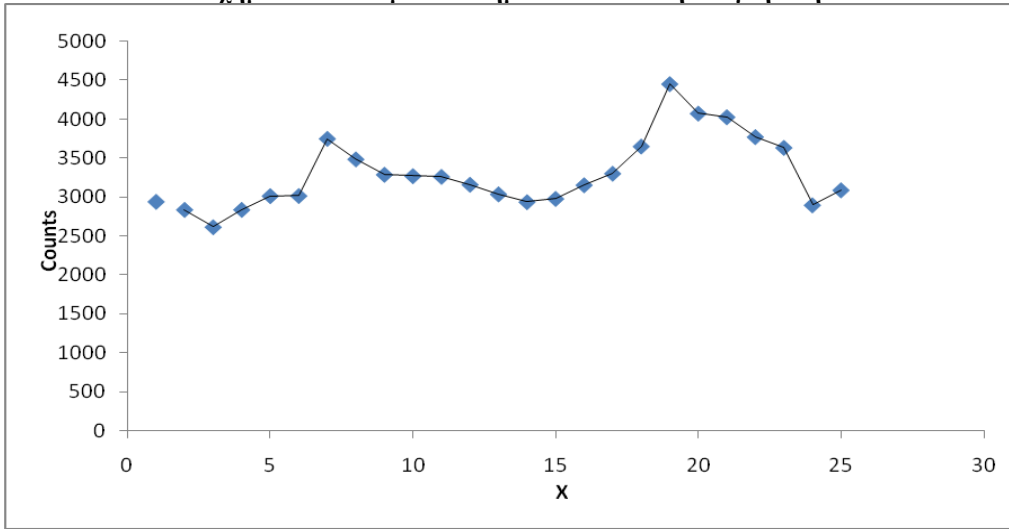


Σχήμα 114. Δοκίμιο 2'- Σημείο Z –Κάθετη Μαγνήτιση

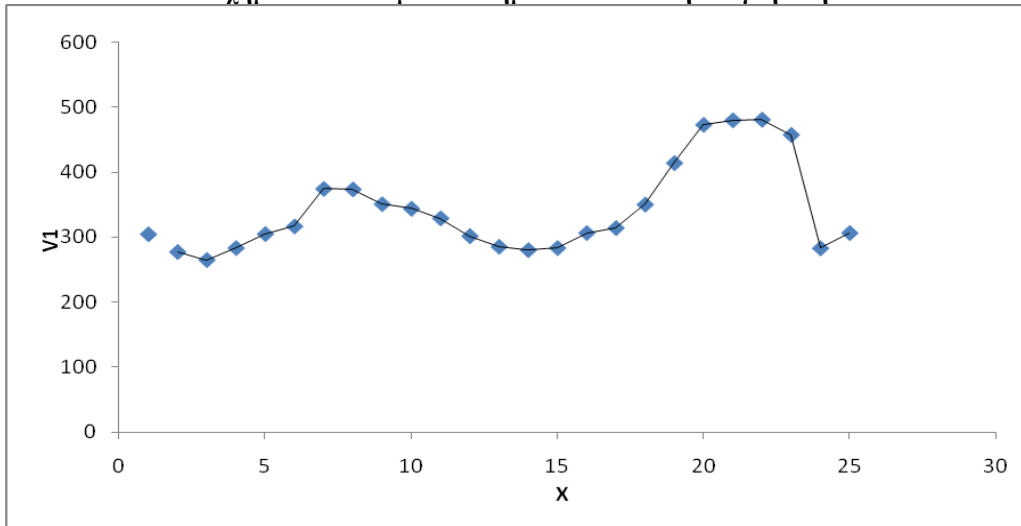


5.2.1.4.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3'

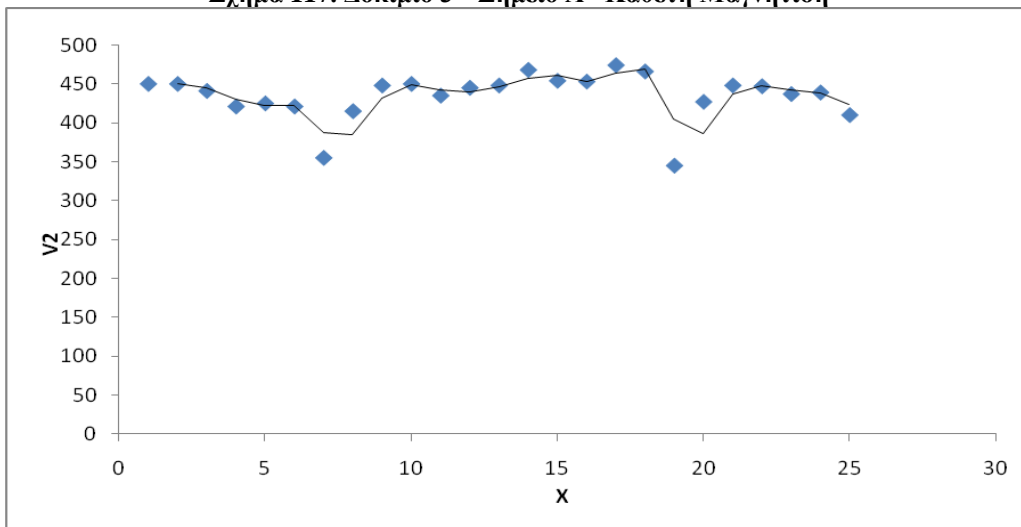
Σχήμα 115. Δοκίμιο 3'- Σημείο Α –Κάθετη Μαγνήτιση



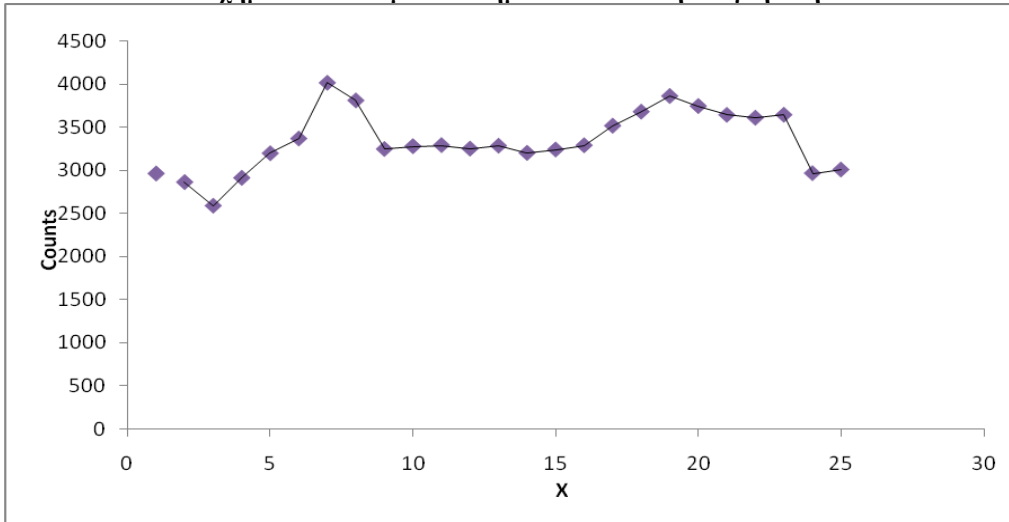
Σχήμα 116. Δοκίμιο 3'- Σημείο Α –Κάθετη Μαγνήτιση



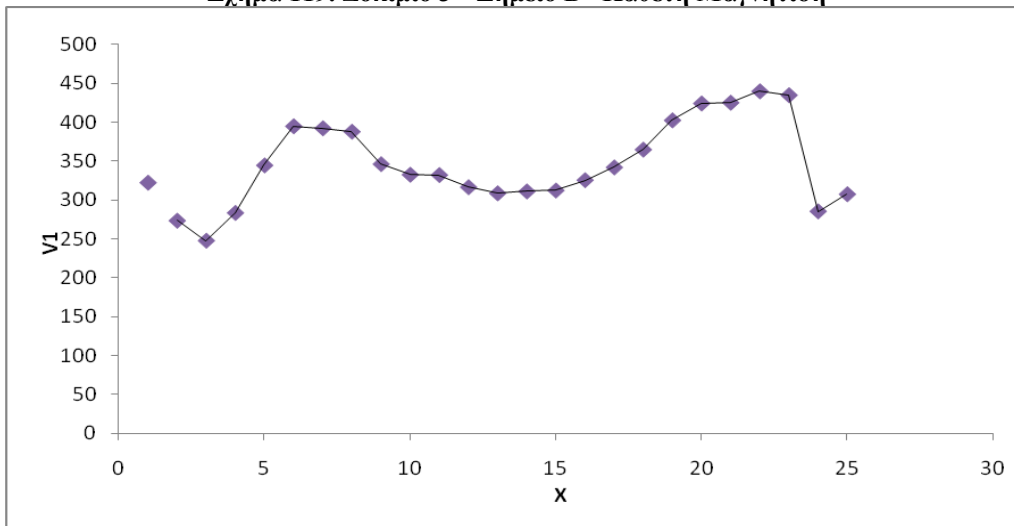
Σχήμα 117. Δοκίμιο 3'- Σημείο Α –Κάθετη Μαγνήτιση



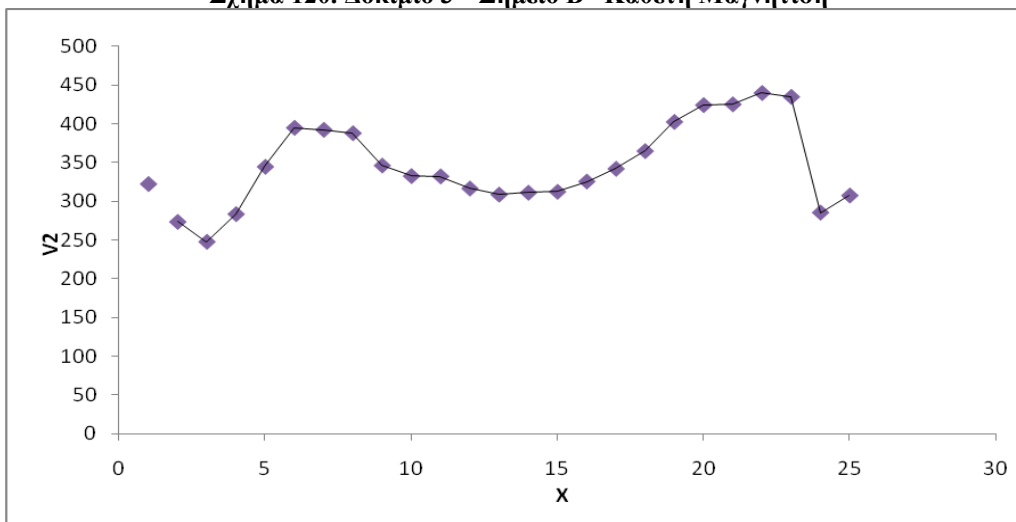
Σχήμα 118. Δοκίμο 3'- Σημείο Β –Κάθετη Μαγνήτιση



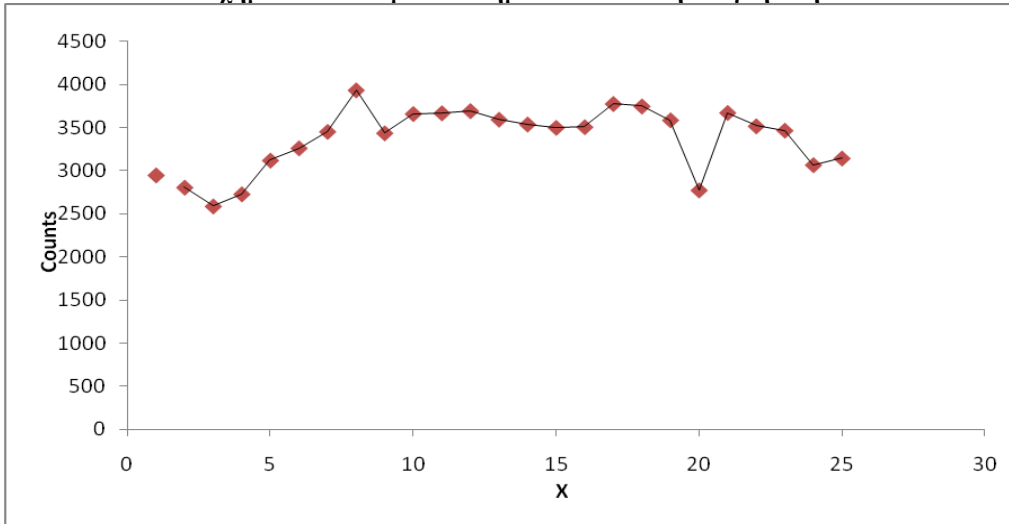
Σχήμα 119. Δοκίμο 3'- Σημείο Β –Κάθετη Μαγνήτιση



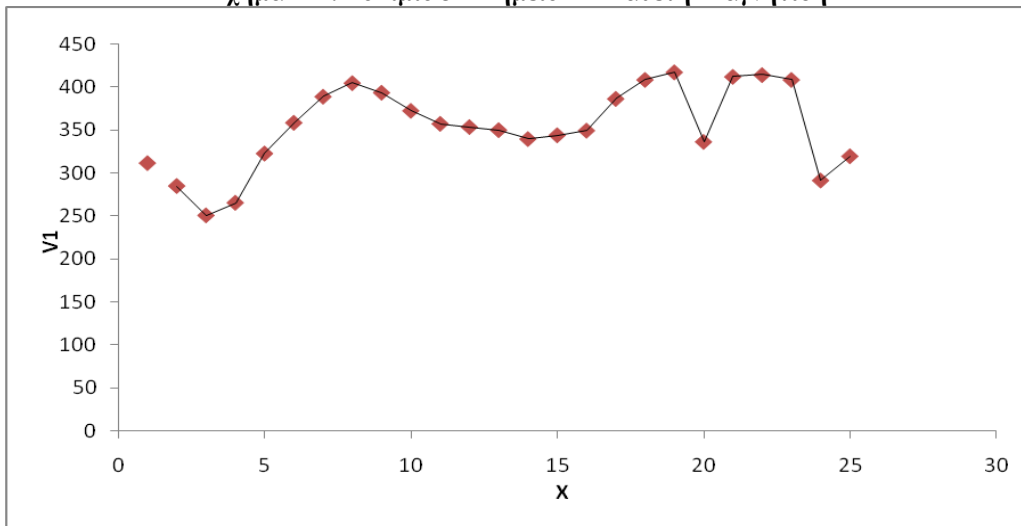
Σχήμα 120. Δοκίμο 3'- Σημείο Β –Κάθετη Μαγνήτιση



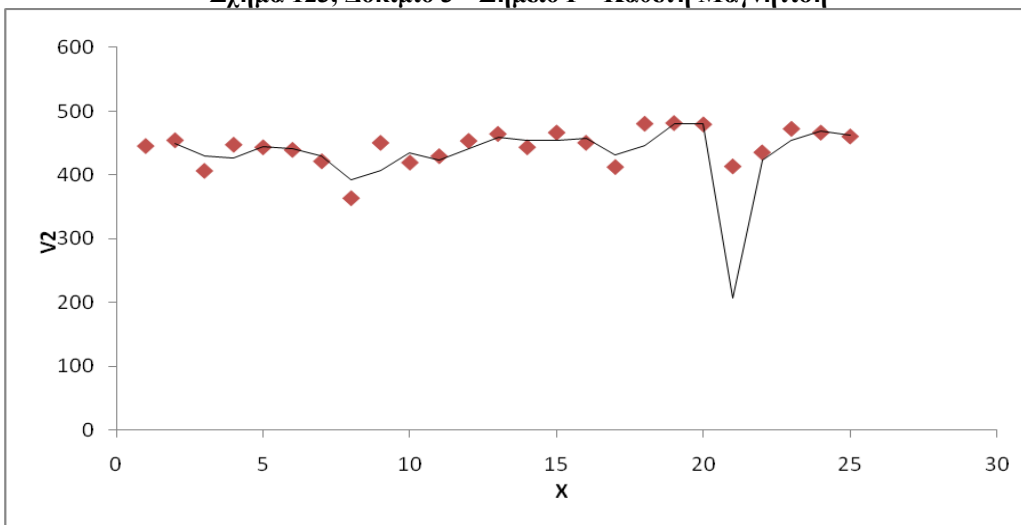
Σχήμα 121. Δοκίμο 3'- Σημείο Γ –Κάθετη Μαγνήτιση



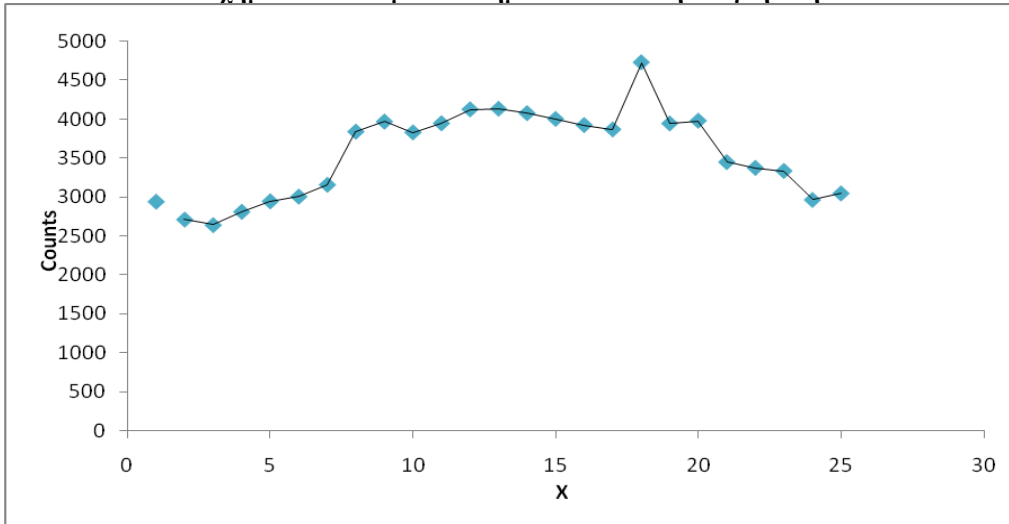
Σχήμα 122. Δοκίμο 3'- Σημείο Γ –Κάθετη Μαγνήτιση



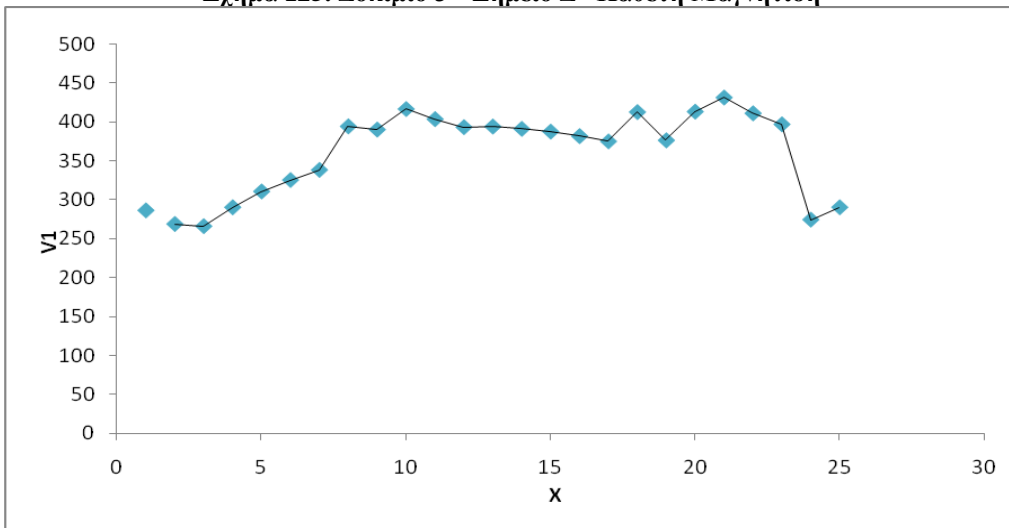
Σχήμα 123, Δοκίμο 3'- Σημείο Γ –Κάθετη Μαγνήτιση



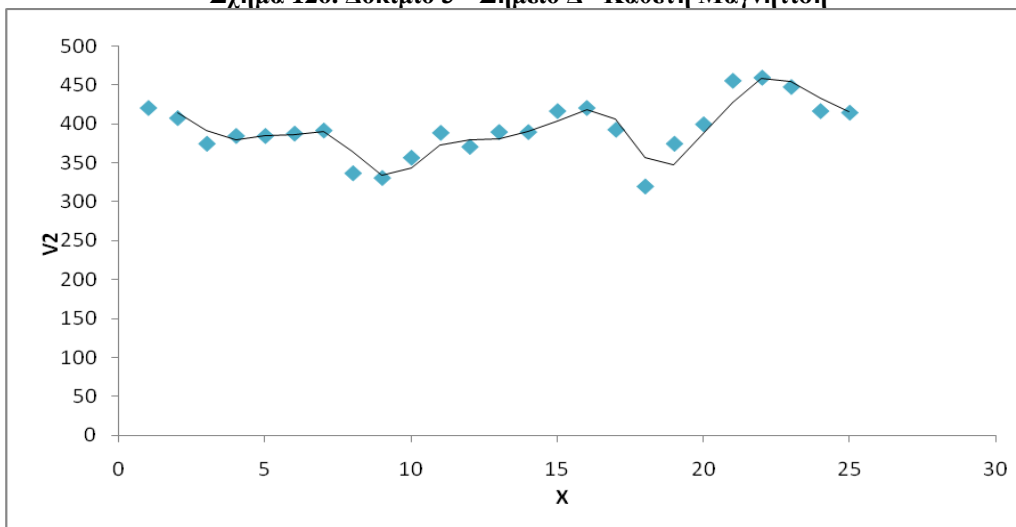
Σχήμα 124. Δοκίμο 3'- Σημείο Δ –Κάθετη Μαγνήτιση



Σχήμα 125. Δοκίμο 3'- Σημείο Δ –Κάθετη Μαγνήτιση



Σχήμα 126. Δοκίμο 3'- Σημείο Δ –Κάθετη Μαγνήτιση

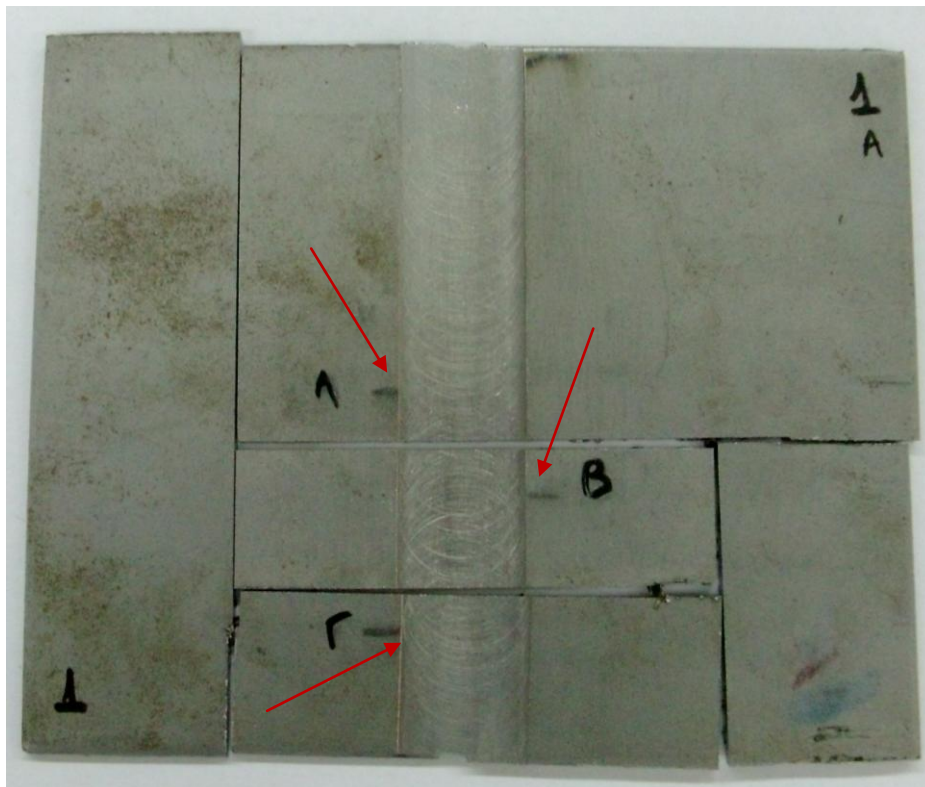


Κεφάλαιο 6

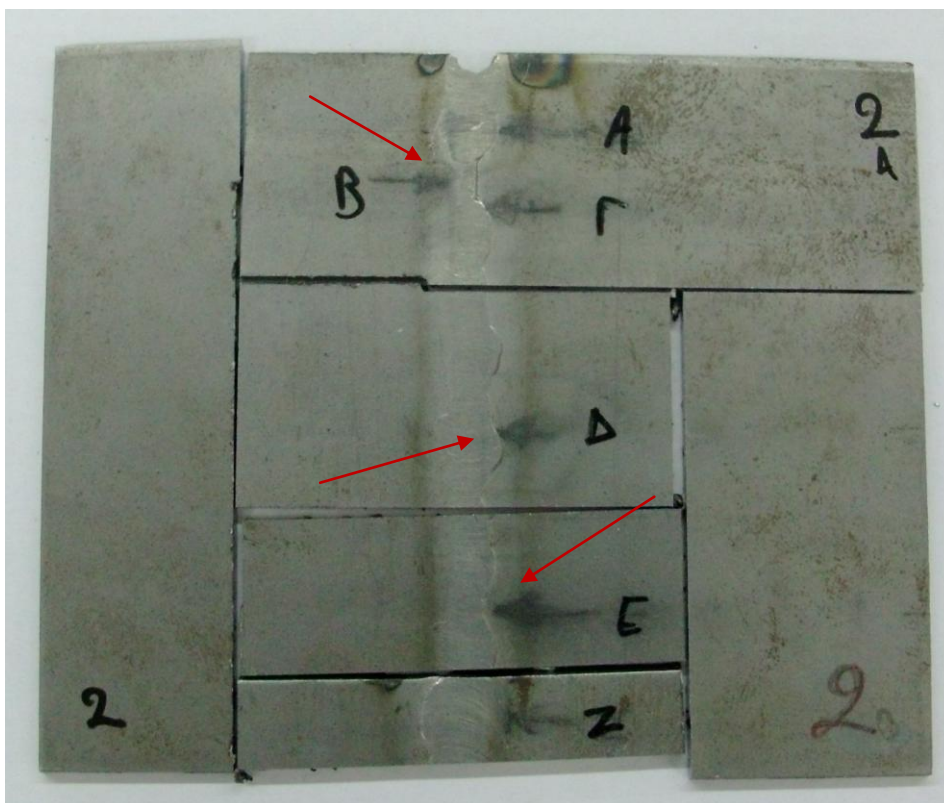
6.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

6.1.1 ΚΟΠΗ

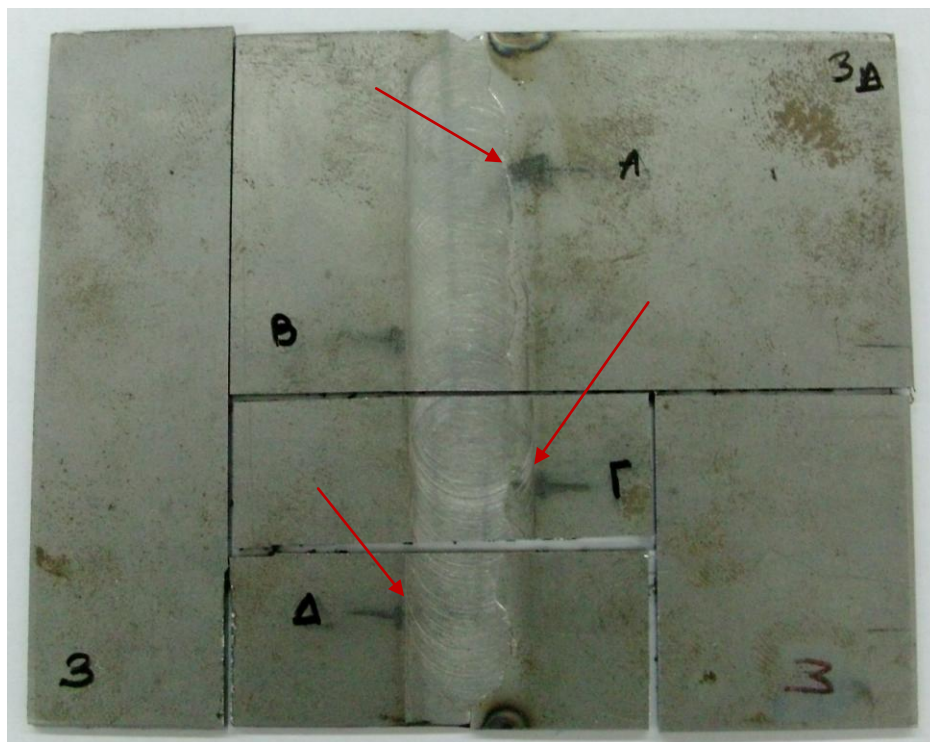
Αφού ολοκληρώθηκαν οι μετρήσεις του θορύβου Barkhausen ακλούθησε κοπή δοκιμίων προς εγκιβωτισμό για μελέτη στο οπτικό και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και για μικροσκληρομετρήσεις. Για κάθε συγκόλληση επιλέχθηκαν τρία σημεία από αυτά που προηγουμένως μελετήθηκαν για κοπή δοκιμίων προς εγκιβωτισμό. Από τη συγκόλληση No1 επιλέχθηκαν τα σημεία Α,Β,Γ, από τη συγκόλληση No2 επιλέχθηκαν τα σημεία Β,Δ,Ε και από τη συγκόλληση No3 επιλέχθηκαν τα σημεία Α,Γ,Δ. Τα σημεία φαίνονται στις παρακάτω εικόνες και υποδεικνύονται με κόκκινα βέλη.



Εικόνα 42. Σημεία κοπής δοκιμίων από τη συγκόλληση No1



Εικόνα 43. Σημεία κοπής δοκιμίων από τη συγκόλληση Νο2



Εικόνα 44. Σημεία κοπής δοκιμίων από τη συγκόλληση Νο3

Για όλα τα σημεία των συγκολλήσεων που επιλέχθηκαν η κοπή έγινε κάθετα στη διεύθυνση της συγκόλλησης κατά τέτοιο τρόπο ώστε για κάθε σημείο να πάρουμε δύο δοκίμια προς εγκιβωτισμό: ένα δοκίμιο για την επιφάνεια της συγκόλλησης στο δεδομένο σημείο και ένα δοκίμιο για την τομή της συγκόλλησης επίσης στο δεδομένο σημείο. Έτσι, συνολικά προέκυψαν δεκαοκτώ (18) δοκίμια προς εγκιβωτισμό. Η κοπή έγινε στο εργαστήριο Μεταλλογνωσίας με ειδικό αποξεστικό τροχό. Χρησιμοποιήθηκε ειδικός τροχός από αλούμινα (Al_2O_3), ενώ τα δείγματα διατηρούνταν κρύα κατά την κοπή με συνεχή παροχή νερού

6.1.2 ΕΓΚΙΒΩΤΙΣΜΟΣ

Μετά την κοπή των δοκιμίων στο κατάλληλο μέγεθος ακολουθεί ο εγκιβωτισμός τους. Για τον εγκιβωτισμό του δοκιμίου επιλέγεται ένα υλικό που μπορεί να χυτευθεί, έτσι ώστε να μην επηρεασθεί η επιφάνεια του δοκιμίου από θερμότητα ή πίεση. Συνήθως χρησιμοποιούνται εποξικά υλικά. Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε ρητίνη 2 - Hydroxypropyl methacrylate, με αναλογία 2 μέρη σκόνη και 1 μέρος υγρό κατ' όγκο, με ισχυρή ανάδευση για 30 δευτερόλεπτα. Ακολούθως το μείγμα μοιράστηκε ομοιόμορφα σε 18 καλούπια των 20-25mL, τα οποία περιείχαν τα δοκίμια, και αφέθηκε για 15 λεπτά προκειμένου να στερεοποιηθεί. Μετά το πέρας του χρονικού ορίου αφαιρέθηκαν τα καλούπια και τα δοκίμια ήταν έτοιμα για περαιτέρω διεργασίες.

6.1.3 ΛΕΙΑΝΣΗ – ΣΤΙΛΒΩΣΗ

Εξ' αιτίας της κοπής του υλικού, η δομή της επιφάνειας έχει αλλοιωθεί σε κάποιο βαθμό. Το κατεστραμμένο στρώμα απομακρύνεται χρησιμοποιώντας σταδιακά λειαντικά χαρτιά με λεπτότερους λειαντικούς κόκκους. Η λείανση πραγματοποιήθηκε σε οριζόντιο, υδρόψυκτο, μονοαξονικά περιστρεφόμενο τροχό, πάνω στον οποίο τοποθετούνταν λειαντικά χαρτιά σταδιακά αυξανόμενης κοκκομετρίας. Η μηχανή λείανσης του εργαστηρίου Μεταλλογνωσίας είναι τύπου Struers LaboPol-5 και χρησιμοποιήθηκαν χαρτιά καρβιδίου του πυριτίου (SiC) με πρώτο μέγεθος κόκκου 230 grit, και με ακολουθία 600, 800, 1200 και 2000 grit με ταχύτητα περιστροφής 100rpm. Κατά την διάρκεια της λείανσης υπήρχε συνεχόμενη παροχή νερού, για τον καθαρισμό του δίσκου καθώς και την ψύξη του δοκιμίου. Ακολούθησε στίλβωση των

δοκιμίων έτσι ώστε η επιφάνειά τους να απαλλαγεί από τις γρατσουνιές και να γίνει εντελώς λεία και στιλπνή. Η στίλβωση πραγματοποιήθηκε στην ίδια μηχανή που χρησιμοποιήθηκε για τη λείανση με πάνινο τροχό και συνεχή παροχή λιπαντικού υγρού μάρκας Struers κοκκομετρίας 6μm. Η ταχύτητα περιστροφής του δίσκου ρυθμίστηκε στις 100rpm για 15 mins.

6.1.4 ΧΗΜΙΚΗ ΠΡΟΣΒΟΛΗ

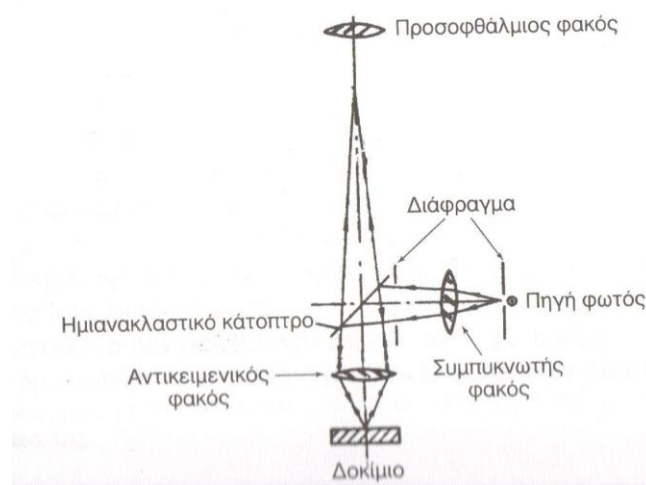
Η χημική προσβολή έγινε για την αποκάλυψη της μικροδομής των δοκιμίων και την παρατήρηση τους στο οπτικό και στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Τα όρια των κόκκων είναι επιφανειακές ατέλειες στα πολυκρυσταλλικά υλικά που διαχωρίζουν τους κόκκους που έχουν διαφορετικό προσανατολισμό. Στα όρια των κόκκων το πλέγμα είναι παραμορφωμένο και πολλά άτομα βρίσκονται σε θέσεις διαφορετικές από τις κανονικές με αποτέλεσμα να υπάρχει αυξημένη ενέργεια εκεί, ενώ η ατομική διευθέτηση είναι λιγότερο πυκνή. Ως αποτέλεσμα της αυξημένης ενέργειας τα όρια των κόκκων συμμετέχουν πολύ ευκολότερα σε αντιδράσεις, προσροφούν εύκολα ξένες ουσίες, ενώ λόγω και της αραιότερης ατομικής διευθέτησης που επικρατεί, είναι ευκολότερη η διάχυση ατόμων σε αυτή την περιοχή και η συσσώρευση και ανάπτυξη ξένων προσμίξεων. Τα όρια των κόκκων μπορούμε να τα δούμε εύκολα στο οπτικό μικροσκόπιο έπειτα από χημική προσβολή, με τη χημική προσβολή τα όρια προσβάλλονται πολύ γρηγορότερα από τους ίδιους τους κόκκους με αποτέλεσμα να «σκάβονται» και να ανακλούν το φως λιγότερο από τους κόκκους. Σαν αποτέλεσμα τα όρια φαίνονται σαν σκοτεινές γραμμές. Για τα δοκίμια της παρούσας διπλωματικής χρησιμοποιήθηκε αντιδραστήριο Nital 4% και εμβάπτιση των δοκιμίων έγινε για χρόνο 10s.

Κεφάλαιο 7

7.1 ΟΠΤΙΚΗ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ

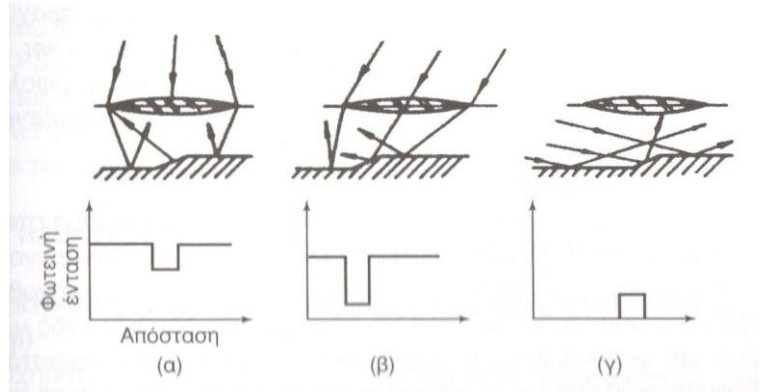
7.1.1 Αρχή Λειτουργίας

Η οπτική μικροσκοπία είναι εδώ και δεκαετίες μια πολύ σημαντική μέθοδος παρατήρησης και ερμηνείας της μικροδομής των υλικών, που αποτελεί το βασικό αντικείμενο της μεταλλογραφίας. Η πηγή ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται είναι συνήθως λευκό φως, η διακριτική ικανότητα είναι περίπου 200nm (μεγεθυντική ικανότητα $\times 1000$) και το βάθος πεδίου της ίδιας περίπου τάξης μεγέθους. Η *διακριτική ικανότητα* δ , είναι η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο διακριτών σημείων του υλικού που κατά την απεικόνισή τους παρουσιάζονται ως διαχωρισμένα. Η διακριτική ικανότητα εκφράζεται είτε μέσω της απόστασης δ , είτε μέσω της μέγιστης μεγέθυνσης A . Όσο πιο μικρή είναι η απόσταση δ τόσο πιο μεγάλη είναι και η διακριτική ικανότητα αλλά και η μεγεθυντική ικανότητα. Η διακριτική ικανότητα είναι ανάλογη του δείκτη διάθλασης του μέσου που παρεμβάλλεται μεταξύ του αντικειμένου και του συστήματος εμφώτισης και αντιστρόφως ανάλογη του μήκους κύματος λ , της πηγής. *Βάθος πεδίου* D , ορίζεται η μέγιστη διαδρομή κατά μήκος του άξονα του μικροσκοπίου μέσα στην οποία μπορεί να κινηθεί το δοκίμιο χωρίς να αλλοιωθεί η ποιότητα της απεικόνισής του. Η αρχή λειτουργίας αλλά και τα βασικά στοιχεία ενός απλού οπτικού μικροσκοπίου ανάκλασης φαίνονται στην εικόνα 42



Εικόνα 45. Διάγραμμα λειτουργίας μεταλλογραφικού μικροσκοπίου

Προκειμένου η εμφάνιση της μικροδομής να γίνει πιο σαφής χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές απεικόνισης ή φωτισμού (εικόνα 43)



Εικόνα 46. (α) Κάθετος φωτισμός, (β) Πλάγιος φωτισμός, (γ) Φωτισμός σκοτεινού πεδίου, μαζί με τις αντίστοιχες κατανομές της φωτεινής έντασης της παραγόμενης εικόνας

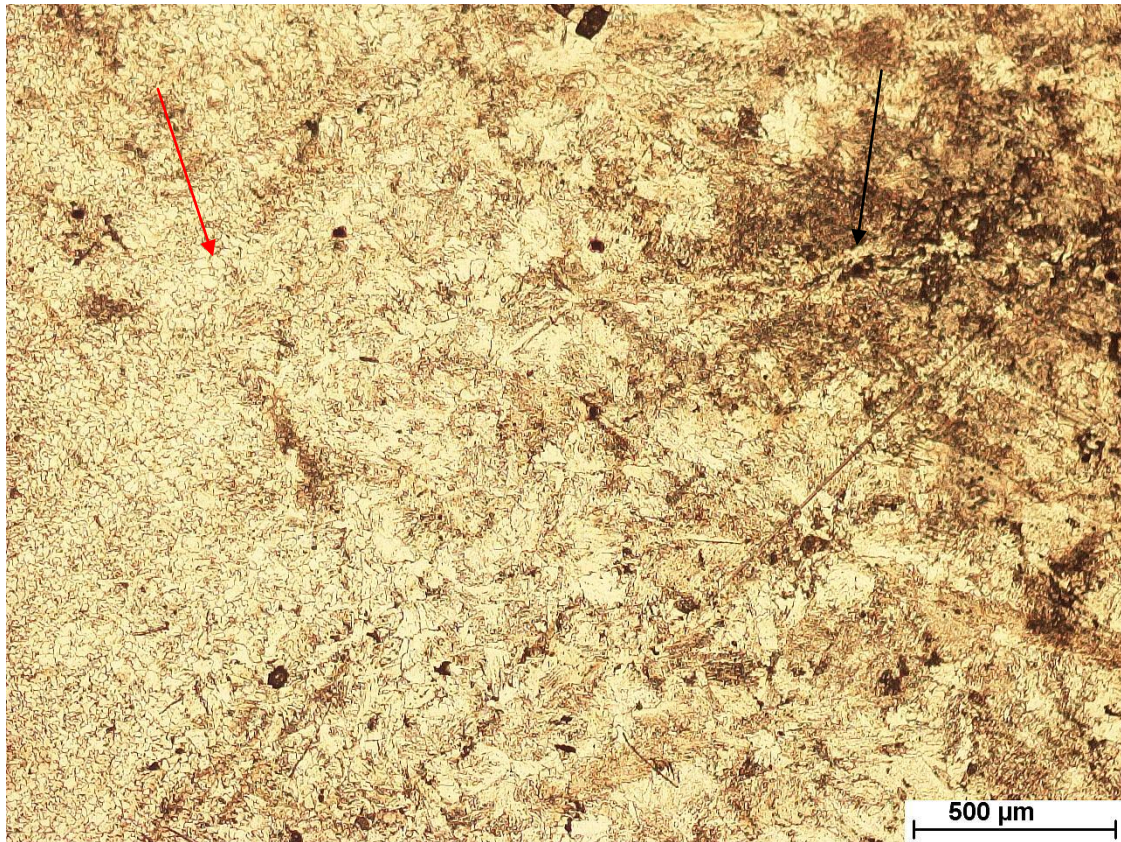
- *Κάθετος φωτισμός ή φωτεινό πεδίο:* είναι η πιο συνηθισμένη κατάσταση λειτουργίας των οπτικών μικροσκοπίων. Κατά την απεικόνιση αυτή οι επίπεδες επιφάνειες φαίνονται φωτεινές ενώ οι πλάγιες (πχ όρια κόκκων) φαίνονται σκοτεινές.
- *Πλάγιος φωτισμός:* η φωτεινή δέσμη προσπίπτει στην επιφάνεια του δοκιμίου υπό γωνία μετά από κατάλληλη μετατόπιση του συμπυκνωτή φακού, με αποτέλεσμα την αύξηση της αντίθεσης και την ευκολότερη και εντονότερη διάκριση διάφορων στοιχείων της μικροδομής.
- *Σκοτεινό πεδίο:* η φωτεινή δέσμη προσπίπτει από πλάγια θέση στην επιφάνεια του δοκιμίου με αποτέλεσμα η ανακλώμενη ακτινοβολία να μην διέρχεται διαμέσου του αντικειμενικού φακού. Έτσι, οι επίπεδες περιοχές της επιφάνειας του δοκιμίου φαίνονται μαύρες και οι πλάγιες (όρια κόκκων, ατέλειες) φαίνονται λευκές. Ο φωτισμός σκοτεινού πεδίου αυξάνει την αντίθεση στις περιπτώσεις εικόνας χαμηλής φωτεινότητας και δεν είναι τόσο διαδεδομένος όσο αυτός του φωτεινού πεδίου.
- *Πολωμένο φως:* η παρεμβολή κατάλληλων πολωτών τόσο μεταξύ του συμπυκνωτή φακού και του ημιανακλαστικού κατόπτρου του οπτικού μικροσκοπίου, όσο και μεταξύ του αντικειμενικού και προσοφθάλμιου φακού, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία επίπεδα πολωμένου φωτός με κάποια διαφορά φάσης που αποκτά έπειτα από την ανάκλασή του στην επιφάνεια του

υλικού. Η αλληλεπίδραση της πολωμένης δέσμης φωτός με μία κρυσταλλογραφικά ανισότροπη ή πολυφασική ή πολυφασική μεταλλική επιφάνεια, προκαλεί τη διαφορική ανάκλαση και απεικόνιση των περιοχών που ανήκουν σε διαφορετικό κρυσταλλικό πλέγμα ή έχουν διαφορετικό κρυσταλλογραφικό προσανατολισμό. Με την πολωτική μικροσκοπία, έχουμε σημαντική αύξηση της αντίθεσης χωρίς να είναι πολλές φορές απαραίτητη η χημική προσβολή της επιφάνειας.[15]

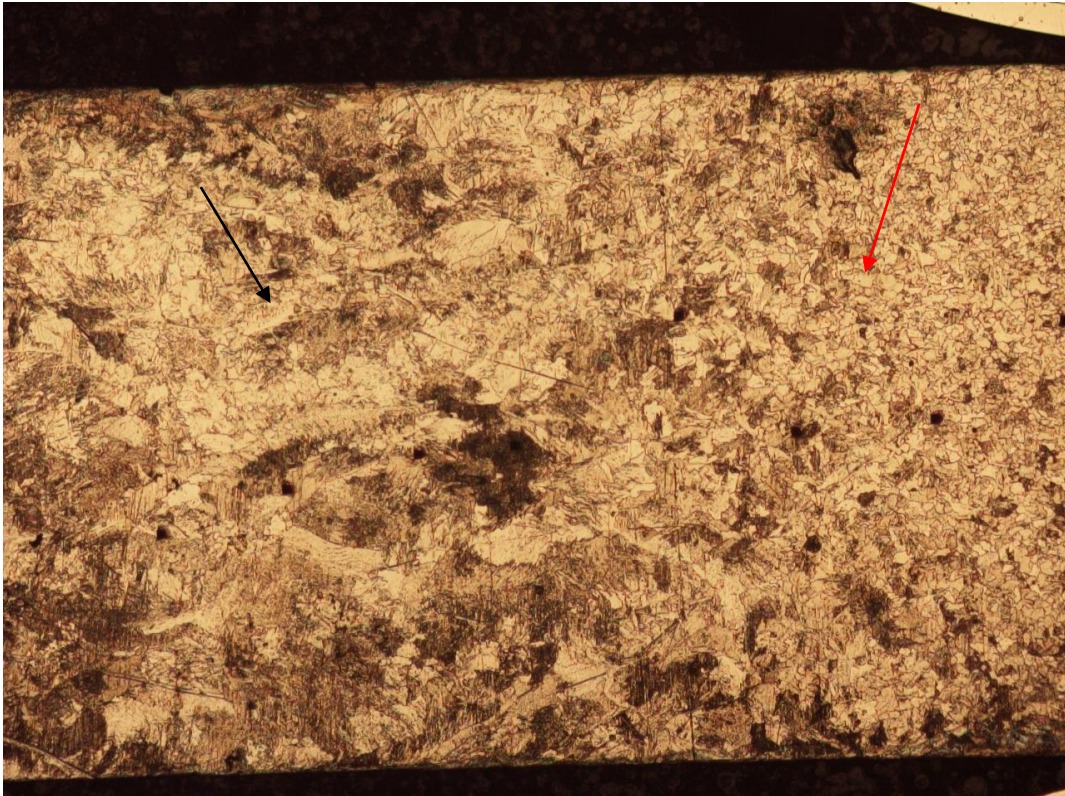
7.1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η οπτική μικροσκοπία πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο του ΕΛ.Κ.Ε.ΜΕ και οι εικόνες που ελήφθησαν για όλα τα δοκίμια είναι οι ακόλουθες. Με κόκκινα βέλη καταδεικνύονται οι περιοχές του μετάλλου βάσης ενώ με μαύρα βέλη οι περιοχές της Θερμικά Επηρεασμένης Ζώνης.

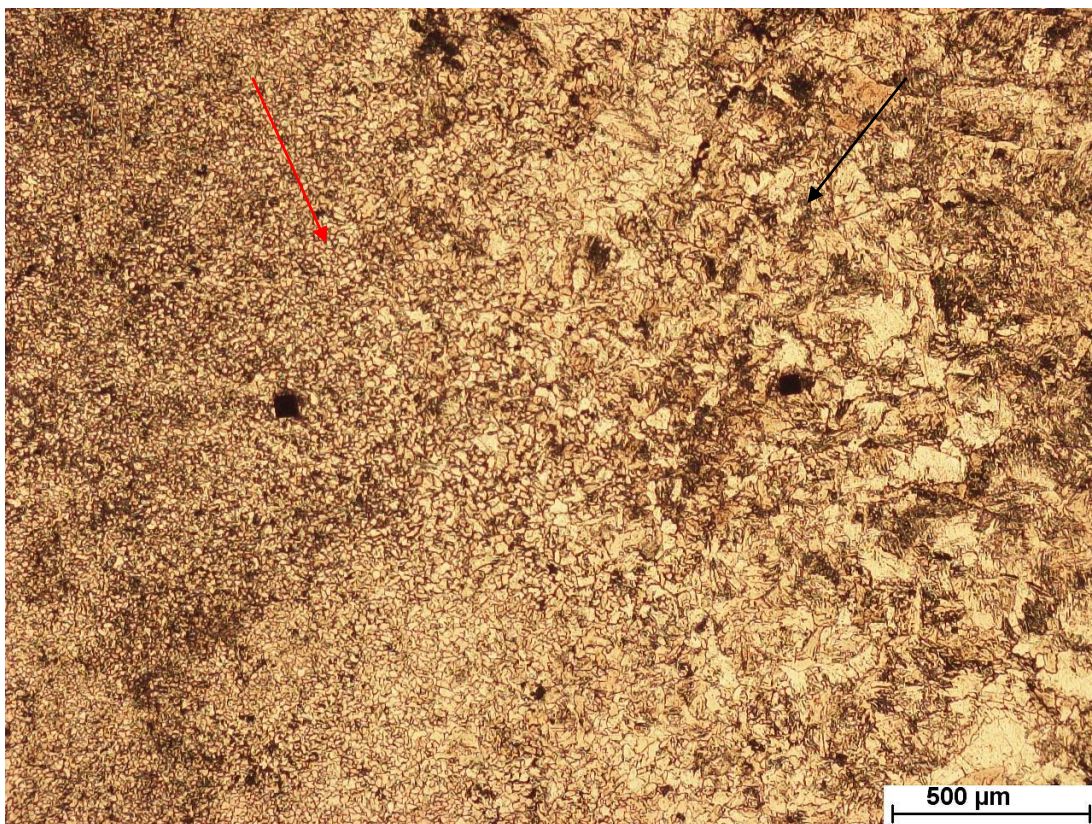
7.1.2.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1



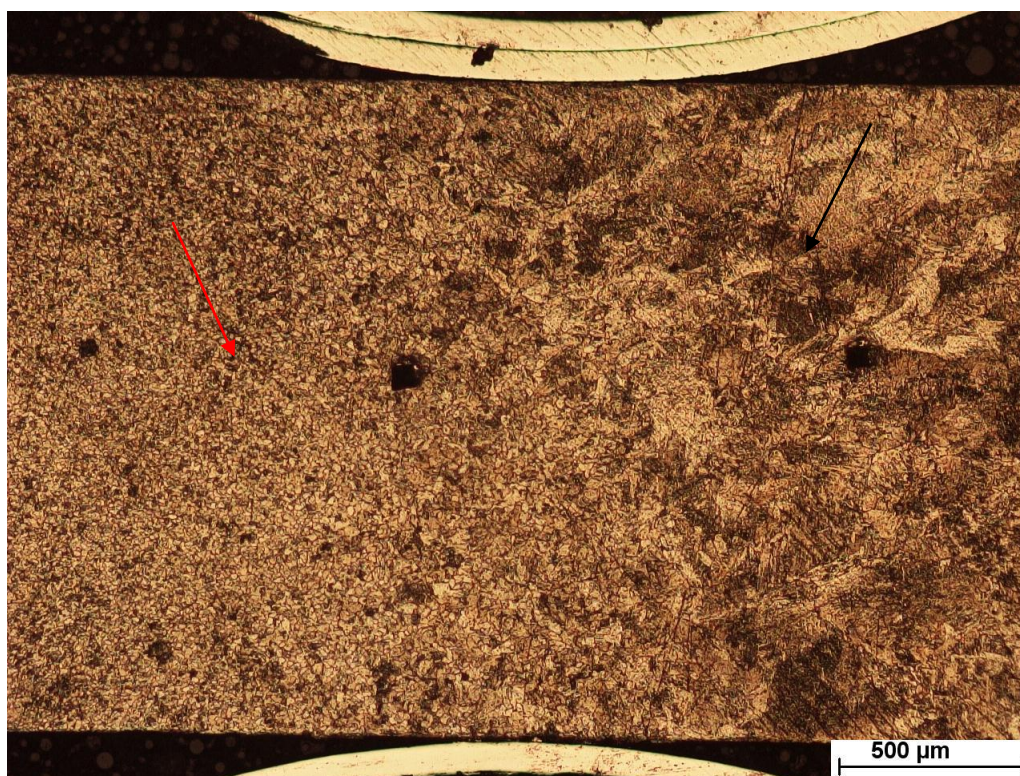
Εικόνα 47. Δοκίμιο1-Σημείο Α-Επιφάνεια Συγκόλλησης



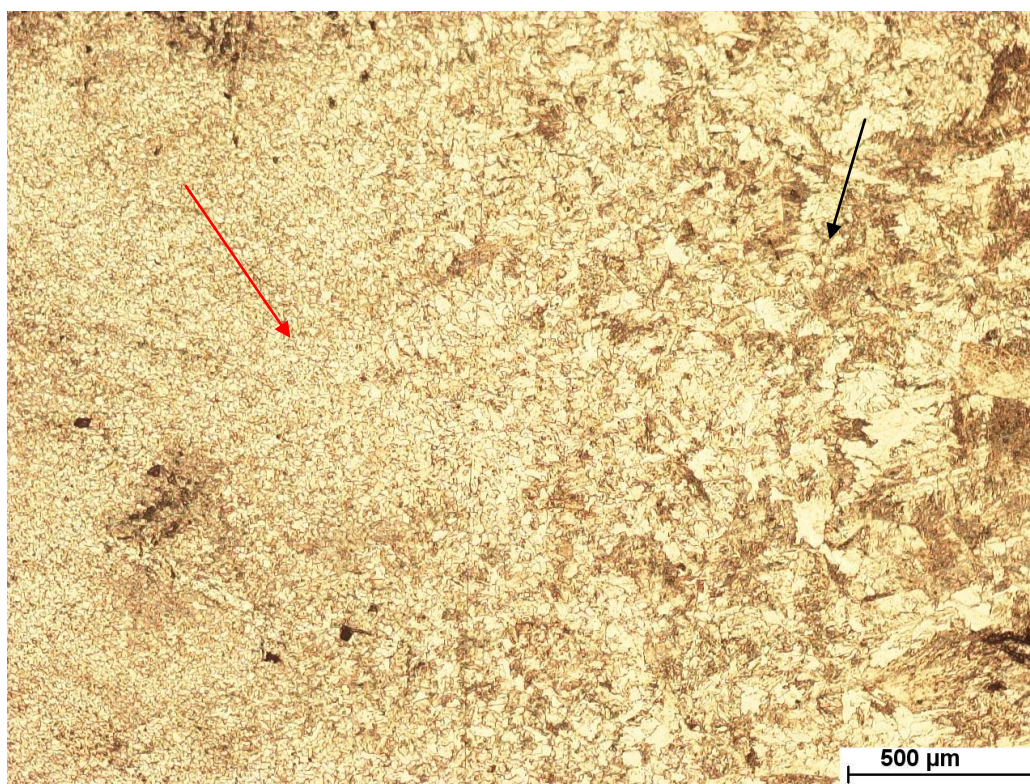
Εικόνα 48. Δοκίμιο1-Σημείο Α-Τομή Συγκόλλησης



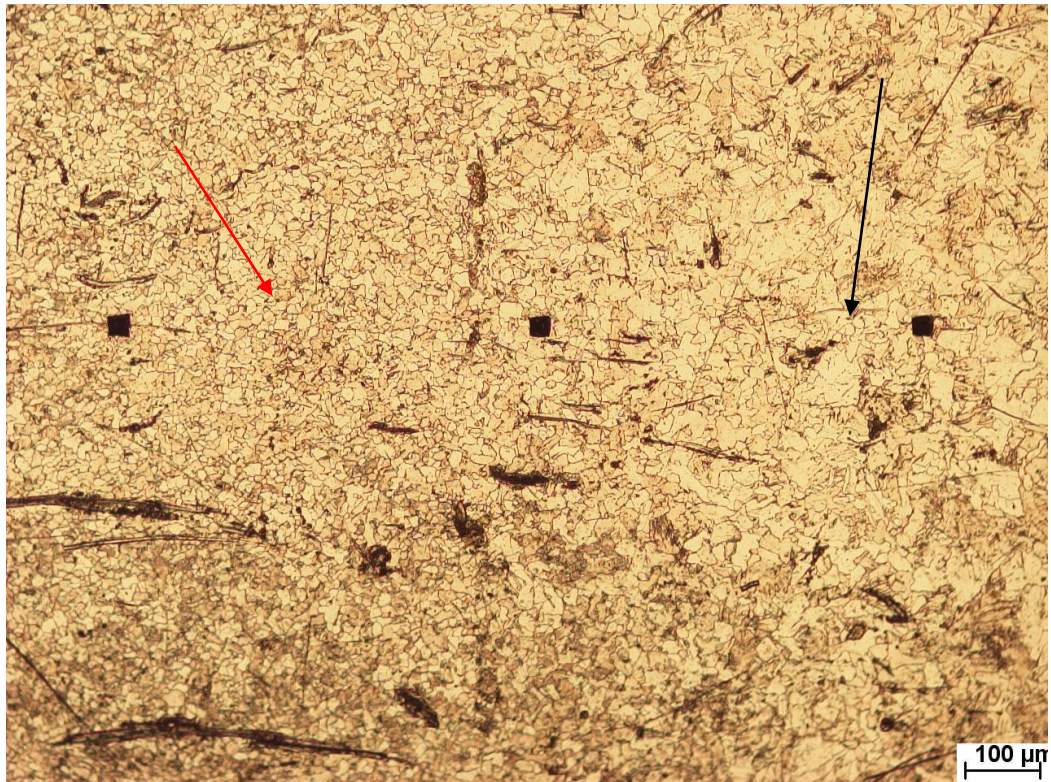
Εικόνα 49. Δοκίμιο1-Σημείο Β-Επιφάνεια Συγκόλλησης



Εικόνα 50. Δοκίμο1-Σημείο Β-Τομή Συγκόλλησης

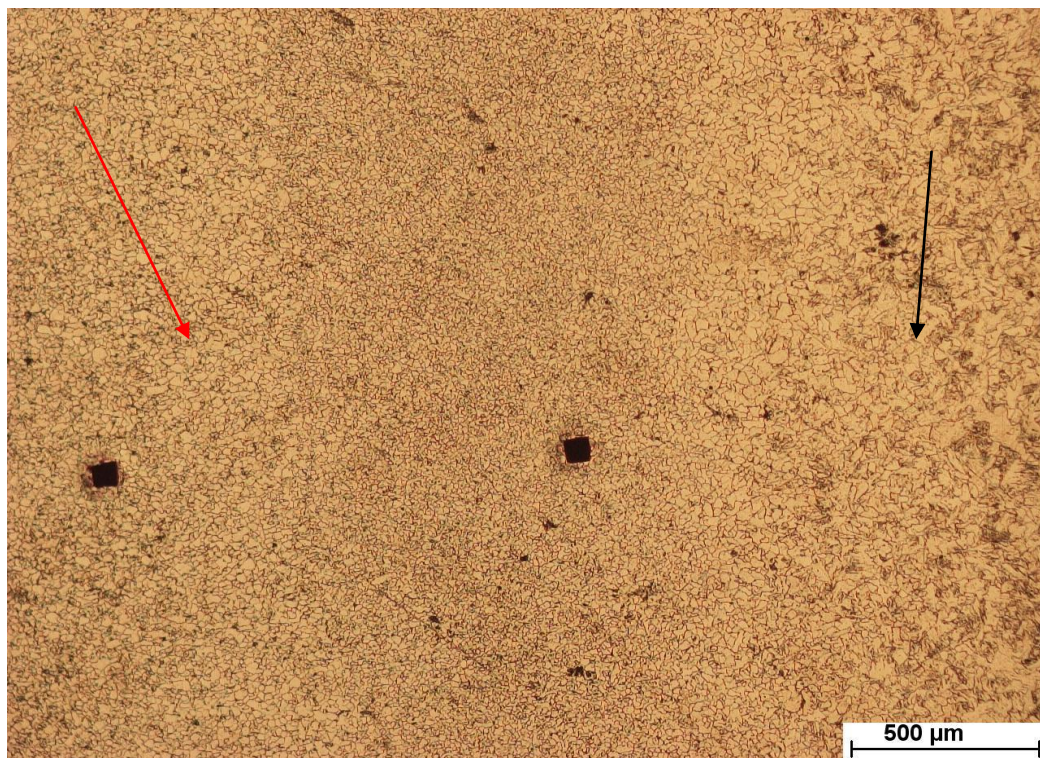


Εικόνα 51. Δοκίμο 1-Σημείο Γ- Επιφάνεια Συγκόλλησης

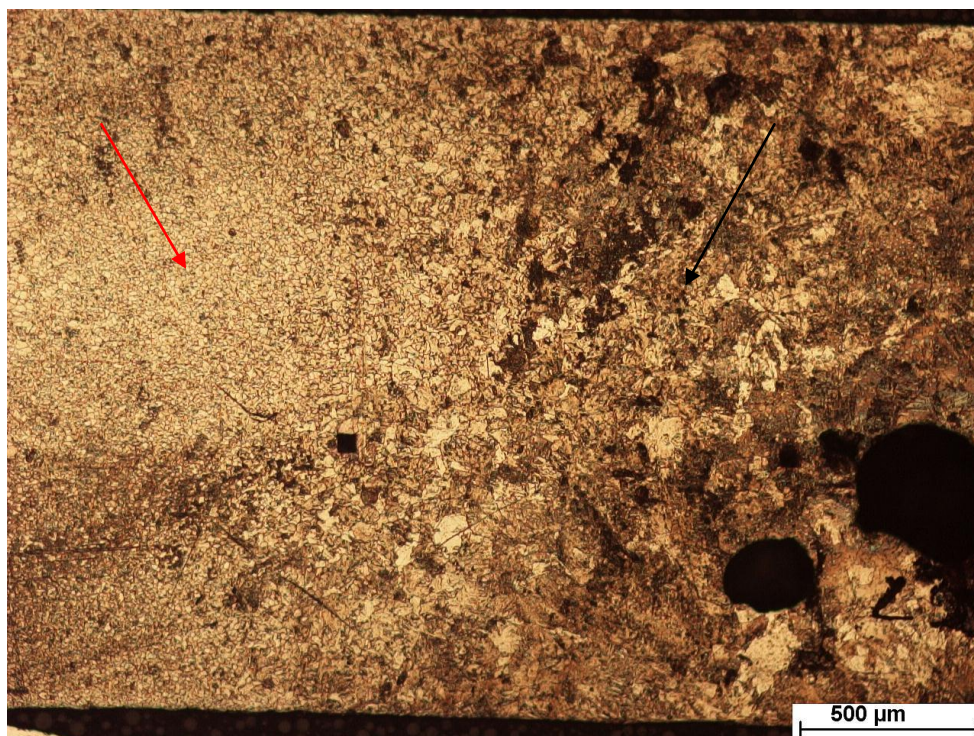


Εικόνα 52. Δοκίμιο 1-Σημείο Γ-Τομή Συγκόλλησης

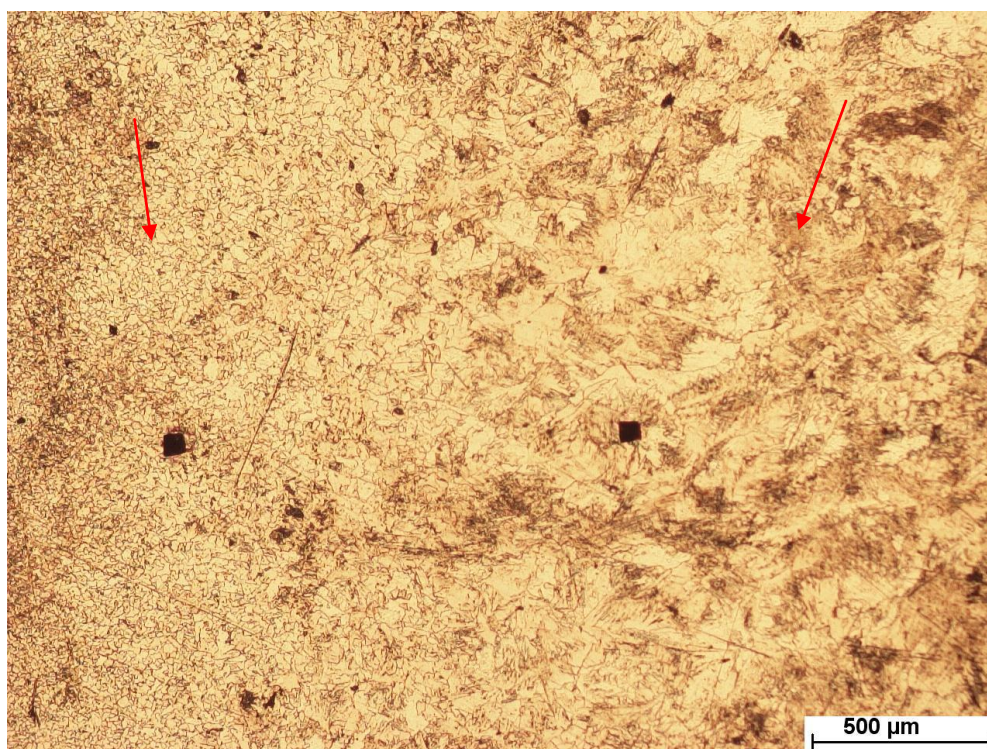
7.1.1.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2



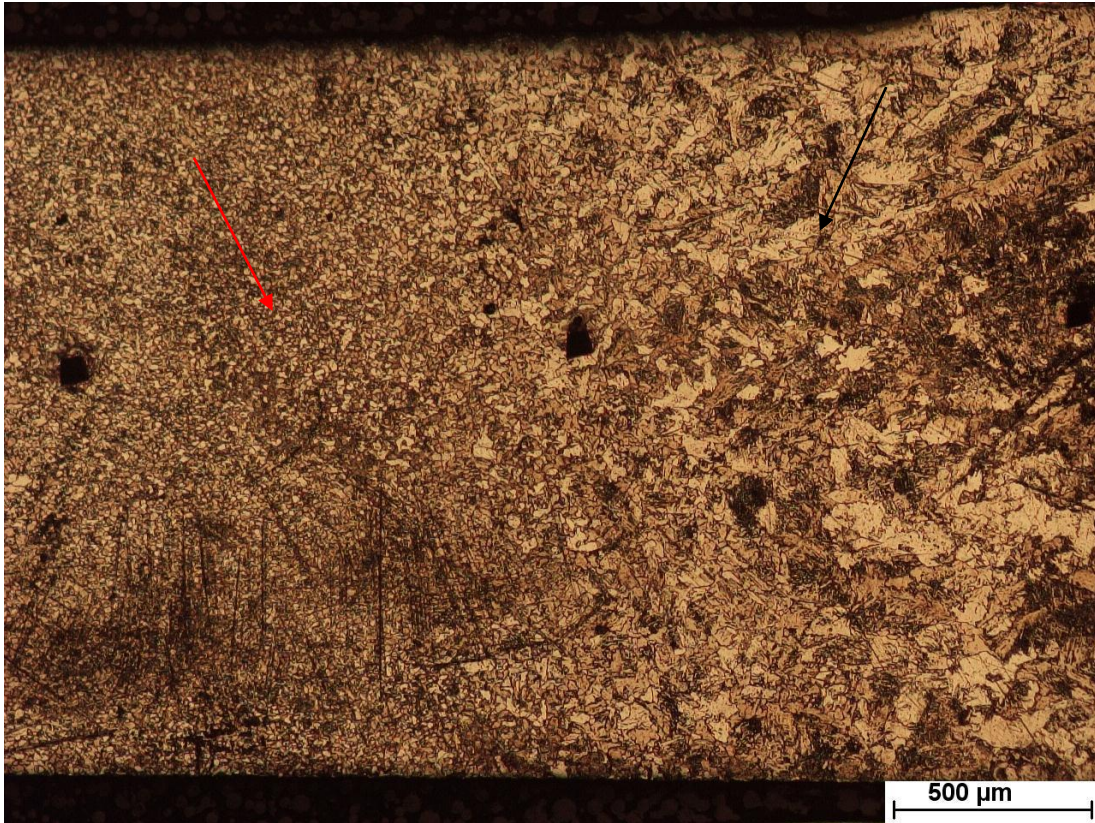
Εικόνα 53. Δοκίμιο 2-Σημείο Β-Επιφάνεια Συγκόλλησης



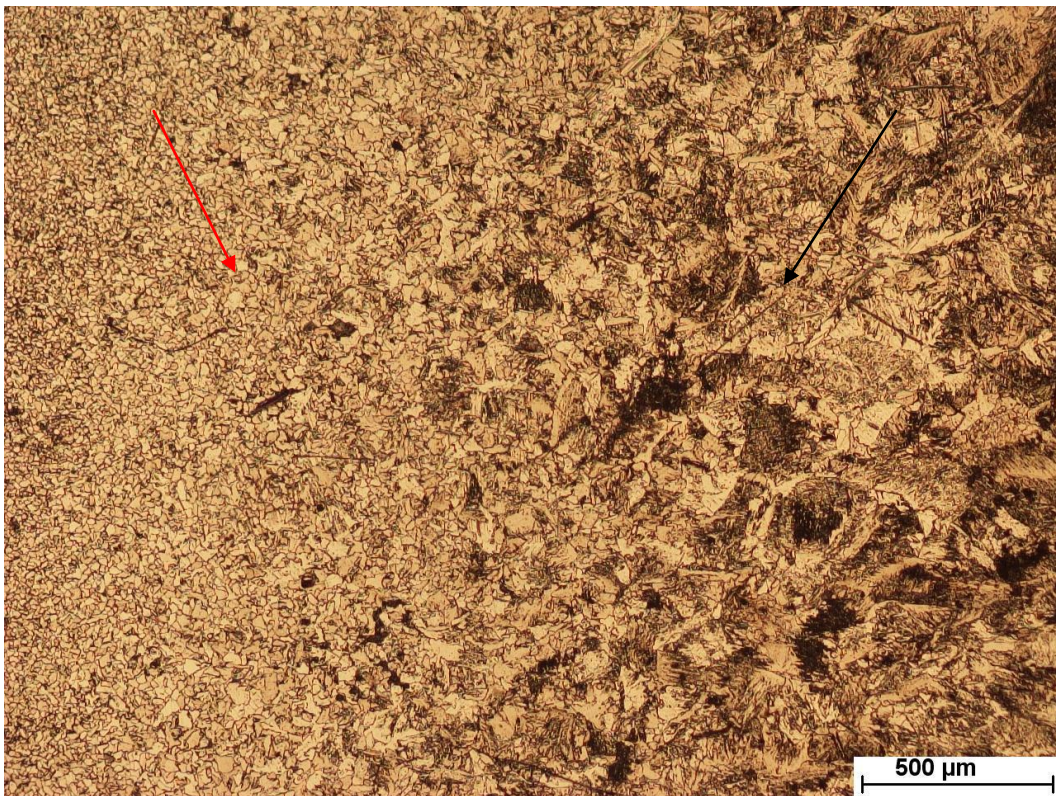
Εικόνα 54. Δοκίμιο 2-Σημείο Β-Τομή Συγκόλλησης



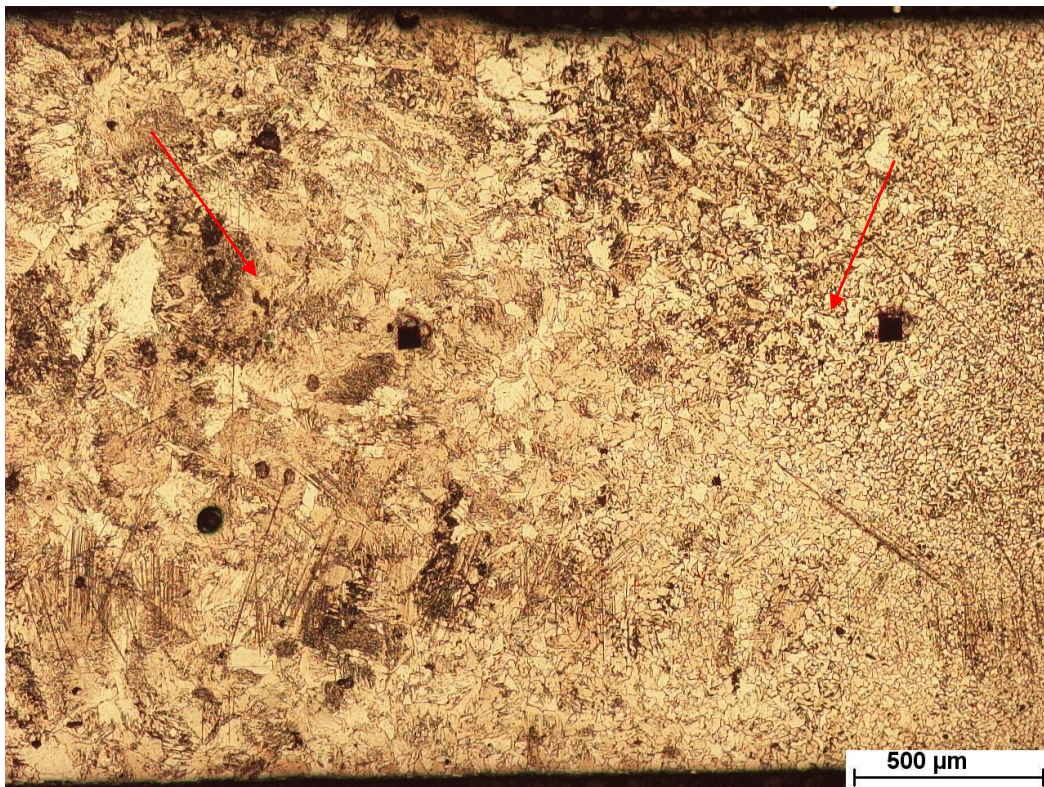
Εικόνα 55. Δοκίμιο 2-Σημείο Α-Επιφάνεια Συγκόλλησης



Εικόνα 56. Δοκίμιο 2-Σημείο Δ-Τομή Συγκόλλησης

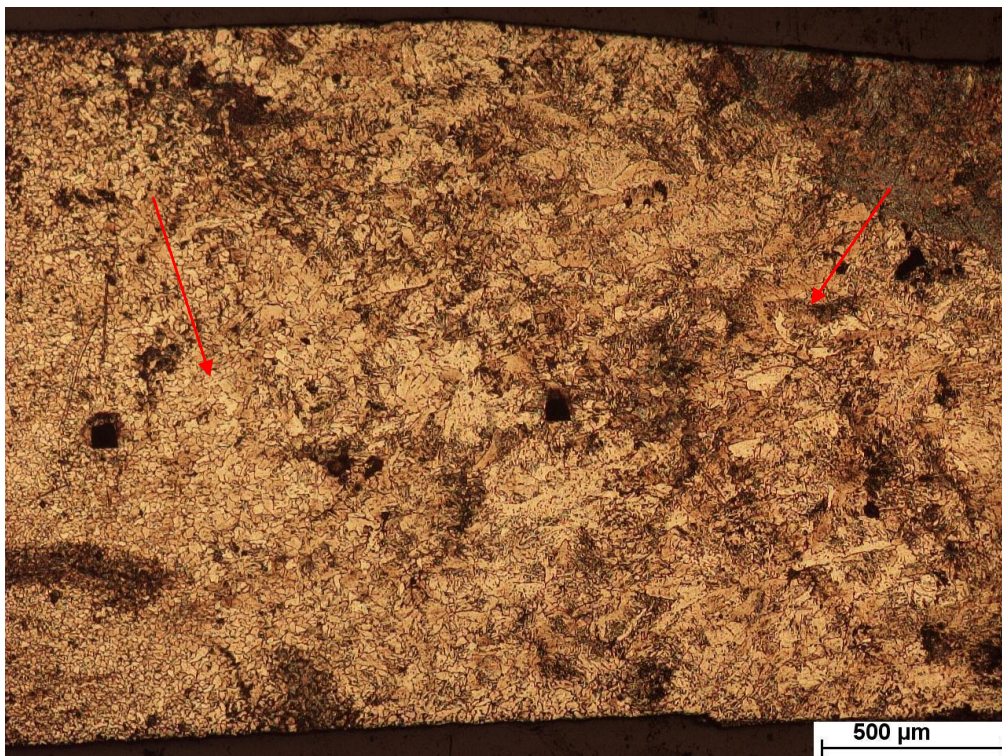


Εικόνα 57. Δοκίμιο 2-Σημείο Ε-Επιφάνεια Συγκόλλησης

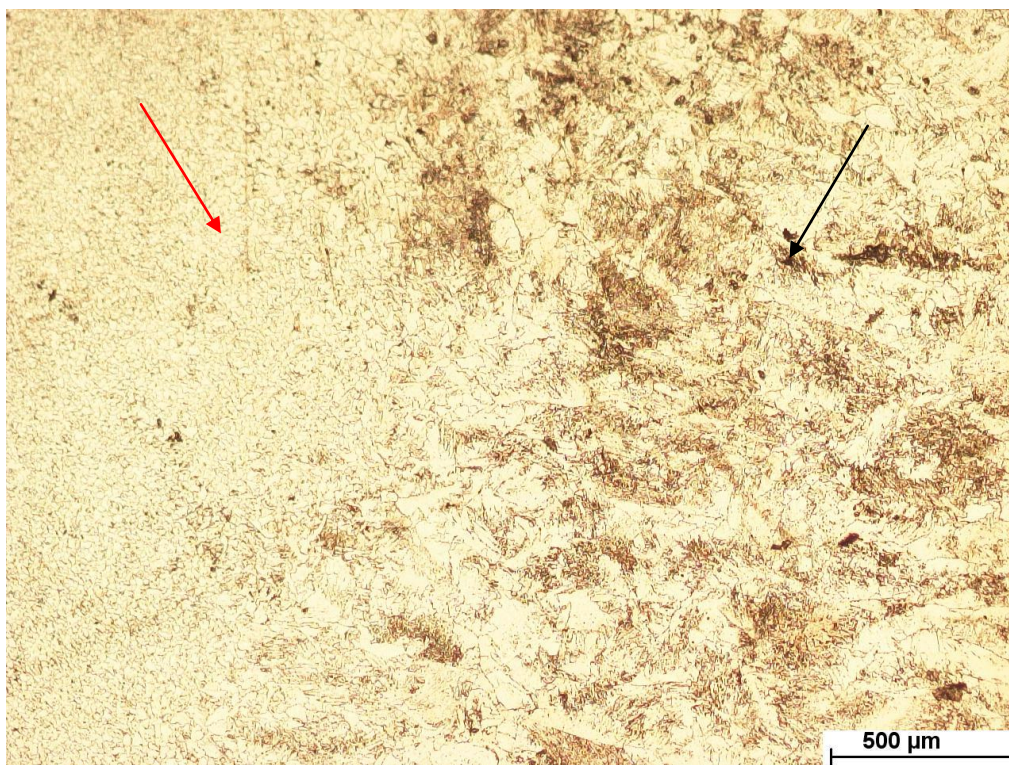


Εικόνα 58. Δοκίμιο 2-Σημείο Ε-Τομή Συγκόλλησης

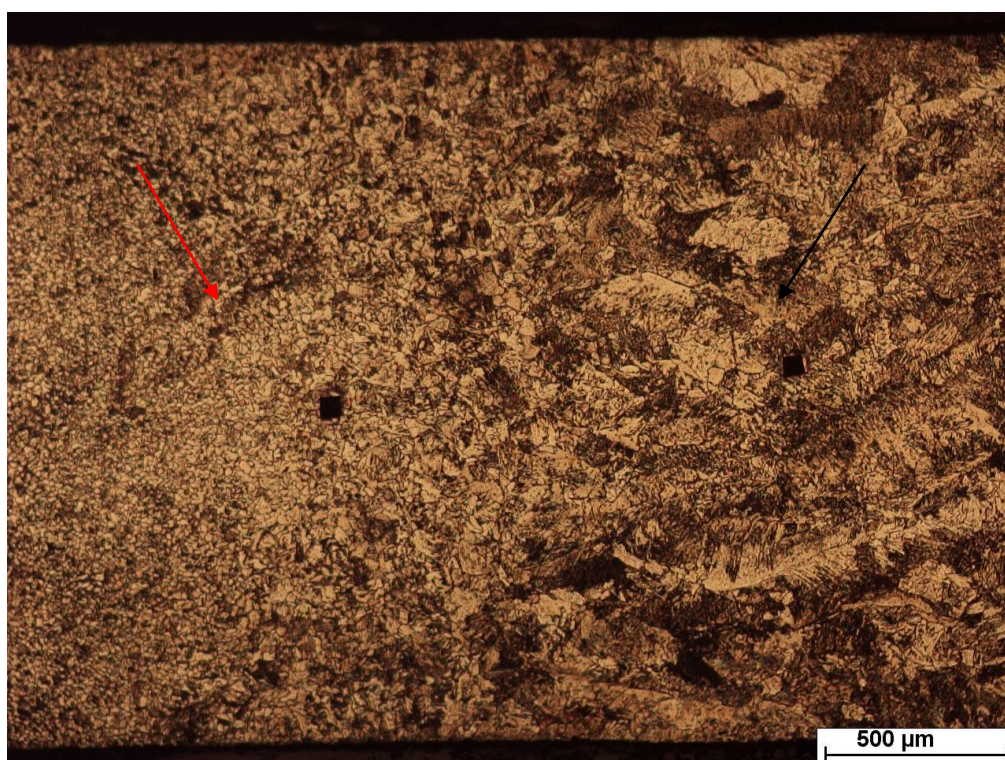
7.1.2.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3



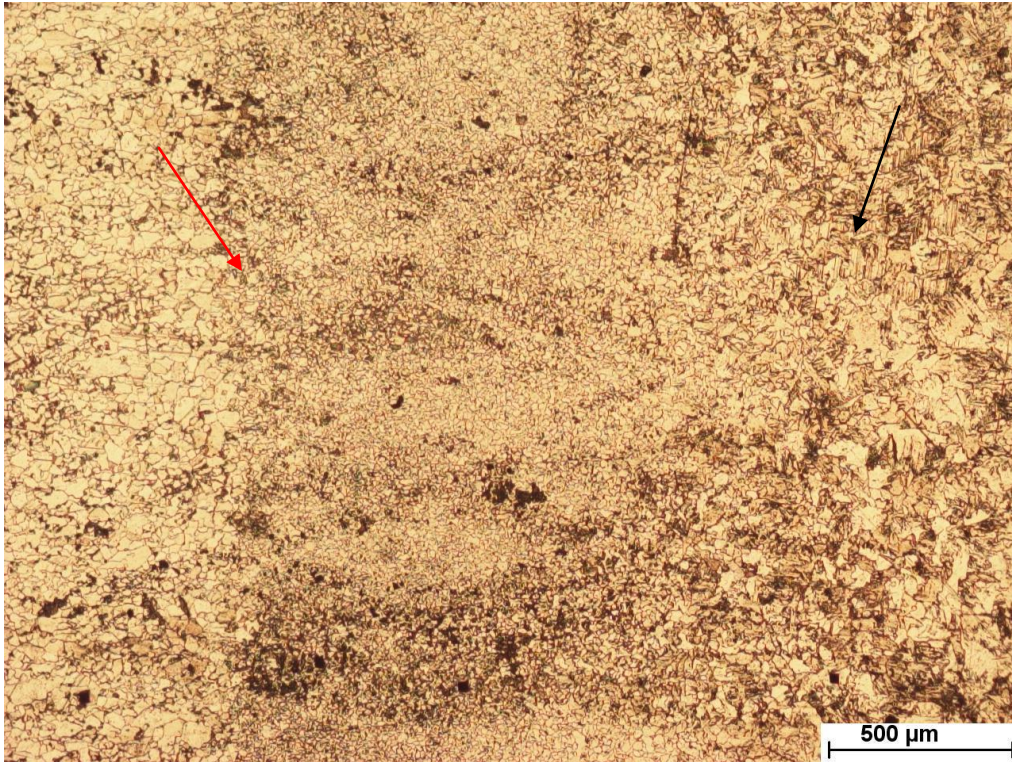
Εικόνα 59. Δοκίμιο 3-Σημείο Α-Τομή Συγκόλλησης



Εικόνα 60. Δοκίμιο 3-Σημείο Γ-Επιφάνεια Συγκόλλησης



Εικόνα 61. Δοκίμιο 3-Σημείο Γ-Τομή Συγκόλλησης



Εικόνα 62. Δοκίμιο 3-Σημείο Δ-Επιφάνεια Συγκόλλησης



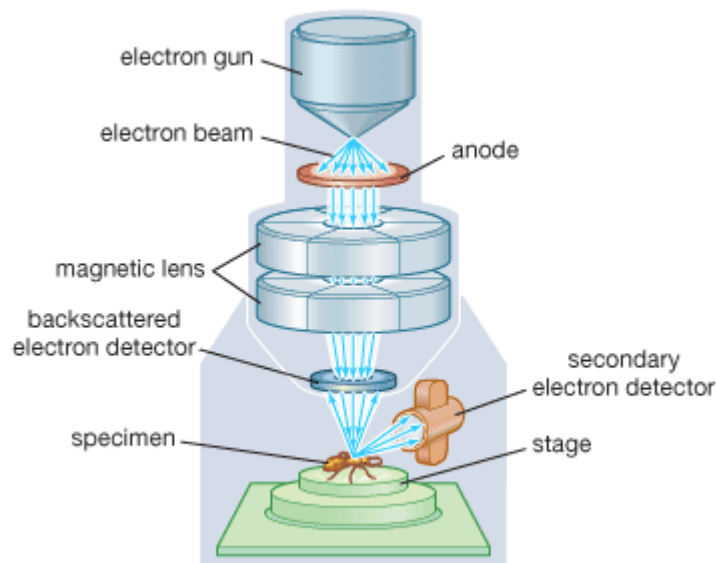
Εικόνα 63. Δοκίμιο 3-Σημείο Δ-Τομή Συγκόλλησης

Κεφάλαιο 8

8.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ

8.1.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Ένα σχηματικό διάγραμμα του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (SEM) φαίνεται στην εικόνα 61.



© 2008 Encyclopædia Britannica, Inc.

Εικόνα 64. Σχηματική απεικόνιση SEM

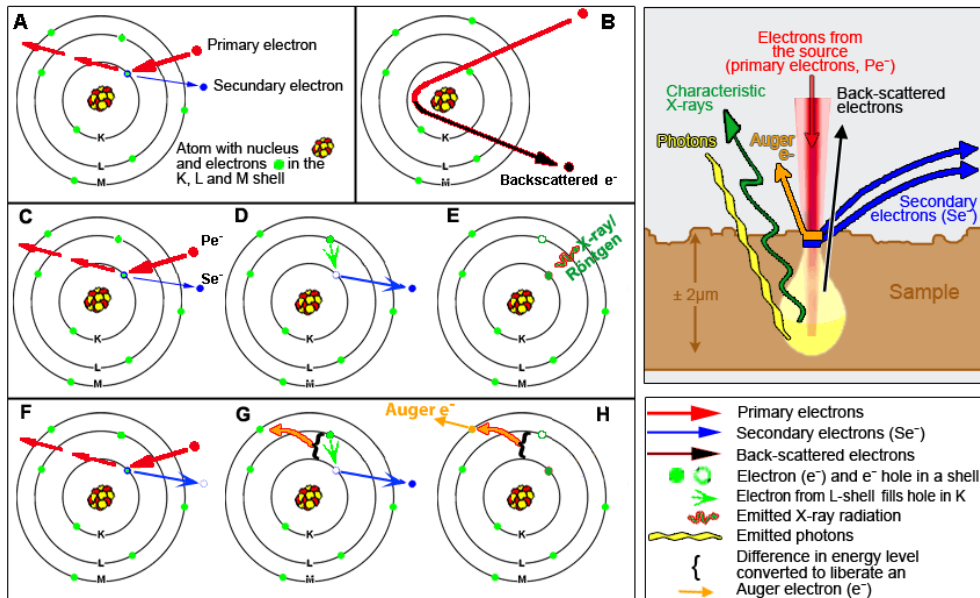
Η στήλη παραγωγής και εστίασης της δέσμης ηλεκτρονίων λειτουργεί σε κενό ($<10^{-3}$ Pa). Η πηγή ηλεκτρονίων που λειτουργεί σε μία περιοχή τάσεων από 0-30 kV, δημιουργεί δέσμη ηλεκτρονίων (πρωτογενή ηλεκτρόνια), η οποία διέρχόμενη μιας σειράς μαγνητικών φακών, επιταχύνεται, συγκεντρώνεται και εστιάζεται πάνω στην επιφάνεια του δοκιμίου. Το υπό εξέταση δοκίμιο σαρώνεται από την προσπίπτουσα δέσμη ηλεκτρονίων και τα εκπεμπόμενα από την επιφάνεια του δοκιμίου ηλεκτρόνια συλλέγονται και ενισχύονται έτσι ώστε να δημιουργήσουν οπτικό σήμα. Το είδος της εκπεμπόμενης από την επιφάνεια του δοκιμίου ακτινοβολίας εξαρτάται από την αλληλεπίδραση των πρωτογενών ηλεκτρονίων και των ατόμων του υλικού, και μπορεί να είναι:

- Ηλεκτρόνια Auger: είναι τα ηλεκτρόνια που προέρχονται από την αλληλεπίδραση των πρωτογενών ηλεκτρονίων και των υποστοιβάδων των

επιφανειακών ατόμων (σε βάθος έως 1nm). Το φάσμα που προκύπτει είναι κατάλληλο για στοιχειακές χημικές αναλύσεις της επιφάνειας του υλικού.

- Δευτερογενή ηλεκτρόνια: είναι τα ηλεκτρόνια που προέρχονται από τις ανελαστικές συγκρούσεις των πρωτογενών ηλεκτρονίων με τα άτομα των επιφανειακών στρωμάτων (βάθους έως 10nm). Έχουν ενέργεια 50eV και προέρχονται από την αμέσως επόμενη βαθμίδα της επιφάνειας. Η ένταση του σήματος εξαρτάται από τον κρυσταλλογραφικό προσανατολισμό και τις ανωμαλίες της επιφάνειας. Οι πληροφορίες που συλλέγονται από τη δέσμη των δευτερογενών ηλεκτρονίων αφορούν κυρίως την τοπογραφία της επιφάνειας.
- Οπισθοσκεδαζόμενα ηλεκτρόνια: είναι τα ηλεκτρόνια που προέρχονται από τις ελαστικές συγκρούσεις μεταξύ των πρωτογενών ηλεκτρονίων και των ατόμων των επιφανειακών στρωμάτων (βάθους 100nm). Η ενέργεια τους κυμαίνεται από 5-50 keV και η ένταση του παραγόμενου σήματος εξαρτάται από τον ατομικό αριθμό των στοιχείων της επιφάνειας και από τον κρυσταλλογραφικό προσανατολισμό, ενώ η αντίθεση που δημιουργείται είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που επιτυγχάνεται με τη χρήση των δευτερογενών ηλεκτρονίων. Οι πληροφορίες που συλλέγονται από τα οπισθοσκεδαζόμενα ηλεκτρόνια αφορούν τη χημική σύσταση, την κρυσταλλογραφία και την τοπογραφία της αναλυόμενης επιφάνειας.
- Ακτίνες X: οι ακτίνες X παράγονται από το επιφανειακό στρώμα του δοκιμίου μέχρι βάθους έως 1μm και εξαρτώνται από το είδος των ατόμων της επιφάνειας. Η ανάλυση των εκπεμπόμενων ακτίνων X οδηγεί σε χημική ανάλυση της επιφάνειας η οποία γίνεται συνήθως παράλληλα με την παρατήρηση στο SEM. Το βάθος του πεδίου και η διακριτική ικανότητα στο SEM είναι πολύ μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα μεγέθη του οπτικού-μεταλλογραφικού μικροσκοπίου. Έτσι, σε μεγέθυνση X200, το αντίστοιχο βάθος πεδίου στο SEM είναι 100μm ενώ του οπτικού μικροσκοπίου 0,7μm. Μεγεθύνσεις της τάξης X10000-30000 είναι στις δυνατότητες ενός συνηθισμένου SEM. Συνήθως, οι μεγεθύνσεις που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες εφαρμογές κυμαίνονται από X1000-5000. Λόγω του μεγάλου βάθους πεδίου, η προετοιμασία των δοκιμίων προς εξέταση στο SEM είναι η ελάχιστη δυνατή. Δοκίμια έπειτα από θραύση, κοπή ή λείανση και χημική

προσβολή είναι δυνατό να παρατηρηθούν στο SEM. Η λείανση ακολουθείται συχνά από έντονη χημική προσβολή για την αύξηση του ανάγλυφου της επιφάνειας και κατά συνέπεια και της έντασης του σήματος που προέρχεται από τα δευτερογενή ηλεκτρόνια. [15]



Εικόνα 65. Παραγωγή πρωτογενών ηλεκτροδίων, δευτερογενών ηλεκτρονίων, οπισθοσκεδαζόμενων ηλεκτρονίων, ακτίνων X και ηλεκτρονίων Auger

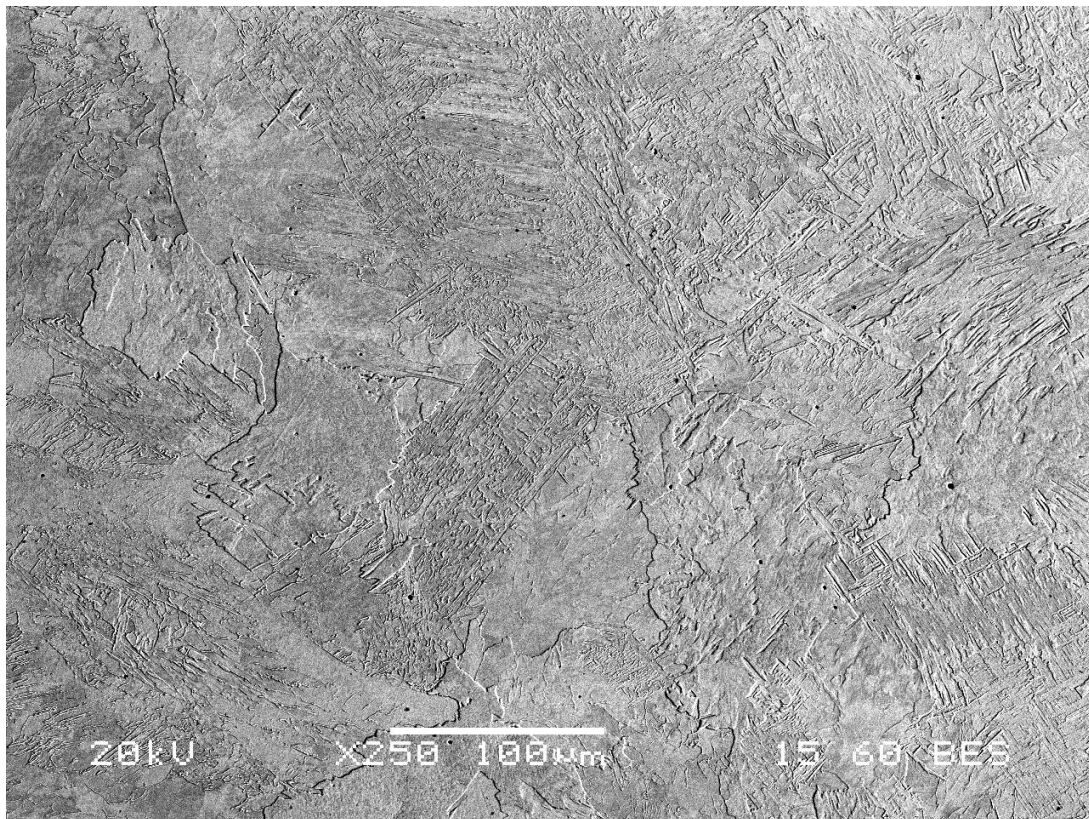
8.1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρατήρηση στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης πραγματοποιήθηκε μόνο για ένα δοκίμιο από κάθε συγκόλληση. Από τη συγκόλληση No1 επιδέχθηκε το δοκίμιο από το σημείο Γ (συμβολισμός 1Γ), από τη συγκόλληση No2 επιλέχθηκε το δοκίμιο από το σημείο Β (συμβολισμός 2Β) και από τη συγκόλληση No3 επιλέχθηκε το δοκίμιο από το σημείο Γ (συμβολισμός 3Γ). Και τα τρία δοκίμια ήταν δοκίμια επιφάνειας της συγκόλλησης και όχι τομής. Οι εικόνες που ελήφθησαν είναι πισοσκεδαζόμενων ηλεκτρονίων.

8.1.2.1 ΔΟΚΙΜΙΟ 1Γ

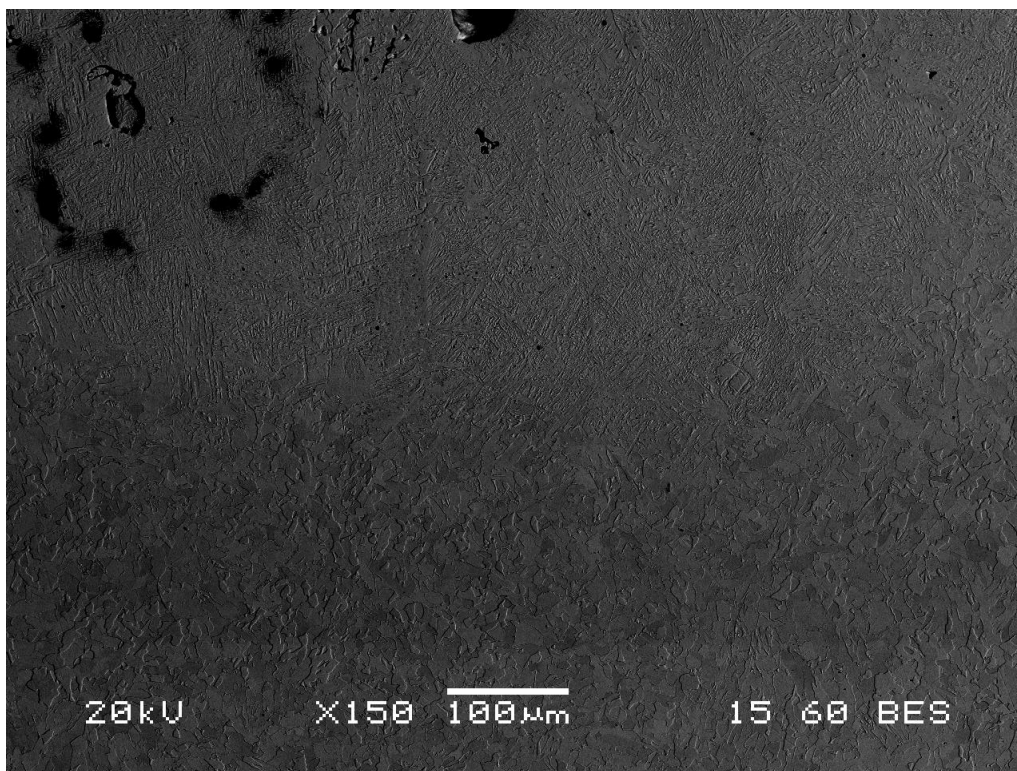


Εικόνα 66. Δοκίμιο 1Γ-Μέταλλο Βάσης

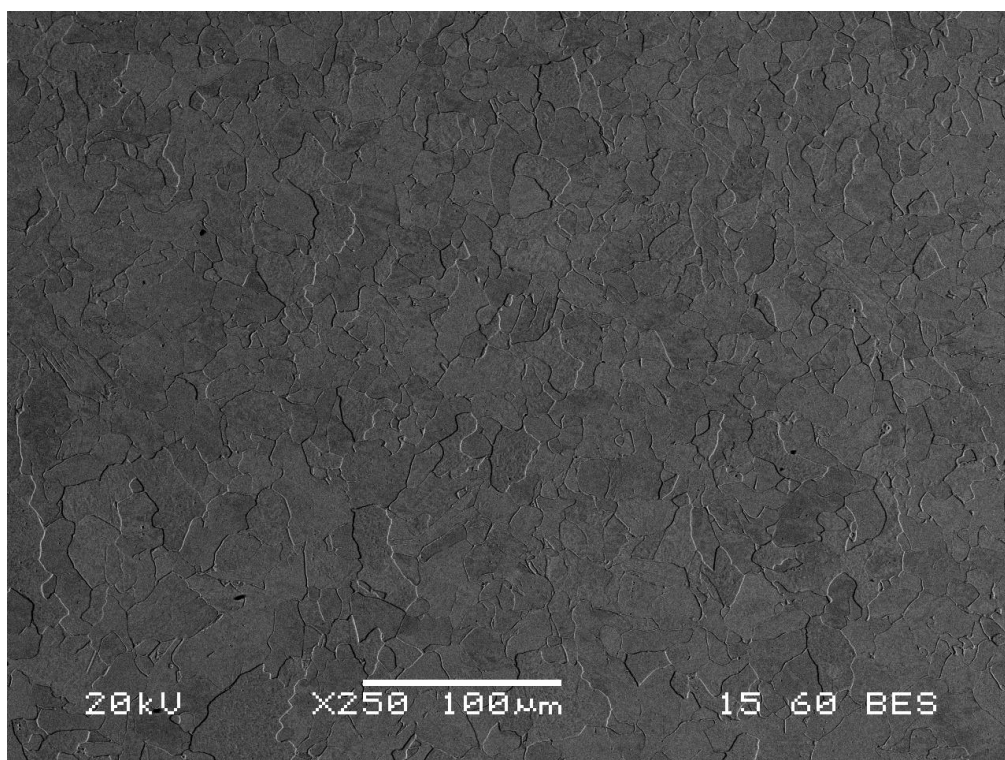


Εικόνα 67. Δοκίμιο 1Γ-Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη

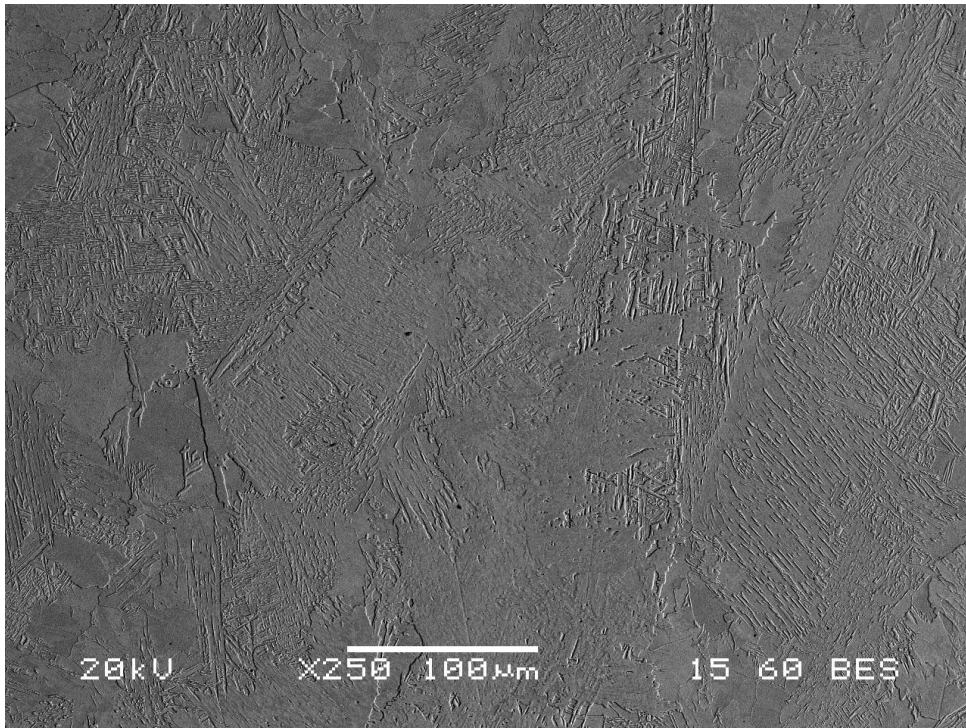
8.1.2.2 ΔΟΚΙΜΙΟ 2B



Εικόνα 68. Δοκίμιο 2B-Μέταλλο βάσης και Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη

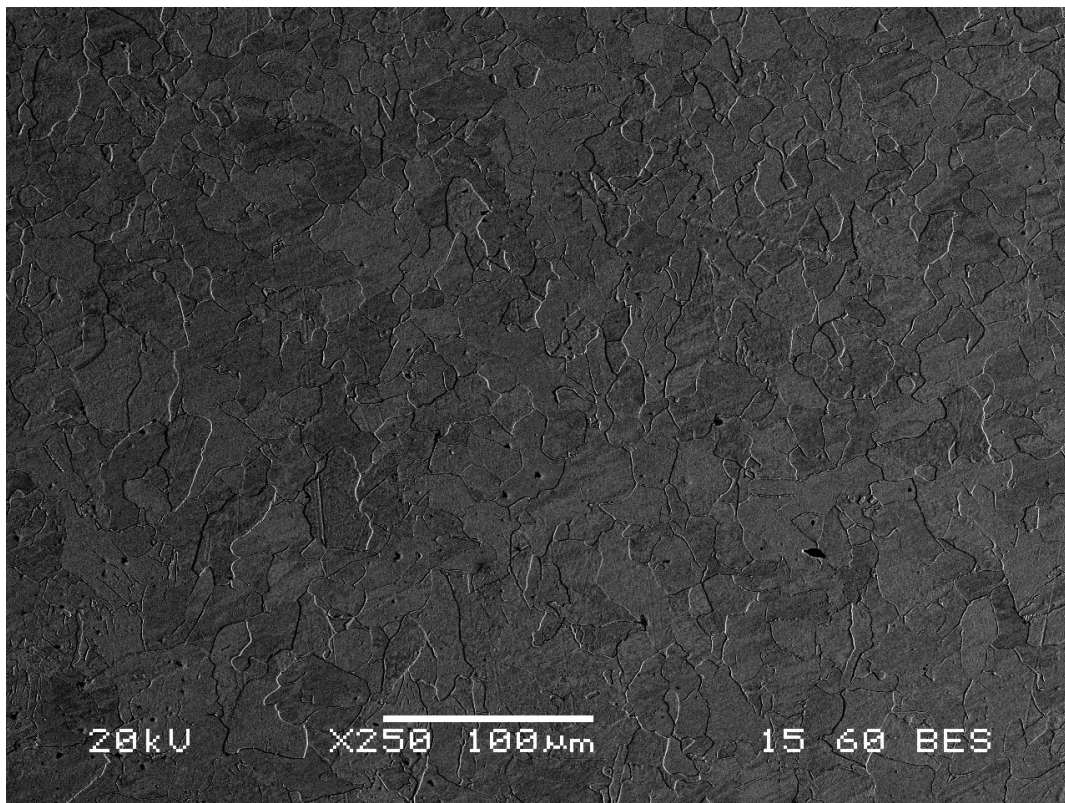


Εικόνα 69. Δοκίμιο 2B-Μέταλλο Βάσης

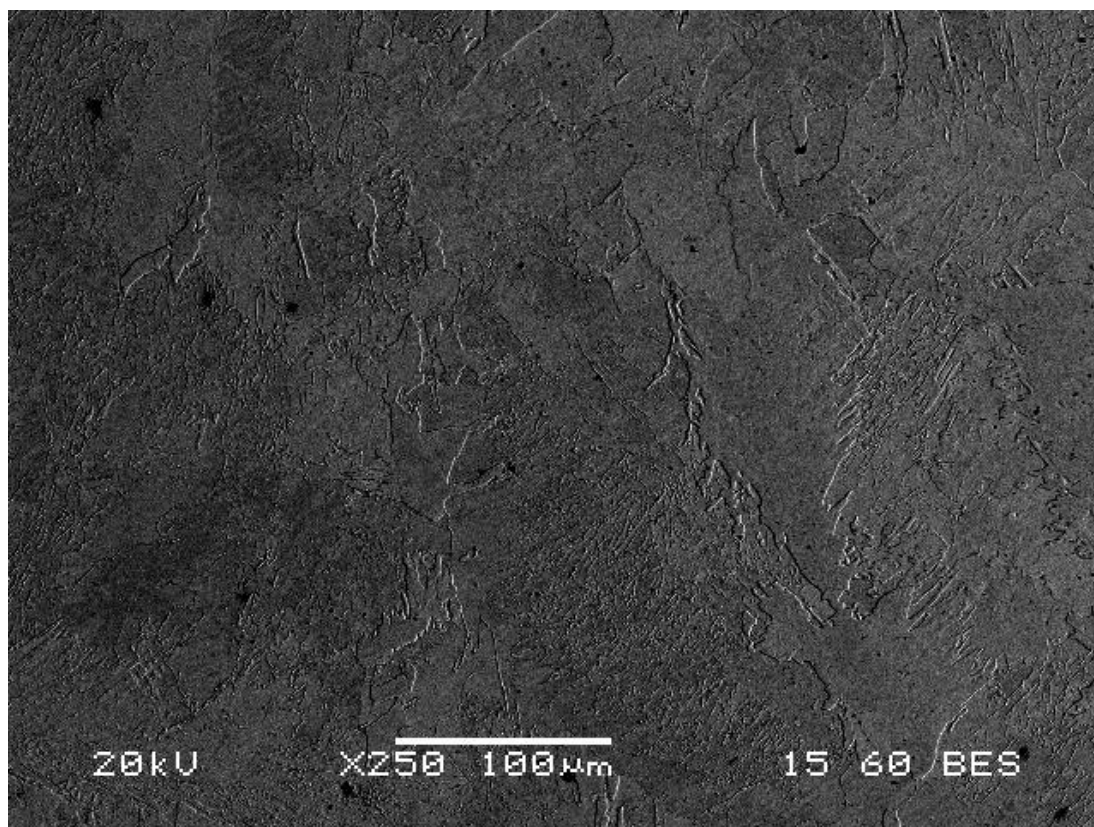


Εικόνα 70. Δοκίμιο 2B-Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη

8.1.2.3 ΔΟΚΙΜΙΟ 3Γ



Εικόνα 71. Δοκίμιο 3Γ-Μέταλλο Βάσης

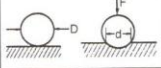



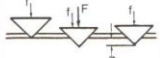



Εικόνα 72. Δοκίμιο 3Γ-Θερμικά Επηρεασμένη Ζώνη

Κεφάλαιο 9

9.1 ΘΕΩΡΙΑ ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΡΗΣΗΣ

Στη φυσική μεταλλουργία ως *σκληρότητα ενός υλικού* ονομάζεται η αντίσταση που προβάλλει το υλικό αυτό στην κάθετη διείσδυση ενός άλλου σώματος μεγαλύτερης σκληρότητας από αυτή του εξεταζόμενου υλικού. Η σκληρότητα είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μικρότερη είναι η διείσδυση του σκληρού υλικού αναφοράς. Στις δοκιμές σκληρότητας εφαρμόζουμε σταθερή δύναμη σε μία αιχμή για καθορισμένο χρόνο. Το πηλίκο της δύναμης που χρησιμοποιήθηκε προς την επιφάνεια του αποτυπώματος που προκλήθηκε μας δίνει το μέτρο σκληρότητας. Για τη μέτρηση της σκληρότητας χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι με διαφορετικό υλικό διεισδυτή, κλίμακα επιβαλλόμενων φορτίων και μετρούμενα μεγέθη. Στην εικόνα 69 παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των μεθόδων μέτρησης.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΙΕΙΣΔΥΤΗ	ΦΟΡΤΙΟ (F)	ΑΡΧΗ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ
Brinell	Σφαίρα σκληρού χάλυβα ή καρβιδίου με διάμετρο 10mm	500 ή 3000kg		Διάμετρος αποτυπώματος (d)	$HB = \frac{2F}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$
Vickers	Πυραμίδα διαμαντιού τετραγωνικής βάσης με γωνία κορυφής 136° 	σκληρομέτρηση 5-100kg μικροσκληρομέτρηση 5-1000g		Διαγώνιος αποτυπώματος (d)	$HV = \frac{1,854 F}{d^2}$
Rockwell C	Κώνος διαμαντιού με γωνία κορυφής 120° 	προφόρτιση (f) 10kg φόρτιση (F) 150kg		Βάθος αποτυπώματος (z)	HRC = f(z)
Rockwell B	Σφαίρα σκληρού χάλυβα με διάμετρο 1,59mm	προφόρτιση (f) 10kg φόρτιση (F) 100kg	Ίδια αρχή με την Rockwell C	Βάθος αποτυπώματος (z)	HRB = f(z)
Knoop	Πυραμίδα από διαμάντι  l/b = 7,11 b/t = 4,00	5-1000g	Ίδια αρχή με την Vickers	Διαγώνιος αποτυπώματος (l)	$KHN = \frac{14,2 F}{l^2}$

Εικόνα 73. Χαρακτηριστικά των κυριότερων μεθόδων μέτρησης της σκληρότητας

9.1.1 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ VICKERS

Στη μέθοδο Vickers ο διεισδυτής είναι μια αδαμάντινη πυραμίδα, τετραγωνικής βάσης, της οποίας η κορυφή είναι 136°, - είναι η γωνία που σχηματίζουν οι

εφαπτόμενες στη σφαίρα Brinell όταν $d/D=0,375$. Η σκληρότητα Vickers, για την κλίμακα από 5 έως 1000 Vickers δίνεται σε Kg/mm^2 και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$HV_{0.05} = \frac{F}{A} = \frac{136F}{d^2} \quad (9.1)$$

Όπου F είναι η εφαρμοζόμενη δύναμη (5-120 kg) για 15 s, και d είναι η μέση τιμή των διαγωνίων του αποτυπώματος.

Όταν οι μετρήσεις σκληρότητας γίνονται με την εφαρμογή πολύ μικρών φορτίων, της τάξης μερικών δεκάδων γραμμαρίων (5-1000g) τότε αυτές καλούνται μικροσκληρομετρήσεις. Πρόκειται για μετρήσεις Vickers. Η μικροσκληρομέτρηση επιτρέπει τη μελέτη της σκληρότητας σε μια πολύ μικρή περιοχή του υλικού. Τα μετρούμενα δοκίμια θα πρέπει να έχουν εξαιρετικά λείες επιφάνειες και για το σκοπό αυτό υποβάλλονται σε κατάλληλη μεταλλογραφική προετοιμασία. Ο προσδιορισμός της περιοχής μικροσκληρομέτρησης καθώς και η μέτρηση των διαγωνίων του αποτυπώματος γίνεται με τη βοήθεια οπτικού μικροσκοπίου.[15,16]

9.1.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ

- Η σκληρότητα είναι πολύπλοκη ιδιότητα μη συνδεδεμένη με άλλα χαρακτηριστικά του μετάλλου ή του κράματος
- Ο χρόνος εφαρμογής του φορτίου F επί του διεισδυτή μεταβάλλει σημαντικά τις διαστάσεις του ίχνους, άρα πρέπει να προσδιορίζεται προσεκτικά.
- Είναι απαραίτητο να γίνονται περισσότερες από μία μετρήσεις σε σημεία που απέχουν πολύ το ένα από το άλλο, ώστε αυτές να μην αλληλοεπηρεάζονται και λαμβάνεται ο μέσος όρος των μετρήσεων. Εάν d είναι η διάμετρος ενός αποτυπώματος, τότε οι γειτονικές μετρήσεις θα πρέπει να γίνουν σε ικανή απόσταση x από αυτό, τουλάχιστον $x \geq 2,5d$, ώστε αυτές να μην επηρεάζονται από την προϋπάρχουσα πλαστική παραμόρφωση, λόγω σκληρομέτρησης.
- Η κατάσταση της επιφάνειας του δοκιμίου παίζει σημαντικό ρόλο στη μέτρηση.

- Η δοκιμή Rockwell χρησιμοποιείται για σκληρομέτρηση μεταλλικών δοκιμίων οποιασδήποτε σκληρότητας.
- Στην εικόνα 70 παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές τιμές σκληρότητας διάφορων υλικών στις τρεις κλίμακες.

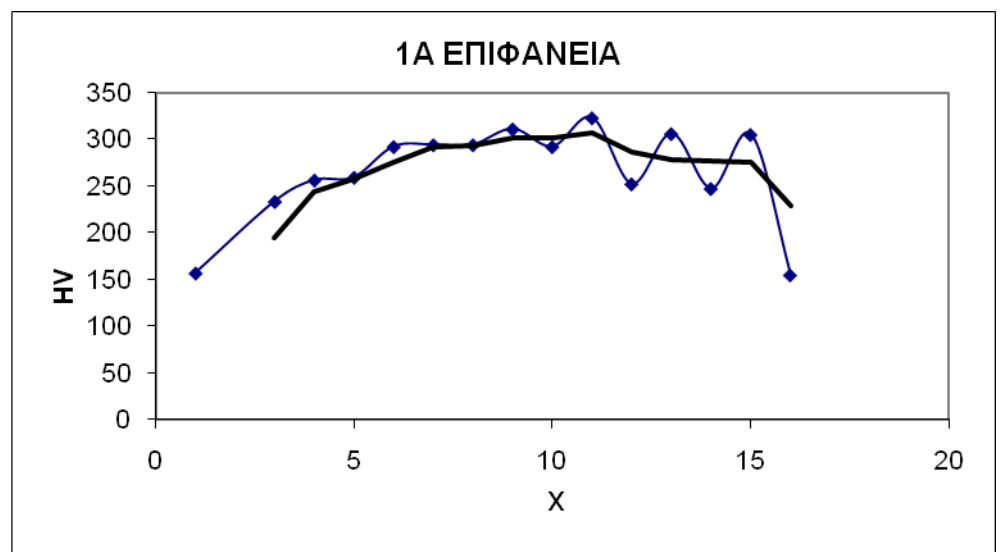
ΥΛΙΚΟ	Brinell			Rockwell B
	500 kg	3000 kg	Vickers	
Σίδηρος Armco	66	73	71	31
Ανοπτημένος μαλακός χάλυβας	107	117	123	70
Ανοπτημένος ανοξειδωτος χάλυβας	121	145	153	80
Ελασμένος χαλκός	99	83	110	55
Ανοπτημένος μπρούντζος	72	82	77	40
Ελασμένος μπρούντζος	174	178	189	91
Ανοπτημένο Al	23	-	25	-
Κράματα μαγνησίου	63	-	63	21

Εικόνα 74. Χαρακτηριστικές τιμές σκληρότητας διάφορων υλικών στις τρεις κλίμακες

9.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

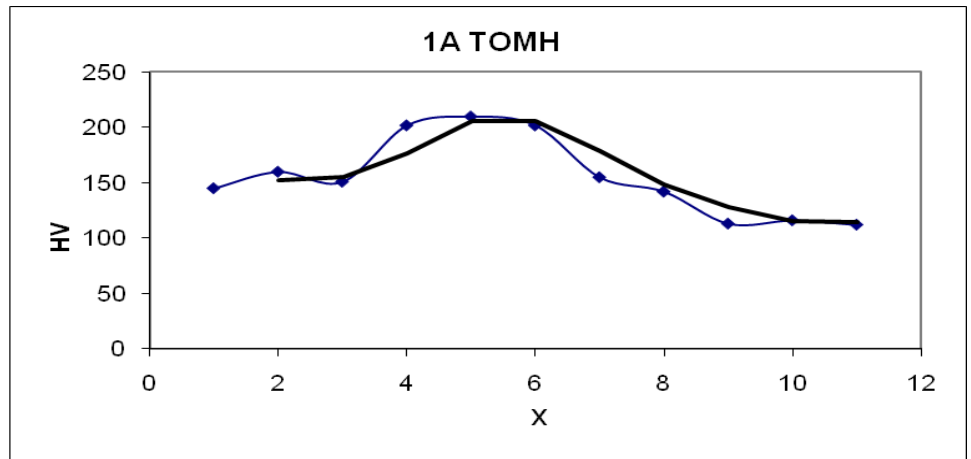
Οι μικροσκληρομετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο του ΕΛ.Κ.Ε.ΜΕ και έγιναν μετρήσεις και για τα 18 δοκίμια. Το φορτίο ήταν σταθερό και ίσο με 0,1Kg και ο χρόνος μέτρησης ήταν 10s. Το βήμα των μετρήσεων ήταν επίσης σταθερό και ίσο με 2000. Τα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα.

1Α ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	156
3	233
4	256
5	259
6	292
7	294
8	294
9	311
10	292
11	323
12	252
13	306
14	247
15	305
16	154



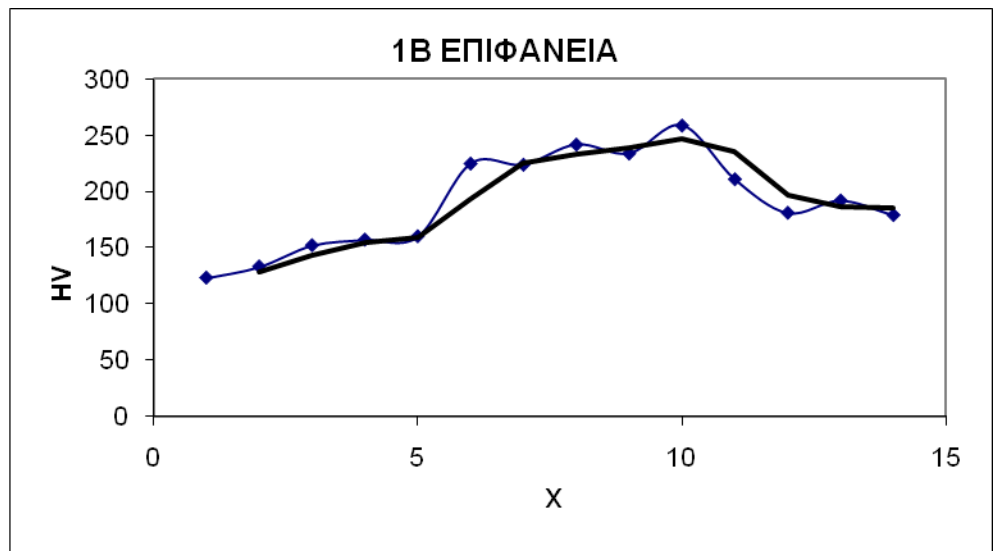
Σχήμα 127. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 1Α –Επιφάνεια Συγκόλλησης

1Α ΤΟΜΗ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	145
2	160
3	151
4	202
5	210
6	202
7	155
8	142
9	113
10	116
11	112



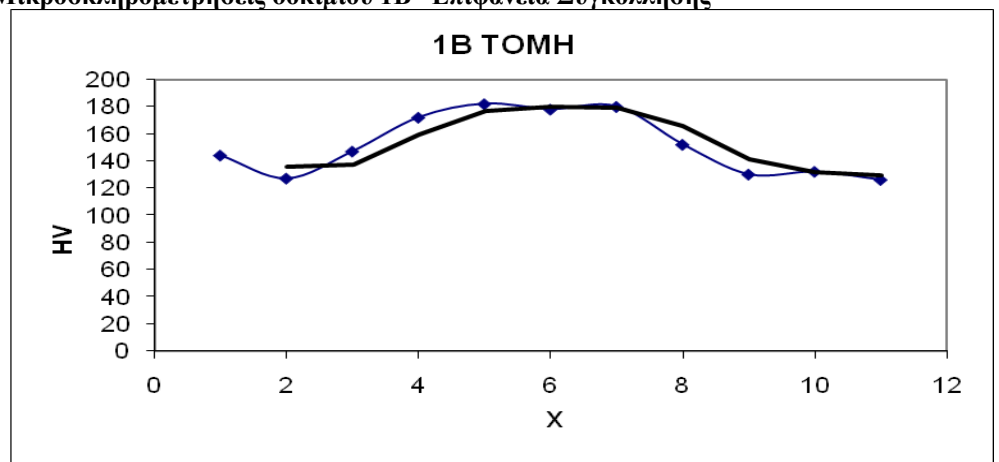
Σχήμα 128. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 1Α – Τομή Συγκόλλησης

1Β ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	123
2	133
3	152
4	157
5	160
6	225
7	224
8	242
9	234
10	259
11	211
12	181
13	192
14	179



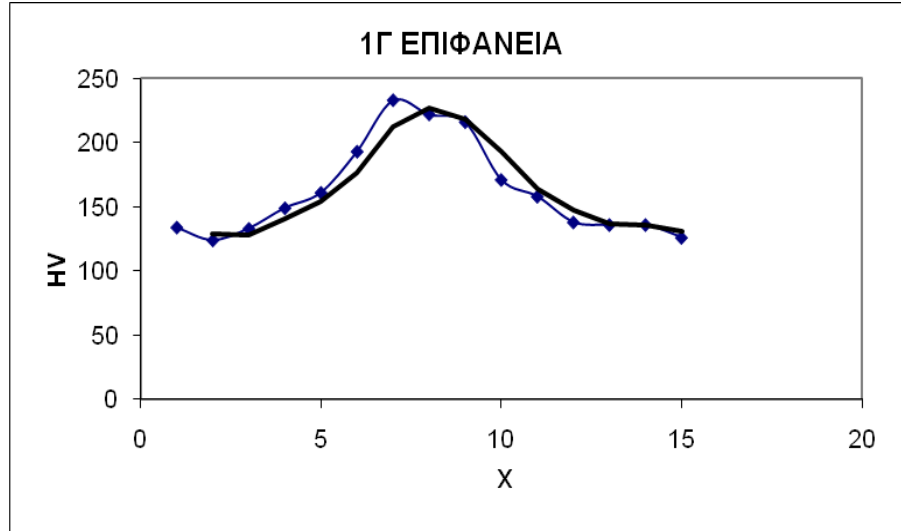
Σχήμα 129. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 1Β –Επιφάνεια Συγκόλλησης

1Β ΤΟΜΗ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	144
2	127
3	147
4	172
5	182
6	178
7	180
8	152
9	130
10	132
11	126



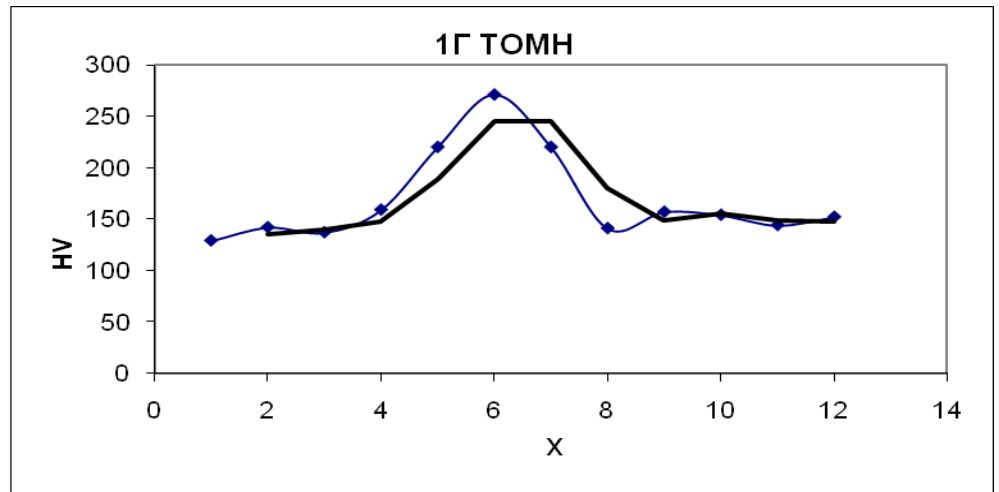
Σχήμα 130. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 1Β –Επιφάνεια Τομή

1Γ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	134
2	124
3	133
4	149
5	161
6	193
7	233
8	222
9	216
10	171
11	158
12	138
13	136
14	136
15	126



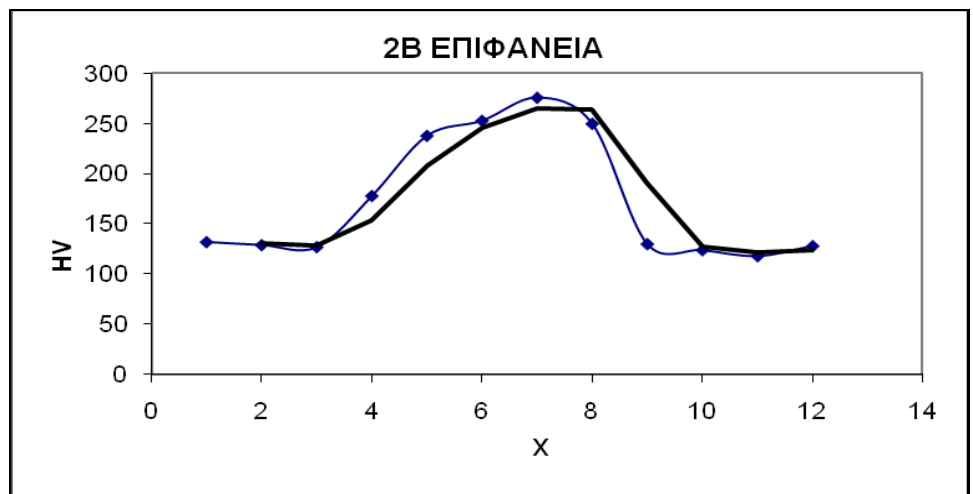
Σχήμα 131. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 1Γ –Επιφάνεια Συγκόλλησης

1Γ ΤΟΜΗ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	129
2	142
3	137
4	159
5	220
6	271
7	220
8	141
9	157
10	154
11	144
12	152



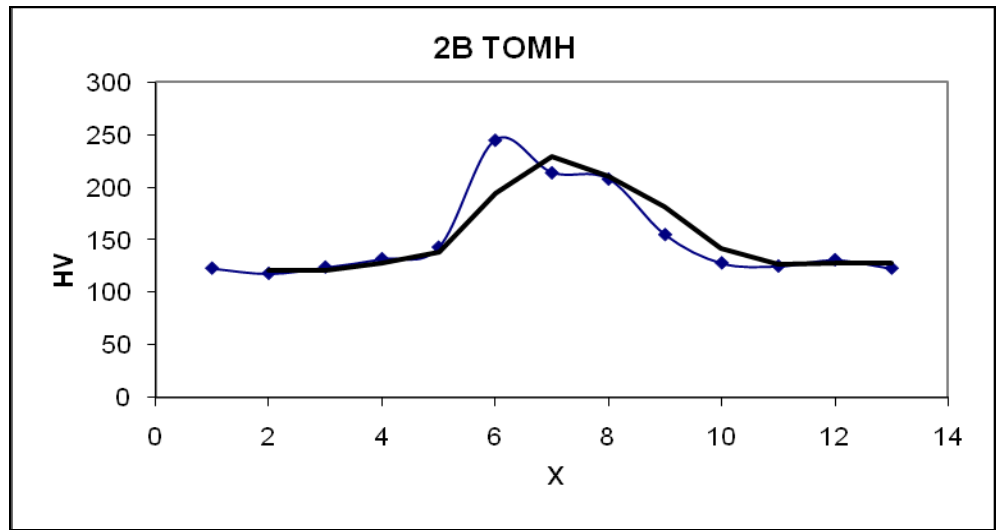
Σχήμα 132. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 1Γ – Τομή Συγκόλλησης

2B ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	132
2	129
3	127
4	178
5	238
6	253
7	276
8	250
9	130
10	124
11	118
12	128



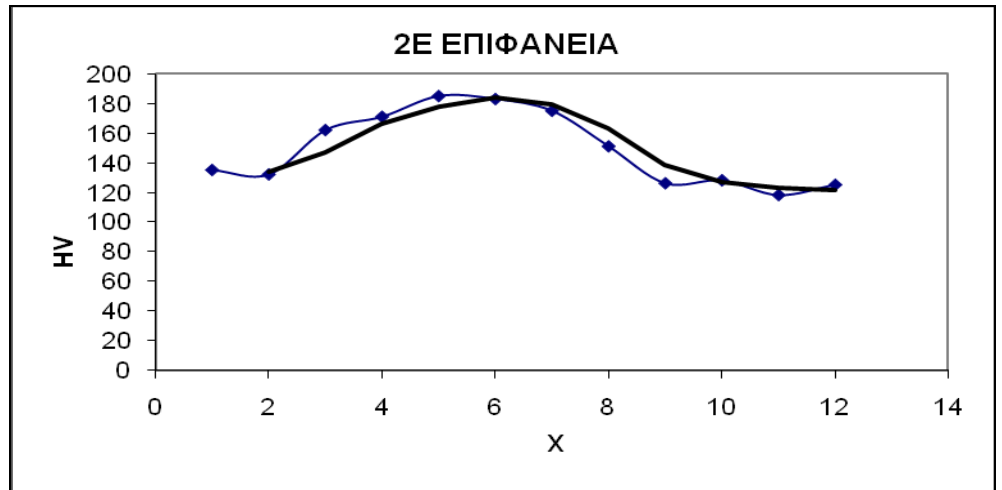
Σχήμα 133. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 2B –Επιφάνεια Συγκόλλησης

2B ΤΟΜΗ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	123
2	118
3	124
4	132
5	143
6	245
7	214
8	208
9	155
10	128
11	125
12	131
13	123



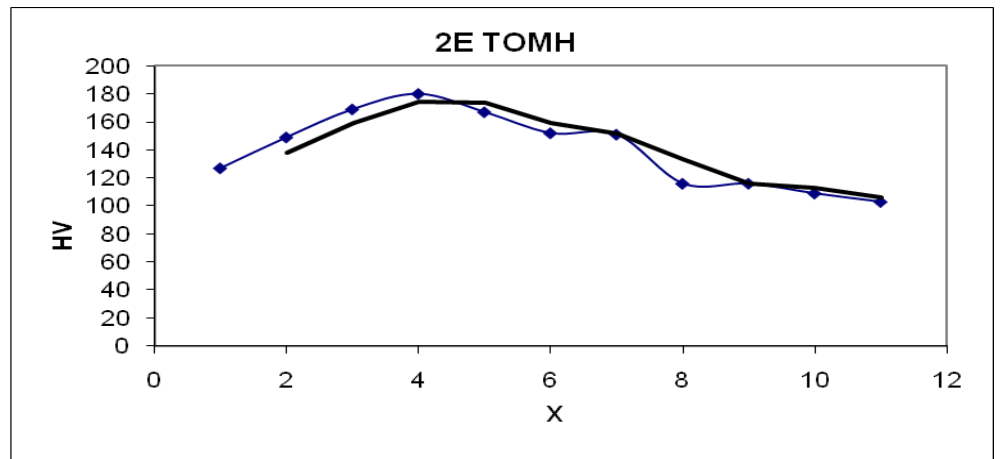
Σχήμα 134. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 2B – Τομή Συγκόλλησης

2E ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	135
2	132
3	162
4	171
5	185
6	183
7	175
8	151
9	126
10	128
11	118
12	125



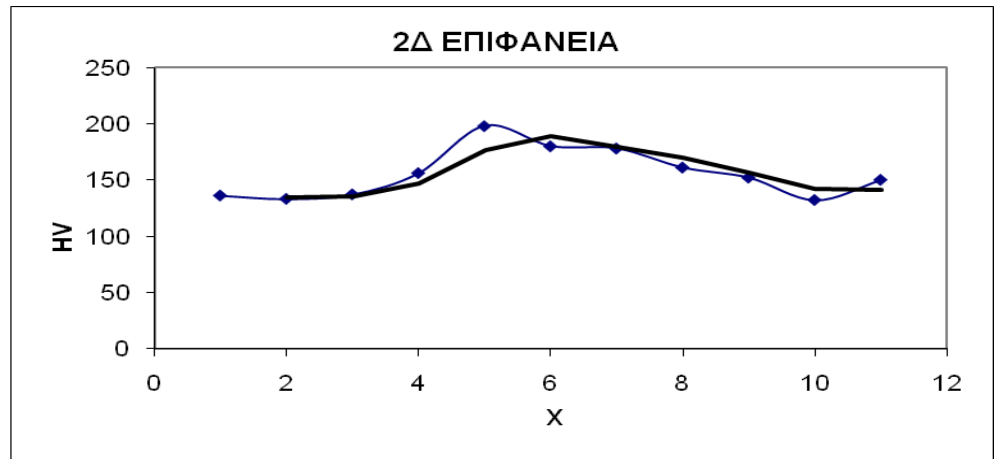
Σχήμα 135. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 2E –Επιφάνεια Συγκόλλησης

2E ΤΟΜΗ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	127
2	149
3	169
4	180
5	167
6	152
7	151
8	116
9	116
10	109
11	103



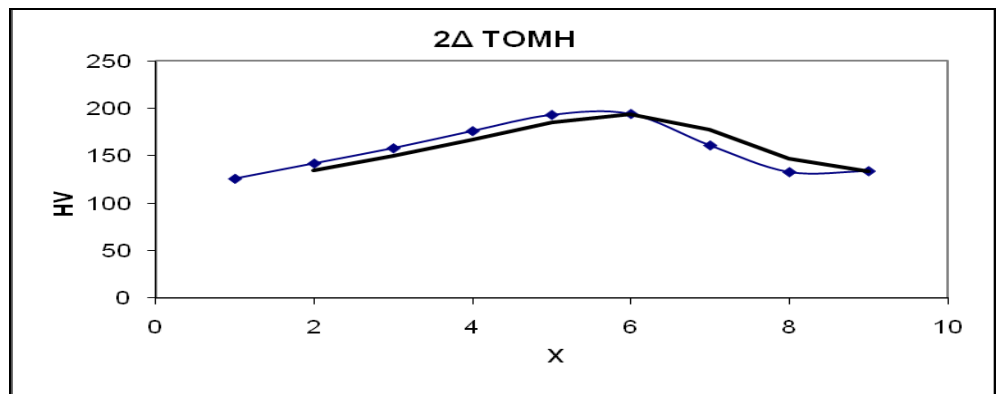
Σχήμα 136. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 2E – Τομή Συγκόλλησης

2Δ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	136
2	133
3	137
4	156
5	198
6	180
7	178
8	161
9	152
10	132
11	150



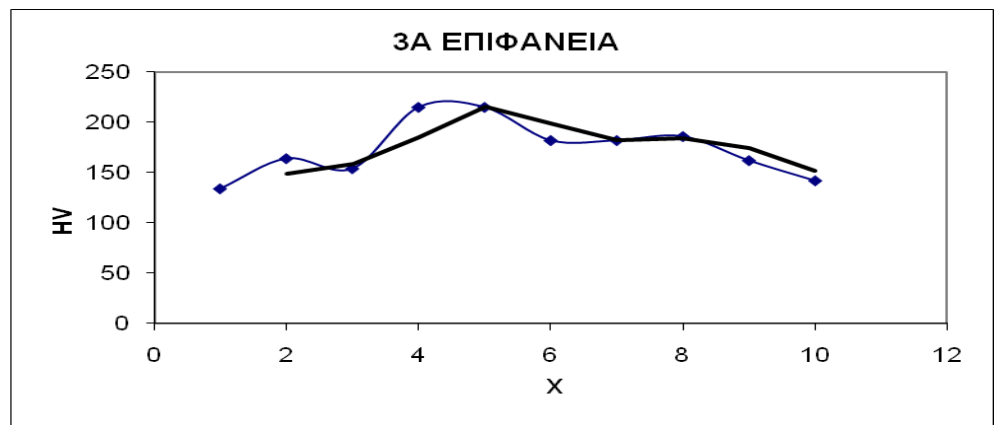
Σχήμα 137. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 2Δ –Επιφάνεια Συγκόλλησης

2Δ ΤΟΜΗ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	126
2	142
3	158
4	176
5	193
6	194
7	161
8	133
9	134



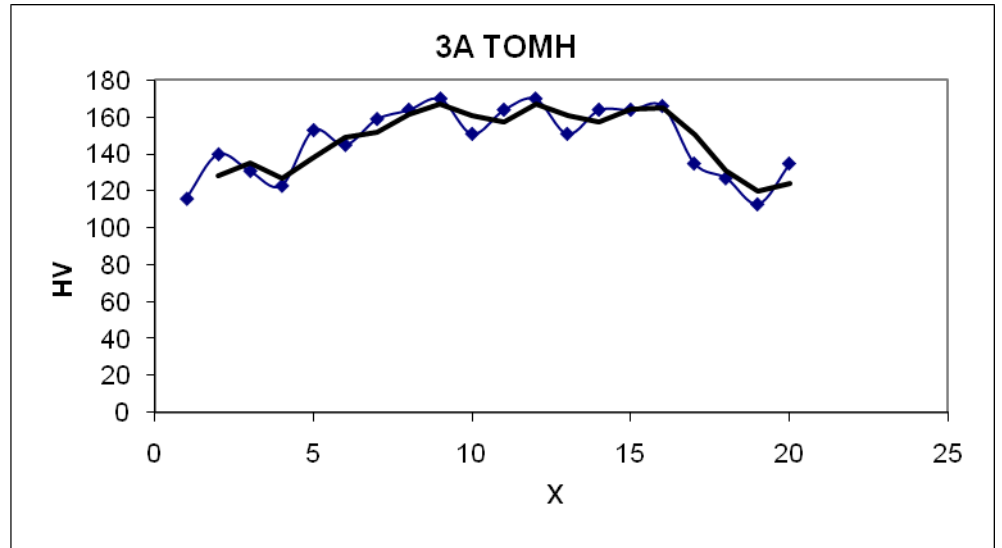
Σχήμα 138. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 2Δ – Τομή Συγκόλλησης

3Α ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	134
2	164
3	154
4	215
5	215
6	182
7	182
8	186
9	162
10	142



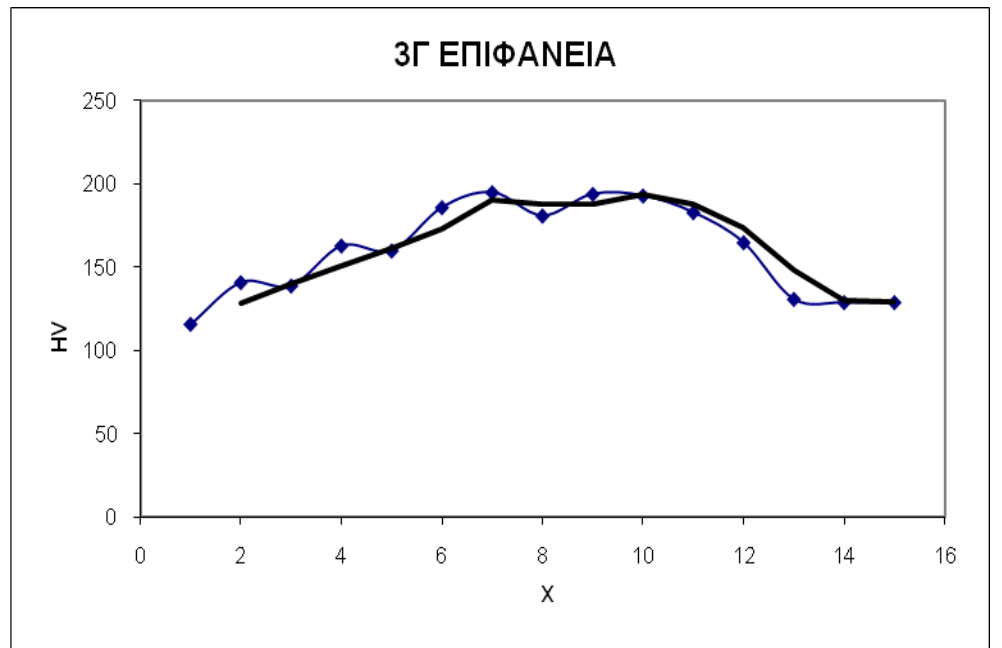
Σχήμα 139. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 3Α –Επιφάνεια Συγκόλλησης

3Α ΤΟΜΗ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	116
2	140
3	131
4	123
5	153
6	145
7	159
8	164
9	170
10	151
11	164
12	170
13	151
14	164
15	164
16	166
17	135
18	127
19	113
20	135



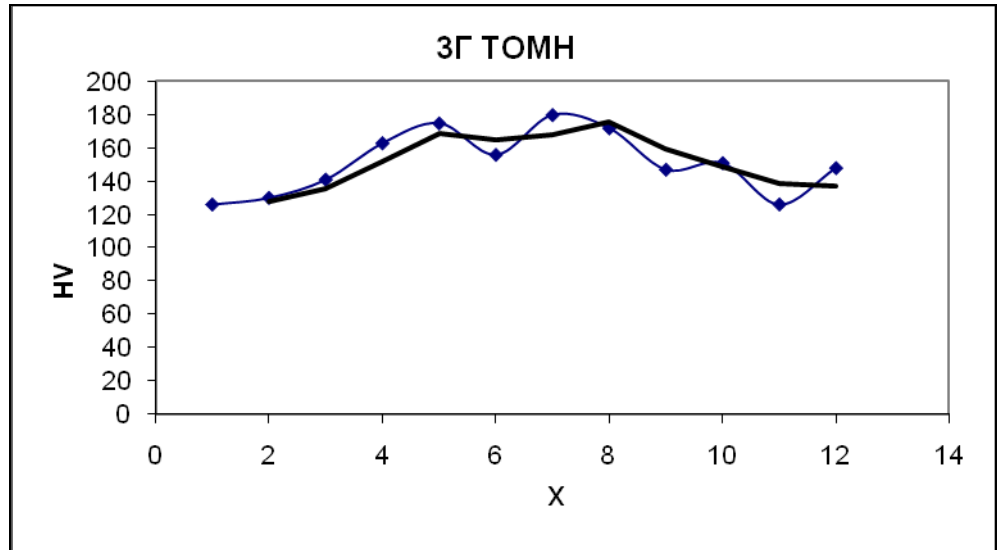
Σχήμα 140. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 3Α – Τομή Συγκόλλησης

3Γ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	116
2	141
3	139
4	163
5	160
6	186
7	195
8	181
9	194
10	193
11	183
12	165
13	131
14	129
15	129



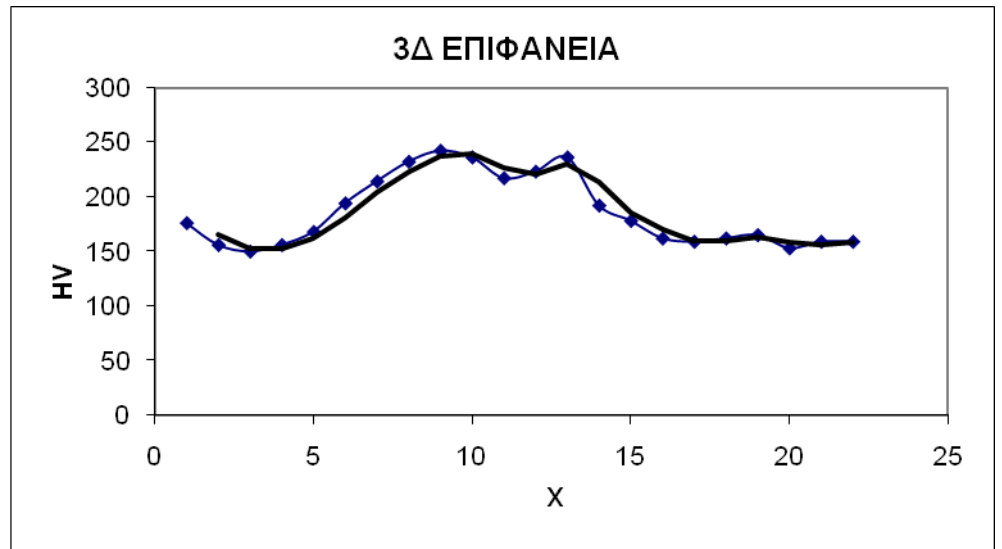
Σχήμα 141. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 3Γ –Επιφάνεια Συγκόλλησης

3Γ ΤΟΜΗ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	126
2	130
3	141
4	163
5	175
6	156
7	180
8	172
9	147
10	151
11	126
12	148



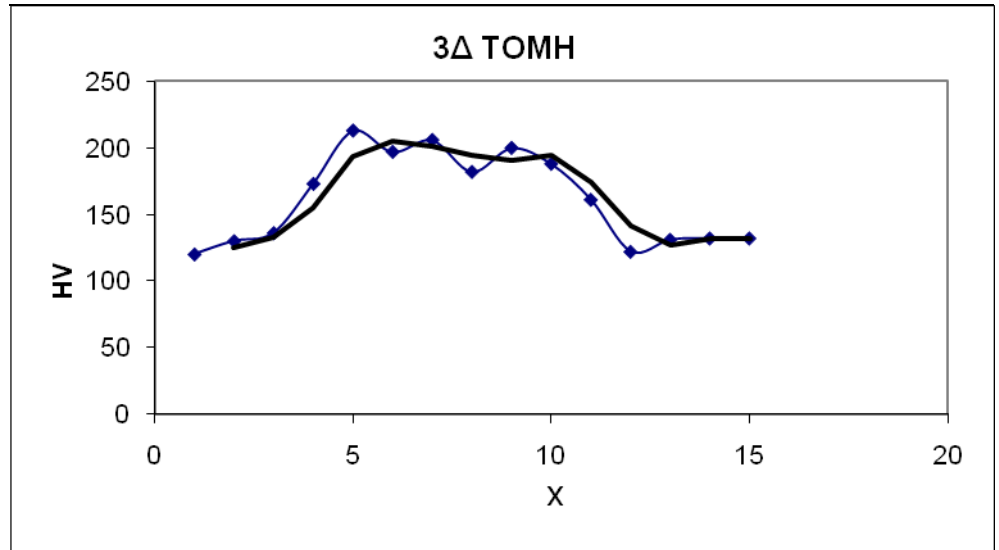
Σχήμα 142. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 3Γ – Τομή Συγκόλλησης

3Δ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	176
2	156
3	150
4	156
5	168
6	194
7	214
8	232
9	242
10	236
11	217
12	223
13	236
14	192
15	178
16	162
17	159
18	162
19	165
20	153
21	159
22	159



Σχήμα 143. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 3Δ –Επιφάνεια Συγκόλλησης

3Δ ΤΟΜΗ	
ΣΗΜΕΙΟ	HV
1	120
2	130
3	136
4	173
5	213
6	197
7	206
8	182
9	200
10	188
11	161
12	122
13	131
14	132
15	132

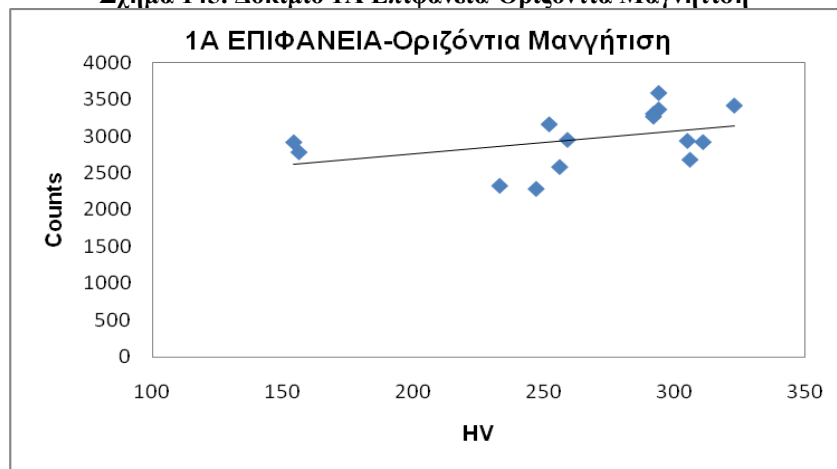


Σχήμα 144. Μικροσκληρομετρήσεις δοκιμίου 3Δ – Τομή Συγκόλλησης

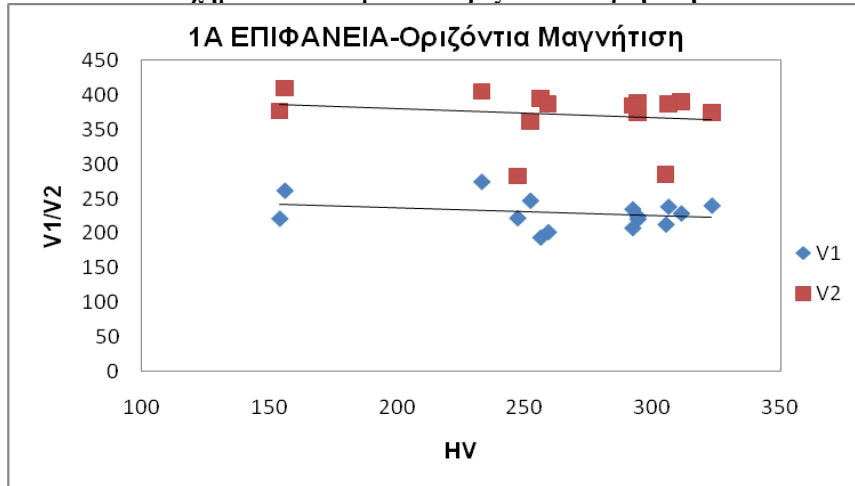
9.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΙΚΡΟΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΘΟΡΥΒΟ BARKHAUSEN

Μετά τις μικροσκληρομετρήσεις ακολούθησε διαγραμματική απεικόνιση των Counts, V1 και V2 συναρτήσει της μικροσκληρότητας για τη διαπίστωση της μεταξύ τους σχέσης.

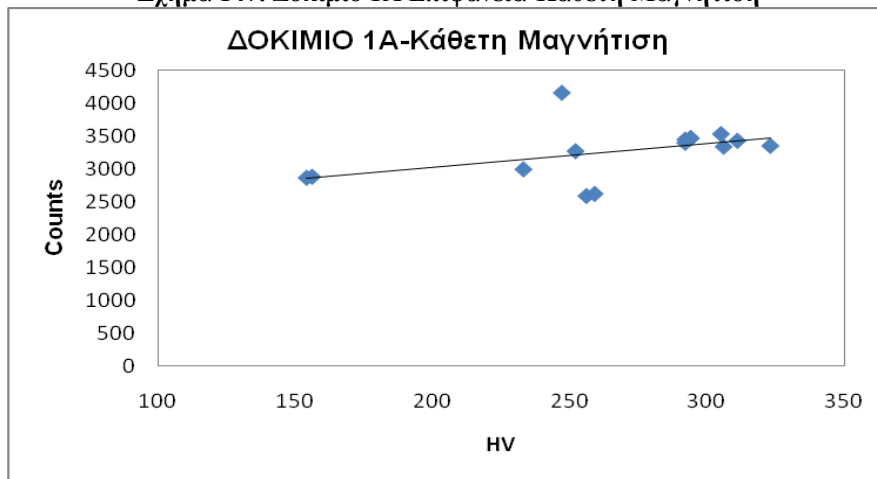
Σχήμα 145. Δοκίμιο 1Α Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση-



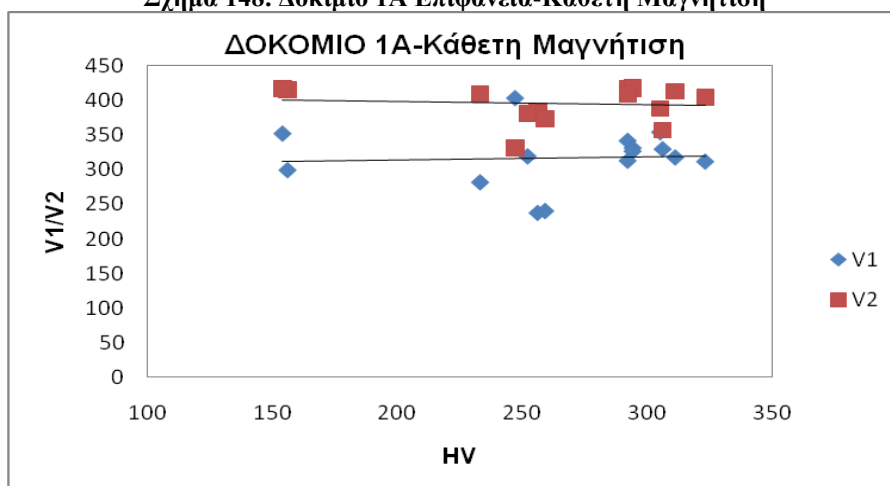
Σχήμα 146. Δοκίμο 1Α-Οριζόντια Μαγνήτιση



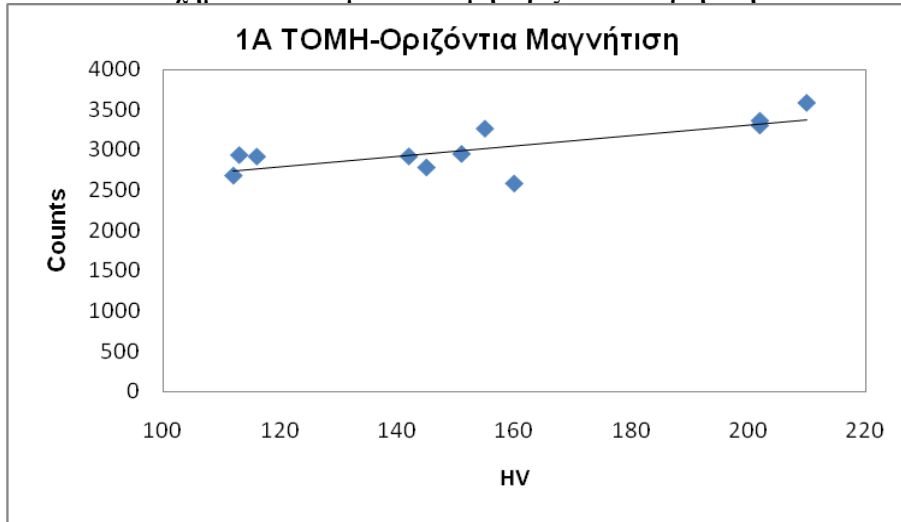
Σχήμα 147. Δοκίμο 1Α Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



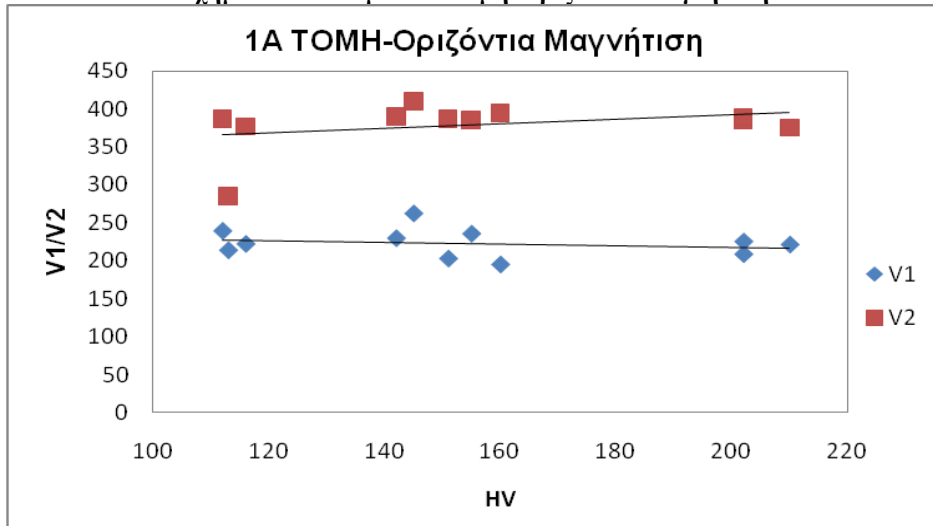
Σχήμα 148. Δοκίμο 1Α Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



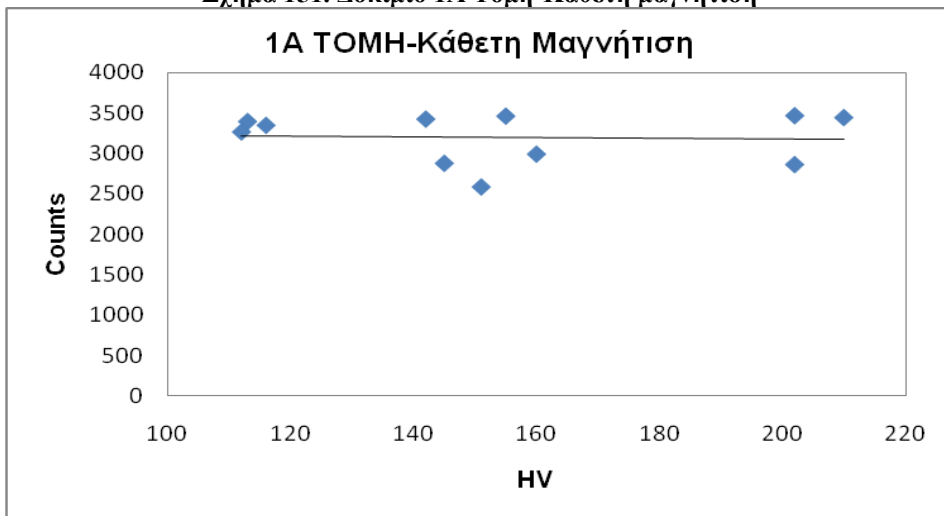
Σχήμα 149. Δοκίμιο 1A Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



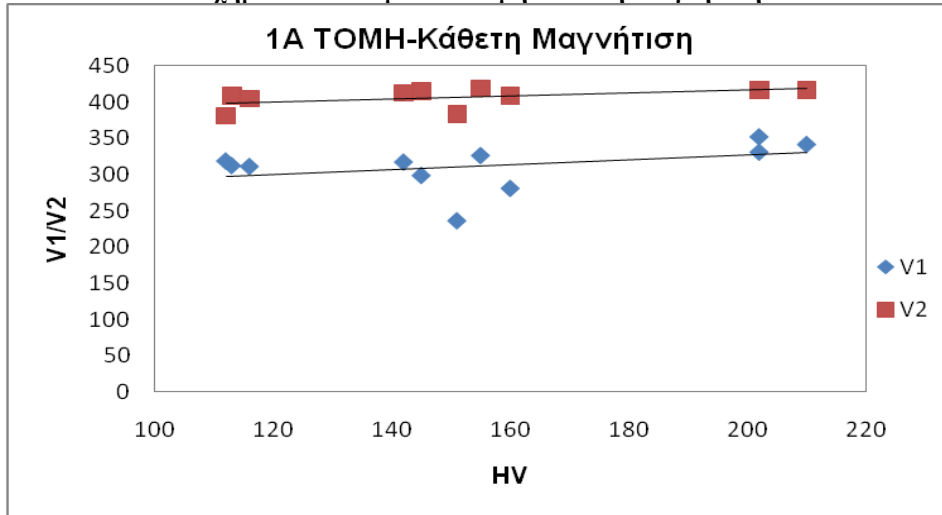
Σχήμα 150. Δοκίμιο 1A Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



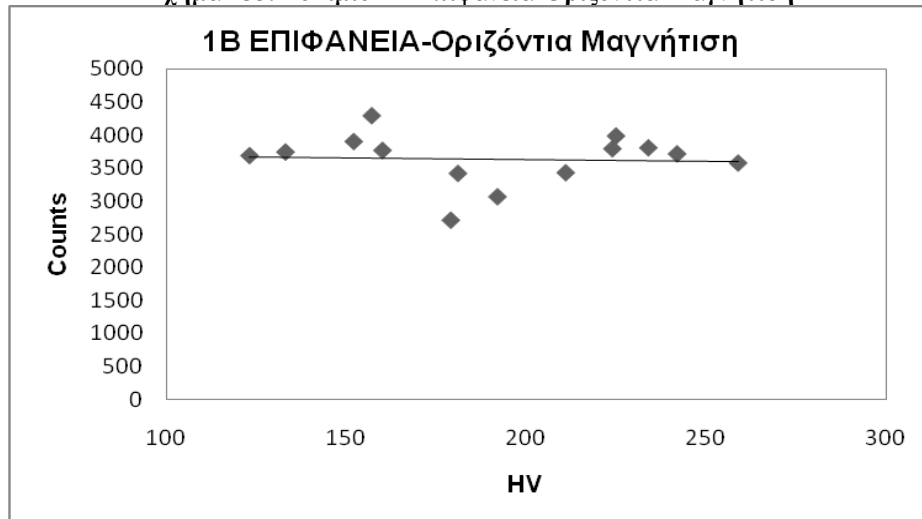
Σχήμα 151. Δοκίμιο 1A Τομή-Κάθετη μαγνήτιση



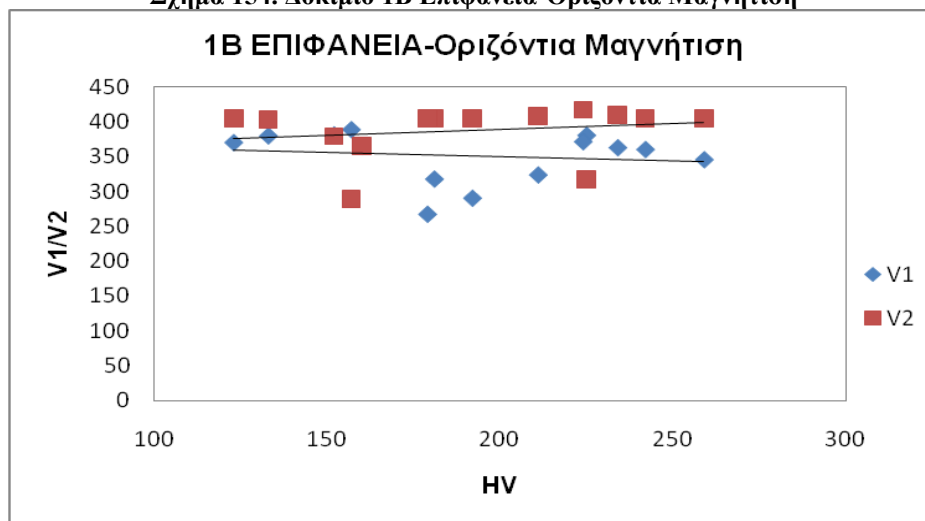
Σχήμα 152. Δοκίμιο 1A Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



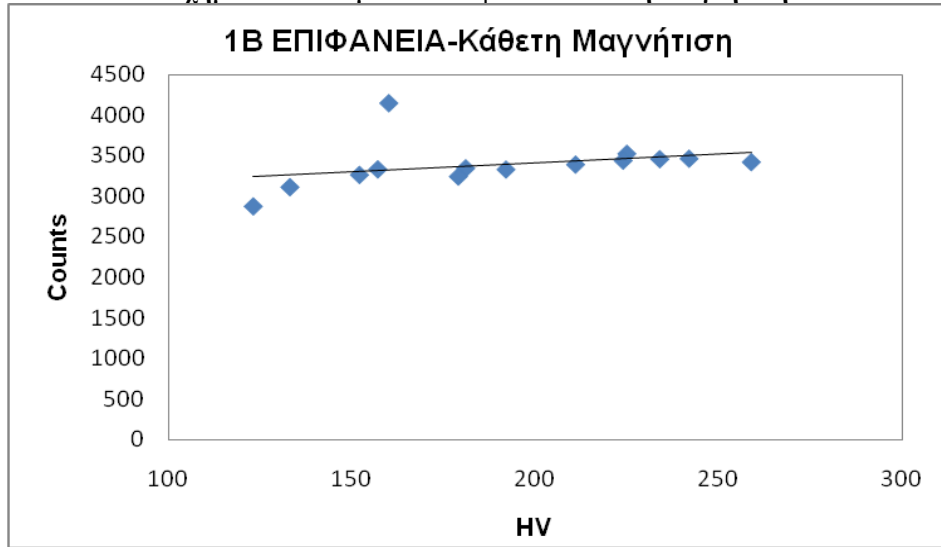
Σχήμα 153. Δοκίμιο 1B Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



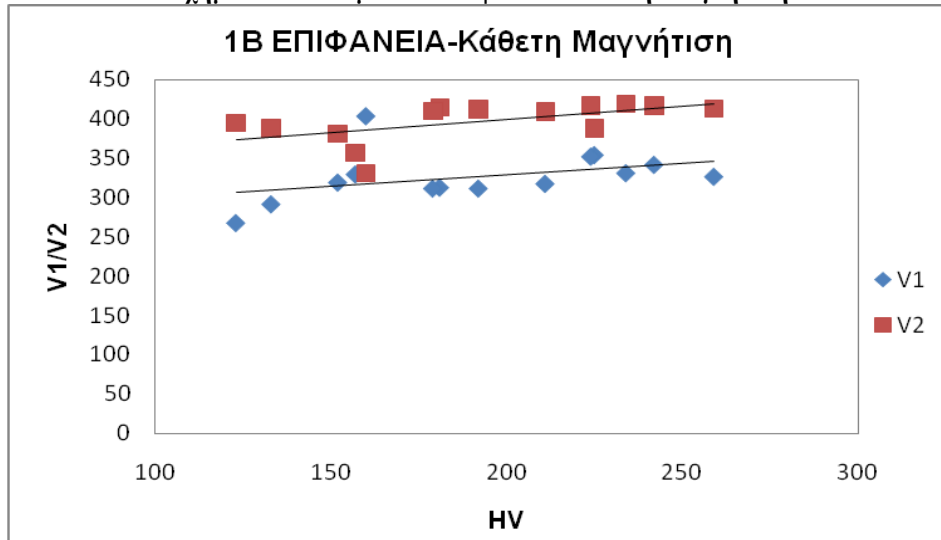
Σχήμα 154. Δοκίμιο 1B Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



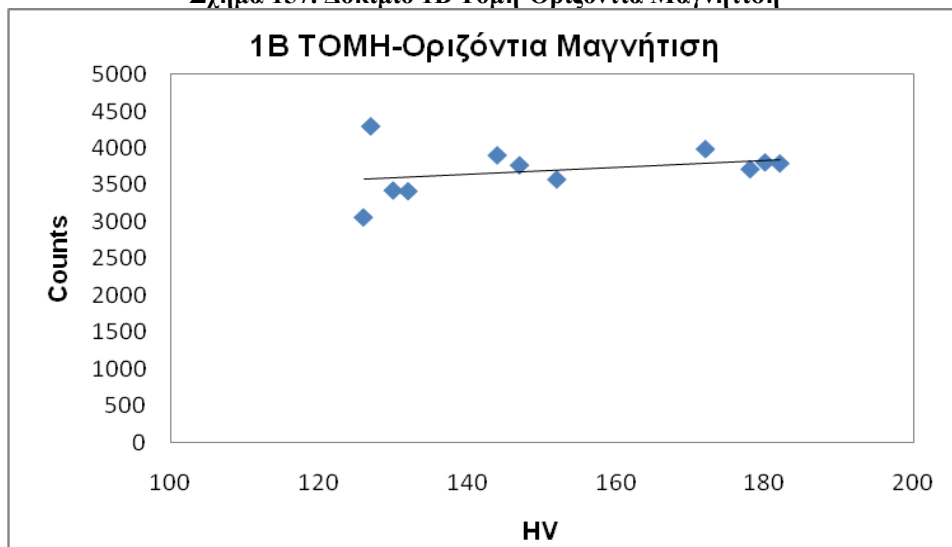
Σχήμα 155. Δοκίμο 1B Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



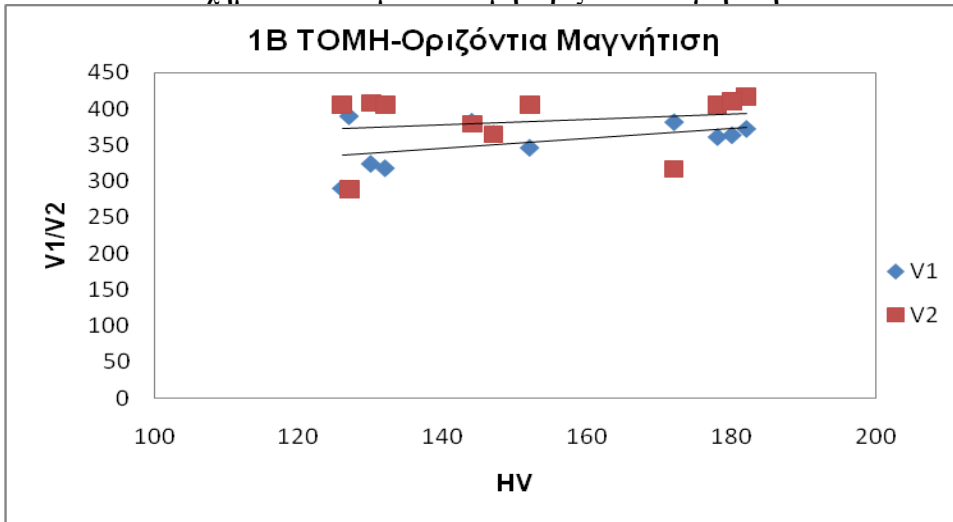
Σχήμα 156. Δοκίμο 1B Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



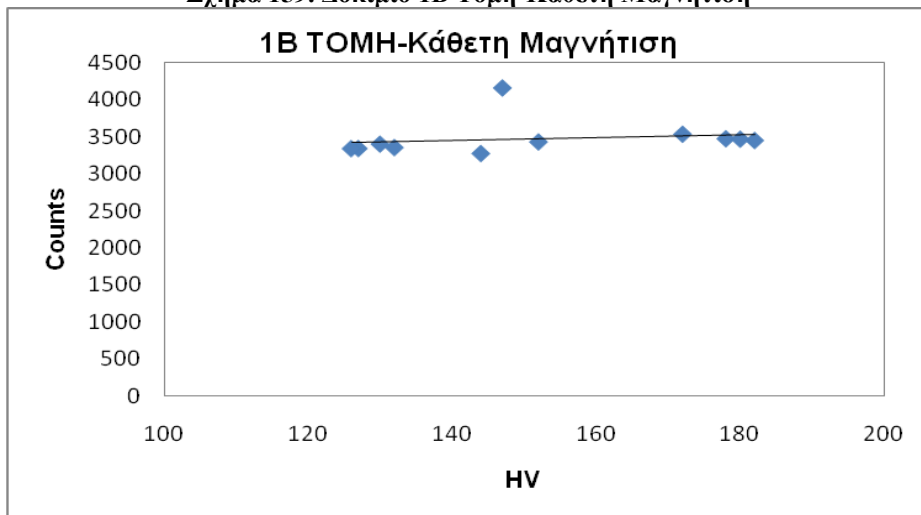
Σχήμα 157. Δοκίμο 1B Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



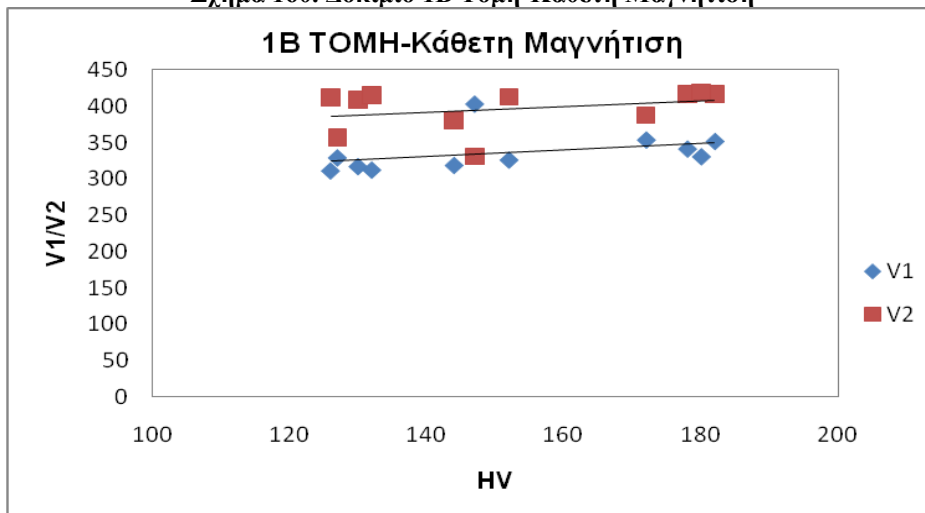
Σχήμα 158. Δοκίμιο 1B Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



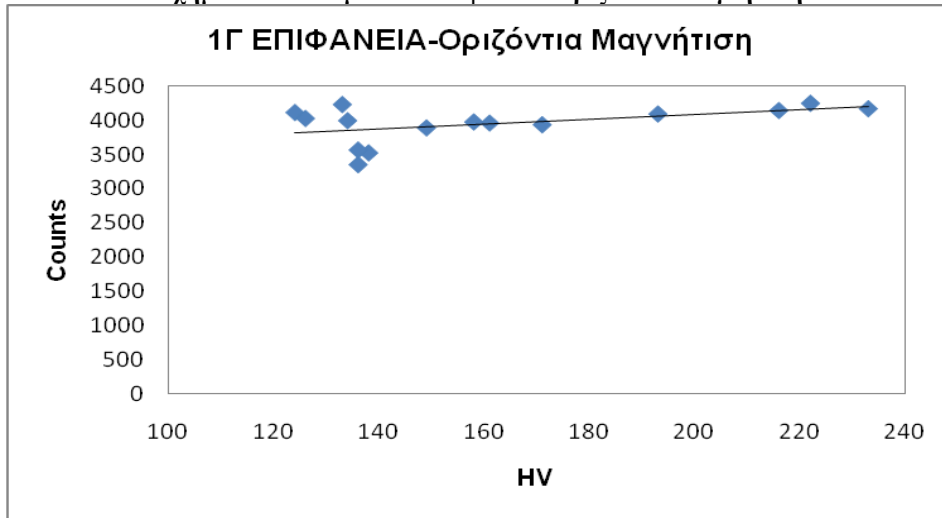
Σχήμα 159. Δοκίμιο 1B Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



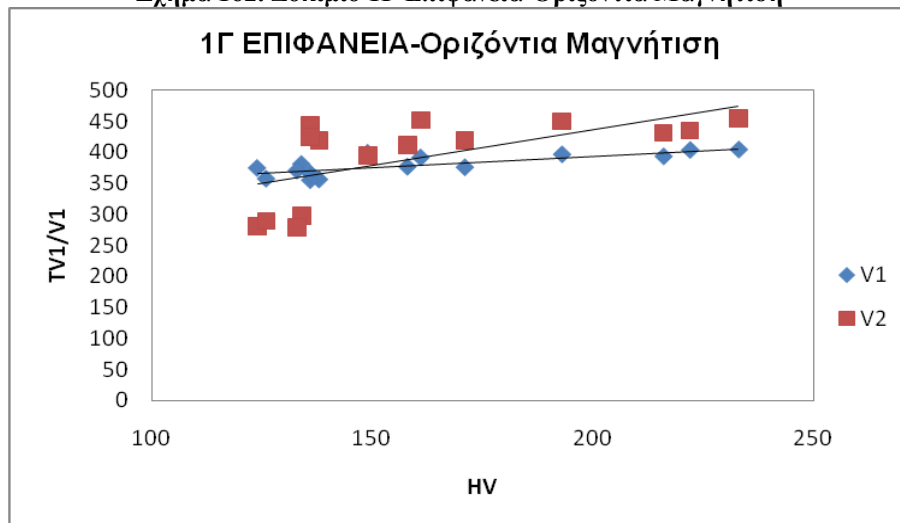
Σχήμα 160. Δοκίμιο 1B Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



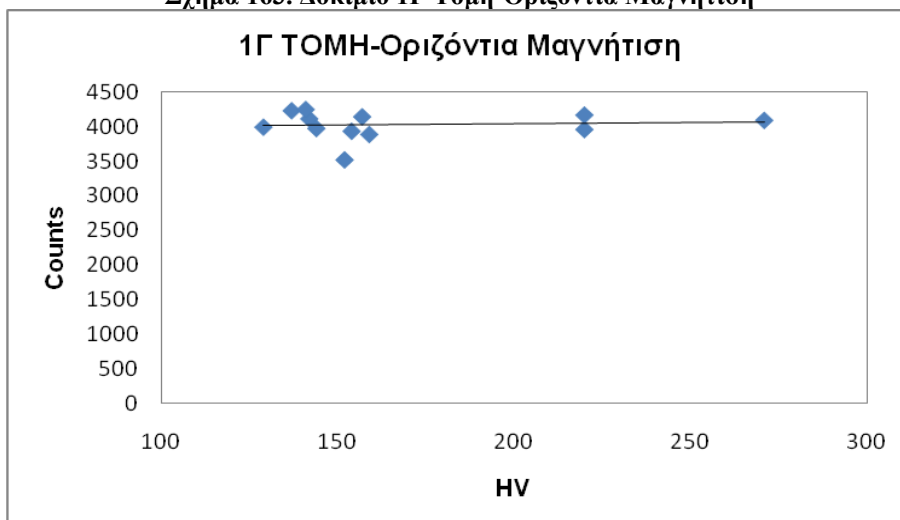
Σχήμα 161. Δοκίμιο 1Γ Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



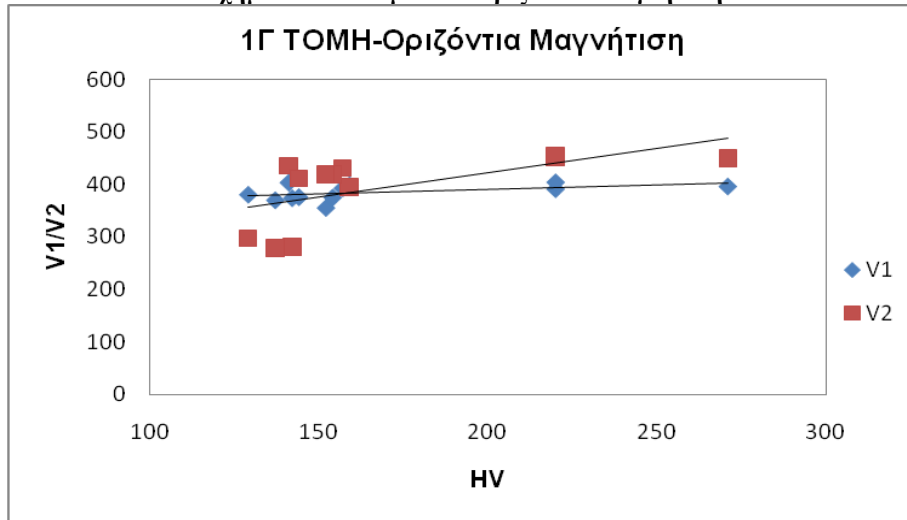
Σχήμα 162. Δοκίμιο 1Γ Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



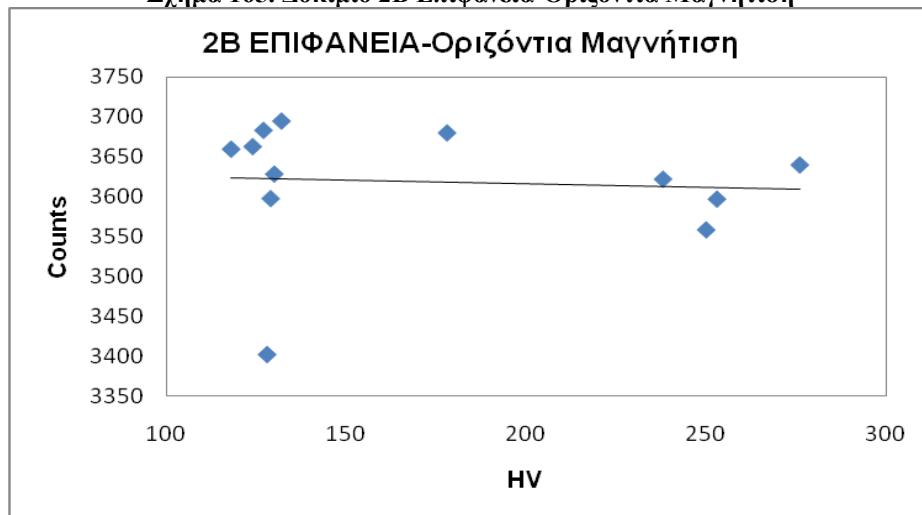
Σχήμα 163. Δοκίμιο 1Γ Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



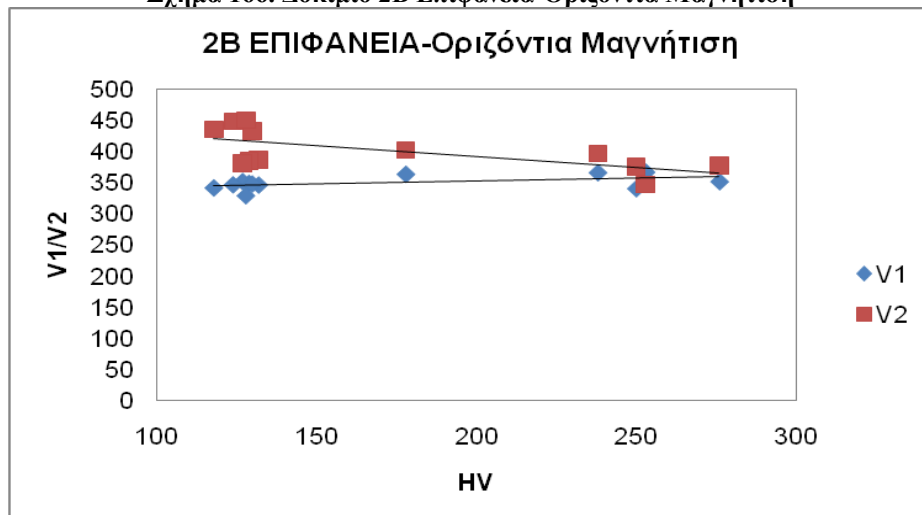
Σχήμα 164. Δοκίμιο 1Γ-Οριζόντια Μαγνήτιση



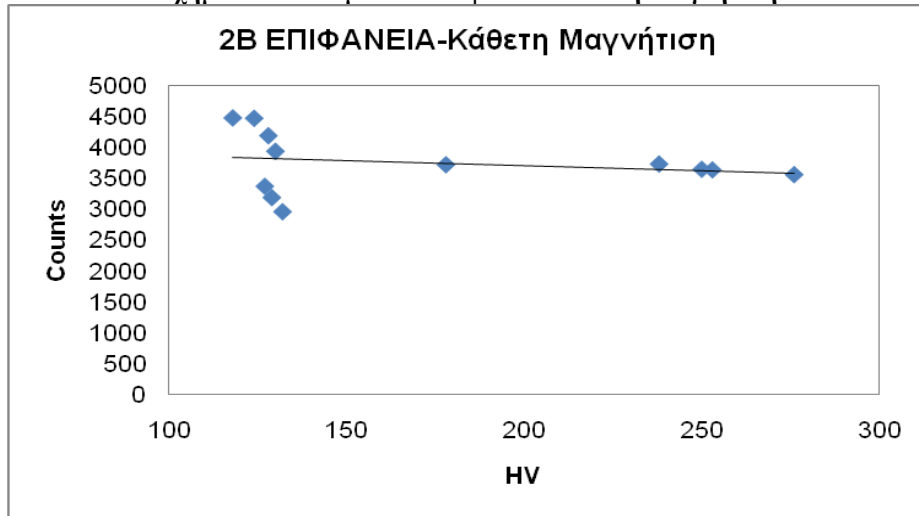
Σχήμα 165. Δοκίμιο 2B Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



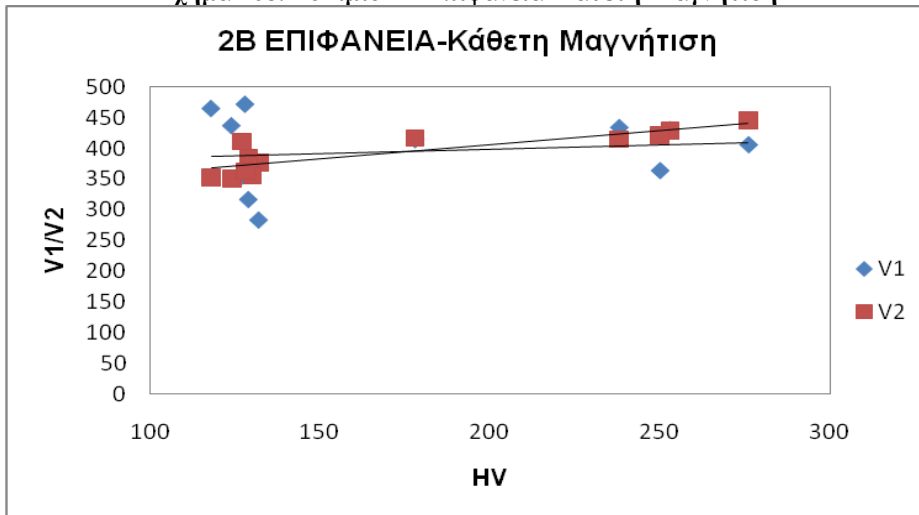
Σχήμα 166. Δοκίμιο 2B Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



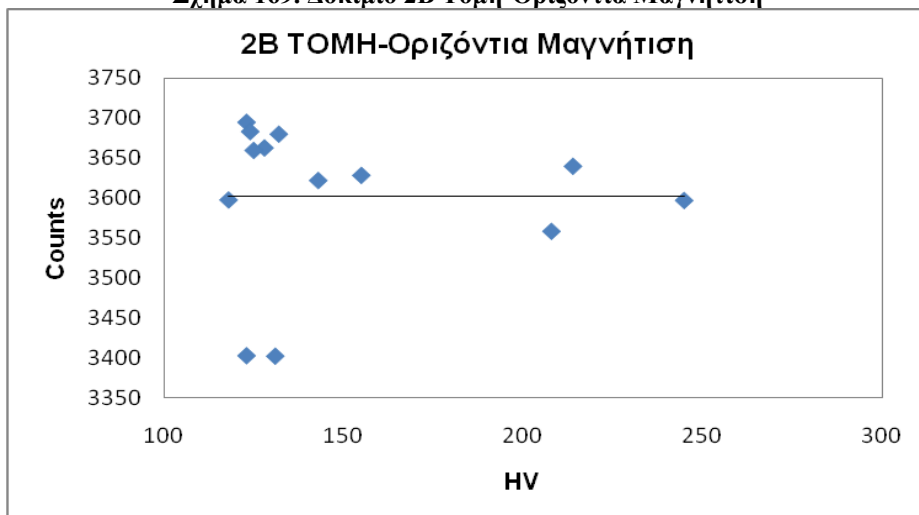
Σχήμα 167. Δοκίμο 2B Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



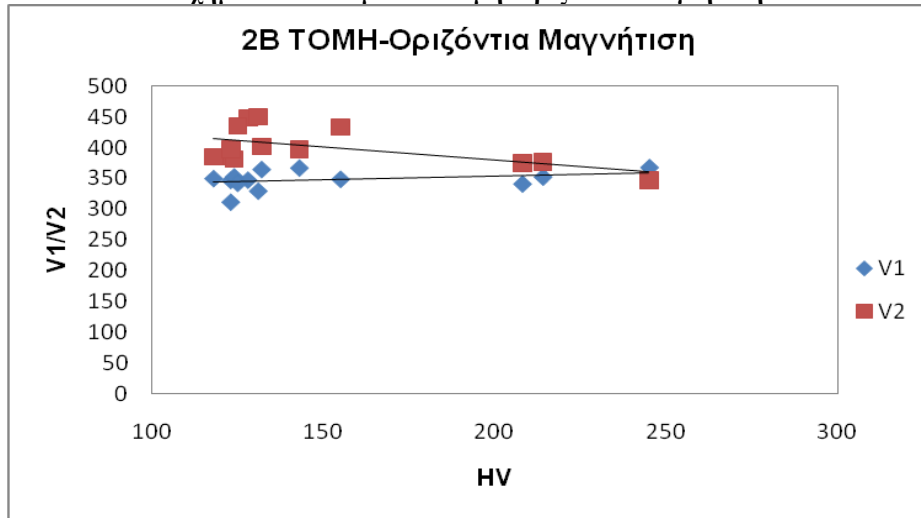
Σχήμα 168. Δοκίμο 2B Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



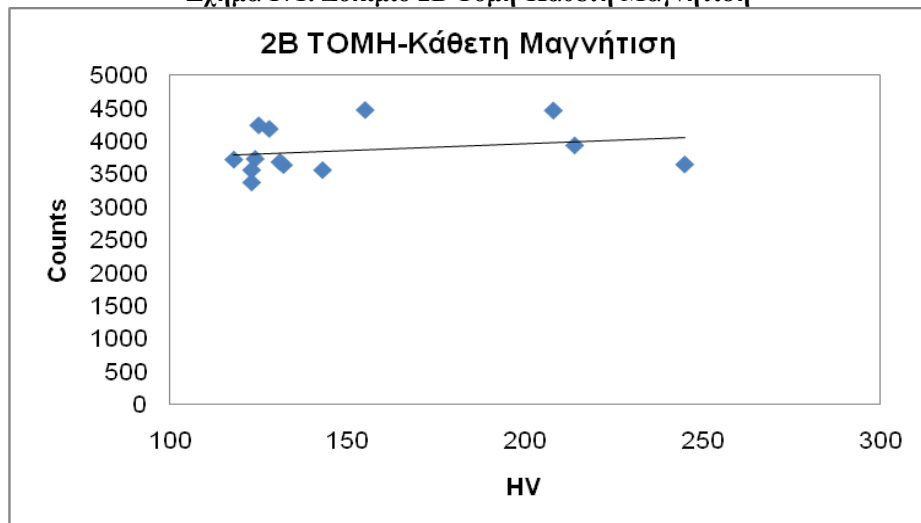
Σχήμα 169. Δοκίμο 2B Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



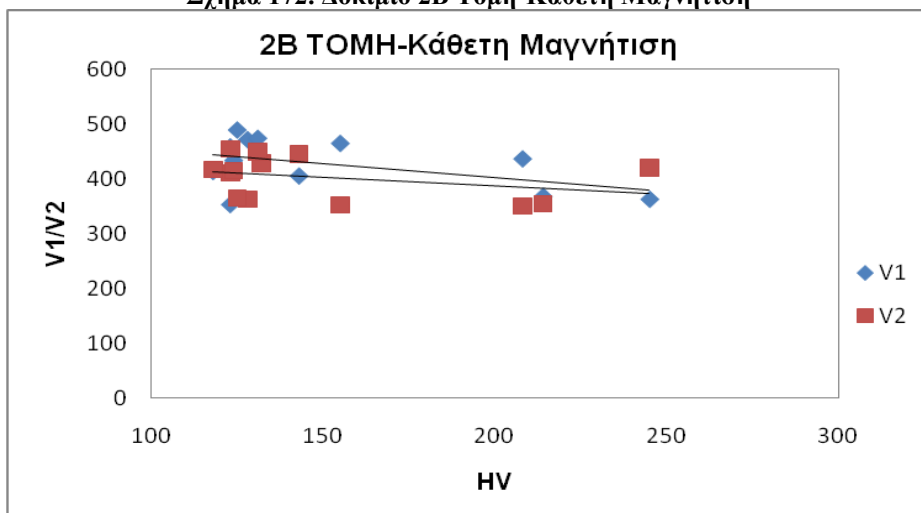
Σχήμα 170. Δοκίμιο 2B Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



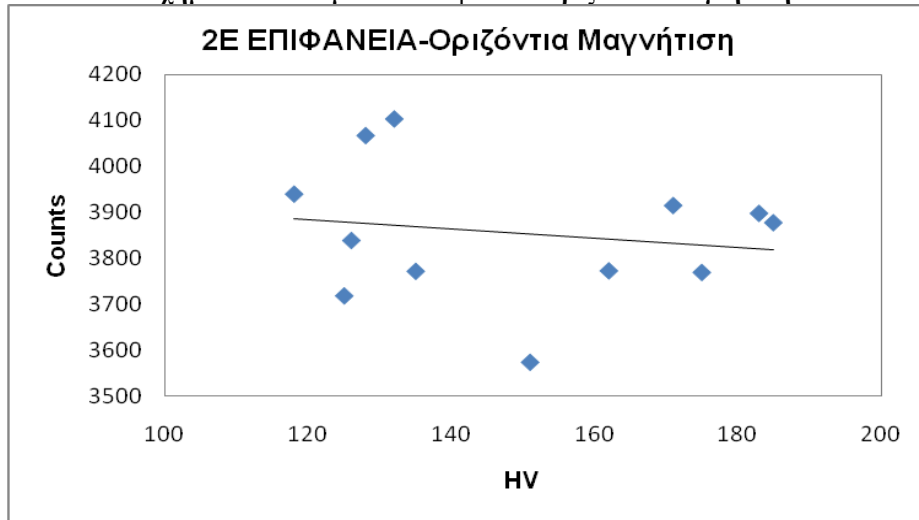
Σχήμα 171. Δοκίμιο 2B Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



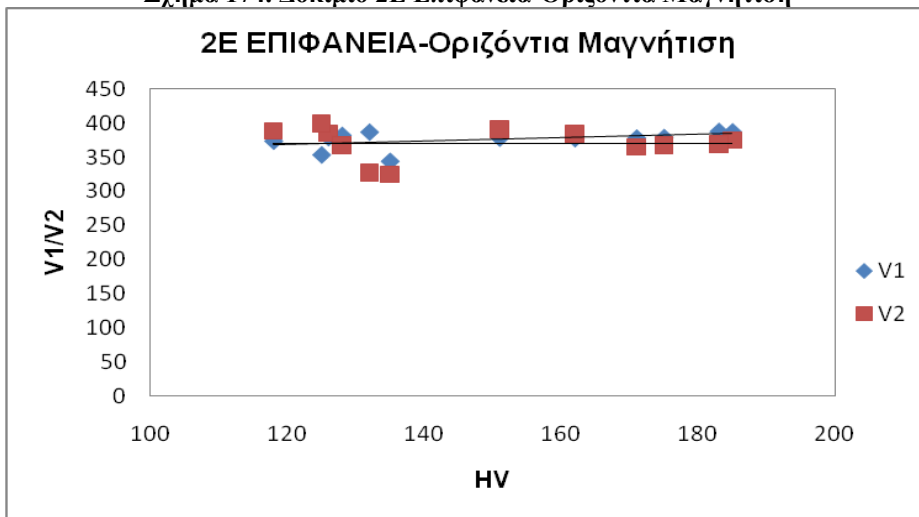
Σχήμα 172. Δοκίμιο 2B Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



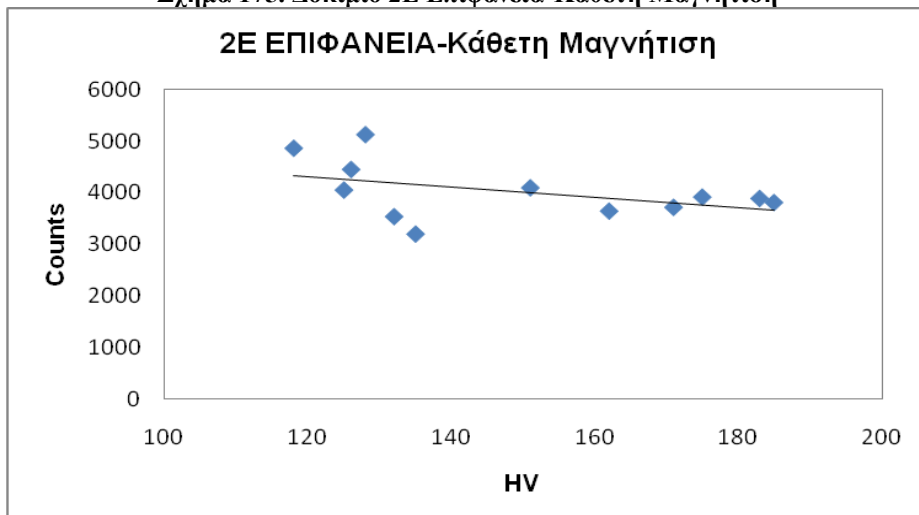
Σχήμα 173. Δοκίμιο 2E Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



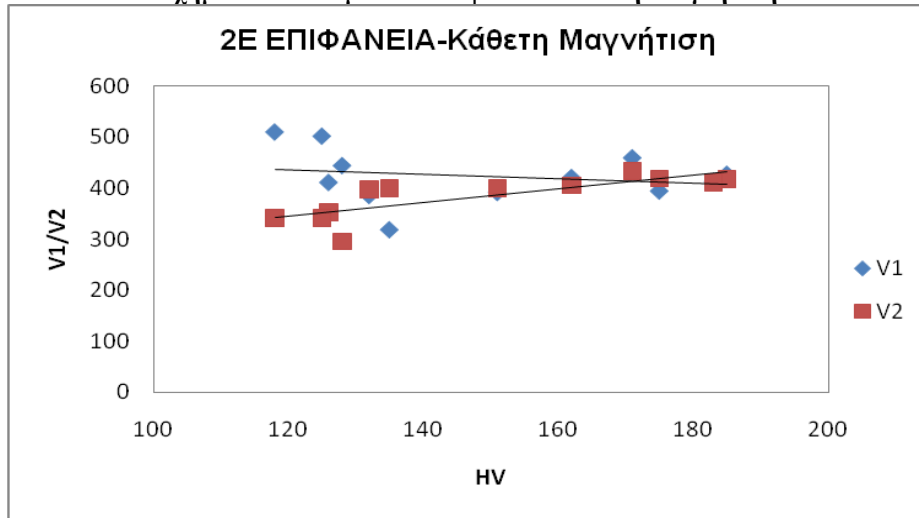
Σχήμα 174. Δοκίμιο 2E Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



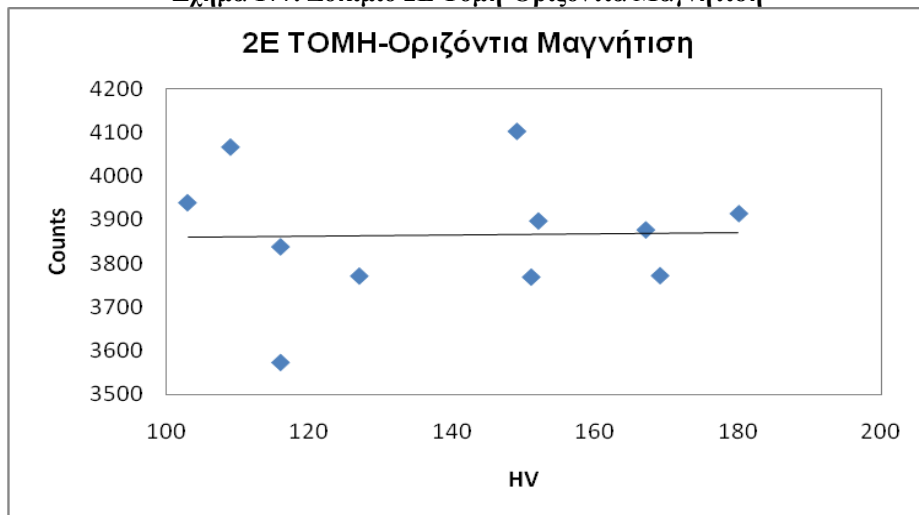
Σχήμα 175. Δοκίμιο 2E Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



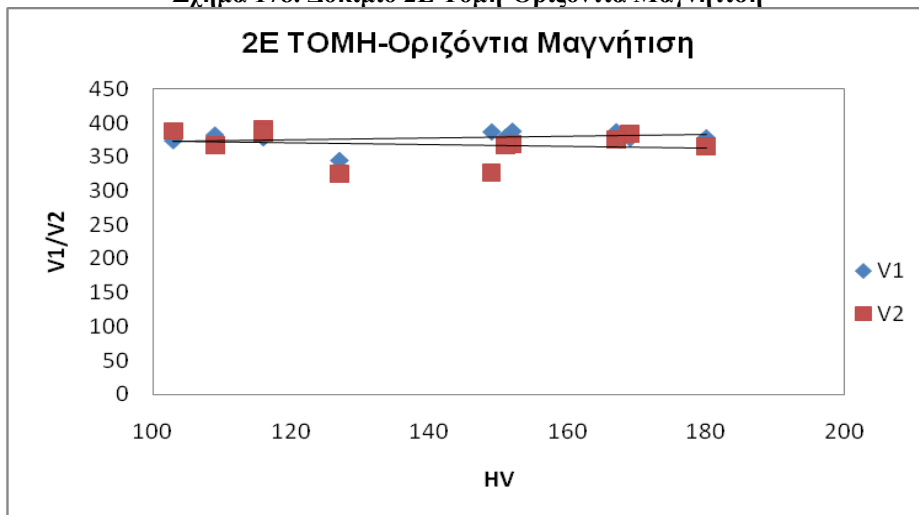
Σχήμα 176. Δοκίμιο 2Ε Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



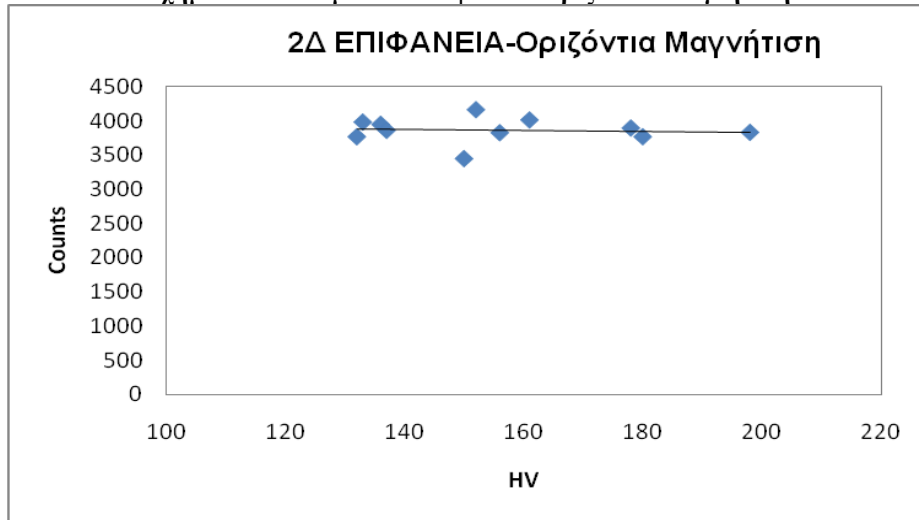
Σχήμα 177. Δοκίμιο 2Ε Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



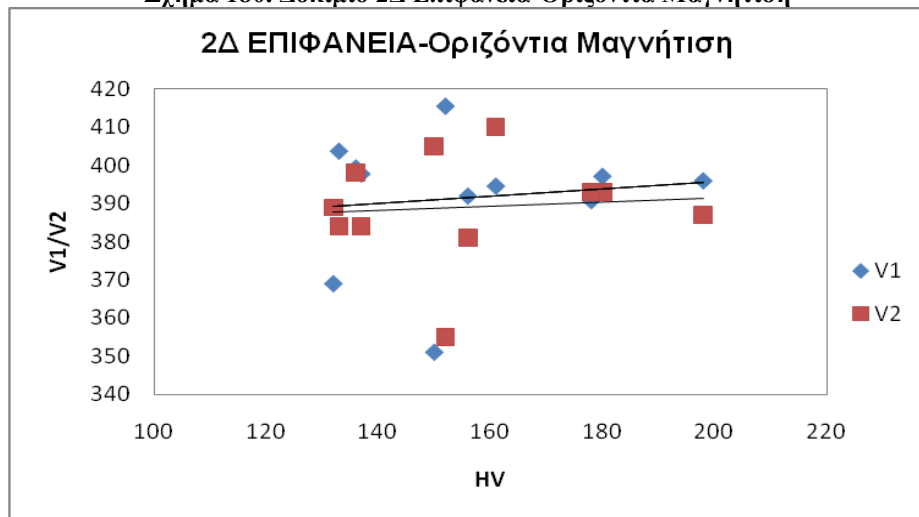
Σχήμα 178. Δοκίμιο 2Ε Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



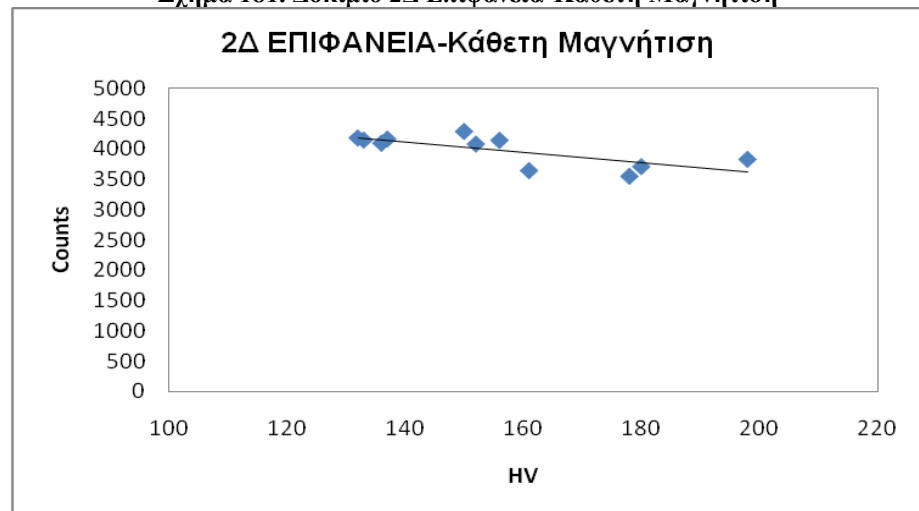
Σχήμα 179. Δοκίμιο 2Δ Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



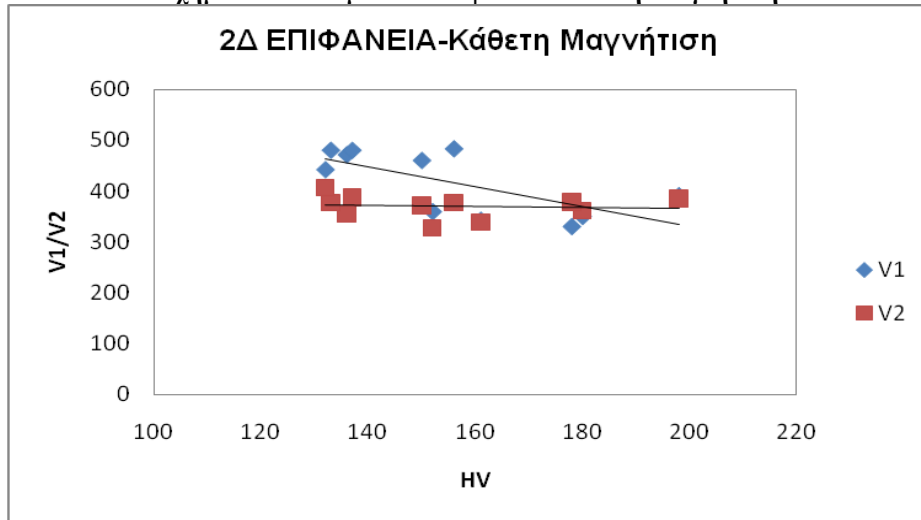
Σχήμα 180. Δοκίμιο 2Δ Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



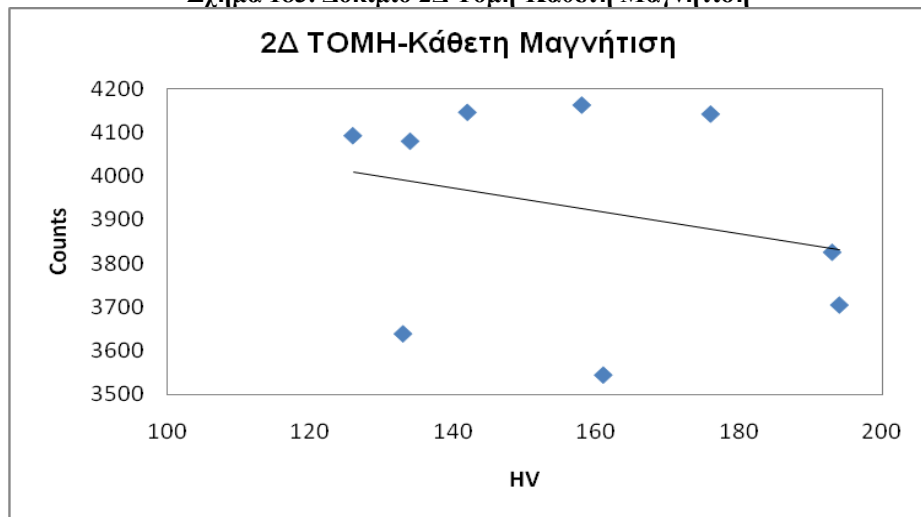
Σχήμα 181. Δοκίμιο 2Δ Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



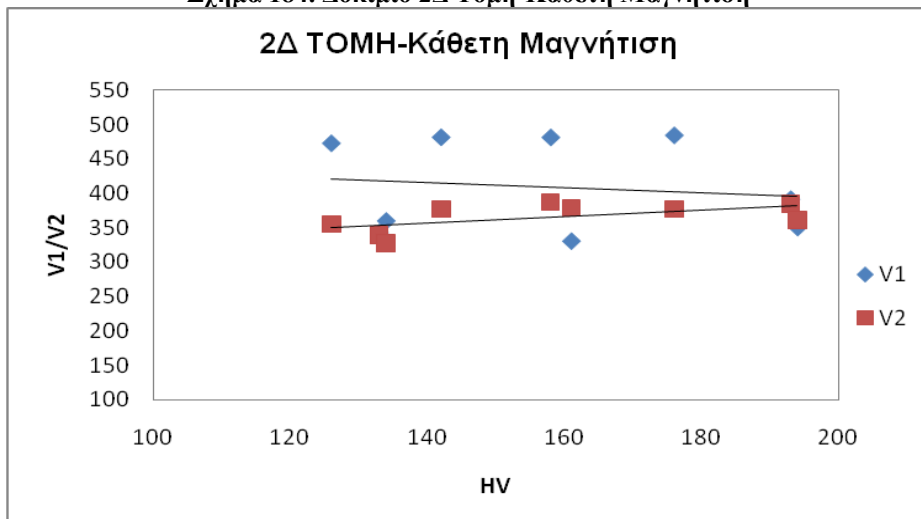
Σχήμα 182. Δοκίμιο 2Δ Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



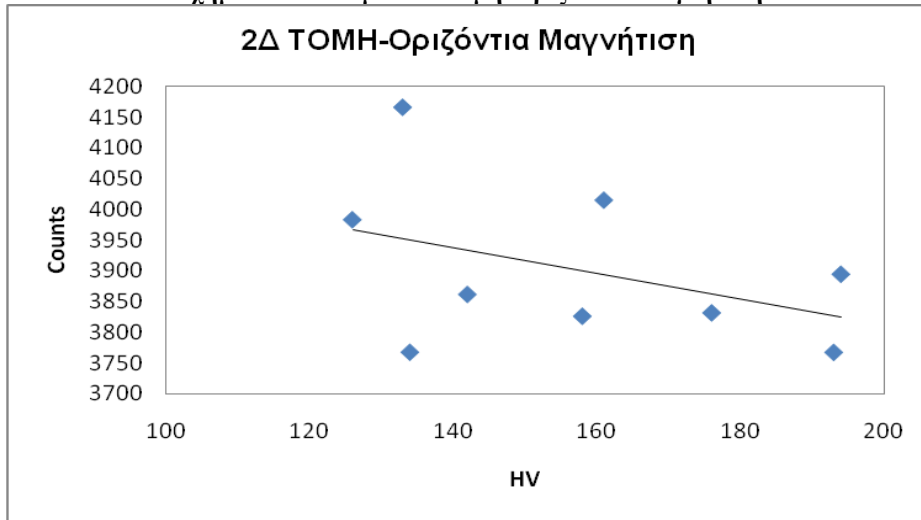
Σχήμα 183. Δοκίμιο 2Δ Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



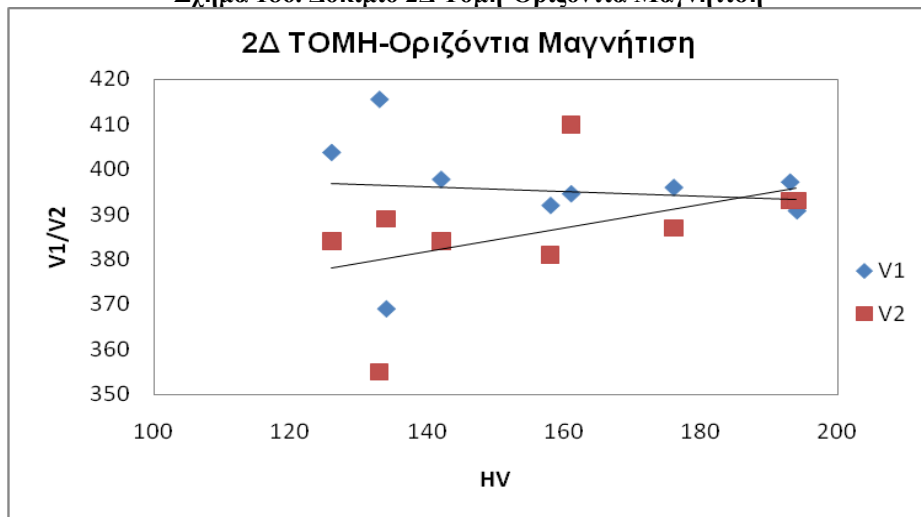
Σχήμα 184. Δοκίμιο 2Δ Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



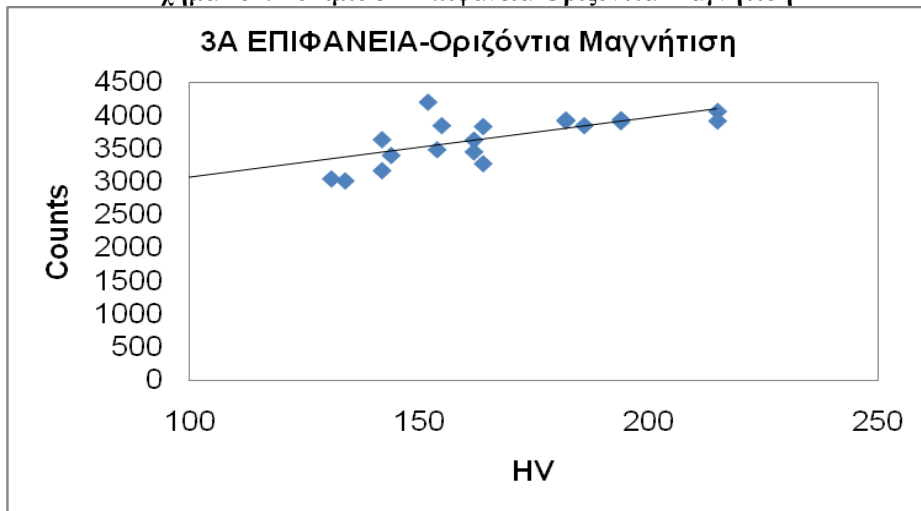
Σχήμα 185. Δοκίμιο 2Δ Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



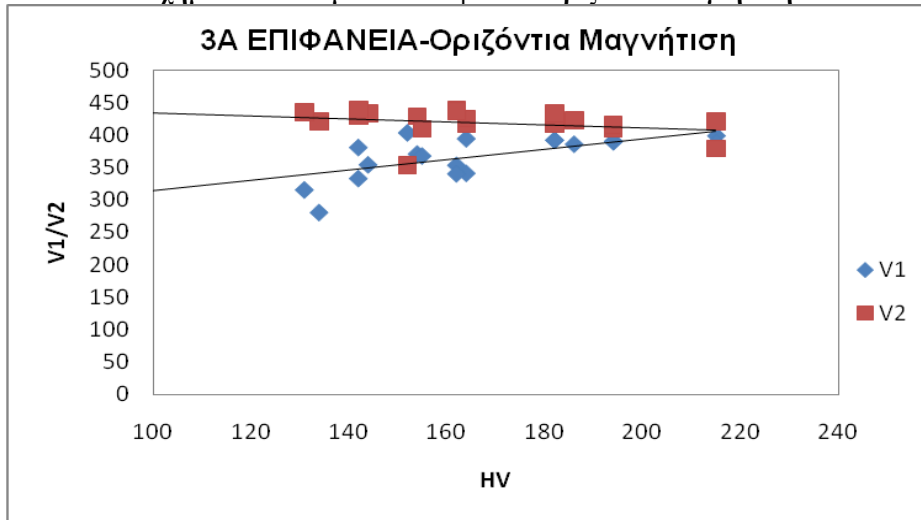
Σχήμα 186. Δοκίμιο 2Δ Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



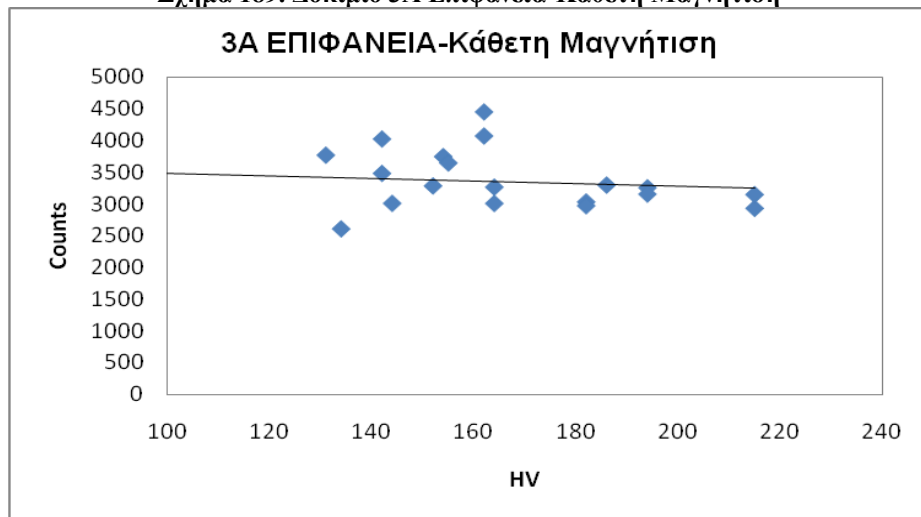
Σχήμα 187. Δοκίμιο 3Α Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



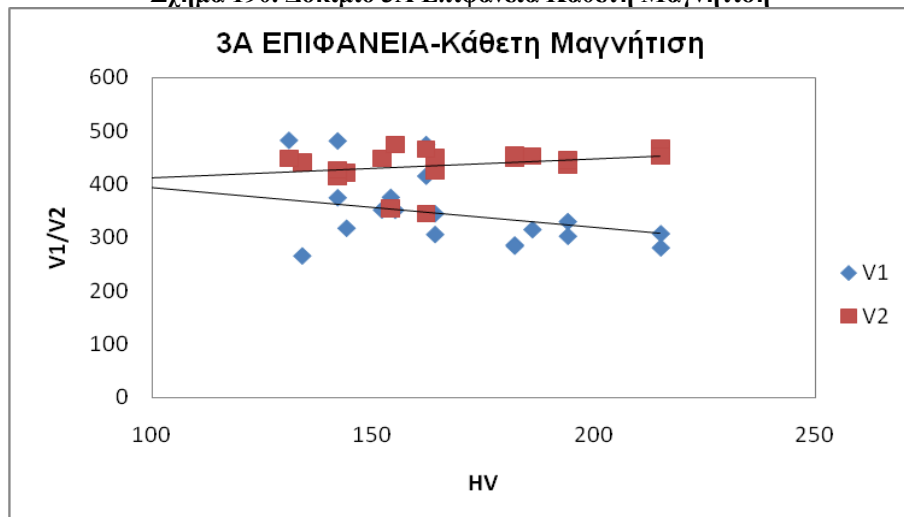
Σχήμα 188. Δοκίμιο 3Α Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



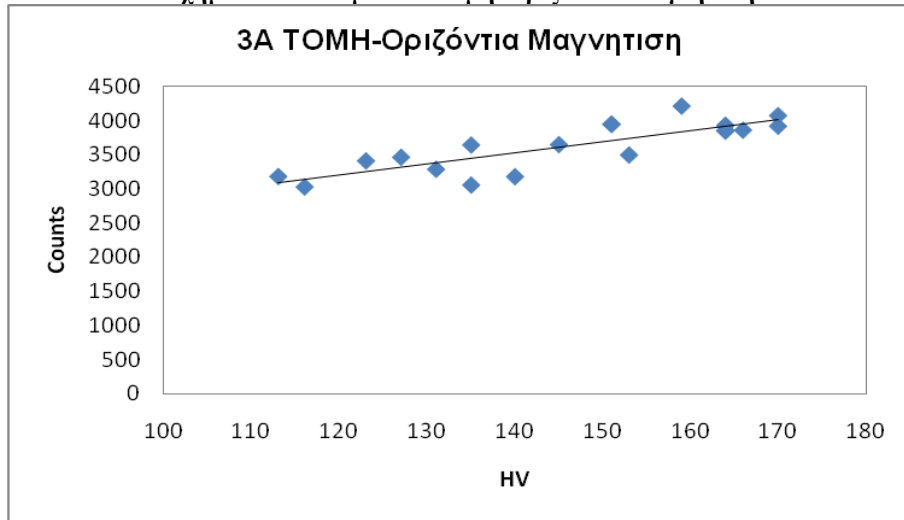
Σχήμα 189. Δοκίμιο 3Α Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



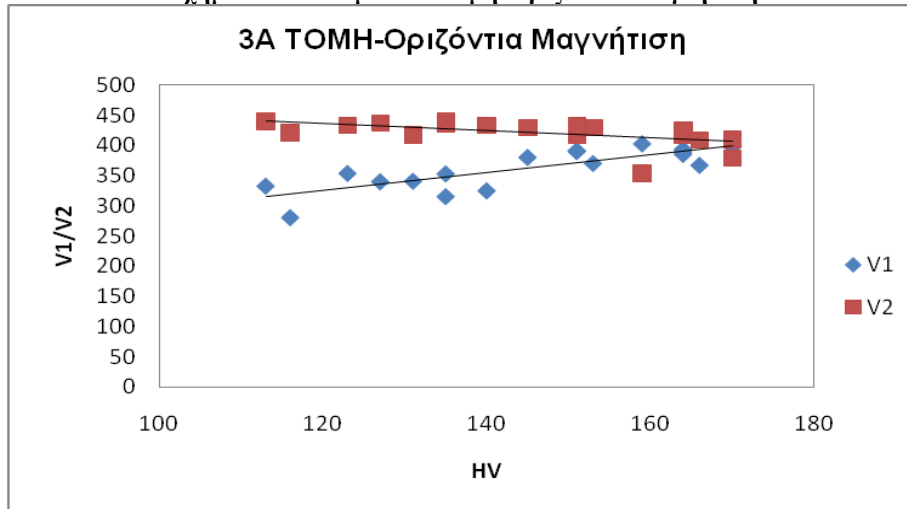
Σχήμα 190. Δοκίμιο 3Α Επιφάνεια Κάθετη Μαγνήτιση



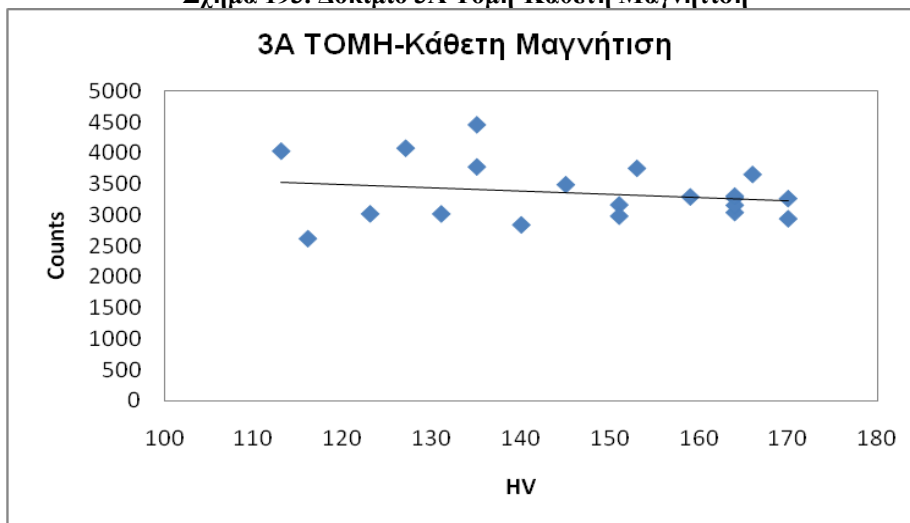
Σχήμα 191. Δοκίμιο 3A Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



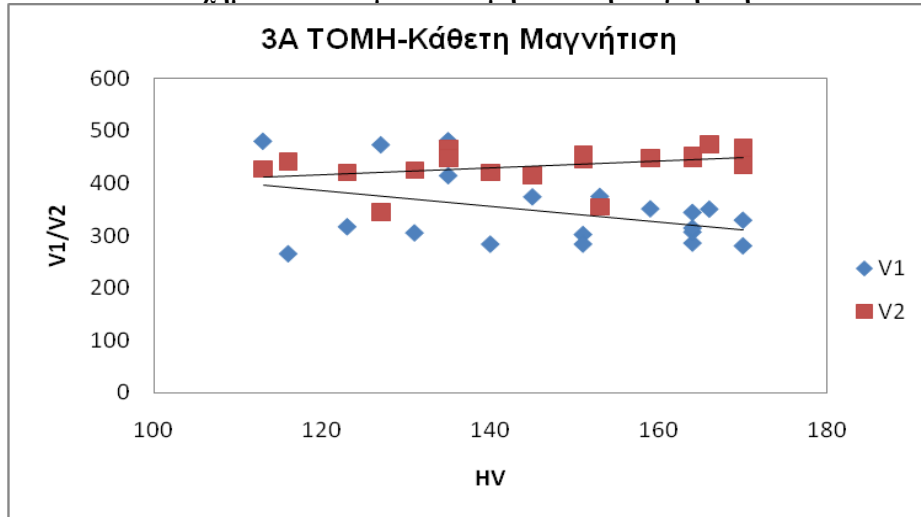
Σχήμα 192. Δοκίμιο 3A Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



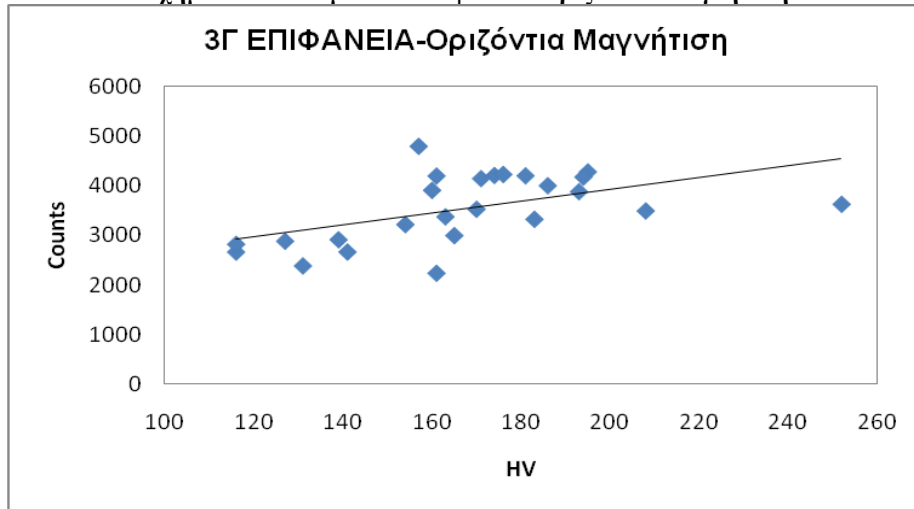
Σχήμα 193. Δοκίμιο 3A Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



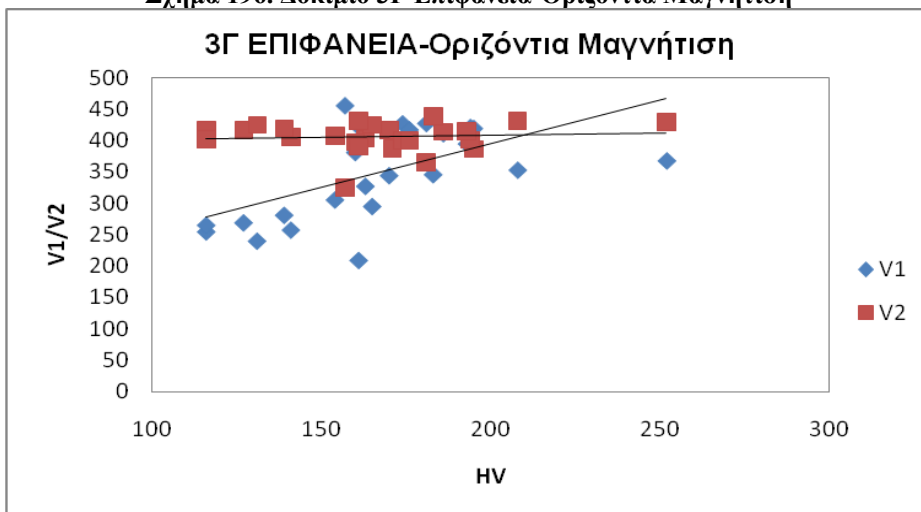
Σχήμα 194. Δοκίμιο 3Α Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



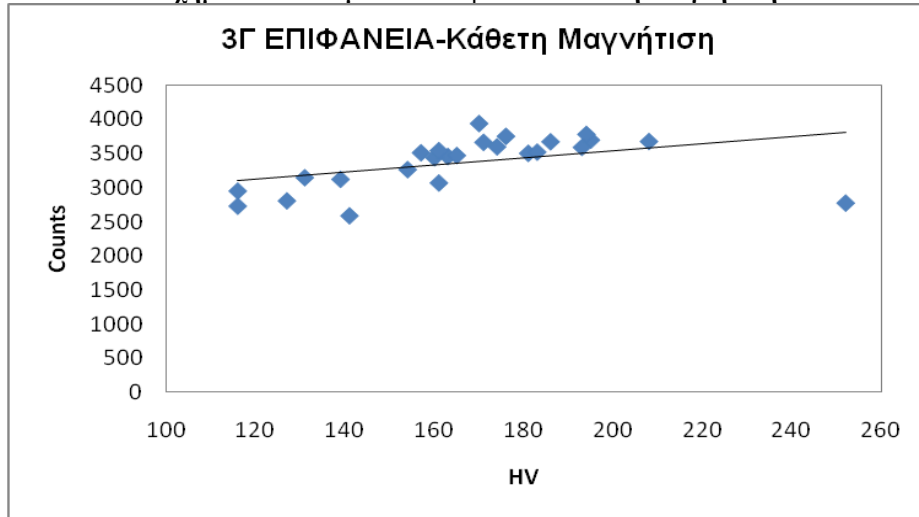
Σχήμα 195. Δοκίμιο 3Γ Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



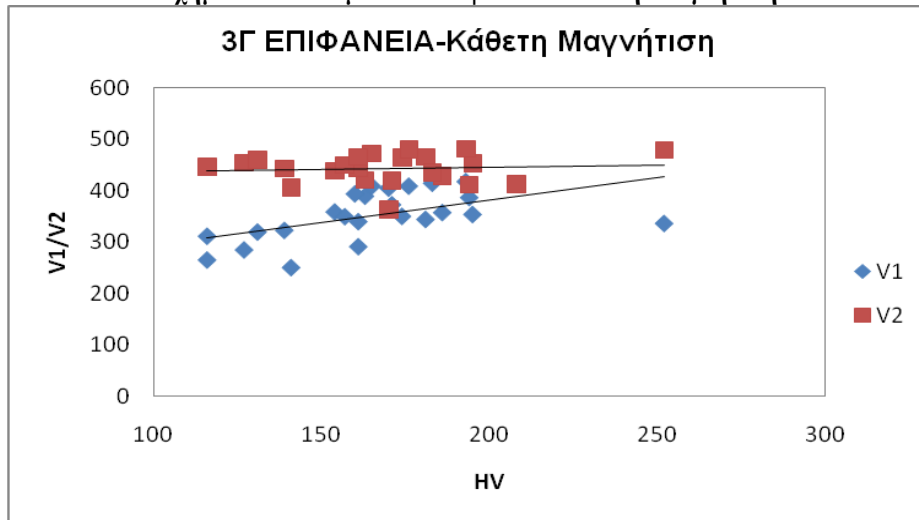
Σχήμα 196. Δοκίμιο 3Γ Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



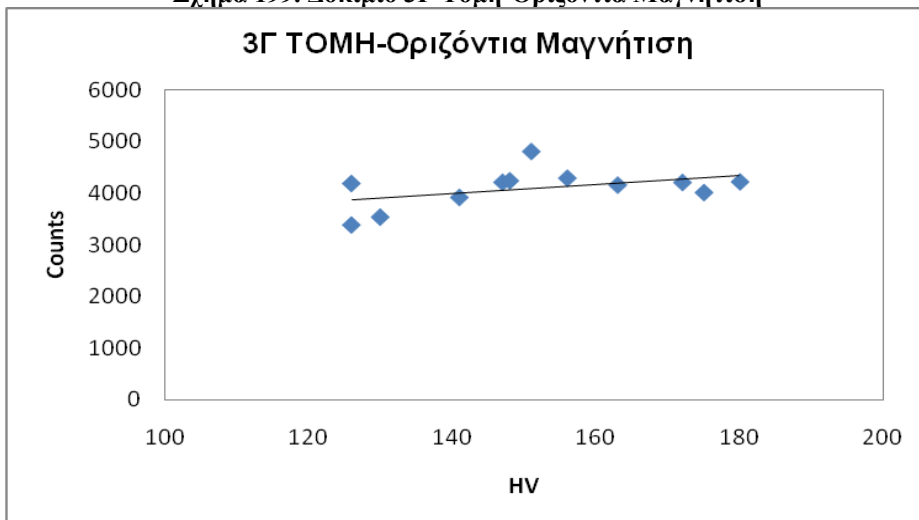
Σχήμα 197. Δοκίμο 3Γ Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



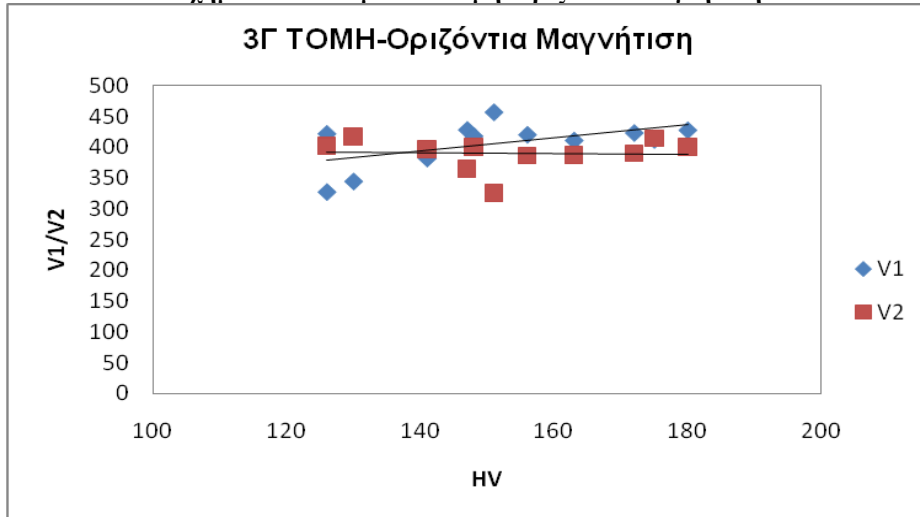
Σχήμα 198. Δοκίμο 3Γ Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



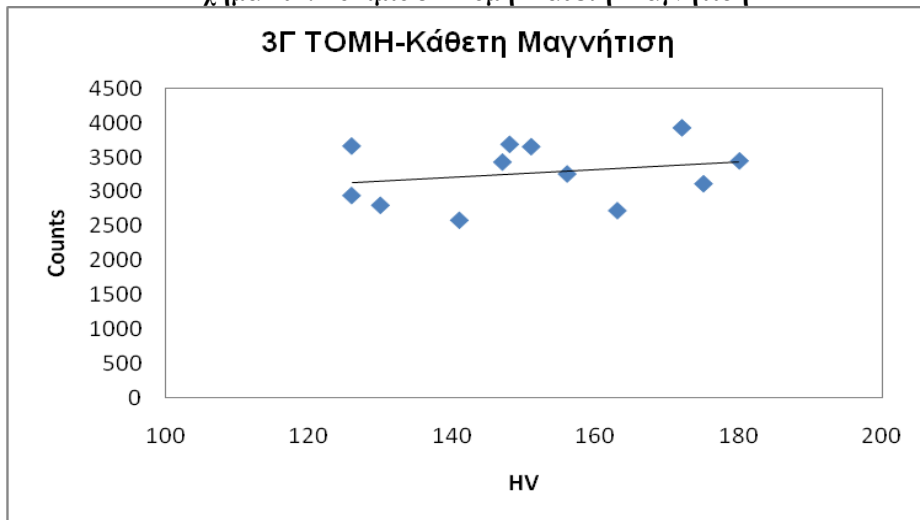
Σχήμα 199. Δοκίμο 3Γ Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



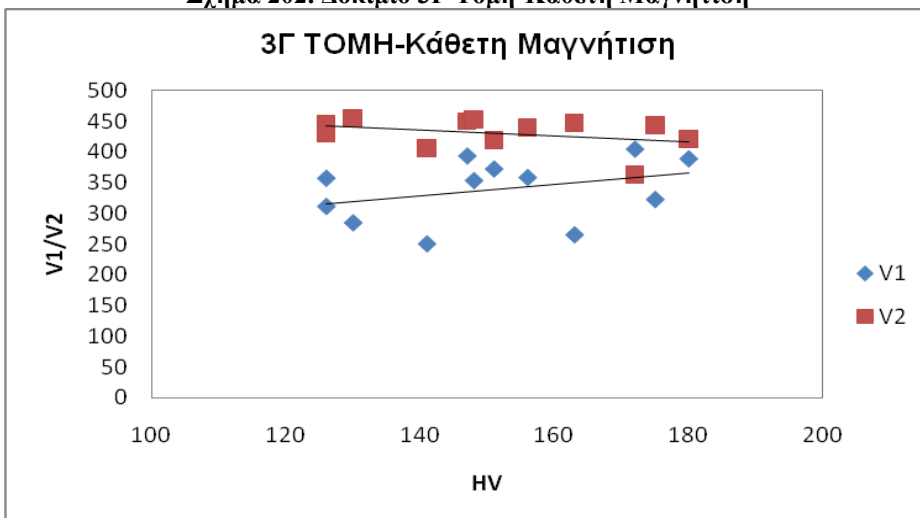
Σχήμα 200. Δοκίμο 3Γ Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



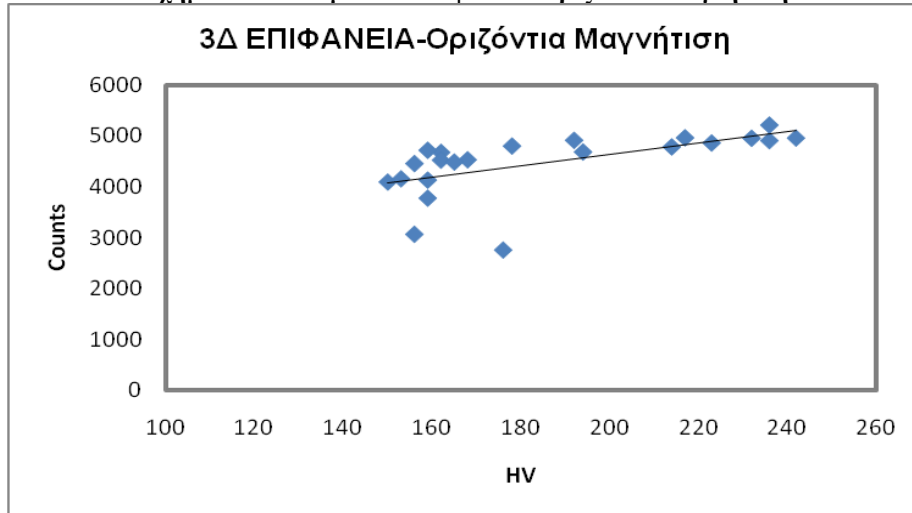
Σχήμα 201. Δοκίμο 3Γ Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



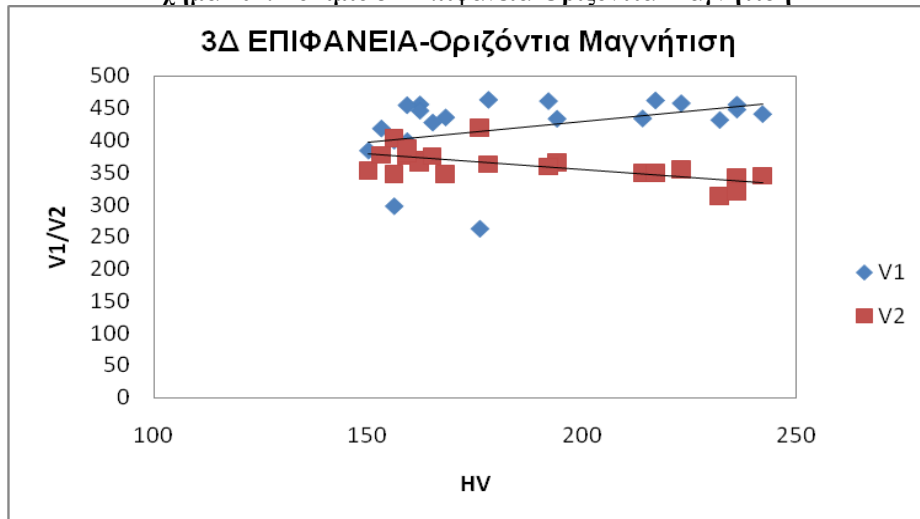
Σχήμα 202. Δοκίμο 3Γ Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



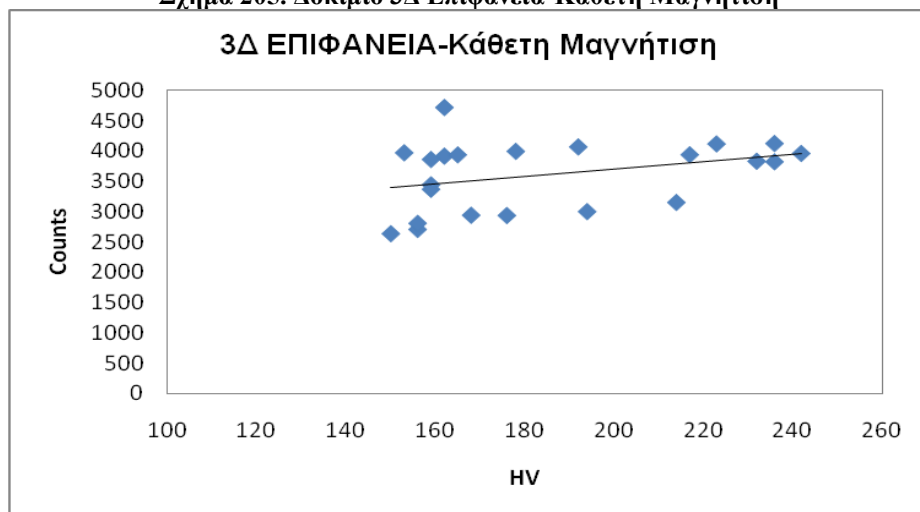
Σχήμα 203. Δοκίμιο 3Δ Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



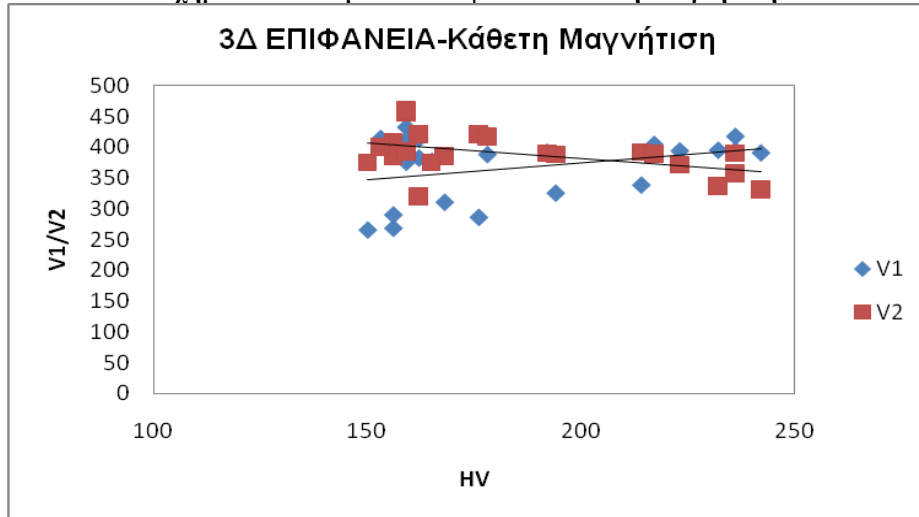
Σχήμα 204. Δοκίμιο 3Δ Επιφάνεια-Οριζόντια Μαγνήτιση



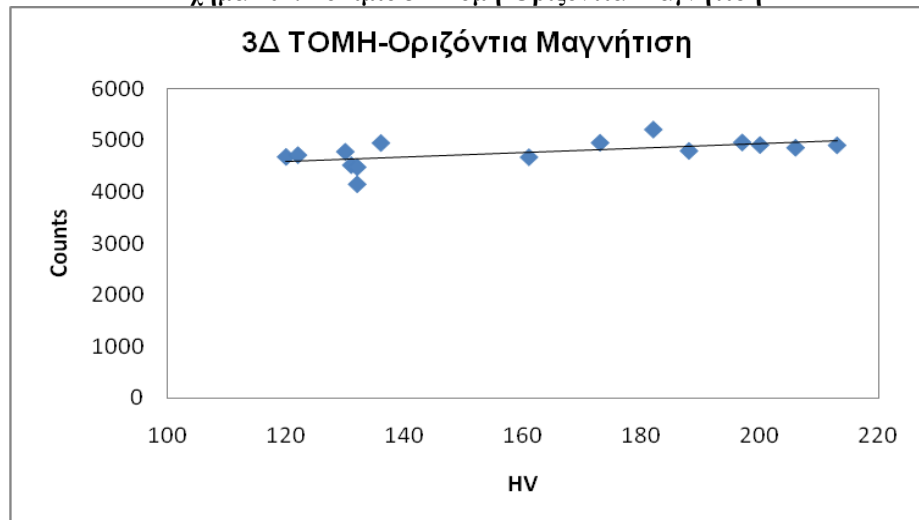
Σχήμα 205. Δοκίμιο 3Δ Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



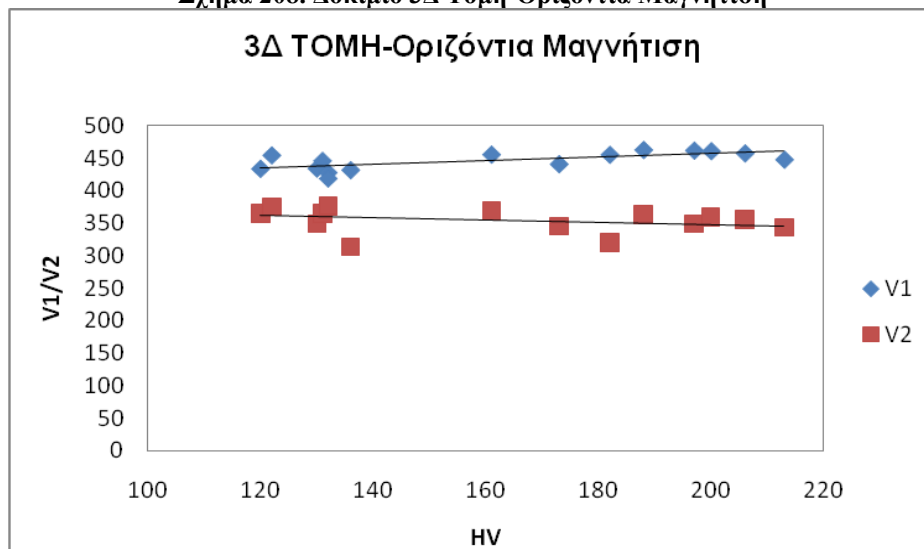
Σχήμα 206. Δοκίμο 3Δ Επιφάνεια-Κάθετη Μαγνήτιση



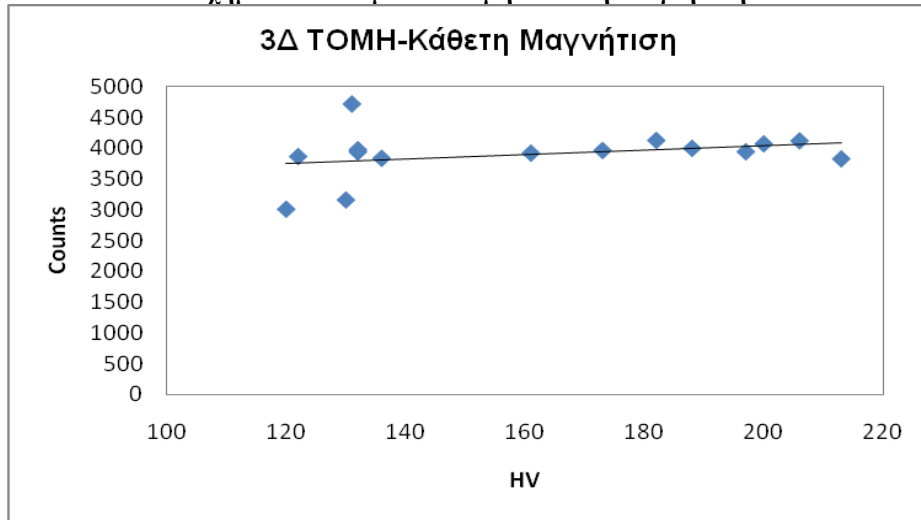
Σχήμα 207. Δοκίμο 3Δ Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



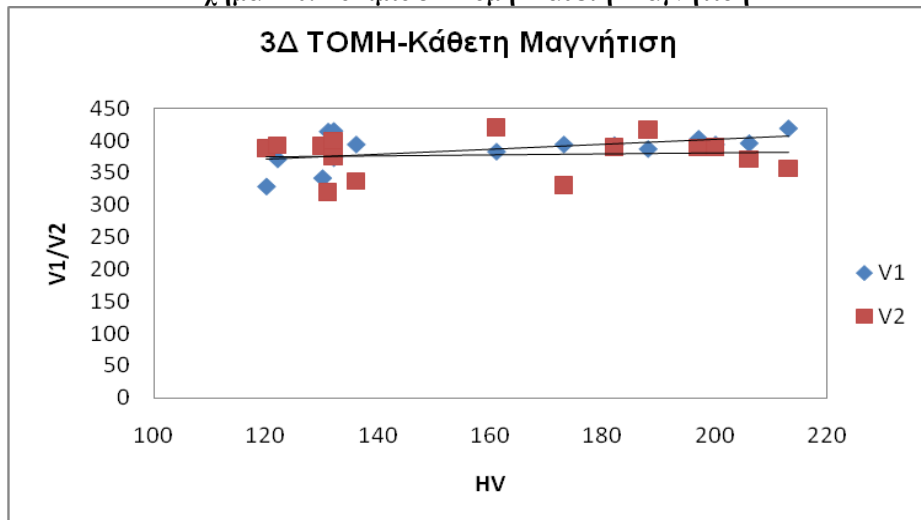
Σχήμα 208. Δοκίμο 3Δ Τομή-Οριζόντια Μαγνήτιση



Σχήμα 209. Δοκίμιο 3Δ Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



Σχήμα 210. Δοκίμιο 3Δ Τομή-Κάθετη Μαγνήτιση



Κεφάλαιο 10

10.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρατηρώντας τα διαγράμματα των μαγνητικών μετρήσεων στους πίνακες 1,2 και 3 συμπεραίνουμε ότι ο θόρυβος Barkhausen αυξάνεται όσο προχωράμε από το μέταλλο βάσης προς τη θερμικά επηρεασμένη ζώνη, μεγιστοποιείται στη ζώνη τήξης και μειώνεται όσο προχωράμε πάλι προς το μέταλλο βάσης. Η αύξηση των Counts όσο προχωράμε από το μέταλλο βάσης προς τη θερμικά επηρεασμένη ζώνη υποδηλώνει αύξηση της κίνησης των μαγνητικών τοιχωμάτων 180° εις βάρος των 90° επειδή τα τοιχώματα 180° έχουν ευκολότερους άξονες περιστροφής. Έτσι λοιπόν αυξάνεται ο θόρυβος Barkhausen και αυξάνονται και τα Counts των μαγνητικών μετρήσεων (δηλαδή οι μέγιστες τιμές σήματος στον παλμογράφο πάνω από το δεδομένο threshold). Αυτό φαίνεται ακόμα πιο έντονα στο σχήμα 2 όπου η παράμετρος V1 που αντιπροσωπεύει την ενεργό τιμή του σήματος Barkhausen (δηλαδή την πραγματική ένταση του θορύβου Barkhausen) αυξάνεται στη θερμικά επηρεασμένη ζώνη και μειώνεται όσο προχωράμε στο μέταλλο βάσης. Αυτό το αποτέλεσμα έρχεται σε πλήρη συμφωνία με τη θεωρητική σκληρότητα που μετράται σε τομή μιας συγκόλλησης.

Παρατηρώντας τους πίνακες των μαγνητικών μετρήσεων για όλα τα σημεία που επιλέχθηκαν και για τους δύο τρόπους μαγνήτισης στην κανονική επιφάνεια της συγκόλλησης, βλέπουμε ότι οι αποκρίσεις των παραμέτρων των Counts και V1 προσεγγίζουν αυτές των σχημάτων 1 και 2, με την έννοια ότι οι τιμές παρουσιάζουν μία αύξηση στην περιοχή της θερμικά επηρεασμένης ζώνης και μειώνονται προς το μέταλλο βάσης. Στα δοκίμια 2Δ (δοκίμιο 2 σημείο Δ) και 3B (δοκίμιο 3 σημείο B) τα διαγράμματα παρουσιάζουν πολύ έντονες αποκλίσεις από τις αναμενόμενες αποκρίσεις, κάτι που μάλλον οφείλεται σε σφάλματα μέτρησης.

Οι αποκρίσεις των μετρήσεων στα σημεία των συγκολλήσεων έπειτα από αφαίρεση του πλεονάζοντος κορδονιού δεν ταιριάζουν απόλυτα με τις αντίστοιχες μετρήσεις που έγιναν πριν την αφαίρεση του κορδονιού. Οι τιμές των Counts, V1, V2 παρουσιάζουν αποκλίσεις πιθανότατα λόγω εισαγωγής τάσεων από τη φρέζα κατά τη διαδικασία της αφαίρεσης του κορδονιού.

Τέλος, από τα αποτελέσματα που βλέπουμε στους πίνακες, συμπεραίνεται ότι η κάθετη μαγνήτιση δίνει αποτελέσματα πιο κοντά σε αυτά που θεωρητικά αναμένονται.

Η αύξηση της τιμής των μαγνητικών μετρήσεως στη θερμικά επηρεασμένη ζώνη έρχεται επίσης σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της μικροσκληρότητας Vickers, που έγινε σε όλα τα δοκίμια. Οι τιμές της μικροσκληρότητας στο μέταλλο βάσης κυμαίνονται στα 120-130HV ενώ στη θερμικά επηρεασμένη ζώνη οι τιμές αυξάνονται σημαντικά και γίνονται της τάξης 180-200HV. Έτσι λοιπόν παρατηρείται ότι η απόκριση του θορύβου Barkhausen και των αντίστοιχων παραμέτρων συμφωνεί με την απόκριση των μικροσκληρομετρήσεων.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων μικροσκληρότητας επιβεβαιώνονται από την οπτική και ηλεκτρονική μικροσκοπία. Όσο προχωράμε από τη ζώνη τήξης προς τη θερμικά επηρεασμένη ζώνη και προς το μέταλλο βάσης συναντάμε διαδοχικά χονδρόκοκκες δομές με φερρίτη Widmanstätten, κατόπιν κόκκους μεσαίου μεγέθους που γίνονται διαρκώς όλο και λεπτότεροι μέχρι να φτάσουμε στο μέταλλο βάσης. Ο φερρίτης Widmanstätten έχει μειωμένες μηχανικές αντοχές ενώ οι χονδρόκοκκες δομές του ωστενίτη στη ζώνη τήξης έχουν μεγαλύτερη σκληρότητα.

Από τα διαγράμματα συσχέτισης των μαγνητικών μετρήσεων με τη μικροσκληρότητα συμπεραίνουμε ότι υπάρχει μονοτονική σχέση μεταξύ αυτών των παραγόντων και αυτό είναι ίσως το πιο σημαντικό αποτέλεσμα της παρούσας διπλωματικής μιας και αναδεικνύεται η δυνατότητα χρήσης του θορύβου Barkhausen ως εναλλακτική της μικροσκληρομέτρησης στους ελέγχους ποιότητας.

Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει εμφανής μονοτονική σχέση του θορύβου Barkhausen με τη μικροσκληρότητα όπως αυτός μελετήθηκε στην περίπτωση του συγκολλημένου κοινού ανθρακούχου χάλυβα. Αυτό είναι πραγματικά ελπιδοφόρο για περαιτέρω μελέτη που θα οδηγήσει στην εξέλιξη της μέτρησης του θορύβου Barkhausen ως μια αποτελεσματική και αξιόπιστη μέθοδος Μη Καταστροφικών Ελέγχων. Η επίτευξη αυτού του στόχου προϋποθέτει την εξέλιξη των τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν, όπως για παράδειγμα:

- Μεγαλύτερος αριθμός σημειακών μετρήσεων για μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων
- Λήψη μετρήσεων σε μικρότερη απόσταση για ποιοτικότερη αίσθηση της μεταβολής του θορύβου Barkhausen
- Αυτοματοποίηση της διαδικασίας μετρήσεων για εξάλειψη λαθών λόγω ανθρώπινου παράγοντα.

Παράρτημα

Δεδομένα Σχήματος 1-2-3

x	y	COUNTS	V1	V2	x	y	COUNTS	V1	V2
1	1	2914	285	383	1	2	2698	273	393
2	1	2972	287	361	2	2	2768	271	392
3	1	3047	283	375	3	2	2749	267	395
4	1	3021	287	371	4	2	3051	272	371
5	1	2930	287	381	5	2	2871	267	384
6	1	3149	295	367	6	2	2712	257	389
7	1	3139	281	373	7	2	2765	263	391
8	1	3273	287	357	8	2	3099	279	367
9	1	3222	293	377	9	2	2945	275	377
10	1	3216	273	289	10	2	3051	281	375
11	1	3044	259	309	11	2	3053	263	295
12	1	3341	275	317	12	2	2997	257	293
13	1	3441	283	333	13	2	3097	263	307
14	1	3813	293	331	14	2	3500	285	297
15	1	4115	307	301	15	2	3982	305	299
16	1	4001	322	348	16	2	3229	277	317
17	1	4009	333	348	17	2	3735	315	353
18	1	4142	337	347	18	2	3910	321	348
19	1	3745	320	369	19	2	3820	333	359
20	1	3942	346	349	20	2	3566	313	353
21	1	3830	351	347	21	2	3589	323	361
22	1	3973	339	353	22	2	3642	335	353
23	1	3770	333	342	23	2	3368	319	389
24	1	4124	347	337	24	2	3666	323	377
25	1	4173	349	343	25	2	3799	326	373
26	1	4008	336	320	26	2	3764	335	391
27	1	3951	325	275	27	2	3816	326	375
28	1	3668	333	307	28	2	3981	322	283
29	1	3707	328	311	29	2	3633	316	345
30	1	3700	361	408	30	2	3519	309	323
31	1	3515	331	363	31	2	3366	281	320
32	1	3513	341	368	32	2	3387	319	431
33	1	3581	341	361	33	2	3275	293	377
34	1	3586	340	353	34	2	3139	289	381
35	1	3598	344	357	35	2	3156	291	381
36	1	3628	345	357	36	2	3141	291	388
37	1	3712	337	363	37	2	3106	291	397
38	1	3700	340	365	38	2	3358	301	379
39	1	3639	329	368	39	2	3287	307	383

40	1	3594	333	367	40	2	3362	301	386
41	1	3442	313	363	41	2	3282	303	389
42	1	3311	311	365	42	2	3194	295	386
43	1	3223	299	363	43	2	3021	289	383
44	1	3285	289	359	44	2	2910	281	384
45	1	3253	291	355	45	2	2894	267	393
46	1	3298	291	349	46	2	3004	275	395

x	y	COUNTS	V1	V2	x	y	COUNTS	V1	V2
1	3	2717	267	395	1	4	2910	269	375
2	3	2760	263	401	2	4	2907	269	377
3	3	2797	265	397	3	4	2822	267	395
4	3	2846	265	399	4	4	2809	267	402
5	3	2804	263	394	5	4	2869	261	400
6	3	2799	259	373	6	4	2811	261	393
7	3	2678	249	384	7	4	2831	263	392
8	3	2819	257	379	8	4	2757	259	393
9	3	2810	273	379	9	4	2736	267	400
10	3	2935	273	385	10	4	2934	257	315
11	3	2945	251	305	11	4	3126	258	311
12	3	3011	245	279	12	4	3176	267	321
13	3	2979	251	283	13	4	3348	273	315
14	3	3188	253	297	14	4	3217	275	336
15	3	3141	267	329	15	4	3537	287	338
16	3	3492	299	375	16	4	3611	299	337
17	3	3402	293	369	17	4	3567	307	357
18	3	3459	295	361	18	4	3466	311	371
19	3	3450	299	357	19	4	3203	295	361
20	3	3395	299	357	20	4	3499	301	342
21	3	3413	299	353	21	4	3611	315	355
22	3	3405	301	345	22	4	3596	299	345
23	3	3388	299	357	23	4	3635	315	351
24	3	3311	305	371	24	4	3847	319	349
25	3	3441	291	375	25	4	3643	283	315
26	3	3039	259	327	26	4	3004	245	311
27	3	3138	261	311	27	4	2968	255	320
28	3	3073	265	317	28	4	2908	245	346
29	3	2989	269	363	29	4	2814	243	339
30	3	2819	261	363	30	4	2886	243	325
31	3	2910	243	317	31	4	3080	255	341
32	3	3393	285	398	32	4	2922	259	365
33	3	3053	277	371	33	4	2872	257	377
34	3	3085	265	371	34	4	2955	267	363
35	3	3062	267	365	35	4	3072	261	371

36	3	3259	275	352	36	4	3092	267	373
37	3	3378	277	353	37	4	3130	261	375
38	3	3460	289	355	38	4	2995	272	377
39	3	3502	289	355	39	4	3166	273	375
40	3	3568	297	359	40	4	3210	271	373
41	3	3427	287	361	41	4	3086	273	385
42	3	3297	283	367	42	4	3171	273	386
43	3	3066	269	375	43	4	3093	272	381
44	3	3015	273	369	44	4	2944	261	391
45	3	2992	267	361	45	4	2848	259	386
46	3	3008	267	363	46	4	2788	255	375

x	y	COUNTS	V1	V2	x	y	COUNTS	V1	V2
1	5	2901	263	399	1	6	2786	267	391
2	5	2889	263	393	2	6	2826	267	391
3	5	2830	263	397	3	6	2848	267	391
4	5	2825	271	405	4	6	2775	283	393
5	5	2769	272	415	5	6	2729	279	403
6	5	2857	271	403	6	6	2800	283	381
7	5	2824	279	401	7	6	2915	286	361
8	5	2957	279	384	8	6	2947	297	375
9	5	3107	291	387	9	6	3137	309	379
10	5	3204	307	381	10	6	3077	317	386
11	5	3426	287	297	11	6	3172	336	385
12	5	3536	299	333	12	6	3550	301	267
13	5	3665	311	343	13	6	3614	307	285
14	5	3706	309	357	14	6	3732	315	279
15	5	4168	309	313	15	6	3909	329	305
16	5	3847	327	371	16	6	3968	339	321
17	5	4061	341	363	17	6	4278	359	327
18	5	4331	342	361	18	6	4022	357	371
19	5	3860	337	357	19	6	4095	367	373
20	5	4171	350	357	20	6	4050	357	373
21	5	3764	325	351	21	6	3929	350	373
22	5	4056	357	359	22	6	4101	384	369
23	5	4181	367	371	23	6	4147	387	369
24	5	4119	365	375	24	6	4121	387	381
25	5	4174	353	381	25	6	4216	393	371
26	5	4119	351	313	26	6	4531	400	379
27	5	3647	325	365	27	6	4305	361	295
28	5	3780	331	323	28	6	4048	370	307
29	5	3604	333	351	29	6	3988	375	336
30	5	3526	331	345	30	6	3538	349	383
31	5	3171	305	385	31	6	3582	357	369

32	5	3357	305	363	32	6	3464	347	402
33	5	3224	297	379	33	6	3255	329	400
34	5	3020	289	396	34	6	3190	327	400
35	5	2933	287	399	35	6	3126	317	392
36	5	2985	282	396	36	6	3038	295	399
37	5	2955	275	417	37	6	3074	293	401
38	5	2954	278	410	38	6	3027	291	393
39	5	3114	275	405	39	6	2959	293	415
40	5	2970	277	407	40	6	3038	275	403
41	5	3049	273	414	41	6	2920	277	402
42	5	2959	275	410	42	6	3027	275	401
43	5	2926	267	407	43	6	3077	272	401
44	5	2905	267	404	44	6	2921	269	395
45	5	2743	259	411	45	6	2753	257	397
46	5	2747	257	405	46	6	2700	255	385

x	y	COUNTS	V1	V2	x	y	COUNTS	V1	V2
1	7	2839	271	401	1	8	2716	267	410
2	7	2828	269	404	2	8	2893	277	407
3	7	2877	277	413	3	8	2797	275	408
4	7	2715	279	409	4	8	2768	279	406
5	7	2772	283	400	5	8	2784	285	407
6	7	2929	287	394	6	8	2854	295	396
7	7	2970	303	402	7	8	2941	303	400
8	7	2993	331	419	8	8	3049	331	398
9	7	3304	347	396	9	8	3184	350	401
10	7	3256	352	401	10	8	3257	353	397
11	7	3432	363	400	11	8	3321	353	411
12	7	3844	349	350	12	8	3844	345	315
13	7	3719	354	353	13	8	3925	355	329
14	7	4131	345	330	14	8	3927	371	343
15	7	4076	350	315	15	8	4002	363	355
16	7	4091	357	329	16	8	3986	369	347
17	7	4553	361	320	17	8	4160	383	387
18	7	4113	375	375	18	8	4184	385	381
19	7	4184	371	375	19	8	4263	385	384
20	7	4073	371	373	20	8	4241	383	379
21	7	4115	375	373	21	8	4174	383	379
22	7	4045	379	384	22	8	4195	384	379
23	7	4129	391	398	23	8	4344	401	375
24	7	4264	425	395	24	8	4305	405	377
25	7	4563	417	395	25	8	4354	401	363
26	7	4543	413	320	26	8	4601	406	375
27	7	4434	413	313	27	8	4514	353	299

28	7	4149	391	341	28	8	4382	395	311
29	7	3980	395	350	29	8	4383	369	315
30	7	3694	373	359	30	8	4062	367	323
31	7	3768	384	365	31	8	4050	343	291
32	7	3915	383	351	32	8	4233	345	289
33	7	3487	371	399	33	8	3881	343	303
34	7	3468	359	390	34	8	3674	345	343
35	7	3341	355	395	35	8	3626	342	351
36	7	3228	329	387	36	8	3439	331	349
37	7	3154	321	403	37	8	3299	320	373
38	7	3078	315	404	38	8	3114	313	390
39	7	3124	303	405	39	8	3065	309	400
40	7	2922	305	413	40	8	3012	301	407
41	7	2925	282	402	41	8	2927	291	405
42	7	3035	277	400	42	8	2913	281	415
43	7	3045	273	400	43	8	2951	279	414
44	7	3026	269	391	44	8	2998	275	403
45	7	2890	263	386	45	8	2857	269	406
46	7	2729	253	386	46	8	2916	241	311

x	y	COUNTS	V1	V2	x	y	COUNTS	V1	V2
1	9	2847	272	400	1	10	2842	263	417
2	9	2826	275	407	2	10	2914	269	409
3	9	2823	275	403	3	10	2810	273	419
4	9	2816	277	406	4	10	2813	283	410
5	9	2802	293	407	5	10	2845	285	411
6	9	2865	295	400	6	10	2890	303	402
7	9	2947	311	404	7	10	3009	307	419
8	9	2972	332	414	8	10	3192	334	415
9	9	3043	331	399	9	10	3327	353	405
10	9	3207	346	400	10	10	3349	347	400
11	9	3759	351	335	11	10	3724	339	331
12	9	3850	361	345	12	10	3961	351	337
13	9	3931	357	342	13	10	3882	355	353
14	9	4203	361	343	14	10	3908	363	359
15	9	3959	363	349	15	10	4067	350	345
16	9	4224	357	347	16	10	4040	357	359
17	9	4112	384	400	17	10	4679	365	320
18	9	4610	369	321	18	10	4135	375	394
19	9	4233	379	375	19	10	4158	375	375
20	9	4223	379	377	20	10	4051	367	355
21	9	4117	379	385	21	10	3933	359	384
22	9	4098	390	394	22	10	3967	383	400
23	9	4085	392	405	23	10	3976	347	355

24	9	4047	383	393	24	10	4083	371	361
25	9	4117	390	393	25	10	4226	377	365
26	9	4239	402	396	26	10	4234	384	367
27	9	4331	398	397	27	10	4098	348	331
28	9	4492	411	320	28	10	4078	377	343
29	9	4380	400	333	29	10	3782	371	373
30	9	4052	386	357	30	10	3662	361	369
31	9	3983	381	371	31	10	3702	363	355
32	9	3934	375	347	32	10	3646	348	355
33	9	3435	355	395	33	10	3368	338	390
34	9	3378	353	398	34	10	3575	359	361
35	9	3142	339	409	35	10	3283	337	384
36	9	3113	321	413	36	10	3150	325	389
37	9	2994	317	410	37	10	3079	315	389
38	9	3095	311	412	38	10	3031	303	386
39	9	2996	307	413	39	10	2973	305	379
40	9	2954	309	417	40	10	3021	299	377
41	9	2937	287	414	41	10	2971	281	399
42	9	2951	283	403	42	10	2969	283	400
43	9	3009	279	404	43	10	2998	279	407
44	9	3010	275	401	44	10	2982	275	408
45	9	2901	263	410	45	10	2940	275	403
46	9	2732	253	400	46	10	2957	263	391

x	y	COUNTS	V1	V2	x	y	COUNTS	V1	V2
1	11	2887	273	373	1	12	2857	259	377
2	11	2895	271	375	2	12	2796	263	414
3	11	2992	271	383	3	12	2811	263	401
4	11	2828	271	410	4	12	2878	271	417
5	11	2966	273	391	5	12	2821	269	404
6	11	2878	281	403	6	12	2905	266	410
7	11	2867	285	401	7	12	2786	265	403
8	11	3192	301	395	8	12	2951	287	390
9	11	3091	303	381	9	12	2874	277	389
10	11	3575	309	327	10	12	3125	285	394
11	11	3575	297	321	11	12	2928	253	323
12	11	3713	317	311	12	12	3315	283	331
13	11	3605	309	329	13	12	3328	279	351
14	11	3959	309	295	14	12	3217	285	359
15	11	3948	306	283	15	12	3402	285	338
16	11	4127	325	325	16	12	4052	305	311
17	11	3839	333	375	17	12	3736	317	363
18	11	4252	341	325	18	12	3668	324	371
19	11	3784	342	389	19	12	3536	313	375

20	11	3664	339	385	20	12	3439	311	385
21	11	3637	333	381	21	12	3428	315	386
22	11	3713	335	377	22	12	3559	307	369
23	11	3908	338	377	23	12	3863	335	377
24	11	3955	336	369	24	12	3805	323	371
25	11	4047	334	367	25	12	4051	323	365
26	11	4020	350	327	26	12	3657	323	389
27	11	3864	307	315	27	12	3589	301	291
28	11	3624	321	336	28	12	3282	271	313
29	11	3552	305	328	29	12	3207	275	295
30	11	3831	331	309	30	12	3270	273	321
31	11	3512	311	330	31	12	3073	259	305
32	11	3506	325	351	32	12	3235	265	313
33	11	3141	307	403	33	12	3106	266	327
34	11	3024	289	387	34	12	3002	267	325
35	11	2912	283	400	35	12	2922	255	331
36	11	2939	289	400	36	12	2817	259	349
37	11	2973	287	401	37	12	2987	258	335
38	11	2960	285	401	38	12	3020	259	331
39	11	2903	283	404	39	12	3031	257	327
40	11	2932	281	403	40	12	3053	261	336
41	11	2982	271	384	41	12	3057	261	337
42	11	2988	269	391	42	12	2934	267	401
43	11	2892	273	408	43	12	2886	267	403
44	11	3041	271	391	44	12	2872	265	400
45	11	2967	271	389	45	12	2863	257	398
46	11	2666	243	371	46	12	2752	249	396

x	y	COUNTS	V1	V2	x	y	COUNTS	V1	V2
1	13	2835	255	377	1	14	2653	245	400
2	13	2754	253	396	2	14	2805	247	404
3	13	2845	257	387	3	14	2650	243	398
4	13	2816	259	400	4	14	2751	241	391
5	13	2798	253	411	5	14	2760	241	391
6	13	2756	257	401	6	14	2638	241	379
7	13	2631	251	405	7	14	2582	237	377
8	13	2545	241	397	8	14	2587	235	379
9	13	2714	255	396	9	14	2553	235	371
10	13	2836	257	392	10	14	2651	243	384
11	13	2892	243	311	11	14	2404	215	289
12	13	2903	235	317	12	14	2748	227	320
13	13	3045	257	353	13	14	2753	227	320
14	13	2936	251	373	14	14	2695	227	323
15	13	2872	257	359	15	14	2798	235	285

16	13	3256	253	313	16	14	2877	231	299
17	13	3231	283	397	17	14	3031	259	363
18	13	3040	275	387	18	14	2893	261	365
19	13	3184	289	371	19	14	2956	263	353
20	13	3104	297	386	20	14	2929	273	355
21	13	3179	289	367	21	14	2868	267	386
22	13	3099	289	385	22	14	3189	281	371
23	13	3161	295	392	23	14	3040	269	359
24	13	3298	299	401	24	14	3361	281	357
25	13	3392	295	383	25	14	3401	275	365
26	13	3591	305	325	26	14	3171	269	329
27	13	3650	305	322	27	14	2956	251	335
28	13	3271	275	343	28	14	3011	263	333
29	13	3155	285	345	29	14	2949	257	331
30	13	3199	277	337	30	14	3172	271	307
31	13	3040	270	361	31	14	3014	245	303
32	13	2960	277	393	32	14	2898	257	401
33	13	2853	261	391	33	14	2700	251	389
34	13	2745	263	407	34	14	2672	239	377
35	13	2741	259	394	35	14	2630	239	377
36	13	2736	257	401	36	14	2668	247	377
37	13	2876	255	401	37	14	2684	231	367
38	13	2748	251	406	38	14	2738	237	347
39	13	2802	263	406	39	14	2712	241	381
40	13	2884	263	408	40	14	2788	247	401
41	13	2845	259	403	41	14	2767	250	401
42	13	2867	257	400	42	14	2861	251	400
43	13	2913	259	408	43	14	2824	257	400
44	13	2815	253	406	44	14	2852	247	405
45	13	2721	249	402	45	14	2687	237	397
46	13	2591	241	403	46	14	2542	237	400

x	y	COUNTS	V1	V2	x	y	COUNTS	V1	V2
1	15	2532	241	404	1	16	2458	231	388
2	15	2627	235	404	2	16	2514	235	377
3	15	2562	241	407	3	16	2629	237	375
4	15	2585	235	405	4	16	2624	233	369
5	15	2622	235	405	5	16	2586	239	384
6	15	2468	235	403	6	16	2476	225	365
7	15	2409	225	396	7	16	2405	223	373
8	15	2272	219	393	8	16	2315	219	384
9	15	2363	221	377	9	16	2361	231	377
10	15	2296	223	400	10	16	2387	227	379
11	15	2314	203	311	11	16	2443	219	327

12	15	2634	217	311	12	16	2568	227	335
13	15	2649	227	336	13	16	2766	225	321
14	15	2638	233	377	14	16	2866	235	333
15	15	2657	235	371	15	16	2855	241	337
16	15	2856	265	397	16	16	3090	251	315
17	15	2831	261	400	17	16	3026	266	357
18	15	2858	259	375	18	16	2972	257	347
19	15	2799	261	390	19	16	2944	271	371
20	15	2775	267	391	20	16	2926	283	379
21	15	2822	267	379	21	16	3064	287	379
22	15	2957	277	375	22	16	3000	281	384
23	15	2925	271	379	23	16	3024	279	377
24	15	3018	275	375	24	16	3049	277	379
25	15	3009	273	371	25	16	3005	269	373
26	15	2984	271	389	26	16	3069	253	315
27	15	3051	263	307	27	16	2740	239	347
28	15	2877	243	317	28	16	2919	245	333
29	15	2859	247	317	29	16	2893	239	346
30	15	2805	237	337	30	16	2451	227	377
31	15	2813	241	347	31	16	2564	219	341
32	15	2640	223	337	32	16	2339	217	403
33	15	2383	227	400	33	16	2172	213	394
34	15	2438	225	402	34	16	2240	213	401
35	15	2395	225	404	35	16	2211	211	403
36	15	2479	231	404	36	16	2286	219	403
37	15	2600	233	400	37	16	2401	225	400
38	15	2515	229	409	38	16	2461	225	394
39	15	2586	233	400	39	16	2438	231	409
40	15	2537	231	398	40	16	2460	227	398
41	15	2683	239	399	41	16	2516	233	402
42	15	2714	237	395	42	16	2530	241	413
43	15	2789	243	408	43	16	2633	243	401
44	15	2709	241	415	44	16	2748	235	379
45	15	2648	237	401	45	16	2564	231	401
46	15	2551	237	403	46	16	2444	223	409

x	y	COUNTS	V1	V2	x	y	COUNTS	V1	V2
1	17	2375	233	397	1	18	2472	235	400
2	17	2543	233	405	2	18	2496	233	394
3	17	2534	239	397	3	18	2600	241	390
4	17	2642	235	392	4	18	2724	249	392
5	17	2516	243	397	5	18	2670	245	400
6	17	2547	237	405	6	18	2761	243	373
7	17	2495	233	395	7	18	2765	257	392

8	17	2536	235	401	8	18	2715	247	361
9	17	2530	235	393	9	18	2751	237	325
10	17	2619	227	350	10	18	2676	247	375
11	17	2530	223	349	11	18	2939	239	336
12	17	2805	231	321	12	18	2952	245	337
13	17	2799	229	326	13	18	3163	253	325
14	17	2955	239	323	14	18	3269	259	325
15	17	3053	241	320	15	18	3315	255	313
16	17	3087	257	325	16	18	3462	258	307
17	17	3321	256	313	17	18	3288	289	397
18	17	2980	271	385	18	18	3249	292	387
19	17	3120	283	367	19	18	3254	287	384
20	17	2968	281	389	20	18	3606	293	327
21	17	3126	275	361	21	18	3603	295	331
22	17	3040	281	369	22	18	3392	295	371
23	17	3042	283	387	23	18	3373	293	361
24	17	2954	259	363	24	18	3573	281	341
25	17	2870	261	392	25	18	3463	291	365
26	17	3084	255	319	26	18	3807	299	361
27	17	2880	243	329	27	18	3351	277	342
28	17	2764	227	325	28	18	3431	285	333
29	17	2655	231	337	29	18	3075	251	341
30	17	2335	211	339	30	18	3165	253	331
31	17	2534	225	353	31	18	3086	269	363
32	17	2272	211	371	32	18	3027	259	397
33	17	2336	219	383	33	18	2662	259	406
34	17	2433	221	383	34	18	2673	249	400
35	17	2423	225	388	35	18	2591	243	403
36	17	2509	225	375	36	18	2634	245	403
37	17	2500	231	390	37	18	2703	249	413
38	17	2489	231	412	38	18	2671	249	412
39	17	2632	239	400	39	18	2730	255	417
40	17	2612	235	403	40	18	2800	257	403
41	17	2590	235	408	41	18	2691	253	414
42	17	2641	245	403	42	18	2748	253	407
43	17	2726	253	400	43	18	2730	247	404
44	17	2524	239	402	44	18	2623	243	405
45	17	2569	239	400	45	18	2516	235	400
46	17	2439	233	417	46	18	2480	239	406

x	y	COUNTS	V1	V2	x	y	COUNTS	V1	V2
1	19	2441	241	413	1	20	2548	247	404
2	19	2667	241	403	2	20	2735	251	403
3	19	2705	245	413	3	20	2816	259	403
4	19	2760	251	408	4	20	2921	267	401
5	19	2852	259	401	5	20	2991	277	408
6	19	2921	265	401	6	20	3140	287	393
7	19	2848	269	407	7	20	3203	299	401
8	19	3014	281	395	8	20	3333	337	406
9	19	3082	291	397	9	20	3700	339	373
10	19	3199	307	398	10	20	3780	351	375
11	19	3421	289	346	11	20	3850	315	311
12	19	3452	299	353	12	20	4029	339	307
13	19	3883	305	320	13	20	4250	343	311
14	19	3825	311	330	14	20	4140	353	315
15	19	4322	320	325	15	20	4650	369	311
16	19	4311	343	363	16	20	4923	405	363
17	19	4538	365	355	17	20	5004	410	359
18	19	4595	357	346	18	20	4843	400	367
19	19	4615	373	357	19	20	5262	431	357
20	19	4015	341	363	20	20	5221	401	350
21	19	4515	371	355	21	20	4822	410	359
22	19	4502	377	359	22	20	5530	413	345
23	19	4548	383	373	23	20	5423	413	349
24	19	4773	392	344	24	20	5498	421	343
25	19	4829	369	338	25	20	5398	423	355
26	19	4527	363	311	26	20	4793	413	365
27	19	4375	337	311	27	20	4983	386	289
28	19	4380	333	307	28	20	4622	369	283
29	19	3926	355	341	29	20	4295	369	315
30	19	3816	327	329	30	20	4190	357	303
31	19	3610	311	325	31	20	4133	349	301
32	19	3756	335	347	32	20	3972	369	355
33	19	3476	313	353	33	20	3815	367	371
34	19	3281	313	371	34	20	3732	363	371
35	19	3339	301	373	35	20	3343	345	423
36	19	3202	295	375	36	20	3096	321	412
37	19	3053	281	391	37	20	3163	313	402
38	19	3092	291	385	38	20	3091	297	400
39	19	2938	275	402	39	20	3017	293	409
40	19	2908	269	400	40	20	3031	286	416
41	19	2810	271	410	41	20	3276	297	407
42	19	2815	267	409	42	20	2982	277	402
43	19	2789	259	419	43	20	2851	273	407
44	19	2604	251	412	44	20	2751	261	407

45	19	2642	249	411	45	20	2661	263	417
46	19	2488	245	412	46	20	2572	251	412

Δεδομένα Σχήματος 4-5-6

	X	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2747	2729,8	261	263,8	414
		1	2	2729		269		414
		1	3	2715		271		414
		1	4	2722		257		414
		1	5	2736		261		414
	2	1	6	2831	2851	279	277	417
		1	7	2781		277		417
		1	8	2851		277		417
		1	9	2897		277		417
		1	10	2895		275		417
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3142	3157	329	329,6	421
		1	12	3153		329		421
		1	12	3168		329		421
		1	14	3133		329		421
		1	15	3189		332		421
	4	1	16	3672	3596,4	313	308,2	313
		1	17	3526		307		313
		1	18	3575		307		313
		1	19	3634		307		313
		1	20	3575		307		313
	5	1	21	3328	3331,6	325	322,2	381
		1	22	3343		321		381
		1	23	3338		319		381
		1	24	3349		323		381
		1	25	3300		323		381
	6	1	26	3620	3671,4	336	337,2	353
		1	27	3618		334		353
		1	28	3698		339		353
		1	29	3751		339		353
		1	30	3670		338		353
	7	1	31	3914	3878,6	332	330	311
		1	32	3950		337		311
		1	33	3864		329		311
		1	34	3866		325		311
		1	35	3799		327		311
	8	1	36	4370	4381,4	371	331,475	330
		1	37	4383		361		331
1		38	4355	357		331		
1		39	4408	361		331		
1		40	4391	359		331		
9	1	41	3753	3727,6	359	354,2	410	
	1	42	3827		355		410	
	1	43	3748		353		410	
	1	44	3662		353		410	

	1	45	3648		351		410
10	1	46	3639	3598,2	352	349	411
	1	47	3584		349		411
	1	48	3637		347		411
	1	49	3584		347		411
	1	50	3547		350		411
11	1	51	3891	3830,4	365	368,2	394
	1	52	3826		371		394
	1	53	3870		369		394
	1	54	3784		369		394
	1	55	3781		367		394
12	1	56	3556	3682,2	347	357,8	397
	1	57	3629		345		397
	1	58	3691		361		397
	1	59	3778		347		397
	1	60	3757		347		397
13	1	61	3644	3591,2	353	353	394
	1	62	3568		355		394
	1	63	3577		355		394
	1	64	3620		351		394
	1	65	3547		351		394
14	1	66	3484	3522,4	352	349,6	406
	1	67	3516		349		406
	1	68	3538		349		406
	1	69	3597		351		406
	1	70	3477		347		406
15	1	71	3618	3623,4	343	347	400
	1	72	3611		347		400
	1	73	3633		347		400
	1	74	3626		350		400
	1	75	3629		348		400
16	1	76	3498	3558,4	349	346,6	409
	1	77	3577		345		409
	1	78	3603		346		409
	1	79	3590		346		409
	1	80	3524		347		409
17	1	81	3640	3696,8	361	365,8	400
	1	82	3699		377		400
	1	83	3715		365		400
	1	84	3729		357		400
	1	85	3701		369		400
18	1	86	4072	4069,8	379	380,2	427
	1	87	4067		379		427
	1	88	4086		381		427
	1	89	4094		383		427
	1	90	4030		379		427
19	1	91	3951	3944,6	348	347	315
	1	92	4009		349		315
	1	93	3892		347		315
	1	94	3935		345		315

	1	95	3936		346		315
20	1	96	3952	3964,6	350	352	323
	1	97	3941		353		323
	1	98	3994		355		323
	1	99	3966		351		323
	1	100	3970		351		323
21	1	101	3543	3599,6	333	333,2	315
	1	102	3552		333		315
	1	103	3617		333		315
	1	104	3644		331		315
	1	105	3642		336		315
22	1	106	3501	3019,4	313	311	313
	1	107	3468		313		313
	1	108	3505		311		313
	1	109	3486		307		313
	1	110	3529		311		313
23	1	111	3439	3399,6	311	309,8	331
	1	112	3352		311		331
	1	113	3433		309		331
	1	114	3380		311		331
	1	115	3394		307		331
24	1	116	3243	3192,6	335	332,2	458
	1	117	3231		328		458
	1	118	3175		336		458
	1	119	3137		333		458
	1	120	3177		329		458
25	1	121	3008	3005,4	311	317,4	417
	1	122	3040		320		417
	1	123	2955		315		417
	1	124	3028		321		417
	1	125	2996		320		417
26	1	126	2963	2934	305	304,2	417
	1	127	2941		305		417
	1	128	2944		305		417
	1	129	2884		301		417
	1	130	2938		305		417
27	1	131	2789	2817,2	293	295,8	429
	1	132	2884		297		429
	1	133	2817		295		429
	1	134	2786		297		429
	1	135	2810		297		429
28	1	136	2840	2828,2	289	297,4	421
	1	137	2796		297		421
	1	138	2809		299		421
	1	139	2850		303		421
	1	140	2846		299		421
29	1	141	2802	2824,25	285	283,8	421
	1	142	2838		283		421
	1	143	2863		287		421
	1	144	2794		283		421

		1	145	2784		281		421
BASE METAL	30	1	146	2829	2879,2	273	273,8	412
		1	147	2947		275		412
		1	148	2826		273		412
		1	149	2875		275		412
		1	150	2919		273		412
	31	1	151	2878	2823,8	269	273	421
		1	152	2821		275		421
		1	153	2809		273		421
		1	154	2814		275		421
		1	155	2797		273		421

Δεδομένα Σχήματος 7-8-9

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2514	2492,6	241	241,8	411
		1	2	2523		241		411
		1	3	2467		245		411
		1	4	2470		243		411
		1	5	2489		239		411
	2	1	6	2772	2.766,40	261	259,2	408
		1	7	2730		259		408
		1	8	2805		256		408
		1	9	2783		261		408
		1	10	2742		259		408
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2490	2504,8	233	236,4	405
		1	12	2532		238		405
		1	13	2542		241		405
		1	14	2462		235		405
		1	15	2498		235		405
	4	1	16	2414	2378,2	227	225,4	404
		1	17	2316		223		404
		1	18	2370		225		404
		1	19	2433		229		404
		1	20	2358		223		404
	5	1	21	2368	2334,2	231	225,8	400
		1	22	2341		227		400
		1	23	2320		223		400
		1	24	2314		225		400
		1	25	2328		223		400
	6	1	26	2370	2341	231	227,4	404
		1	27	2303		227		404
		1	28	2351		227		404
		1	29	2349		225		404
		1	30	2332		227		404
	7	1	31	2353	2338,2	229	227,8	398
1		32	2337	225		398		
1		33	2355	227		398		
1		34	2294	229		398		
1		35	2352	229		398		

	8	1	36	2426	2456,8	211	211,4	303
		1	37	2460		209		303
		1	38	2444		213		303
		1	39	2472		213		303
		1	40	2482		211		303
	9	1	41	2659	2589,2	211	211,8	295
		1	42	2591		211		295
		1	43	2559		213		295
		1	44	2553		211		295
		1	45	2584		213		295
	10	1	46	2712	2791,4	229	230,6	281
		1	47	2851		231		281
		1	48	2789		231		281
		1	49	2786		229		281
		1	50	2819		233		281
	11	1	51	2911	2865	249	245,8	279
		1	52	2857		243		279
1		53	2868	247		279		
1		54	2859	243		279		
1		55	2830	247		279		
12	1	56	2919	2942,4	245	242,6	271	
	1	57	2887		241		271	
	1	58	2988		243		271	
	1	59	2975		243		271	
	1	60	2943		241		271	
13	1	61	3498	3456,2	271	271	323	
	1	62	3455		273		323	
	1	63	3415		271		323	
	1	64	3453		269		323	
	1	65	3460		271		323	
14	1	66	3128	3159,8	279	281	373	
	1	67	3184		281		373	
	1	68	3149		279		373	
	1	69	3155		281		373	
	1	70	3183		285		373	
15	1	71	3177	3219,2	287	286,2	359	
	1	72	3261		285		359	
	1	73	3188		287		359	
	1	74	3269		285		359	
	1	75	3201		287		359	
16	1	76	3099	3132,4	291	291	375	
	1	77	3110		289		375	
	1	78	3153		289		375	
	1	79	3142		295		375	
	1	80	3158		291		375	
17	1	81	3089	3103,6	295	289	385	
	1	82	3076		289		385	
	1	83	3132		287		385	
	1	84	3120		289		385	
	1	85	3101		285		385	

	18	1	86	3235	3199,6	307	304,6	390
		1	87	3208		305		390
		1	88	3176		307		390
		1	89	3183		299		390
		1	90	3196		305		390
	19	1	91	3292	3281,2	303	305,8	384
		1	92	3293		307		384
		1	93	3272		305		384
		1	94	3242		305		384
		1	95	3307		309		384
	20	1	96	3102	3158,6	301	301,4	393
		1	97	3156		299		393
		1	98	3179		303		393
		1	99	3155		305		393
		1	100	3201		299		393
	21	1	101	3331	3311,8	293	294,6	347
		1	102	3306		299		347
		1	103	3284		299		347
		1	104	3268		291		347
		1	105	3370		291		347
	22	1	106	3205	3194	287	287,4	375
		1	107	3193		293		375
		1	108	3134		287		375
		1	109	3224		283		375
		1	110	3214		287		375
	23	1	111	3292	3272	301	296,6	411
		1	112	3264		297		411
		1	113	3218		297		411
		1	114	3299		293		411
		1	115	3252		295		411
	24	1	116	3148	3238,2	267	269,8	325
		1	117	3196		271		325
		1	118	3306		267		325
		1	119	3254		271		325
		1	120	3287		273		325
25	1	121	3083	3086	257	254,6	295	
	1	122	2992		253		295	
	1	123	3001		255		295	
	1	124	3153		257		295	
	1	125	3201		251		295	
26	1	126	3079	3068,6	245	248,2	295	
	1	127	3108		243		295	
	1	128	3048		245		295	
	1	129	3079		251		295	
	1	130	3029		257		295	
27	1	131	2693	2700,6	239	236,2	311	
	1	132	2655		235		311	
	1	133	2685		233		311	
	1	134	2707		239		311	
	1	135	2763		235		311	

	28	1	136	2672	2577	223	225	341
		1	137	2557		225		341
		1	138	2536		225		341
		1	139	2552		227		341
		1	140	2568		225		341
	29	1	141	2658	2634,8	237	237,4	415
		1	142	2630		241		415
		1	143	2602		239		415
		1	144	2643		235		415
		1	145	2641		235		415
	30	1	146	2387	2374,6	231	231,8	402
		1	147	2407		229		402
		1	148	2377		233		402
		1	149	2355		235		402
		1	150	2347		231		402
	31	1	151	2249	2259,8	225	221	401
		1	152	2293		219		401
		1	153	2300		221		401
		1	154	2212		219		401
		1	155	2245		221		401
	32	1	156	2260	2289	221	219,4	405
		1	157	2307		219		405
		1	158	2302		219		405
		1	159	2332		219		405
		1	160	2244		219		405
	33	1	161	2355	2352,8	219	219,8	403
		1	162	2333		219		403
		1	163	2352		219		403
		1	164	2357		223		403
		1	165	2367		219		403
	34	1	166	2423	2382,8	227	226,2	407
		1	167	2371		227		407
		1	168	2335		227		407
		1	169	2406		225		407
		1	170	2379		225		407
	35	1	171	2420	2410	231	234,6	409
		1	172	2415		235		409
		1	173	2431		237		409
		1	174	2379		233		409
		1	175	2405		237		409
	36	1	176	2440	2432	229	233,8	411
		1	177	2491		233		411
1		178	2387	235		411		
1		179	2431	237		411		
1		180	2411	235		411		
BASE METAL	37	1	181	2611	2642,8	247	247	408
		1	182	2640		247		408
		1	183	2633		243		408
		1	184	2644		247		408
		1	185	2686		251		408

	38	1	186	2535	2526,4	247	246,2	419
		1	187	2510		247		419
		1	188	2514		249		419
		1	189	2527		245		419
		1	190	2546		243		419

Δεδομένα Σχήματος 10-11-12

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2639	2590,4	257	257,4	404
		1	2	2605		257		404
		1	3	2526		257		404
		1	4	2609		257		404
		1	5	2573		259		404
	2	1	6	2981	2919,2	289	281,4	402
		1	7	2881		279		402
		1	8	2981		277		402
		1	9	2867		279		402
		1	10	2886		283		402
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3123	3113,6	321	322,6	413
		1	12	3172		323		413
		1	13	3073		325		413
		1	14	3131		323		413
		1	15	3069		321		413
	4	1	16	3332	3361,6	346	350,6	405
		1	17	3320		346		405
		1	18	3358		345		405
		1	19	3314		347		405
		1	20	3484		369		405
	5	1	21	3511	3421,6	367	359,8	400
		1	22	3350		357		400
		1	23	3433		355		400
		1	24	3394		361		400
		1	25	3420		359		400
	6	1	26	3419	3488,2	369	369,2	401
		1	27	3572		369		401
		1	28	3510		371		401
		1	29	3506		367		401
		1	30	3434		370		401
	7	1	31	3557	3515,4	399	405	425
		1	32	3531		403		425
		1	33	3501		409		425
		1	34	3484		406		425
		1	35	3504		408		425
	8	1	36	4213	4195,2	394	397,2	301
		1	37	4180		398		301
		1	38	4226		398		301
		1	39	4185		396		301
		1	40	4172		400		301
	9	1	41	4259	4268	379	382,4	279

	1	42	4283		384		279
	1	43	4275		384		279
	1	44	4281		381		279
	1	45	4242		384		279
10	1	46	4170	4195,8	395	390	293
	1	47	4245		392		293
	1	48	4185		389		293
	1	49	4192		385		293
	1	50	4187		389		293
11	1	51	4577	4505,6	411	409,6	289
	1	52	4478		413		289
	1	53	4480		406		289
	1	54	4501		410		289
	1	55	4492		408		289
12	1	56	4627	4560	398	399,8	281
	1	57	4462		406		281
	1	58	4550		399		281
	1	59	4585		397		281
	1	60	4576		399		281
13	1	61	4881	4978	441	443,4	283
	1	62	4888		435		283
	1	63	4858		439		283
	1	64	5105		450		283
	1	65	5158		452		283
14	1	66	4868	4915,4	487	486,2	433
	1	67	4909		489		433
	1	68	4929		483		433
	1	69	4913		485		433
	1	70	4958		487		433
15	1	71	5128	5212,4	491	489	384
	1	72	5171		487		384
	1	73	5278		491		384
	1	74	5270		491		384
	1	75	5215		485		384
16	1	76	5088	5059,2	485	479,8	390
	1	77	5025		484		390
	1	78	5102		483		390
	1	79	5065		474		390
	1	80	5016		473		390
17	1	81	5115	5099,8	473	468,4	388
	1	82	5146		467		388
	1	83	4995		468		388
	1	84	5097		470		388
	1	85	5146		464		388
18	1	86	5356	5348,8	485	483,2	369
	1	87	5304		484		369
	1	88	5359		479		369
	1	89	5289		483		369
	1	90	5436		485		369
19	1	91	4836	4850,4	468	464,2	396

	1	92	4919		462		396
	1	93	4845		468		396
	1	94	4852		461		396
	1	95	4800		462		396
20	1	96	4905	4894,4	458	459,8	396
	1	97	4863		460		396
	1	98	4838		461		396
	1	99	4910		459		396
	1	100	4956		461		396
21	1	101	5187	5192,6	468	469	375
	1	102	5204		474		375
	1	103	5166		469		375
	1	104	5183		468		375
	1	105	5223		466		375
22	1	106	4938	5028,8	500	496,6	379
	1	107	5100		493		379
	1	108	5013		491		379
	1	109	5094		500		379
	1	110	4999		499		379
23	1	111	5010	4975,6	469	480,2	391
	1	112	4958		481		391
	1	113	5008		479		391
	1	114	4954		485		391
	1	115	4948		487		391
24	1	116	4781	4775,6	469	468,6	414
	1	117	4739		466		414
	1	118	4784		470		414
	1	119	4775		468		414
	1	120	4799		470		414
25	1	121	4805	4804,2	461	462,6	415
	1	122	4778		462		415
	1	123	4821		464		415
	1	124	4810		461		415
	1	125	4807		465		415
26	1	126	4568	4622,4	403	408,2	295
	1	127	4685		411		295
	1	128	4614		407		295
	1	129	4605		409		295
	1	130	4640		411		295
27	1	131	4390	4452,6	392	391	320
	1	132	4419		390		320
	1	133	4437		384		320
	1	134	4465		389		320
	1	135	4552		400		299
28	1	136	4323	4333	403	399	315
	1	137	4284		393		315
	1	138	4323		393		315
	1	139	4305		396		315
	1	140	4430		410		315
29	1	141	3854	3849,2	363	359,4	315

		1	142	3843		361		315
		1	143	3883		355		315
		1	144	3774		359		315
		1	145	3892		359		315
	30	1	146	3844	3830,8	351	353,8	305
		1	147	3771		355		305
		1	148	3842		353		305
		1	149	3838		355		305
		1	150	3859		355		305
	31	1	151	3538	3542	388	387,6	431
		1	152	3532		385		431
		1	153	3610		390		431
		1	154	3524		388		431
		1	155	3506		387		431
	32	1	156	3535	3533,2	369	372,6	425
		1	157	3541		371		425
		1	158	3482		373		425
		1	159	3586		375		425
		1	160	3522		375		425
	33	1	161	3110	3131	357	352	423
1		162	3125	353		423		
1		163	3165	350		423		
1		164	3153	347		423		
1		165	3102	353		423		
34	1	166	3020	3020,4	339	338,4	419	
	1	167	3037		339		419	
	1	168	3017		336		419	
	1	169	3003		337		419	
	1	170	3025		341		419	
BASE METAL	35	1	171	2680	2672,4	259	263,8	411
		1	172	2635		265		411
		1	173	2723		265		411
		1	174	2640		267		411
		1	175	2684		263		411
	36	1	176	2980	2986,6	287	285,2	403
		1	177	2984		287		403
		1	178	2960		283		403
		1	179	3017		282		403
		1	180	2992		287		403

Δεδομένα Σχήματος 13-14-15

	X	Y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2882	2913,4	287	283	410
		1	2	2954		283		410
		1	3	3021		281		410
		1	4	2925		281		410
		1	5	2785		283		410
	2	1	6	2954	2929,6	299	294,6	403
		1	7	2970		293		403
		1	8	2917		295		403
		1	9	2910		293		403
		1	10	2897		293		403
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2865	2857,2	272	268	411
		1	12	2901		269		411
		1	13	2883		267		411
		1	14	2796		267		411
		1	15	2841		265		411
	4	1	16	3034	3060,8	295	297	401
		1	17	3017		299		401
		1	18	3105		297		401
		1	19	3064		297		401
		1	20	3084		297		401
	5	1	21	2621	2696,8	231	231,8	235
		1	22	2699		233		235
		1	23	2703		229		235
		1	24	2714		231		235
		1	25	2747		235		235
	6	1	26	2777	2636,4	235	225,4	235
		1	27	2805		235		235
		1	28	2776		235		235
		1	29	2413		211		235
		1	30	2411		211		235
	7	1	31	3201	3178,6	247	247,8	237
		1	32	3154		249		237
		1	33	3191		247		237
		1	34	3149		249		237
		1	35	3198		247		237
	8	1	36	3277	3183,6	273	266	211
		1	37	3149		265		211
		1	38	3137		268		211
		1	39	3167		263		211
		1	40	3188		261		211
	9	1	41	3132	3344,8	253	262,6	211
		1	42	3365		267		211
		1	43	3412		263		211
		1	44	3408		263		211
		1	45	3407		267		211
	10	1	46	3363	4027,2	263	289	219
		1	47	4259		297		219

	1	48	4155		295		219
	1	49	4239		295		219
	1	50	4120		295		219
11	1	51	4190	4411	291	307,4	227
	1	52	4386		309		227
	1	53	4419		311		227
	1	54	4528		315		227
	1	55	4532		311		227
12	1	56	4523	3525,2	313	266,4	229
	1	57	3233		255		229
	1	58	3246		257		229
	1	59	3333		251		229
	1	60	3291		256		229
13	1	61	3214	4589,8	253	349,8	289
	1	62	4989		373		289
	1	63	4914		377		289
	1	64	4886		375		289
	1	65	4946		371		289
14	1	66	4811	4264,2	369	342	401
	1	67	4250		349		401
	1	68	4077		327		401
	1	69	4093		333		401
	1	70	4090		332		401
15	1	71	4075	4181,8	333	349	397
	1	72	4173		351		397
	1	73	4251		359		397
	1	74	4199		351		397
	1	75	4211		351		397
16	1	76	4205	4067,8	353	345,2	395
	1	77	4133		341		395
	1	78	4057		345		395
	1	79	3981		342		395
	1	80	3963		345		395
17	1	81	3948	4155,4	341	353,8	385
	1	82	4247		367		385
	1	83	4235		361		385
	1	84	4115		353		385
	1	85	4232		347		385
18	1	86	4240	5085	353	358,2	285
	1	87	5829		367		285
	1	88	5284		363		285
	1	89	5069		353		285
	1	90	5003		355		419
19	1	91	3916	3833	355	352,2	419
	1	92	3920		349		419
	1	93	3912		357		419
	1	94	3681		351		419
	1	95	3736		349		419
20	1	96	3722	3963,2	349	333,4	400
	1	97	4375		341		400

	1	98	3858		321		400
	1	99	3920		325		400
	1	100	3941		331		400
21	1	101	3915	4557,6	327	337,8	255
	1	102	4706		337		255
	1	103	4710		343		255
	1	104	4755		339		255
	1	105	4702		343		255
22	1	106	4783	4937,4	346	335,2	247
	1	107	4916		329		247
	1	108	5029		333		247
	1	109	5019		333		247
	1	110	4940		335		247
23	1	111	5050	4911,4	337	322,6	233
	1	112	4883		323		233
	1	113	4867		313		233
	1	114	4903		320		233
	1	115	4854		320		233
24	1	116	5014	3930,8	313	267	211
	1	117	3422		249		211
	1	118	3428		243		211
	1	119	3412		251		211
	1	120	4378		279		211
25	1	121	3814	3406,6	249	249	225
	1	122	3513		245		225
	1	123	3602		237		225
	1	124	3024		257		225
	1	125	3080		257		225
26	1	126	3095	2881,4	258	226,4	243
	1	127	2839		223		243
	1	128	2826		219		243
	1	129	2809		217		243
	1	130	2838		215		243
27	1	131	2807	2381,8	219	206,6	237
	1	132	2291		199		237
	1	133	2309		199		237
	1	134	2240		207		237
	1	135	2262		209		237
28	1	136	2243	1876,8	209	194,8	243
	1	137	1771		192		243
	1	138	1818		192		243
	1	139	1788		189		243
	1	140	1764		192		243
29	1	141	1829	2197	187	197,8	295
	1	142	2309		203		295
	1	143	2266		201		295
	1	144	2286		199		295
	1	145	2295		199		295
30	1	146	2374	2538,8	209	233,8	470
	1	147	2605		239		470

	31	1	148	2551	2463,8	239	233,4	470
		1	149	2603		243		470
		1	150	2561		239		470
		1	151	2538		239		449
		1	152	2484		231		449
		1	153	2427		233		449
	32	1	154	2441	235	449		
		1	155	2429	229	449		
		1	156	2406	231	448		
		1	157	2427	231	448		
		1	158	2440	231	448		
	33	1	159	2422	231	448		
		1	160	2391	235	448		
		1	161	2380	229	435		
		1	162	2511	233	435		
		1	163	2512	233	435		
	34	1	164	2502	231	435		
		1	165	2483	231	435		
		1	166	2457	239	450		
		1	167	2592	243	450		
		1	168	2551	235	450		
BASE METAL	35	1	169	2571	239	450		
		1	170	2570	239	450		
		1	171	3325	295	400		
		1	172	2982	269	400		
		1	173	2893	265	400		
	36	1	174	2916	265	400		
1		175	2846	265	400			
1		176	2534	243	411			
1		177	3313	322	411			
1		178	3324	317	411			
		1	179	3414	299	411		
		1	180	3332	295	411		
		1	180	3332	295	411		

Δεδομένα Σχήματος 16-17-18

	X	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2426	2434,6	249	246,6	400
		1	2	2390		245		400
		1	3	2471		249		400
		1	4	2447		247		400
		1	5	2439		243		400
	2	1	6	2667	251	400		
		1	7	2659	251	400		
		1	8	2652	259	400		
		1	9	2639	255	400		
		1	10	2626	253	400		
D CTE AFFE T	3	1	11	2674	2689,4	251	252,2	395
		1	12	2739	251	395		

	1	13	2690		255		395
	1	14	2676		251		395
	1	15	2668		253		395
4	1	16	2730	2737,4	251	252,6	385
	1	17	2722		255		385
	1	18	2706		253		385
	1	19	2794		253		385
	1	20	2735		251		385
5	1	21	2719	2691,2	259	253	381
	1	22	2694		251		381
	1	23	2720		255		381
	1	24	2682		249		381
	1	25	2641		251		381
6	1	26	2658	2686,6	263	259,8	415
	1	27	2910		265		415
	1	28	2679		259		415
	1	29	2556		255		415
	1	30	2630		257		415
7	1	31	2711	2668,2	263	259	414
	1	32	2674		257		414
	1	33	2683		261		414
	1	34	2634		257		414
	1	35	2639		257		414
8	1	36	2716	2716,4	267	265,4	404
	1	37	2716		265		404
	1	38	2700		267		404
	1	39	2732		267		404
	1	40	2718		261		404
9	1	41	3373	3352,6	297	293,8	307
	1	42	3336		295		307
	1	43	3375		297		307
	1	44	3332		289		307
	1	45	3347		291		307
10	1	46	3154	3135,8	258	266,4	291
	1	47	3163		267		291
	1	48	3177		263		291
	1	49	3079		269		291
	1	50	3106		275		291
11	1	51	3212	3207,4	277	281,2	277
	1	52	3171		283		277
	1	53	3223		282		277
	1	54	3230		283		277
	1	55	3201		281		277
12	1	56	3542	3415,6	299	291,4	299
	1	57	3398		289		299
	1	58	3384		291		299
	1	59	3414		291		299
	1	60	3340		287		299
13	1	61	3679	3488	299	293,8	317
	1	62	3493		295		317

	1	63	3511		301		317
	1	64	3353		281		317
	1	65	3404		293		317
14	1	66	3157	3193	307	306,8	403
	1	67	3227		307		403
	1	68	3209		310		403
	1	69	3143		303		403
	1	70	3229		307		403
15	1	71	3169	3173,2	305	310,6	402
	1	72	3182		307		403
	1	73	3138		315		403
	1	74	3169		315		403
	1	75	3208		311		403
16	1	76	3267	3278,6	329	322,4	401
	1	77	3264		325		401
	1	78	3346		323		401
	1	79	3269		315		401
	1	80	3247		320		401
17	1	81	3323	3316,4	311	320,6	402
	1	82	3305		323		402
	1	83	3342		327		402
	1	84	3314		321		402
	1	85	3298		321		402
18	1	86	3205	3171,6	307	304,6	408
	1	87	3172		305		408
	1	88	3173		303		408
	1	89	3140		301		408
	1	90	3168		307		408
19	1	91	3096	3080,2	285	286,4	404
	1	92	3077		289		404
	1	93	3068		286		404
	1	94	3106		287		404
	1	95	3054		285		404
20	1	96	3303	3245	315	298,2	399
	1	97	3269		297		399
	1	98	3216		297		399
	1	99	3239		293		399
	1	100	3198		289		399
21	1	101	3245	3269,8	305	320,2	407
	1	102	3291		323		407
	1	103	3280		325		407
	1	104	3276		325		407
	1	105	3257		323		407
22	1	106	3184	3260,6	320	318,2	411
	1	107	3279		320		411
	1	108	3242		317		411
	1	109	3293		315		411
	1	110	3305		319		411
23	1	111	3285	3267,4	323	319,2	405
	1	112	3262		320		405

	1	113	3246		315		405
	1	114	3273		321		405
	1	115	3271		317		405
24	1	116	3347	3308	321	322	403
	1	117	3336		322		403
	1	118	3291		322		403
	1	119	3277		325		403
	1	120	3289		320		403
25	1	121	3476	3489,8	325	323,8	371
	1	122	3539		325		371
	1	123	3487		325		371
	1	124	3450		323		371
	1	125	3497		321		371
26	1	126	3246	3544,8	297	320,2	305
	1	127	3785		335		305
	1	128	3559		317		305
	1	129	3479		323		305
	1	130	3655		329		305
27	1	131	3354	3443,4	295	305	305
	1	132	3475		311		305
	1	133	3466		303		305
	1	134	3446		309		305
	1	135	3476		307		305
28	1	136	3013	2993	307	306,2	427
	1	137	2955		307		427
	1	138	3001		305		427
	1	139	3012		307		427
	1	140	2984		305		427
29	1	141	2726	2761	281	282,2	435
	1	142	2764		281		435
	1	143	2727		281		435
	1	144	2787		287		435
	1	145	2801		281		435
30	1	146	2715	2732,4	271	275,4	431
	1	147	2704		273		431
	1	148	2712		277		431
	1	149	2779		281		431
	1	150	2752		275		431
31	1	151	2584	2593,2	269	267,8	460
	1	152	2593		267		460
	1	153	2597		267		460
	1	154	2590		269		460
	1	155	2602		267		460
32	1	156	2589	2564,2	271	267	462
	1	157	2539		265		462
	1	158	2533		267		462
	1	159	2594		267		462
	1	160	2566		265		462
33	1	166	2485	2548,6	265	265,6	461
	1	167	2531		270		461

		1	168	2581		269		461
		1	169	2615		259		461
		1	170	2531		265		461
BASE METAL	34	1	171	2756	2693,4	249	255	417
		1	172	2775		251		417
		1	173	2653		259		417
		1	174	2628		259		417
		1	175	2655		257		417
	35	1	176	2720	2712,4	249	254,8	429
		1	177	2669		259		429
		1	178	2693		253		429
		1	179	2754		257		429
		1	180	2726		256		429

Δεδομένα Σχήματος 19-20-21

	X	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2425	2422,4	241	242,2	415
		1	2	2503		247		415
		1	3	2372		241		415
		1	4	2425		239		415
		1	5	2387		243		415
	2	1	6	2730	2734	261	256,6	410
		1	7	2744		259		410
		1	8	2726		255		410
		1	9	2736		255		410
		1	10	2734		253		410
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2676	2673	269	265,8	410
		1	12	2676		265		410
		1	13	2712		265		410
		1	14	2631		265		410
		1	15	2670		265		410
	4	1	16	2890	2864,2	273	278,2	405
		1	17	2858		281		405
		1	18	2845		277		405
		1	19	2847		285		405
		1	20	2881		275		405
	5	1	21	3018	2966,2	257	255	289
		1	22	2965		253		289
		1	23	2925		255		289
		1	24	2923		257		289
		1	25	3000		253		289
	6	1	26	3017	2995	259	259	273
		1	27	2977		259		273
		1	28	2979		261		273
		1	29	3015		257		273
		1	30	2987		259		273
7	1	31	3166	3150,8	275	281,6	283	
	1	32	3287		289		283	

		1	33	3108		279		283	
		1	34	3109		279		283	
		1	35	3084		286		283	
	8		1	36	3315	3350,6	289	291	267
			1	37	3313		289		267
			1	38	3365		295		267
			1	39	3341		291		267
			1	40	3419		291		267
	9		1	41	3194	3296	271	277,4	265
			1	42	3341		279		265
			1	43	3257		277		265
			1	44	3289		275		265
			1	45	3399		285		265
	10		1	46	3874	3855,6	323	318,4	331
			1	47	3909		320		331
			1	48	3829		320		331
			1	49	3882		309		331
			1	50	3784		320		331
	11		1	51	3398	3531,2	325	331	381
			1	52	3575		335		381
		1	53	3539	333		381		
		1	54	3604	333		381		
		1	55	3540	329		381		
12		1	56	3490	3523	333	330,6	375	
		1	57	3525		331		375	
		1	58	3553		328		375	
		1	59	3522		331		375	
		1	60	3525		330		375	
13		1	61	3402	3365,6	330	330,2	400	
		1	62	3307		328		400	
		1	63	3401		331		400	
		1	64	3446		331		400	
		1	65	3272		331		400	
14		1	66	3332	3357	320	318,6	395	
		1	67	3378		317		395	
		1	68	3332		321		395	
		1	69	3327		315		395	
		1	70	3416		320		395	
15		1	71	3278	3288,2	323	330,2	404	
		1	72	3322		331		404	
		1	73	3250		333		404	
		1	74	3317		333		404	
		1	75	3274		331		404	
16		1	76	3349	3359,6	323	326	400	
		1	77	3369		329		400	
		1	78	3345		327		400	
		1	79	3365		326		400	
		1	80	3370		325		400	
17		1	81	3408	3371	327	325,2	406	
		1	82	3363		329		406	

	1	83	3325		327		406
	1	84	3398		323		406
	1	85	3361		320		406
18	1	86	3373	3465,6	319	323,6	400
	1	87	3555		321		400
	1	88	3461		321		400
	1	89	3449		331		400
	1	90	3490		326		400
19	1	91	3478	3462,6	337	339,2	397
	1	92	3469		334		397
	1	93	3536		341		397
	1	94	3399		343		397
	1	95	3431		341		397
20	1	96	3471	3473,6	337	337	402
	1	97	3452		337		402
	1	98	3468		337		402
	1	99	3491		337		402
	1	100	3486		337		402
21	1	101	3540	3612	343	349,4	415
	1	102	3527		347		415
	1	103	3510		343		415
	1	104	3693		355		415
	1	105	3790		359		415
22	1	106	3917	3858	337	333,6	295
	1	107	3904		333		295
	1	108	3937		333		295
	1	109	3783		330		295
	1	110	3749		335		295
23	1	111	3545	3564,8	311	314,6	291
	1	112	3548		317		291
	1	113	3576		317		291
	1	114	3604		315		291
	1	115	3551		313		291
24	1	116	3392	3428,2	311	309,8	311
	1	117	3444		307		311
	1	118	3505		309		311
	1	119	3423		311		311
	1	120	3377		311		311
25	1	121	3145	3184,4	286	285,6	305
	1	122	3193		281		305
	1	123	3140		289		305
	1	124	3242		285		305
	1	125	3202		287		305
26	1	126	3094	3052,4	319	317,2	456
	1	127	3074		320		456
	1	128	3115		321		456
	1	129	2990		311		456
	1	130	2989		315		456
27	1	131	2846	2878,2	293	296,2	423
	1	132	2853		295		423

	28	1	133	2890	2687,2	301	282,2	423
		1	134	2911		297		423
		1	135	2891		295		423
		1	136	2662		283		441
		1	137	2660		283		441
		1	138	2665		279		441
		1	139	2720		287		441
BASE METAL	29	1	141	2573	2602,4	261	258,2	445
		1	142	2628		259		445
		1	143	2646		253		445
		1	144	2605		257		445
		1	145	2560		261		445
	30	1	146	2708	2624,2	259	261,8	456
		1	147	2676		263		456
		1	148	2548		259		456
		1	149	2656		265		456
		1	150	2533		263		456

Δεδομένα Σχήματος 22-23-24

	X	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2792	2747,2	271	271,6	410
		1	2	2736		271		410
		1	3	2685		271		410
		1	4	2744		273		410
		1	5	2779		272		410
	2	1	6	2884	2896,6	299	290,6	405
		1	7	2840		291		405
		1	8	2949		287		405
		1	9	2900		289		405
		1	10	2910		287		405
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	21	3383	3359	299	294,6	315
		1	22	3401		295		315
		1	23	3327		291		315
		1	24	3368		295		315
		1	25	3316		293		315
	4	1	26	29287	29875,2	474	478,2	265
		1	27	30105		479		265
		1	28	30060		482		265
		1	29	29776		477		265
		1	30	30148		479		265
	5	1	31	30991	30666,2	481	485,6	259
		1	32	30253		482		259
		1	33	30530		485		259
		1	34	30830		491		259
		1	35	30727		489		259
6	1	36	31199	30709,6	495	494,8	255	
	1	37	30308		492		255	

	1	38	30799		497		255
	1	39	30706		497		255
	1	40	30536		493		255
7	1	41	31068	31577,8	509	511,6	299
	1	42	32144		510		299
	1	43	31664		512		299
	1	44	31687		522		299
	1	45	31326		505		299
8	1	46	3746	3759,8	333	335,4	321
	1	47	3774		336		321
	1	48	3728		333		321
	1	49	3782		336		321
	1	50	3769		339		321
9	1	51	3415	3446,4	349	350,2	421
	1	52	3479		349		421
	1	53	3432		353		421
	1	54	3448		353		421
	1	55	3458		347		421
10	1	56	3583	3542,2	333	333,8	398
	1	57	3545		337		398
	1	58	3487		337		398
	1	59	3560		331		398
	1	60	3536		331		398
11	1	61	3346	3375,4	330	331	405
	1	62	3275		334		405
	1	63	3429		333		405
	1	64	3439		330		405
	1	65	3388		328		405
12	1	66	3315	3306,8	336	329,2	407
	1	67	3351		329		407
	1	68	3251		325		407
	1	69	3249		329		407
	1	70	3368		327		407
13	1	71	3229	3241	327	326,2	410
	1	72	3241		327		410
	1	73	3232		325		410
	1	74	3274		327		410
	1	75	3229		325		410
14	1	76	3381	3397,4	331	334	393
	1	77	3374		331		393
	1	78	3381		333		393
	1	79	3421		336		393
	1	80	3430		339		393
15	1	81	3487	3467,2	323	322,2	373
	1	82	3471		320		373
	1	83	3517		327		373
	1	84	3447		321		373
	1	85	3414		320		373
16	1	86	3233	3208	311	310,2	409
	1	87	3212		311		409

	1	88	3268		307		409
	1	89	3124		311		409
	1	90	3203		311		409
17	1	91	3381	3372	325	326,2	443
	1	92	3395		329		443
	1	93	3358		325		443
	1	94	3337		327		443
	1	95	3389		325		443
18	1	96	3532	3616	313	315,4	317
	1	97	3611		315		317
	1	98	3575		315		317
	1	99	3673		317		317
	1	100	3689		317		317
19	1	101	3537	3549,6	315	312,6	320
	1	102	3545		311		320
	1	103	3531		315		320
	1	104	3524		311		320
	1	105	3611		311		320
20	1	106	3689	3669	305	306,2	299
	1	107	3689		305		299
	1	108	3636		309		299
	1	109	3653		307		299
	1	110	3678		305		299
21	1	111	3394	3307	283	275,4	279
	1	112	3113		265		279
	1	113	3141		267		279
	1	114	3456		285		279
	1	115	3431		277		279
22	1	116	3319	3357	301	303,2	335
	1	117	3344		299		335
	1	118	3304		303		335
	1	119	3390		309		335
	1	120	3428		304		335
23	1	121	3235	3255,4	293	296,6	337
	1	122	3281		299		337
	1	123	3257		295		337
	1	124	3236		299		337
	1	125	3268		297		337
24	1	126	3280	3289,8	313	311,4	375
	1	127	3297		311		375
	1	128	3316		311		375
	1	129	3278		311		375
	1	130	3278		311		375
25	1	131	2802	2825,4	305	305,4	473
	1	132	2848		307		473
	1	133	2871		307		473
	1	134	2778		305		473
	1	135	2828		303		473
26	1	136	2806	2813,4	293	293	450
	1	137	2820		295		450

		1	138	2792		295		450
		1	139	2830		291		450
		1	140	2819		291		450
	27	1	151	2745	2778,6	293	289,4	431
		1	152	2825		291		431
		1	153	2801		289		431
		1	154	2808		287		431
		1	155	2714		287		431
	28	1	156	2681	2688,2	287	279,8	439
		1	157	2686		275		439
1		158	2728	279		439		
1		159	2696	279		439		
1		160	2650	279		439		
BASE METAL	29	1	16	2716	2759,8	273	269,4	411
		1	17	2777		267		411
		1	18	2757		271		411
		1	19	2777		269		411
		1	20	2772		267		411
	30	1	11	2716	2672,6	263	261,4	410
		1	12	2691		265		410
		1	13	2634		263		410
		1	14	2704		259		410
		1	15	2618		257		410

Δεδομένα Σχήματος 25-26-27

	X	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2758	2759,8	257	259	409
		1	2	2755		259		409
		1	3	2829		261		409
		1	4	2745		257		409
		1	5	2712		261		409
	2	1	6	2983	3024,2	299	299,4	421
		1	7	3040		301		421
		1	8	3009		301		421
		1	9	3079		297		421
		1	10	3010		299		421
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3320	3334	327	325	399
		1	12	3288		321		399
		1	13	3288		325		399
		1	14	3392		323		399
		1	15	3382		329		399
	4	1	16	3458	3461,4	345	343,2	395
		1	17	3454		346		395
		1	18	3442		340		395
		1	19	3438		344		395
		1	20	3515		341		395
5	1	21	3503	3543	353	349,8	390	
	1	22	3517		349		390	

	1	23	3531		349		390
	1	24	3605		353		390
	1	25	3559		345		390
6	1	26	3503	3542,6	359	355,8	375
	1	27	3572		355		375
	1	28	3543		355		375
	1	29	3501		359		375
	1	30	3594		351		375
7	1	31	3749	3757	321	324,6	279
	1	32	3772		327		279
	1	33	3754		325		279
	1	34	3757		327		279
	1	35	3753		323		279
8	1	36	3559	3554,4	315	317,4	259
	1	37	3542		320		259
	1	38	3532		317		259
	1	39	3512		315		259
	1	40	3627		320		259
9	1	41	3833	3899,8	355	357	299
	1	42	3911		355		299
	1	43	3964		359		299
	1	44	3885		357		299
	1	45	3906		359		299
10	1	46	3665	3625,4	365	362,6	384
	1	47	3666		365		384
	1	48	3549		357		384
	1	49	3611		363		384
	1	50	3636		363		384
11	1	51	3747	3667,2	355	353,8	373
	1	52	3712		355		373
	1	53	3728		355		373
	1	54	3572		351		373
	1	55	3577		353		373
12	1	56	3599	3637,2	351	352	377
	1	57	3600		353		377
	1	58	3667		355		377
	1	59	3657		351		377
	1	60	3663		350		377
13	1	61	3757	3759,2	369	368,6	375
	1	62	3816		367		375
	1	63	3677		367		375
	1	64	3746		369		375
	1	65	3800		371		375
14	1	66	3651	3640,8	357	362,2	377
	1	67	3657		361		377
	1	68	3621		365		377
	1	69	3589		365		377
	1	70	3686		363		377
15	1	71	3574	3509,8	334	334,6	369
	1	72	3465		333		369

	1	73	3510		337		369
	1	74	3491		335		369
	1	75	3509		334		369
16	1	76	3563	3597,4	339	342	361
	1	77	3646		336		361
	1	78	3604		344		361
	1	79	3584		344		361
	1	80	3590		347		361
17	1	81	3575	3516,2	351	350,2	381
	1	82	3455		345		381
	1	83	3563		351		381
	1	84	3500		353		381
	1	85	3488		351		381
18	1	86	3542	3534,8	342	340,8	387
	1	87	3552		341		387
	1	88	3574		339		387
	1	89	3509		343		387
	1	90	3497		339		387
19	1	91	3600	3659,6	336	334	371
	1	92	3681		332		371
	1	93	3663		331		371
	1	94	3692		338		371
	1	95	3662		333		371
20	1	96	3506	3510,8	331	330,8	363
	1	97	3495		329		363
	1	98	3518		325		363
	1	99	3503		333		363
	1	100	3532		336		363
21	1	101	3735	3748,8	335	337,2	369
	1	102	3770		336		369
	1	103	3744		337		369
	1	104	3747		337		369
	1	105	3748		341		369
22	1	106	3396	3476,4	315	324,2	375
	1	107	3498		317		375
	1	108	3450		313		375
	1	109	3515		331		375
	1	110	3523		345		375
23	1	111	3586	3601,8	307	307,8	301
	1	112	3604		309		301
	1	113	3605		307		301
	1	114	3611		311		301
	1	115	3603		305		301
24	1	116	3602	3608	307	309,4	307
	1	117	3653		311		307
	1	118	3641		311		307
	1	119	3526		311		307
	1	120	3618		307		307
25	1	121	3132	3108	305	307	415
	1	122	3112		309		415

		1	123	3101		307		415
		1	124	3116		307		415
		1	125	3079		307		415
	26	1	126	3112	3325,6	307	322	415
		1	127	3370		325		415
		1	128	3381		327		415
		1	129	3380		324		415
		1	130	3385		327		415
	27	1	131	2921	2942,2	303	305,4	419
		1	132	2952		307		419
1		133	2881	305		419		
1		134	2933	307		419		
1		135	3024	305		419		
BASE METAL	28	1	136	2948	2939,6	271	270,6	421
		1	137	2976		269		421
		1	138	2916		269		421
		1	139	2905		273		421
		1	140	2953		271		421
	29	1	141	2677	2696,8	247	250,6	435
		1	142	2691		249		435
		1	143	2697		255		435
		1	144	2714		251		435
		1	145	2705		251		435

Δεδομένα Σχήματος 28-29-30

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2943	3036	273	275,4	409
		1	2	3048		273		409
		1	3	3135		277		409
		1	4	3021		279		409
		1	5	3033		275		409
	2	1	6	3074	3074,6	277	280,6	403
		1	7	3056		283		403
		1	8	3067		283		403
		1	9	3056		277		403
		1	10	3120		283		403
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	21	3710	3682	325	325,8	325
		1	22	3737		327		325
		1	23	3699		325		325
		1	24	3653		327		325
		1	25	3611		325		325
	4	1	26	3748	3687,6	305	305	315
		1	27	3737		305		315
		1	28	3651		305		315
		1	29	3682		303		315
		1	30	3620		307		315
	5	1	31	3824	3869,8	320	315,6	315
		1	32	3944		315		315

	1	33	3842		315		315
	1	34	3881		315		315
	1	35	3858		313		315
6	1	36	3586	3655	333	328,2	363
	1	37	3630		331		363
	1	38	3645		327		363
	1	39	3596		325		363
	1	40	3818		325		363
7	1	41	3722	3681,6	309	307,8	327
	1	42	3696		309		327
	1	43	3630		307		327
	1	44	3675		309		327
	1	45	3685		305		327
8	1	46	3812	3875	322	325,4	269
	1	47	3798		329		269
	1	48	3982		326		269
	1	49	3855		323		269
	1	50	3928		327		269
9	1	51	4110	4147,2	335	339,4	323
	1	52	4138		341		323
	1	53	4191		341		323
	1	54	4128		339		323
	1	55	4169		341		323
10	1	56	3947	3922,8	327	328,2	343
	1	57	3924		329		343
	1	58	3922		325		343
	1	59	3933		327		343
	1	60	3888		333		343
11	1	61	3659	3660,6	348	347,6	389
	1	62	3691		349		389
	1	63	3646		349		389
	1	64	3692		345		389
	1	65	3615		347		389
12	1	66	3397	3433,8	333	334,6	393
	1	67	3499		335		393
	1	68	3398		331		393
	1	69	3399		335		393
	1	70	3476		339		393
13	1	71	3602	3662,6	346	345	394
	1	72	3668		344		394
	1	73	3681		346		394
	1	74	3683		343		394
	1	75	3679		346		394
14	1	76	3316	3343	333	332,6	405
	1	77	3311		333		405
	1	78	3417		331		405
	1	79	3296		333		405
	1	80	3375		333		405
15	1	81	3642	3670,6	345	345,8	415
	1	82	3680		347		415

	1	83	3685		345		415
	1	84	3676		345		415
	1	85	3670		347		415
16	1	86	3781	3830,8	345	356,6	454
	1	87	3808		351		454
	1	88	3890		365		454
	1	89	3811		361		454
	1	90	3864		361		454
17	1	91	3857	4038,8	350	356	279
	1	92	4075		361		279
	1	93	4117		353		279
	1	94	4030		359		279
	1	95	4115		357		279
18	1	96	3523	3520,8	336	335,4	367
	1	97	3454		337		367
	1	98	3483		335		367
	1	99	3562		336		367
	1	100	3582		333		367
19	1	101	3450	3470,8	327	328,6	385
	1	102	3482		331		385
	1	103	3499		327		385
	1	104	3437		329		385
	1	105	3486		329		385
20	1	106	3821	3835,6	339	338,4	359
	1	107	3792		339		359
	1	108	3830		340		359
	1	109	3832		336		359
	1	110	3903		338		359
21	1	111	3642	3669,4	349	349,6	367
	1	112	3679		347		367
	1	113	3663		353		367
	1	114	3665		349		367
	1	115	3698		350		367
22	1	116	3557	3533,4	339	344,4	375
	1	117	3566		342		375
	1	118	3531		343		375
	1	119	3498		347		375
	1	120	3515		351		375
23	1	121	3779	3784,8	349	345	293
	1	122	3803		345		293
	1	123	3719		343		293
	1	124	3830		347		293
	1	125	3793		341		293
24	1	126	3866	3857	373	373,8	395
	1	127	3835		373		395
	1	128	3843		377		395
	1	129	3840		373		395
	1	130	3901		373		395
25	1	131	3211	3245,4	343	346,2	435
	1	132	3255		347		435

		1	133	3259		343		435
		1	134	3274		347		435
		1	135	3228		351		435
	26	1	136	3105	3147	335	333,2	415
		1	137	3162		329		415
		1	138	3173		336		415
		1	139	3166		333		415
		1	140	3129		333		415
	27	1	141	3034	3051,8	320	317,6	421
		1	142	3064		317		421
		1	143	3077		317		421
		1	144	3029		317		421
		1	145	3055		317		421
	28	1	146	2788	2794,2	291	291,4	445
		1	147	2783		291		445
1		148	2805	293		445		
1		149	2824	293		445		
1		150	2771	289		445		
BASE METAL	29	1	151	2840	2869,8	277	273,8	419
		1	152	2754		273		419
		1	153	2936		273		419
		1	154	2931		273		419
		1	155	2888		273		419
	30	1	156	2874	2853,2	263	265	412
		1	157	2823		263		412
		1	158	2910		267		412
		1	159	2796		267		412
		1	160	2863		265		412

Δεδομένα Σχήματος 31-32-33

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2811	2791,4	263	260,6	404
		1	2	2753		261		404
		1	3	2816		261		404
		1	4	2796		263		404
		1	5	2781		255		404
	2	1	6	2868	2879,6	271	267	403
		1	7	2845		267		403
		1	8	2892		265		403
		1	9	2904		267		403
		1	10	2889		265		403
ZONE HEAT AFFECTED	3	1	11	1960	1948,4	183	185,4	259
		1	12	1995		185		259
		1	13	1968		187		259
		1	14	1937		185		259
		1	15	1882		187		259
	4	1	16	2580	2511	219	216,2	273
		1	17	2533		219		273

	1	18	2496		217		273
	1	19	2464		213		273
	1	20	2482		213		273
5	1	21	2557	2551,2	225	222,6	257
	1	22	2573		223		257
	1	23	2561		223		257
	1	24	2509		223		257
	1	25	2556		219		257
6	1	26	2589	2610,6	221	223,4	257
	1	27	2617		225		257
	1	28	2581		225		257
	1	29	2635		221		257
	1	30	2631		225		257
7	1	31	2843	2831,4	235	234,2	243
	1	32	2792		233		243
	1	33	2826		235		243
	1	34	2866		233		243
	1	35	2830		235		243
8	1	36	3347	3305,8	255	253	263
	1	37	3259		251		263
	1	38	3328		255		263
	1	39	3324		255		263
	1	40	3271		249		263
9	1	41	3706	3720,4	309	308,2	345
	1	42	3723		309		345
	1	43	3698		307		345
	1	44	3778		311		345
	1	45	3697		305		345
10	1	46	3728	3767,6	291	293,4	297
	1	47	3749		295		297
	1	48	3761		291		297
	1	49	3808		295		297
	1	50	3792		295		297
11	1	51	3290	3247,8	297	287,8	385
	1	52	3250		289		385
	1	53	3218		283		385
	1	54	3186		285		385
	1	55	3295		285		385
12	1	56	3249	3298,2	303	307,4	397
	1	57	3378		313		397
	1	58	3247		307		397
	1	59	3284		307		397
	1	60	3333		307		397
13	1	61	3250	3227,4	295	294,2	373
	1	62	3254		295		373
	1	63	3205		295		373
	1	64	3233		293		373
	1	65	3195		293		373
14	1	66	3179	3188,4	313	314,2	385
	1	67	3208		317		385

	1	68	3125		313		385
	1	69	3211		315		385
	1	70	3219		313		385
15	1	71	3249	3184,2	315	317,4	391
	1	72	3170		317		391
	1	73	3168		315		391
	1	74	3190		320		391
	1	75	3144		320		391
16	1	76	3324	3336,8	315	315,4	393
	1	77	3335		317		393
	1	78	3300		317		393
	1	79	3362		313		393
	1	80	3363		315		393
17	1	81	3766	3522,4	321	312,4	399
	1	82	3736		320		399
	1	83	3326		309		399
	1	84	3375		307		399
	1	85	3409		305		399
18	1	86	3345	3323,8	273	271,8	297
	1	87	3346		275		297
	1	88	3355		269		297
	1	89	3308		269		297
	1	90	3265		273		297
19	1	91	3356	3324	269	271,4	287
	1	92	3266		273		287
	1	93	3314		270		287
	1	94	3319		270		287
	1	95	3365		275		287
20	1	96	2710	2695,8	235	238,6	283
	1	97	2736		241		283
	1	98	2691		241		283
	1	99	2709		237		283
	1	100	2633		239		283
21	1	101	2696	2683,6	229	232,6	295
	1	102	2708		237		295
	1	103	2632		235		295
	1	104	2672		231		295
	1	105	2710		231		295
22	1	106	2446	2415	223	224,6	325
	1	107	2404		227		325
	1	108	2420		225		325
	1	109	2439		225		325
	1	110	2366		223		325
23	1	111	2241	2281,4	217	214,4	295
	1	112	2317		215		295
	1	113	2282		211		295
	1	114	2297		215		295
	1	115	2270		214		295
24	1	116	2047	2012,2	193	191,2	311
	1	117	1986		187		311

		1	118	2008		192		311	
		1	119	2021		192		311	
		1	120	1999		192		311	
	25		1	121	2268	2327,6	215	214,6	411
			1	122	2293		211		411
			1	123	2350		215		411
			1	124	2369		217		411
			1	125	2358		215		411
	26		1	126	2076	2140,6	199	203,4	411
			1	127	2076		199		411
			1	128	2123		199		411
			1	129	2139		205		411
			1	130	2289		215		411
	27		1	131	1956	1958,8	193	192,2	410
			1	132	1984		193		410
			1	133	1925		189		410
			1	134	1989		193		410
			1	135	1940		193		410
	28		1	136	1874	1875,6	183	183,4	415
			1	137	1890		183		415
1			138	1853	187		415		
1			139	1875	185		415		
1			140	1886	179		415		
BASE METAL	29	1	141	2308	2269,6	211	209,8	402	
		1	142	2254		209		402	
		1	143	2267		207		402	
		1	144	2244		211		402	
		1	145	2275		211		402	
	30	1	146	2552	2514	245	243,8	407	
		1	147	2502		241		407	
		1	148	2481		241		407	
		1	149	2522		245		407	
		1	150	2513		247		407	

Δεδομένα Σχήματος 34-35-36

	X	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2767	2817,6	257	265	408
		1	2	2809		263		408
		1	3	2830		269		408
		1	4	2788		269		408
		1	5	2894		267		408
	2	1	6	3024	3038	289	287	401
		1	7	3096		283		401
		1	8	3044		285		401
		1	9	3020		291		401
		1	10	3006		287		401
ZONE ED AFFECT HEAT	3	1	11	3430	3448,8	320	316	325
		1	12	3509		317		325
		1	13	3458		315		325

	1	14	3397		315		325
	1	15	3450		313		325
4	1	16	3736	3744,4	339	339	355
	1	17	3720		332		355
	1	18	3766		339		355
	1	19	3717		339		355
	1	20	3783		339		355
5	1	21	3891	3857,2	337	336	297
	1	22	3879		335		297
	1	23	3858		336		297
	1	24	3819		337		297
	1	25	3839		335		297
6	1	26	4056	4164	353	348,8	289
	1	27	4102		351		289
	1	28	4145		347		289
	1	29	4270		346		289
	1	30	4247		347		289
7	1	31	4258	4276,8	355	353,6	303
	1	32	4338		353		303
	1	33	4284		355		303
	1	34	4251		350		303
	1	35	4253		355		303
8	1	36	3799	3828	353	355	402
	1	37	3829		357		402
	1	38	3866		353		402
	1	39	3778		355		402
	1	40	3868		357		402
9	1	41	3917	4001	363	365,8	390
	1	42	4006		363		390
	1	43	4018		369		390
	1	44	4068		365		390
	1	45	3996		369		390
10	1	46	3893	3938,6	349	348,6	384
	1	47	3904		349		384
	1	48	3895		350		384
	1	49	4004		348		384
	1	50	3997		347		384
11	1	51	4307	4430	377	379,8	377
	1	52	4394		381		377
	1	53	4507		381		377
	1	54	4515		379		377
	1	55	4427		381		377
12	1	56	4008	4064,8	371	372,6	383
	1	57	3990		369		383
	1	58	4149		381		383
	1	59	4106		379		383
	1	60	4071		363		383
13	1	61	3909	3892,8	361	361,4	385
	1	62	3904		361		385
	1	63	3855		361		385

	1	64	3905		361		385
	1	65	3891		363		385
14	1	66	3883	3944,6	355	354,2	383
	1	67	4003		355		383
	1	68	3952		355		383
	1	69	3915		349		383
	1	70	3970		357		383
15	1	71	4166	4206,8	379	380,1666667	415
	1	72	4170		387		415
	1	73	4235		387		415
	1	74	4263		390		415
	1	75	4200		381		415
16	1	76	4202	4116,6	369	370,4	405
	1	77	4203		371		405
	1	78	4163		373		405
	1	79	4141		368		405
	1	80	3874		371		405
17	1	81	4110	4119,8	350	353,6	333
	1	82	4110		359		333
	1	83	4076		355		333
	1	84	4120		355		333
	1	85	4183		349		333
18	1	86	4163	4190,8	333	339,2	299
	1	87	4160		341		299
	1	88	4229		348		299
	1	89	4211		341		299
	1	90	4191		333		299
19	1	91	4168	4008	339	335,4	299
	1	92	4141		341		299
	1	93	3932		333		299
	1	94	3898		331		299
	1	95	3901		333		299
20	1	96	3948	3683	329	319,2	325
	1	97	3733		321		325
	1	98	3681		322		325
	1	99	3532		309		325
	1	100	3521		315		325
21	1	101	3669	3688,4	331	331	307
	1	102	3691		335		307
	1	103	3678		331		307
	1	104	3698		327		307
	1	105	3706		331		307
22	1	106	3512	3492,2	315	313,4	329
	1	107	3498		313		329
	1	108	3487		315		329
	1	109	3460		311		329
	1	110	3504		313		329
23	1	111	3431	3397,4	341	345,8	435
	1	112	3421		345		435
	1	113	3438		349		435

		1	114	3312		350		435
		1	115	3385		344		435
	24	1	116	3228	3270,4	329	326,2	409
		1	117	3272		323		409
		1	118	3206		329		409
		1	119	3299		325		409
		1	120	3347		325		409
	25	1	121	3103	3156,6	313	316	411
		1	122	3116		313		411
		1	123	3217		313		411
		1	124	3231		320		411
		1	125	3116		321		411
	26	1	126	2959	2971,4	305	301,8	415
		1	127	2984		301		415
		1	128	2915		305		415
		1	129	3009		303		415
		1	130	2990		295		415
	27	1	131	2861	2848,2	295	294,6	419
		1	132	2823		293		419
		1	133	2854		295		419
		1	134	2840		295		419
		1	135	2863		295		419
	28	1	136	2966	2960,6	295	292,6	410
		1	137	2965		289		410
1		138	2921	291		410		
1		139	3018	293		410		
1		140	2933	295		410		
BASE METAL	29	1	141	2940	2939,2	283	281,8	400
		1	142	2924		281		400
		1	143	2910		283		400
		1	144	2996		281		400
		1	145	2926		281		400
	30	1	146	2962	2977	277	273,4	410
		1	147	2947		273		410
		1	148	2961		271		410
		1	149	2994		273		410
		1	150	3021		273		410

Δεδομένα Σχήματος 37-38-39

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2875	2867,2	289	293,8	410
		1	2	2890		297		410
		1	3	2836		297		410
		1	4	2876		295		410
		1	5	2859		291		410
	2	1	6	2913	2793,6	293	279	410
		1	7	2724		269		410
		1	8	2673		271		410

		1	9	2704		267		410
		1	10	2954		295		405
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	21	2427	2401,2	235	232,2	395
		1	22	2424		233		395
		1	23	2373		235		395
		1	24	2396		227		395
		1	25	2386		231		395
	4	1	26	2396	2384,8	233	228,2	386
		1	27	2387		231		386
		1	28	2372		227		386
		1	29	2353		225		386
		1	30	2416		225		386
	5	1	31	2379	2380,6	227	228,6	384
		1	32	2374		225		384
		1	33	2396		229		384
		1	34	2376		233		384
		1	35	2378		229		384
	6	1	36	2377	2356,2	231	228,6	375
		1	37	2340		229		375
		1	38	2383		229		375
		1	39	2314		227		375
		1	40	2367		227		375
	7	1	41	2343	2360,6	227	226,2	375
		1	42	2328		227		375
		1	43	2390		227		375
		1	44	2339		227		375
		1	45	2403		223		375
	8	1	46	2436	2434	231	227,8	371
		1	47	2416		227		371
		1	48	2436		227		371
		1	49	2415		227		371
		1	50	2467		227		371
	9	1	51	2568	2464,2	243	234,2	365
		1	52	2384		233		365
		1	53	2436		229		365
		1	54	2458		231		365
		1	55	2475		235		365
	10	1	56	2543	2576,8	247	239,8	373
		1	57	2625		237		373
		1	58	2572		237		373
		1	59	2616		235		373
		1	60	2528		243		373
	11	1	61	2622	2654	259	252,6	389
		1	62	2716		255		389
		1	63	2666		251		389
		1	64	2586		247		389
		1	65	2680		251		389
	12	1	66	2894	3035,2	265	279,8	369
		1	67	3015		267		369
		1	68	3071		293		369

	1	69	3100		289		369
	1	70	3096		285		369
13	1	71	2984	2906,8	279	278,2	388
	1	72	2905		279		388
	1	73	2826		275		388
	1	74	2931		279		388
	1	75	2888		279		388
14	1	76	3241	3183	317	315	397
	1	77	3154		317		397
	1	78	3167		315		397
	1	79	3176		313		397
	1	80	3177		313		397
15	1	81	3900	3882	405	399,8	373
	1	82	3908		403		373
	1	83	3869		400		373
	1	84	3856		391		373
	1	85	3877		400		373
16	1	86	3818	3838,4	409	410	381
	1	87	3843		408		381
	1	88	3785		412		381
	1	89	3848		408		381
	1	90	3898		413		381
17	1	91	4137	4190,6	452	453	389
	1	92	4268		451		389
	1	93	4128		458		389
	1	94	4198		454		389
	1	95	4222		450		389
18	1	96	5270	5475,2	379	386,2	209
	1	97	5470		389		209
	1	98	5482		385		209
	1	99	5580		389		209
	1	100	5574		389		209
19	1	101	5087	5173,2	369	367	235
	1	102	5189		365		235
	1	103	5190		369		235
	1	104	5245		363		235
	1	105	5155		369		235
20	1	106	5446	5358,8	379	373,1666667	233
	1	107	5438		384		233
	1	108	5289		369		233
	1	109	5268		367		233
	1	110	5353		367		233
21	1	111	5210	5276,2	373	370,4	219
	1	112	5216		369		219
	1	113	5304		370		219
	1	114	5317		369		219
	1	115	5334		371		219
22	1	116	5031	5108,2	355	361	231
	1	117	5051		353		231
	1	118	5024		353		231

	1	119	5179		371		231
	1	120	5256		373		231
23	1	121	5220	5558,6	357	365,8	235
	1	122	5619		367		235
	1	123	5658		369		235
	1	124	5625		369		235
	1	125	5671		367		235
24	1	126	5749	5752,2	403	403,6	231
	1	127	5737		403		231
	1	128	5779		405		231
	1	129	5783		402		231
	1	130	5713		405		231
25	1	131	5625	5589,4	417	420	235
	1	132	5653		414		235
	1	133	5697		413		235
	1	134	5664		423		235
	1	135	5308		433		263
26	1	136	4503	4184	433	417,8	291
	1	137	4621		437		291
	1	138	3879		404		291
	1	139	3718		392		291
	1	140	4199		423		291
27	1	141	4046	4113	438	438,8	379
	1	142	4113		438		379
	1	143	4039		439		379
	1	144	4211		441		379
	1	145	4156		438		379
28	1	146	3830	3850,6	394	396,8	361
	1	147	3836		385		361
	1	148	3809		389		361
	1	149	3905		402		361
	1	150	3873		414		361
29	1	151	3519	3564,2	353	353	363
	1	152	3572		351		363
	1	153	3590		351		363
	1	154	3555		359		363
	1	155	3585		351		363
30	1	156	3310	3312,6	320	318,8	379
	1	157	3266		323		379
	1	158	3306		321		379
	1	159	3313		315		379
	1	160	3368		315		379
31	1	161	2973	3044,4	277	287	375
	1	162	3069		285		375
	1	163	2989		285		375
	1	164	3109		295		375
	1	165	3082		293		375
32	1	166	2732	2748,4	267	268,6	384
	1	167	2739		267		384
	1	168	2784		273		384

	33	1	169	2689	2450,8	267	243	384
		1	170	2798		269		384
		1	171	2462		243		386
		1	172	2446		243		386
		1	173	2480		245		386
		1	174	2445		241		386
	34	1	175	2421	243	386		
		1	176	2269	231	400		
		1	177	2301	227	400		
		1	178	2297	227	400		
		1	179	2247	229	400		
	35	1	180	2324	231	400		
		1	181	2323	223	377		
		1	182	2276	227	377		
		1	183	2310	227	377		
1		184	2286	225	377			
BASE METAL	36	1	185	2292	227	377		
		1	16	2765	279	415		
		1	17	2782	279	415		
		1	18	2833	277	415		
		1	19	2880	281	405		
	37	1	20	2842	275	405		
		1	11	2945	303	405		
		1	12	2884	303	405		
		1	13	2950	293	405		
		1	14	2894	295	405		
		1	15	2887	291	405		

Δεδομένα Σχήματος 40-41-42

	X	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	3064	3086,25	301	298,6	397
		1	2	3078		299		397
		1	3	3110		297		397
		1	4	3093		297		397
		1	5	3092		299		397
	2	1	6	3131	299	395		
		1	7	3111	293	395		
		1	8	3111	289	395		
		1	9	3177	291	395		
		1	10	3122	297	395		
ZONE HEAT AFFECTED	3	1	11	2679	2675	241	240,6	385
		1	12	2658		239		385
		1	13	2688		239		385
		1	14	2689		241		385
		1	15	2661		243		385
	4	1	16	2520	231	373		
		1	17	2546	229	373		
		1	18	2538	233	373		

	1	19	2549		229		373
	1	20	2472		229		373
5	1	21	2386	2292,6	223	219	389
	1	22	2271		217		389
	1	23	2259		219		389
	1	24	2274		221		389
	1	25	2273		215		389
6	1	26	2293	2299,8	215	216,2	384
	1	27	2319		215		384
	1	28	2309		221		384
	1	29	2266		217		384
	1	30	2312		213		384
7	1	31	2389	2339,4	225	229,8	399
	1	32	2322		231		399
	1	33	2313		227		399
	1	34	2327		235		399
	1	35	2346		231		399
8	1	36	2736	2711,8	259	257,2	379
	1	37	2735		259		379
	1	38	2723		255		379
	1	39	2663		256		379
	1	40	2702		257		379
9	1	41	2821	2806	261	262,6	379
	1	42	2761		265		379
	1	43	2819		263		379
	1	44	2876		265		379
	1	45	2753		259		379
10	1	46	3061	2982,6	281	277,4	367
	1	47	3002		281		367
	1	48	3041		287		367
	1	49	2882		269		367
	1	50	2927		269		367
11	1	51	3444	3491,2	333	330	369
	1	52	3570		327		369
	1	53	3477		326		369
	1	54	3460		331		369
	1	55	3505		333		369
12	1	56	3600	3581,6	355	358,6	392
	1	57	3588		359		392
	1	58	3624		361		392
	1	59	3507		365		392
	1	60	3589		353		392
13	1	61	3907	3850,4	404	406,6	395
	1	62	3883		411		395
	1	63	3829		408		395
	1	64	3808		397		395
	1	65	3825		413		395
14	1	66	2240	2272	209	212,6	205
	1	67	2250		211		205
	1	68	2188		209		205

	1	69	2187		203		205
	1	70	2495		231		205
15	1	71	5494	5422	371	369,8	187
	1	72	5375		369		187
	1	73	5429		371		187
	1	74	5420		371		187
	1	75	5392		367		187
16	1	76	6005	5956,2	369	366,2	185
	1	77	5952		369		185
	1	78	5907		365		185
	1	79	5962		365		185
	1	80	5955		363		185
17	1	81	5934	5805,8	361	359,4	193
	1	82	5745		361		193
	1	83	5752		357		193
	1	84	5790		359		193
	1	85	5808		359		193
18	1	86	6034	6026	361	361,4	195
	1	87	6040		361		195
	1	88	6093		363		195
	1	89	5969		359		195
	1	90	5994		363		195
19	1	91	6080	6139,6	400	399,8	199
	1	92	6207		400		199
	1	93	6155		398		199
	1	94	6090		398		199
	1	95	6166		403		199
20	1	96	5986	5946,4	406	404,2	197
	1	97	5902		406		197
	1	98	5931		402		197
	1	99	5984		405		197
	1	100	5929		402		197
21	1	101	5673	5647,8	401	391,4	201
	1	102	5665		388		201
	1	103	5626		388		201
	1	104	5652		389		201
	1	105	5623		391		201
22	1	106	2957	2951,6	255	253,8	211
	1	107	2975		255		211
	1	108	2935		253		211
	1	109	2953		255		211
	1	110	2938		251		211
23	1	111	4136	4143,4	392	393	229
	1	112	4146		394		229
	1	113	4177		395		229
	1	114	4092		393		229
	1	115	4166		391		229
24	1	116	3659	3701,8	473	480,2	425
	1	117	3675		481		425
	1	118	3743		483		425

		1	119	3720		479		425
		1	120	3712		485		425
	25	1	121	3755	3722,4	451	455	417
		1	122	3741		453		417
		1	123	3707		457		417
		1	124	3710		460		417
		1	125	3699		454		417
	26	1	126	3409	3399,2	363	359	435
		1	127	3423		357		435
		1	128	3380		359		435
		1	129	3397		359		435
		1	130	3387		357		435
	27	1	131	2567	2542	241	241,8	439
		1	132	2581		241		439
		1	133	2528		243		439
		1	134	2526		243		439
		1	135	2508		241		439
	28	1	136	2568	2581	241	240,6	419
		1	137	2605		241		419
		1	138	2545		243		419
		1	139	2593		237		419
		1	140	2594		241		419
	29	1	141	2483	2416,4	233	231,4	413
		1	142	2411		233		413
		1	143	2366		231		413
		1	144	2483		231		413
		1	145	2339		229		413
	30	1	146	2309	2350,4	221	223,4	415
		1	147	2344		219		415
		1	148	2333		219		415
		1	149	2356		227		415
	1	150	2410	231		415		
31	1	151	2269	2276,4	225	223,8	423	
	1	152	2273		223		423	
	1	153	2263		223		423	
	1	154	2340		223		423	
	1	155	2237		225		423	
BASE METAL	32	1	156	2980	2972,6	279	274,6	402
		1	157	2957		273		402
		1	158	3058		275		402
		1	159	2957		273		402
		1	160	2911		273		402
	33	1	161	2975	2973,4	283	285,4	404
		1	162	2958		289		404
		1	163	3001		287		404
		1	164	2952		283		404
		1	165	2981		285		404

Δεδομένα Σχήματος 43-44-45

	X	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	3159	3069	315	305,8	405
		1	2	3172		305		405
		1	3	3063		305		405
		1	4	3026		299		405
		1	5	2925		305		405
	2	1	6	3140	3153,6	289	289,4	403
		1	7	3154		291		403
		1	8	3196		291		403
		1	9	3143		287		403
		1	10	3135		289		403
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2334	2354,8	217	220	398
		1	12	2362		219		398
		1	13	2335		223		398
		1	14	2363		222		398
		1	15	2380		219		398
	4	1	16	2228	2237,6	219	219	398
		1	17	2244		219		398
		1	18	2172		217		398
		1	19	2213		219		398
		1	20	2331		221		398
	5	1	21	2281	2330,2	223	221	379
		1	22	2320		217		379
		1	23	2301		219		379
		1	24	2346		223		379
		1	25	2403		223		379
	6	1	26	2567	2566,4	243	242,6	387
		1	27	2603		241		387
		1	28	2598		243		387
		1	29	2537		243		387
		1	30	2527		243		387
	7	1	31	2698	2723,4	269	266,6	395
		1	32	2726		267		395
		1	33	2761		269		395
		1	34	2743		263		395
		1	35	2689		265		395
	8	1	36	3027	3043,4	291	290,2	383
		1	37	3057		291		383
		1	38	3043		289		383
		1	39	3094		289		383
		1	40	2996		291		383
	9	1	41	3256	3259	320	320,6	395
		1	42	3243		321		395
		1	43	3259		321		395
		1	44	3239		321		395
		1	45	3298		320		395
	10	1	46	3464	3476,6	346	347	394

	1	47	3464		349		394
	1	48	3475		343		394
	1	49	3485		350		394
	1	50	3495		347		394
11	1	51	3063	2888	259	248,6	203
	1	52	3061		261		203
	1	53	2998		257		203
	1	54	2632		231		203
	1	55	2686		235		203
12	1	56	2759	2481,4	239	224,6	203
	1	57	2946		249		203
	1	58	2202		209		203
	1	59	2209		213		203
	1	60	2291		213		203
13	1	61	4885	4948	347	350,2	193
	1	62	4927		351		193
	1	63	4973		353		193
	1	64	4962		349		193
	1	65	4993		351		193
14	1	66	4883	4788	355	353,4	195
	1	67	4747		355		195
	1	68	4717		355		195
	1	69	4822		349		195
	1	70	4771		353		195
15	1	71	4927	4893	331	329,8	199
	1	72	4867		329		199
	1	73	4871		329		199
	1	74	4913		327		199
	1	75	4887		333		199
16	1	76	4814	4864	353	352,6	205
	1	77	4838		351		205
	1	78	4889		351		205
	1	79	4887		355		205
	1	80	4892		353		205
17	1	81	5052	5012,6	336	334,2	187
	1	82	4982		335		187
	1	83	5077		334		187
	1	84	4996		329		187
	1	85	4956		337		187
18	1	86	5105	5071,8	329	336	192
	1	87	5063		331		192
	1	88	4845		343		192
	1	89	5380		346		192
	1	90	4966		331		192
19	1	91	5399	5425,6	363	359,8	187
	1	92	5457		361		187
	1	93	5436		359		187
	1	94	5417		359		187
	1	95	5419		357		187
20	1	96	1981	2067,8	211	216,2	225

	1	97	2014		213		225
	1	98	2097		215		225
	1	99	2126		221		225
	1	100	2121		221		225
21	1	101	3663	3827,8	485	484,8	439
	1	102	3850		489		439
	1	103	3940		481		439
	1	104	3782		481		439
	1	105	3904		488		439
22	1	106	3914	3994	482	481,6	427
	1	107	4022		485		427
	1	108	4022		479		427
	1	109	3886		482		427
	1	110	4126		480		427
23	1	111	3714	3692,8	458	456	425
	1	112	3696		458		425
	1	113	3702		457		425
	1	114	3668		454		425
	1	115	3684		453		425
24	1	116	3650	3638,8	420	416,6	429
	1	117	3640		420		429
	1	118	3645		414		429
	1	119	3650		415		429
	1	120	3609		414		429
25	1	121	3277	3343,8	331	329,4	419
	1	122	3340		329		419
	1	123	3322		327		419
	1	124	3361		333		419
	1	125	3419		327		419
26	1	126	3046	3232,8	291	295,4	417
	1	127	3220		297		417
	1	128	3296		299		417
	1	129	3321		299		417
	1	130	3281		291		417
27	1	131	2684	2668,2	249	249,8	431
	1	132	2654		249		431
	1	133	2733		251		431
	1	134	2665		249		431
	1	135	2605		251		431
28	1	136	2649	2597,2	243	235,8	421
	1	137	2522		233		421
	1	138	2580		235		421
	1	139	2624		235		421
	1	140	2611		233		421
29	1	141	2472	2830,2	235	245	441
	1	142	2803		251		441
	1	143	3094		249		441
	1	144	2932		245		441
	1	145	2850		245		441
30	1	146	2486	2440,6	229	232,2	419

		1	147	2448		229		419
		1	148	2417		231		419
		1	149	2423		243		419
		1	150	2429		229		419
BASE METAL	31	1	151	2868	2854,6	273	270,8	417
		1	152	2863		271		417
		1	153	2862		269		417
		1	154	2874		272		417
		1	155	2806		269		417
	32	1	156	2987	2955,8	289	288,2	414
		1	157	2962		289		414
		1	158	2910		289		414
		1	159	2931		289		414
		1	160	2989		285		414

Δεδομένα Σχήματος 46-47-48

	X	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2972	2958,8	313	312,6	421
		1	2	2948		313		421
		1	3	2996		315		421
		1	4	2933		311		421
		1	5	2945		311		421
	2	1	6	3062	3055,8	293	290,2	407
		1	7	3113		287		407
		1	8	3023		289		407
		1	9	3002		293		407
		1	10	3079		289		407
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2455	2426,2	225	224,8	379
		1	12	2447		223		379
		1	13	2413		226		379
		1	14	2420		225		379
		1	15	2396		225		379
	4	1	16	2545	2539,4	231	232,6	377
		1	17	2531		235		377
		1	18	2527		235		377
		1	19	2554		231		377
		1	20	2540		231		377
	5	1	21	2773	2785,2	249	253,4	381
		1	22	2732		255		381
		1	23	2768		251		381
		1	24	2808		253		381
		1	25	2845		259		381
	6	1	26	3179	3171,6	281	282,2	369
		1	27	3158		281		369
		1	28	3206		283		369
		1	29	3209		281		369
		1	30	3106		285		369
	7	1	31	3949	3912,8	367	368,2	373

	1	32	3903		371		373
	1	33	3940		365		373
	1	34	3896		371		373
	1	35	3876		367		373
8	1	36	4065	4072,8	447	445,8	379
	1	37	4043		441		379
	1	38	4088		445		379
	1	39	4038		451		379
	1	40	4130		445		379
9	1	41	4214	4249,6	499	499	377
	1	42	4228		499		377
	1	43	4257		499		377
	1	44	4229		493		377
	1	45	4320		505		377
10	1	46	4279	4377,6	516	522,8	388
	1	47	4405		526		388
	1	48	4454		530		388
	1	49	4382		522		388
	1	50	4368		520		388
11	1	51	4563	4599,8	510	514	391
	1	52	4634		516		391
	1	53	4587		512		391
	1	54	4661		520		391
	1	55	4554		512		391
12	1	56	5003	4990,2	457	456,8	287
	1	57	4925		457		287
	1	58	4991		451		287
	1	59	5052		460		287
	1	60	4980		459		287
13	1	61	5545	5579,6	401	395,4	225
	1	62	5613		392		225
	1	63	5516		395		225
	1	64	5618		395		225
	1	65	5606		394		225
14	1	66	5341	5342,6	371	367,8	225
	1	67	5326		369		225
	1	68	5283		369		225
	1	69	5431		365		225
	1	70	5332		365		225
15	1	71	5415	5401,8	367	367	223
	1	72	5395		367		223
	1	73	5440		369		223
	1	74	5351		365		223
	1	75	5408		367		223
16	1	76	5332	5354,4	361	359,4	221
	1	77	5340		361		221
	1	78	5353		357		221
	1	79	5376		363		221
	1	80	5371		355		221
17	1	81	5381	5366,4	369	371	225

	1	82	5353		375		225
	1	83	5357		375		225
	1	84	5346		367		225
	1	85	5395		369		225
18	1	86	5974	5824,4	410	411,4	225
	1	87	5937		415		225
	1	88	6049		415		225
	1	89	5549		410		225
	1	90	5613		407		225
19	1	91	4806	4863	483	485,6	275
	1	92	4933		487		275
	1	93	4874		489		275
	1	94	4903		487		275
	1	95	4799		482		275
20	1	96	3989	3988,2	513	511,4	433
	1	97	3966		514		433
	1	98	4028		509		433
	1	99	4028		509		433
	1	100	3930		512		433
21	1	101	3963	3950,8	503	503,6	409
	1	102	4039		511		409
	1	103	3903		502		409
	1	104	3923		503		409
	1	105	3926		499		409
22	1	106	3760	3825,6	472	472	413
	1	107	3869		470		413
	1	108	3845		473		413
	1	109	3838		472		413
	1	110	3816		473		413
23	1	111	3821	3794,6	456	453,8	406
	1	112	3761		458		406
	1	113	3893		456		406
	1	114	3715		451		406
	1	115	3783		448		406
24	1	116	3723	3738	450	365	406
	1	117	3377		335		406
	1	118	3709		342		406
	1	119	3700		347		406
	1	120	4181		351		406
25	1	121	2983	3004,6	289	286	410
	1	122	3017		286		410
	1	123	3035		283		410
	1	124	2994		287		410
	1	125	2994		285		410
26	1	126	2845	2835,6	275	271	419
	1	127	2804		269		419
	1	128	2815		267		419
	1	129	2849		271		419
	1	130	2865		273		419
27	1	131	2520	2605	247	243	417

		1	132	2604		241		417
		1	133	2643		243		417
		1	134	2637		243		417
		1	135	2621		241		417
		28	1	136		2428		2397,4
1	137		2394	225	427			
1	138		2350	225	427			
1	139		2353	227	427			
1	140		2462	225	427			
		1	141	2786		269		445
		1	142	2742		271		445
		1	143	2799		273		445
		1	144	2784		275		445
		1	145	2755		274		445
29		1	146	2794	2773,2	291	272,4	445
		1	147	2687		291		445
		1	148	2828		293		445
		1	149	2836		293		445
		1	150	2806		295		445
30		1	146	2794	2790,2	291	292,6	445
		1	147	2687		291		445
		1	148	2828		293		445
		1	149	2836		293		445
		1	150	2806		295		445

Δεδομένα Σχήματος 49-50-51

	X	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2978	2975	303	297,4	410
		1	2	3000		295		410
		1	3	2964		299		410
		1	4	3006		299		410
		1	5	2927		291		410
	2	1	6	2916	2955,4	277	278,2	402
		1	7	2957		281		402
		1	8	2962		277		402
		1	9	2957		279		402
		1	10	2985		277		402
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2324	2326	223	222,6	359
		1	12	2310		219		359
		1	13	2304		225		359
		1	14	2335		223		359
		1	15	2357		223		359
	4	1	16	2415	2389,2	225	223	359
		1	17	2396		223		359
		1	18	2395		225		359
		1	19	2337		223		359
		1	20	2403		219		359
	5	1	21	2483	2439,4	231	231,4	357
		1	22	2391		231		357
		1	23	2469		233		357
		1	24	2439		233		357
1		25	2415	229		357		
6	1	26	2494	2505	235	234,2	359	

	1	27	2514		237		359
	1	28	2503		231		359
	1	29	2536		237		359
	1	30	2478		231		359
7	1	31	2781	2822,8	263	264,6	355
	1	32	2831		267		355
	1	33	2801		265		355
	1	34	2879		267		355
	1	35	2822		261		355
8	1	36	3141	3132,2	279	279,8	351
	1	37	3136		279		351
	1	38	3105		285		351
	1	39	3107		275		351
	1	40	3172		281		351
9	1	41	3509	3510,2	342	339	363
	1	42	3548		340		363
	1	43	3528		339		363
	1	44	3472		337		363
	1	45	3494		337		363
10	1	46	3826	3818,2	375	375,4	357
	1	47	3806		375		357
	1	48	3868		373		357
	1	49	3779		377		357
	1	50	3812		377		357
11	1	51	4123	4162,6	491	488,8	373
	1	52	4169		495		373
	1	53	4169		489		373
	1	54	4167		483		373
	1	55	4185		486		373
12	1	56	4129	4121,6	494	495	384
	1	57	4122		495		384
	1	58	4099		495		384
	1	59	4114		491		384
	1	60	4144		500		384
13	1	61	4413	4443	517	513,6	385
	1	62	4466		509		385
	1	63	4394		516		385
	1	64	4442		512		385
	1	65	4500		514		385
14	1	66	5280	5028,6	487	484,8	283
	1	67	5316		491		283
	1	68	4680		474		283
	1	69	4781		478		283
	1	70	5086		494		283
15	1	71	5277	5267,8	423	420,6	259
	1	72	5299		423		259
	1	73	5293		419		259
	1	74	5229		421		259
	1	75	5241		417		259
16	1	76	5239	5214,8	415	413	257

	1	77	5234		408		257
	1	78	5192		413		257
	1	79	5292		416		257
	1	80	5117		413		257
17	1	81	5177	5279,4	412	412,4	257
	1	82	5209		412		257
	1	83	5318		415		257
	1	84	5467		404		257
	1	85	5226		419		257
18	1	86	5562	5866,8	425	436,2	241
	1	87	5966		441		241
	1	88	5922		439		241
	1	89	5960		437		241
	1	90	5924		439		241
19	1	91	6003	5954,8	448	445,6	247
	1	92	5962		443		247
	1	93	5976		445		247
	1	94	5944		445		247
	1	95	5889		447		247
20	1	96	5617	5556,4	453	457	243
	1	97	5548		453		243
	1	98	5515		460		243
	1	99	5550		458		243
	1	100	5552		461		243
21	1	101	4064	4055,8	520	519	421
	1	102	3996		525		421
	1	103	4129		517		421
	1	104	4023		520		421
	1	105	4067		513		421
22	1	106	3957	3964,4	495	499	405
	1	107	3934		491		405
	1	108	3926		487		405
	1	109	4013		512		405
	1	110	3992		510		405
23	1	111	3884	3807,4	480	478,2	425
	1	112	3773		479		425
	1	113	3773		476		425
	1	114	3825		476		425
	1	115	3782		480		425
24	1	116	3512	3453,4	381	385,8	409
	1	117	3443		387		409
	1	118	3385		385		409
	1	119	3485		387		409
	1	120	3442		389		409
25	1	121	3312	3295	353	348	409
	1	122	3275		348		409
	1	123	3299		347		409
	1	124	3284		345		409
	1	125	3305		347		409
26	1	126	2923	2890,2	271	272,6	402

	27	1	127	2866	2602,6	273	245,4	402
		1	128	2884		273		402
		1	129	2890		275		402
		1	130	2888		271		402
		1	131	2555		243		402
	28	1	132	2595	247	2368,8	229	400
		1	133	2606	249		223	400
		1	134	2614	243		225	400
		1	135	2643	245		225	400
		1	136	2308	229		225	400
	29	1	137	2367	223	2303,2	225	400
		1	138	2360	225		225	400
		1	139	2437	225		221	417
		1	140	2372	225		218	417
		1	141	2275	221		219	417
	30	1	142	2260	218	2178,2	217	417
		1	143	2302	219		217	417
		1	144	2360	217		215	419
		1	145	2319	217		215	419
		1	146	2192	215		217	419
31	1	147	2199	215	2835,6	211	419	
	1	148	2121	217		215	419	
	1	149	2172	211		283	419	
	1	150	2207	215		283	419	
	1	151	2871	283		283	419	
32	1	152	2808	285	2960,4	293	421	
	1	153	2823	285		289	421	
	1	154	2810	283		289	421	
	1	155	3022	293		289	421	
	1	156	2924	289		291	421	
33	1	157	2948	289	2789,4	257	395	
	1	158	2940	291		257	421	
	1	159	2968	289		261	421	
	1	160	2807	287		261	421	
	1	161	2807	287		261	421	

Δεδομένα Σχήματος 52-53-54

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2901	2901,6	305	306	433
		1	2	2865		309		433
		1	3	2874		305		433
		1	4	2879		310		433
		1	5	2989		301		433
	2	1	6	2839	284	2841,6	254	421
		1	7	2849	257		421	
		1	8	2913	257		256,8	421
		1	9	2741	255		421	
		1	10	2866	261		421	
3	1	11	2807	2807	2789,4	257	257,4	395

	1	12	2812		257		395
	1	13	2791		263		395
	1	14	2751		255		395
	1	15	2786		255		395
4	1	16	3490	3441,4	343	337,4	395
	1	17	3575		341		395
	1	18	3576		341		395
	1	19	3263		331		395
	1	20	3303		331		395
5	1	21	3690	3685,6	361	362,6	375
	1	22	3633		369		375
	1	23	3705		359		375
	1	24	3719		361		375
	1	25	3681		363		375
6	1	26	3870	3912,8	419	420,6	375
	1	27	3907		419		375
	1	28	3922		419		375
	1	29	3971		423		375
	1	30	3894		423		375
7	1	31	4064	4082,2	468	468,2	385
	1	32	4105		466		385
	1	33	4056		472		385
	1	34	4060		466		385
	1	35	4126		469		385
8	1	36	4693	4796,6	487	485	275
	1	37	4769		485		275
	1	38	4820		483		275
	1	39	4854		485		275
	1	40	4847		485		275
9	1	41	5586	5394	431	416,2	215
	1	42	5418		409		215
	1	43	5388		416		215
	1	44	5292		423		215
	1	45	5286		402		215
10	1	46	5254	5265,2	384	386,4	255
	1	47	5217		387		255
	1	48	5263		388		255
	1	49	5309		390		255
	1	50	5283		383		255
11	1	51	5197	5178,6	375	380,4	263
	1	52	5208		386		263
	1	53	5179		375		263
	1	54	5180		383		263
	1	55	5129		383		263
12	1	56	5851	5800,8	425	426,6	257
	1	57	5838		425		257
	1	58	5734		431		257
	1	59	5790		427		257
	1	60	5791		425		257
13	1	61	5794	5796	399	399	259

	1	62	5845		397		259
	1	63	5737		398		259
	1	64	5740		401		259
	1	65	5864		400		259
14	1	66	5662	5612,6	400	403,8	259
	1	67	5568		405		259
	1	68	5631		404		259
	1	69	5618		403		259
	1	70	5584		407		259
15	1	71	5412	5418,6	381	381,6	255
	1	72	5446		383		255
	1	73	5426		381		255
	1	74	5382		377		255
	1	75	5427		386		255
16	1	76	5622	5682,8	405	405,4	243
	1	77	5730		407		243
	1	78	5707		407		243
	1	79	5661		401		243
	1	80	5694		407		243
17	1	81	5774	5736,6	400	398	227
	1	82	5783		400		227
	1	83	5732		399		227
	1	84	5709		399		227
	1	85	5685		392		227
18	1	86	5477	5300,8	394	374,4	221
	1	87	5493		395		221
	1	88	5237		363		221
	1	89	5156		359		221
	1	90	5141		361		221
19	1	91	5252	5184,8	458	454,2	257
	1	92	5164		462		257
	1	93	5148		450		257
	1	94	5198		452		257
	1	95	5162		449		257
20	1	96	4228	4189,8	494	489,6	487
	1	97	4261		496		487
	1	98	4124		495		481
	1	99	4261		489		481
	1	100	4075		474		460
21	1	101	2836	2775,6	209	206,2	425
	1	102	2763		205		425
	1	103	2778		203		425
	1	104	2730		207		425
	1	105	2771		207		425
22	1	106	2786	2836	209	210,2	443
	1	107	2829		211		443
	1	108	2882		211		443
	1	109	2878		211		443
	1	110	2805		209		443
23	1	111	2604	2603,2	199	199,8	431

BASE METAL		1	112	2612		199		431
		1	113	2565		199		431
		1	114	2637		199		431
		1	115	2598		203		431
	24	1	116	2084	2148,2	169	171,8	410
		1	117	2099		171		410
		1	118	2120		171		410
		1	119	2116		171		410
		1	120	2322		177		410
	25	1	121	1891	1884	161	161	411
		1	122	1891		161		411
		1	123	1853		161		411
		1	124	1898		161		411
		1	125	1887		161		411
	26	1	126	1811	1809,8	155	155	413
		1	127	1802		157		413
		1	128	1789		155		413
		1	129	1844		153		413
		1	130	1803		155		413
	27	1	131	1467	1453	143	140,8	407
		1	132	1431		143		407
		1	133	1446		143		407
		1	134	1446		137		407
		1	135	1475		138		407
	28	1	136	1457	1395,6	135	136,6	414
		1	137	1411		139		414
		1	138	1401		135		414
		1	139	1355		139		414
1		140	1354	135		414		
BASE METAL	29	1	141	2984	2952,8	283	285,2	435
		1	142	2988		283		435
		1	143	2938		289		435
		1	144	2907		286		435
		1	145	2947		285		435
	30	1	146	3009	3020,6	313	310,6	443
		1	147	3040		311		443
		1	148	3002		311		443
		1	149	3049		307		443
		1	150	3003		311		443

Δεδομένα Σχήματος 55-56-57

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2764	2778,4	263	262,2	410
		1	2	2758		265		410
		1	3	2780		263		410
		1	4	2803		261		410
		1	5	2787		259		410
	2	1	6	2894	2915	273	275	405
		1	7	2909		277		405

HEAT AFFECTED ZONE		1	8	2938		277		405
		1	9	2916		273		405
		1	10	2918		275		405
	3	1	11	2340	2323,4	195	194,6	395
		1	12	2343		195		395
		1	13	2294		195		395
		1	14	2295		195		395
		1	15	2345		193		395
	4	1	16	2497	2484,4	203	202,4	387
		1	17	2448		206		387
		1	18	2488		203		387
		1	19	2492		199		387
		1	20	2497		201		387
	5	1	21	2584	2578,8	207	208,2	385
		1	22	2555		205		385
		1	23	2580		211		385
		1	24	2605		209		385
		1	25	2570		209		385
	6	1	26	2898	2878,6	223	221	375
		1	27	2894		223		375
		1	28	2878		219		375
		1	29	2896		219		375
		1	30	2827		221		375
	7	1	31	2966	2946,2	227	225	389
		1	32	2913		223		389
		1	33	2971		225		389
		1	34	2927		227		389
		1	35	2954		223		389
	8	1	36	3177	3133,6	229	229,4	390
		1	37	3100		231		390
		1	38	3134		227		390
		1	39	3086		231		390
		1	40	3171		229		390
	9	1	41	3278	3298,8	241	235,4	385
		1	42	3346		233		385
		1	43	3302		231		385
		1	44	3308		237		385
		1	45	3260		235		385
	10	1	46	3437	3475,8	239	240,6	375
		1	47	3453		241		375
		1	48	3529		241		375
		1	49	3483		241		375
		1	50	3477		241		375
	11	1	51	3556	3580,6	247	247,8	361
		1	52	3520		249		361
		1	53	3623		249		361
		1	54	3604		245		361
		1	55	3600		249		361
	12	1	56	3373	3348,8	239	239	387
		1	57	3353		239		387

	1	58	3328		235		387
	1	59	3341		245		387
	1	60	3349		237		387
13	1	61	3364	3358	223	222,6	283
	1	62	3376		225		283
	1	63	3388		221		283
	1	64	3343		223		283
	1	65	3319		221		283
14	1	66	3017	3020,8	213	213,4	285
	1	67	3000		215		285
	1	68	3020		211		285
	1	69	3010		215		285
	1	70	3057		213		285
15	1	71	2917	2916	223	221,8	377
	1	72	2908		219		377
	1	73	2921		223		377
	1	74	2937		221		377
	1	75	2897		223		377
16	1	76	3438	3243,8	229	227,4	315
	1	77	3192		225		315
	1	78	3193		229		315
	1	79	3212		227		315
	1	80	3184		227		315
17	1	81	3156	3260,2	241	240,2	389
	1	82	3175		239		389
	1	83	3310		243		389
	1	84	3327		237		389
	1	85	3333		241		389
18	1	86	3204	3204,2	241	241	398
	1	87	3214		243		398
	1	88	3234		241		398
	1	89	3187		241		398
	1	90	3182		239		398
19	1	91	3428	3410,6	243	243,4	395
	1	92	3343		243		395
	1	93	3414		243		395
	1	94	3417		243		395
	1	95	3451		245		395
20	1	96	3222	3248	241	239,8	398
	1	97	3240		237		398
	1	98	3257		239		398
	1	99	3252		241		398
	1	100	3269		241		398
21	1	101	3155	3156,4	235	233	397
	1	102	3112		235		397
	1	103	3205		231		397
	1	104	3138		233		397
	1	105	3172		231		397
22	1	106	3102	3083,6	235	233	397
	1	107	3044		231		397

		1	108	3107		233		397	
		1	109	3064		231		397	
		1	110	3101		235		397	
	23		1	111	2733	2677,2	203	205,4	399
			1	112	2646		203		399
			1	113	2688		203		399
			1	114	2634		209		399
			1	115	2685		209		399
	24		1	116	2328	2363,4	195	194,2	400
			1	117	2376		195		400
			1	118	2396		195		400
			1	119	2340		193		400
			1	120	2377		193		400
	25		1	121	2244	2282	193	191,6	406
			1	122	2312		192		406
			1	123	2298		193		406
			1	124	2247		187		406
			1	125	2309		193		406
	26		1	126	3030	3042,2	291	294,2	400
			1	127	3040		295		400
			1	128	3085		297		400
			1	129	3022		293		400
			1	130	3034		295		400
	27		1	131	2959	2932	291	288,6	403
			1	132	2890		287		403
			1	133	3009		287		403
			1	134	2880		287		403
			1	135	2922		291		403
	28		1	136	2883	2926,6	287	284,8	413
			1	137	2933		285		413
		1	138	2947	285		413		
		1	139	2952	284		413		
		1	140	2918	283		413		
BASE METAL	29		141	2935	2913,6	271	272,4	405	
			1	142		2943		271	405
			1	143		2892		275	405
			1	144		2909		272	405
			1	145		2889		273	405
	30		1	146	2914	2877,2	271	270,2	410
			1	147	2875		269		410
			1	148	2858		267		410
			1	149	2857		277		410
			1	150	2882		267		410

Δεδομένα Σχήματος 58-59-60

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2651	2676,6	255	255,4	405
		1	2	2626		257		405
		1	3	2672		253		405
		1	4	2709		257		405
		1	5	2725		255		405
	2	1	6	2921	2935,8	259	263,4	408
		1	7	2913		267		408
		1	8	2926		267		408
		1	9	2949		261		408
		1	10	2970		263		408
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3021	3030,8	297	293,8	414
		1	12	3060		291		414
		1	13	3033		295		414
		1	14	2998		293		414
		1	15	3042		293		414
	4	1	16	3135	3160	303	306,2	409
		1	17	3178		307		409
		1	18	3183		307		409
		1	19	3168		309		409
		1	20	3136		305		409
	5	1	21	3447	3417,8	325	329	408
		1	22	3381		329		408
		1	23	3416		331		408
		1	24	3427		331		408
		1	25	3418		329		408
	6	1	26	3526	3475	341	336,2	407
		1	27	3459		337		407
		1	28	3435		333		407
		1	29	3466		337		407
		1	30	3489		333		407
	7	1	31	3432	3409,2	335	327,8	414
		1	32	3421		329		414
		1	33	3406		327		414
		1	34	3401		323		414
		1	35	3386		325		414
	8	1	36	3685	3701,2	359	354,2	395
		1	37	3668		355		395
		1	38	3751		350		395
		1	39	3748		350		395
		1	40	3654		357		395
9	1	41	3662	3686	373	370,6	405	
	1	42	3697		373		405	
	1	43	3690		365		405	
	1	44	3749		373		405	
	1	45	3632		369		405	
10	1	46	3769	3740,8	379	380,2	404	
	1	47	3725		373		404	
	1	48	3755		379		403	

		1	49	3698		385		403
		1	50	3757		385		403
11		1	51	3932	3900	379	381,6	379
		1	52	3871		394		379
		1	53	3929		375		379
		1	54	3887		381		379
		1	55	3881		379		379
12		1	56	4367	4291,6	390	389,2	289
		1	57	4275		393		289
		1	58	4279		390		289
		1	59	4300		388		289
		1	60	4237		385		289
13		1	61	3845	3765,6	365	365	365
		1	62	3735		367		365
		1	63	3734		363		365
		1	64	3725		365		365
		1	65	3789		365		365
14		1	66	4064	3984,2	383	381	317
		1	67	4051		381		317
		1	68	3890		385		317
		1	69	3942		379		317
		1	70	3974		377		317
15		1	71	3820	3790,4	369	371,8	417
		1	72	3741		371		417
		1	73	3844		375		417
		1	74	3805		373		417
		1	75	3742		371		417
16		1	76	3706	3712,8	361	360,6	405
		1	77	3671		361		405
		1	78	3755		361		405
		1	79	3728		361		405
		1	80	3704		359		405
17		1	81	3839	3804,8	367	363,2	410
		1	82	3732		363		410
		1	83	3828		363		410
		1	84	3813		363		410
		1	85	3812		360		410
18		1	86	3559	3573,4	347	345,8	405
		1	87	3580		345		405
		1	88	3579		345		405
		1	89	3585		345		405
		1	90	3564		347		405
19		1	91	3482	3426	327	323,8	408
		1	92	3349		323		408
		1	93	3435		325		408
		1	94	3447		321		408
		1	95	3417		323		408
20		1	96	3403	3415,4	320	317,8	405
		1	97	3440		315		405
		1	98	3392		320		405

		1	99	3437		315		405
		1	100	3405		319		405
21		1	101	3192	3061,8	301	290,2	405
		1	102	3055		287		405
		1	103	3011		287		405
		1	104	3036		289		405
		1	105	3015		287		405
22		1	106	2648	2704,8	265	267	415
		1	107	2683		273		405
		1	108	2693		265		405
		1	109	2744		267		405
		1	110	2756		265		405
23		1	111	2752	2720,4	259	259,2	405
		1	112	2718		257		405
		1	113	2727		261		405
		1	114	2708		257		405
		1	115	2697		262		405
24		1	116	2481	2517,6	247	243,8	401
		1	117	2459		241		401
		1	118	2581		247		401
		1	119	2524		241		401
		1	120	2543		243		401
25		1	121	2501	2487,6	241	242,6	402
		1	122	2524		243		402
		1	123	2440		241		402
		1	124	2455		243		402
		1	125	2518		245		402
26		1	126	2485	2510,6	235	239	403
		1	127	2493		243		403
		1	128	2496		235		403
		1	129	2528		241		403
		1	130	2551		241		403
27		1	131	2533	2526,4	235	234,6	409
		1	132	2533		231		409
		1	133	2557		233		409
		1	134	2537		237		409
		1	135	2472		237		409
28		1	136	2594	2618	261	256,6	355
		1	137	2578		259		355
		1	138	2640		255		355
		1	139	2632		251		355
		1	140	2646		257		355
BASE METAL	29	1	141	2868	2862,2	259	258,6	417
		1	142	2895		259		417
		1	143	2828		259		417
		1	144	2885		259		417
		1	145	2835		257		417
30	1	146	2719	2714,8	247	251,8	415	
	1	147	2693		255		415	
	1	148	2740		251		415	

	1	149	2722		255		415
	1	150	2700		251		415

Δεδομένα Σχήματος 61-62-63

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2579	2592,8	253	252,6	417
		1	2	2591		255		417
		1	3	2616		255		417
		1	4	2590		251		417
		1	5	2588		249		417
	2	1	6	2879	2910,6	287	288,6	416
		1	7	2894		287		416
		1	8	2887		287		416
		1	9	2932		291		416
		1	10	2961		291		416
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3321	3283	325	321,8	305
		1	12	3284		320		305
		1	13	3276		320		305
		1	14	3250		323		305
		1	15	3284		321		305
	4	1	16	3280	3288,8	335	336,6	393
		1	17	3328		336		393
		1	18	3257		336		393
		1	19	3269		339		393
		1	20	3310		337		393
	5	1	21	3241	3267,2	336	334,6	393
		1	22	3257		330		393
		1	23	3254		339		393
		1	24	3314		337		393
		1	25	3270		331		393
	6	1	26	3233	3249,2	336	341,6	393
		1	27	3217		345		393
		1	28	3240		341		393
		1	29	3259		343		393
		1	30	3297		343		393
	7	1	31	3330	3342,4	347	344,8	385
		1	32	3383		347		385
		1	33	3352		345		385
		1	34	3307		345		385
		1	35	3340		340		385
	8	1	36	3497	3574,6	363	364,6	383
		1	37	3625		369		383
		1	38	3588		365		383
		1	39	3622		363		383
		1	40	3541		363		383
	9	1	41	3812	3788,4	371	371,4	384
		1	42	3768		371		384
		1	43	3784		375		384

	1	44	3776		369		384
	1	45	3802		371		384
10	1	46	3889	3918,2	375	374,2	384
	1	47	3880		371		384
	1	48	3918		379		384
	1	49	3940		369		384
	1	50	3964		377		384
11	1	51	4402	4412	401	406,2	381
	1	52	4409		408		381
	1	53	4408		410		381
	1	54	4384		411		381
	1	55	4457		401		381
12	1	56	4707	4701	439	430,2	375
	1	57	4661		429		375
	1	58	4737		427		375
	1	59	4717		427		375
	1	60	4683		429		375
13	1	61	4803	4726,4	435	432,2	377
	1	62	4723		431		377
	1	63	4776		435		377
	1	64	4738		433		377
	1	65	4592		427		377
14	1	66	4533	4666	424	427,2	389
	1	67	4718		427		389
	1	68	4620		429		389
	1	69	4705		427		389
	1	70	4754		429		389
15	1	71	4690	4594	429	429,2	391
	1	72	4584		431		391
	1	73	4596		428		391
	1	74	4601		427		391
	1	75	4499		431		391
16	1	76	5049	5035,4	437	429	305
	1	77	5044		423		305
	1	78	5044		421		305
	1	79	4957		435		305
	1	80	5083		429		305
17	1	81	4719	4684,2	425	425,8	363
	1	82	4630		425		363
	1	83	4700		423		363
	1	84	4690		427		363
	1	85	4682		429		363
18	1	86	4646	4628,2	425	420,2	317
	1	87	4681		421		317
	1	88	4560		423		317
	1	89	4620		415		317
	1	90	4634		417		317
19	1	91	4825	4742,2	419	420,2	379
	1	92	4723		419		379
	1	93	4654		421		379

	1	94	4766		423		379
	1	95	4743		419		379
20	1	96	4610	4580	423	424,4	381
	1	97	4598		425		381
	1	98	4537		426		381
	1	99	4568		427		381
	1	100	4587		421		381
21	1	101	4514	4509,8	406	405	384
	1	102	4513		403		384
	1	103	4453		404		384
	1	104	4499		405		384
	1	105	4570		407		384
22	1	106	4341	4372,8	403	400	377
	1	107	4362		401		377
	1	108	4322		400		377
	1	109	4434		400		377
	1	110	4405		396		377
23	1	111	4028	4057,6	379	379,8	395
	1	112	4102		376		395
	1	113	4039		379		395
	1	114	4121		384		395
	1	115	3998		381		395
24	1	116	3986	3951,2	346	345,2	381
	1	117	3928		345		381
	1	118	3953		341		381
	1	119	3903		347		381
	1	120	3986		347		381
25	1	121	3538	3497,2	335	329,8	375
	1	122	3461		329		375
	1	123	3519		326		375
	1	124	3462		330		375
	1	125	3506		329		375
26	1	126	3212	3240,6	321	318	391
	1	127	3277		321		391
	1	128	3285		320		391
	1	129	3221		315		381
	1	130	3208		313		391
27	1	131	3046	3064,6	305	307,4	391
	1	132	3078		305		391
	1	133	3056		311		391
	1	134	3014		301		391
	1	135	3129		315		391
28	1	136	2907	2863,8	299	295,4	413
	1	137	2901		299		413
	1	138	2820		293		413
	1	139	2819		293		413
	1	140	2872		293		413
29	1	141	2827	2831,6	299	296,6	417
	1	142	2831		295		417
	1	143	2816		297		417

	30	1	144	2873	2830,6	297	299,8	417
		1	145	2811		295		417
		1	146	2855		299		454
		1	147	2798		299		454
		1	148	2841		299		454
		1	149	2827		299		454
	31	1	150	2832	303	454		
		1	151	2928	307	307,4	450	
		1	152	2927	309		450	
		1	153	2906	307		450	
		1	154	2920	307		450	
		1	155	2926	307		450	
BASE METAL	32	1	156	2845	2855,6		269	292
		1	157	2871		277	416	
		1	158	2890		273	416	
		1	159	2832		270	416	
		1	160	2840		371	416	
	33	1	161	2774	273	2751,6	267,6	417
		1	162	2738	271			417
		1	163	2739	259			417
		1	164	2742	268			417
		1	165	2765	267			417

Δεδομένα Σχήματος 64-65-66

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2724	2752	287	289,4	415
		1	2	2747		289		415
		1	3	2732		289		415
		1	4	2819		291		415
		1	5	2738		291		415
	2	1	6	2934	2953,8	307	306,6	407
		1	7	3008		301		407
		1	8	2887		307		407
		1	9	2952		309		407
		1	10	2988		309		407
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3685	3671	390	383,8	393
		1	12	3677		381		393
		1	13	3684		384		393
		1	14	3667		385		393
		1	15	3642		379		393
	4	1	16	3861	3869,2	408	408,4	408
		1	17	3864		410		408
		1	18	3862		409		408
		1	19	3875		405		408
		1	20	3884		410		408
	5	1	21	4709	4749,4	441	440,6	323
		1	22	4778		442		323
		1	23	4712		439		323

	1	24	4741		440		323
	1	25	4807		441		323
6	1	26	4617	4621,4	437	434,4	345
	1	27	4596		432		345
	1	28	4640		435		345
	1	29	4618		437		345
	1	30	4636		431		345
7	1	31	4060	4032	427	426,2	411
	1	32	4083		425		411
	1	33	3918		429		411
	1	34	4053		425		411
	1	35	4046		425		411
8	1	36	4136	4147	433	437,8	401
	1	37	4125		441		401
	1	38	4118		437		401
	1	39	4198		437		401
	1	40	4158		441		401
9	1	41	4169	4200,8	439	438	398
	1	42	4211		447		398
	1	43	4165		435		398
	1	44	4199		438		398
	1	45	4260		431		398
10	1	46	4104	4058	425	424,2	405
	1	47	4021		425		405
	1	48	4064		423		405
	1	49	4060		421		405
	1	50	4041		427		405
11	1	51	4030	3990,4	405	409,8	409
	1	52	4004		409		409
	1	53	3935		414		409
	1	54	3936		410		409
	1	55	4047		411		409
12	1	56	4060	4075,2	409	415,4	401
	1	57	4085		413		401
	1	58	4106		421		401
	1	59	4065		417		401
	1	60	4060		417		401
13	1	61	3999	3999,4	424	426,4	415
	1	62	4053		423		415
	1	63	4005		425		415
	1	64	3982		431		415
	1	65	3958		429		415
14	1	66	4154	4173,4	441	435,4	400
	1	67	4200		431		400
	1	68	4185		437		400
	1	69	4166		431		400
	1	70	4162		437		400
15	1	71	4172	4211	425	424	391
	1	72	4195		427		391
	1	73	4190		420		391

		1	74	4284		421		391
		1	75	4214		427		391
	16	1	76	3787	3818,4	397	398,2	441
		1	77	3819				
		1	78	3832				
		1	79	3800				
		1	80	3854				
	17	1	81	3566	3609	371	369,4	429
		1	82	3633				
		1	83	3604				
		1	84	3667				
		1	85	3575				
	18	1	86	3357	3396,4	335	340,6	441
		1	87	3315				
		1	88	3452				
		1	89	3476				
	19	1	90	3382	3054	349	296,6	441
		1	91	3045				
		1	92	3097				
		1	93	3074				
		1	94	3006				
	20	1	95	3048	2775,4	299	273,4	421
		1	96	2771				
1		97	2672					
1		98	2821					
1		99	2783					
21	1	100	2830	2619,6	275	262,2	440	
	1	101	2646					
	1	102	2662					
	1	103	2594					
	1	104	2597					
22	1	105	2599	2625	259	253	452	
	1	106	2643					
	1	107	2656					
	1	108	2609					
	1	109	2618					
23	1	110	2599	2493,4	251	246,6	466	
	1	111	2499					
	1	112	2475					
	1	113	2484					
	1	114	2491					
BASE METAL	24	1	115	2518	2674,4	272	272	468
		1	116	2660				
		1	117	2674				
		1	118	2645				
		1	119	2676				
25	1	120	2717	2797,6	273	273,6	448	
	1	121	2790					
	1	122	2864					
		1	123	2834		273		455

		1	124	2666		273		455
		1	125	2834		275		455

Δεδομένα Σχήματος 67-68-69

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2517	2543,8	263	261	405
		1	2	2558		261		405
		1	3	2530		263		405
		1	4	2532		259		405
		1	5	2582		259		405
	2	1	6	2834	2849	275	272,2	400
		1	7	2854		273		400
		1	8	2847		275		400
		1	9	2849		269		400
		1	10	2861		269		400
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3432	3385	315	316,2	359
		1	12	3320		311		359
		1	13	3367		320		359
		1	14	3382		320		359
		1	15	3424		315		359
	4	1	16	3902	3925,2	323	323,2	317
		1	17	3911		321		317
		1	18	3993		327		317
		1	19	3921		322		317
		1	20	3899		323		317
	5	1	21	3843	3815,2	349	347,8	351
		1	22	3832		349		351
		1	23	3824		350		351
		1	24	3772		345		351
		1	25	3805		346		351
	6	1	26	3675	3694,4	347	346,8	361
		1	27	3669		349		361
		1	28	3678		345		361
		1	29	3699		347		361
		1	30	3751		346		361
	7	1	31	3608	3597,2	346	349,6	389
		1	32	3628		351		389
		1	33	3586		355		389
		1	34	3596		351		389
		1	35	3568		345		389
	8	1	36	3667	3682,8	350	352,4	384
		1	37	3700		355		384
		1	38	3702		351		384
		1	39	3706		351		384
		1	40	3639		355		384
	9	1	41	3671	3679,6	367	364,2	381
		1	42	3688		361		381
		1	43	3692		363		381

	1	44	3650		365		381
	1	45	3697		365		381
10	1	46	3627	3621,6	369	366,6	381
	1	47	3610		365		381
	1	48	3649		367		381
	1	49	3659		367		381
	1	50	3563		365		381
11	1	51	3606	3596,6	367	367,4	385
	1	52	3565		369		385
	1	53	3626		369		385
	1	54	3609		363		385
	1	55	3577		369		385
12	1	56	3656	3639,4	353	352,2	381
	1	57	3619		351		381
	1	58	3659		355		381
	1	59	3586		353		381
	1	60	3677		349		381
13	1	61	3526	3558	343	341	389
	1	62	3504		341		389
	1	63	3580		342		389
	1	64	3577		337		389
	1	65	3603		342		389
14	1	66	3670	3628	348	348,6	386
	1	67	3647		347		386
	1	68	3616		348		386
	1	69	3659		349		386
	1	70	3548		351		386
15	1	71	3691	3662,4	348	347,2	385
	1	72	3624		346		385
	1	73	3647		348		385
	1	74	3728		343		385
	1	75	3622		351		385
16	1	76	3591	3659,2	345	342,2	381
	1	77	3659		339		381
	1	78	3730		341		381
	1	79	3594		343		381
	1	80	3722		343		381
17	1	81	3367	3401,8	327	329,6	402
	1	82	3386		331		402
	1	83	3403		329		402
	1	84	3464		330		402
	1	85	3389		331		402
18	1	86	3240	3204,6	313	311,8	397
	1	87	3238		311		397
	1	88	3141		311		397
	1	89	3201		311		397
	1	90	3203		313		397
19	1	91	3121	3146	297	296,2	347
	1	92	3119		299		347
	1	93	3192		295		347

	20	1	94	3132	3241,8	295	313	347
		1	95	3166		295		347
		1	96	3262		313		377
		1	97	3180		315		377
		1	98	3248		315		377
		1	99	3225		307		377
	21	1	100	3294	315	377		
		1	101	3002	2998,8	299	301,8	375
		1	102	3049		301		375
		1	103	2984		303		375
		1	104	2973		305		375
	1	105	2986	301		375		
	22	1	106	2606	2591,6	267	266,2	433
		1	107	2568		269		433
		1	108	2553		269		433
		1	109	2595		261		433
	23	1	110	2636	265	433		
		1	111	2459	2449,4	255	257	448
		1	112	2469		255		448
		1	113	2400		255		448
1		114	2466	261		448		
1	115	2453	259	448				
BASE METAL	24	1	116	2677	2645,2	271	258,6	435
		1	117	2609		257		435
		1	118	2653		255		435
		1	119	2629		253		435
		1	120	2658		257		435
	25	1	121	2628	2613	259	257,2	450
		1	122	2588		258		450
		1	123	2604		257		450
		1	124	2621		253		450
		1	125	2624		259		450

Δεδομένα Σχήματος 70-71-72

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2435	2456,4	247	246,6	400
		1	2	2485		247		400
		1	3	2444		247		400
		1	4	2440		247		400
		1	5	2478		245		400
	2	1	6	2673	2672,6	261	261,4	417
		1	7	2727		263		417
		1	8	2700		259		417
		1	9	2654		259		417
		1	10	2609		265		417
ZONE ED AFFECT HEAT	3	1	11	2951	2906,6	283	284,2	397
		1	12	2885		286		397
		1	13	2881		283		397

	1	14	2855		283		397
	1	15	2961		286		397
4	1	16	3557	3524,8	301	298,6	321
	1	17	3518		299		321
	1	18	3506		305		321
	1	19	3510		295		321
	1	20	3533		293		321
5	1	21	3958	3903,4	343	337,8	315
	1	22	3954		333		315
	1	23	3913		337		315
	1	24	3893		339		315
	1	25	3799		337		315
6	1	26	3437	3424	339	335,2	397
	1	27	3450		333		397
	1	28	3440		334		397
	1	29	3412		333		397
	1	30	3381		337		397
7	1	31	3446	3431	345	341	400
	1	32	3444		339		400
	1	33	3380		339		400
	1	34	3448		341		400
	1	35	3437		341		400
8	1	36	3529	3535	355	355	400
	1	37	3554		353		400
	1	38	3534		359		400
	1	39	3528		355		400
	1	40	3530		353		400
9	1	41	3550	3555,4	363	357,8	400
	1	42	3553		357		400
	1	43	3522		359		400
	1	44	3537		353		400
	1	45	3615		357		400
10	1	46	3598	3625,4	373	371,8	385
	1	47	3696		371		385
	1	48	3631		369		385
	1	49	3594		373		385
	1	50	3608		373		385
11	1	51	3496	3517,6	359	362,2	397
	1	52	3546		361		397
	1	53	3546		361		397
	1	54	3467		365		397
	1	55	3533		365		397
12	1	56	3576	3584	367	363,8	395
	1	57	3569		367		395
	1	58	3603		359		395
	1	59	3586		357		395
	1	60	3586		369		395
13	1	61	3629	3640,6	367	369,4	395
	1	62	3652		371		395
	1	63	3666		369		395

	1	64	3626		369		395
	1	65	3630		371		395
14	1	66	3722	3724,8	367	367	385
	1	67	3757		363		385
	1	68	3648		369		385
	1	69	3788		367		385
	1	70	3709		369		385
15	1	71	3566	3590,6	369	364,6	390
	1	72	3625		365		390
	1	73	3610		363		390
	1	74	3562		363		390
	1	75	3590		363		390
16	1	76	3540	3526,6	359	361	400
	1	77	3434		359		400
	1	78	3534		361		400
	1	79	3542		363		400
	1	80	3583		363		400
17	1	81	3461	3481,6	361	360,2	415
	1	82	3490		359		415
	1	83	3462		361		415
	1	84	3524		359		415
	1	85	3471		361		415
18	1	86	3414	3389,8	349	346,6	403
	1	87	3365		348		403
	1	88	3383		343		403
	1	89	3363		346		403
	1	90	3424		347		403
19	1	91	3105	3146,8	343	338,8	410
	1	92	3181		336		410
	1	93	3128		337		410
	1	94	3141		337		410
	1	95	3179		341		410
20	1	96	3322	3330,8	329	328,2	357
	1	97	3336		325		357
	1	98	3322		329		357
	1	99	3374		327		357
	1	100	3300		331		357
21	1	101	3074	3167,2	297	301,8	333
	1	102	3133		297		333
	1	103	3183		301		333
	1	104	3227		305		333
	1	105	3219		309		333
22	1	106	2803	2811	291	292,2	425
	1	107	2768		293		425
	1	108	2837		291		425
	1	109	2840		297		425
	1	110	2807		289		425
23	1	111	2717	2692,8	281	282,4	431
	1	112	2650		287		431
	1	113	2686		282		431

		1	114	2730		281		431
		1	115	2681		281		431
BASE METAL	24	1	116	2592	2582,8	256	254	450
		1	117	2596		255		450
		1	118	2565		251		450
		1	119	2606		255		450
		1	120	2555		253		450
	25	1	121	2639	2636,2	255	255,2	460
		1	122	2602		253		460
		1	123	2668		256		460
		1	124	2641		257		460
		1	125	2631		255		460

Δεδομένα Σχήματος 73-74-75

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2698	2680,8	269	269	400
		1	2	2661		269		400
		1	3	2690		269		400
		1	4	2661		271		400
		1	5	2694		267		400
	2	1	6	2817	2805,8	275	275,6	404
		1	7	2789		277		404
		1	8	2789		277		404
		1	9	2786		274		404
		1	10	2848		275		404
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3244	3230,8	328	327	391
		1	12	3218		325		391
		1	13	3245		326		391
		1	14	3197		331		391
		1	15	3250		325		391
	4	1	16	3407	3387,6	345	348	404
		1	17	3437		349		404
		1	18	3349		348		404
		1	19	3353		351		404
		1	20	3392		347		404
	5	1	21	3594	3499	361	359	400
		1	22	3479		363		400
		1	23	3526		365		400
		1	24	3424		355		400
		1	25	3472		351		400
	6	1	26	3863	3823,4	373	375	375
		1	27	3778		375		375
		1	28	3838		373		375
		1	29	3805		381		375
		1	30	3833		373		375
	7	1	31	4510	4544,8	415	412,4	313
1		32	4527	413		313		
1		33	4535	413		313		

	1	34	4634		411		313
	1	35	4518		410		313
8	1	36	3978	3949,4	397	399,4	398
	1	37	3955		401		398
	1	38	3922		397		398
	1	39	3954		400		398
	1	40	3938		402		398
9	1	41	3996	3982,6	404	403,8	384
	1	42	4011		407		384
	1	43	3944		402		384
	1	44	3962		405		384
	1	45	4000		401		384
10	1	46	3865	3861,2	399	397,8	384
	1	47	3896		393		384
	1	48	3784		399		384
	1	49	3909		398		384
	1	50	3852		400		384
11	1	51	3796	3825,8	393	392	381
	1	52	3862		393		381
	1	53	3806		393		381
	1	54	3832		390		381
	1	55	3833		391		381
12	1	56	3871	3831,2	400	396	387
	1	57	3781		395		387
	1	58	3840		392		387
	1	59	3817		399		387
	1	60	3847		394		387
13	1	61	3742	3767	396	397,2	393
	1	62	3805		400		393
	1	63	3806		395		393
	1	64	3772		400		393
	1	65	3710		395		393
14	1	66	3845	3894	394	390,8	393
	1	67	3907		392		393
	1	68	3953		390		393
	1	69	3890		391		393
	1	70	3875		387		393
15	1	71	3985	4014,4	395	394,6	410
	1	72	3978		397		410
	1	73	4023		394		410
	1	74	4015		395		410
	1	75	4071		392		410
16	1	76	4144	4165,4	419	415,6	355
	1	77	4145		416		355
	1	78	4199		419		355
	1	79	4195		412		355
	1	80	4144		412		355
17	1	81	3754	3767,2	369	369	389
	1	82	3785		369		389
	1	83	3780		369		389

		1	84	3741		369		389
		1	85	3776		369		389
	18	1	86	3474	3443	350	351	405
		1	87	3424		353		405
		1	88	3417		348		405
		1	89	3453		349		405
		1	90	3447		355		405
	19	1	91	3254	3244,4	344	342,2	409
		1	92	3258		344		409
		1	93	3209		343		409
		1	94	3244		343		409
		1	95	3257		337		409
	20	1	96	3101	3125	335	330,2	414
		1	97	3140		329		414
		1	98	3161		329		414
		1	99	3111		329		414
		1	100	3112		329		414
	21	1	101	3037	3043,8	331	330,4	421
		1	102	3010		323		421
		1	103	3091		332		421
1		104	3046	323		421		
1		105	3035	343		421		
22	1	106	2959	3014,2	337	333,8	423	
	1	107	3055		335		423	
	1	108	3000		331		423	
	1	109	2991		335		423	
	1	110	3066		331		423	
23	1	111	3631	3520,2	355	349,6	347	
	1	112	3560		349		347	
	1	113	3431		353		347	
	1	114	3491		345		347	
	1	115	3488		346		347	
BASE METAL	24	1	116	2630	2611,2	265	267,4	429
		1	117	2607		267		429
		1	118	2618		269		429
		1	119	2612		269		429
		1	120	2589		267		429
	25	1	121	2578	2550,8	247	248,6	433
		1	122	2522		249		433
		1	123	2556		249		433
		1	124	2496		245		433
		1	125	2602		253		433

Δεδομένα Σχήματος 76-77-78

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
METAL BASE	1	1	1	2545	2534,2	261	261	415
		1	2	2571		261		415
		1	3	2523		261		415

HEAT AFFECTED ZONE	2	1	4	2521	2802,6	263	276,8	415
		1	5	2511		259		415
		1	6	2772		274		410
		1	7	2841		279		410
		1	8	2796		275		410
		1	9	2778		279		410
	HEAT AFFECTED ZONE	3	1	10	2826	277	410	
			1	11	3060	3057	304	385
			1	12	3043		301	385
			1	13	3060		307	385
			1	14	3025		307	385
1		15	3097	307	385			
4		1	16	3223	3204,4	315	317,2	389
		1	17	3160		320		389
		1	18	3224		315		389
		1	19	3216		317		389
		1	20	3199		319		389
5	1	21	3356	3335	331	333,8	384	
	1	22	3314		337		384	
	1	23	3341		337		384	
	1	24	3366		333		384	
	1	25	3298		331		384	
6	1	26	3780	3771,6	345	344,4	325	
	1	27	3773		346		325	
	1	28	3785		343		325	
	1	29	3794		342		325	
	1	30	3726		346		325	
7	1	31	4072	4103,8	389	386,8	327	
	1	32	4056		389		327	
	1	33	4111		387		327	
	1	34	4143		383		327	
	1	35	4137		386		327	
8	1	36	3792	3772,6	375	377,4	384	
	1	37	3732		375		384	
	1	38	3800		377		384	
	1	39	3804		379		384	
	1	40	3735		381		384	
9	1	41	3942	3915	379	378,2	365	
	1	42	3890		381		365	
	1	43	3872		377		365	
	1	44	3869		379		365	
	1	45	4002		375		365	
10	1	46	3886	3877,6	388	387,2	375	
	1	47	3869		389		375	
	1	48	3862		385		375	
	1	49	3909		389		375	
	1	50	3862		385		375	
11	1	51	3977	3898	391	387,8	369	
	1	52	3863		387		369	
	1	53	3853		389		369	

	1	54	3908		386		369
	1	55	3889		386		369
12	1	56	3782	3769,2	375	379	367
	1	57	3759		379		367
	1	58	3750		381		367
	1	59	3792		381		367
	1	60	3763		379		367
13	1	61	3557	3573,2	373	378,2	391
	1	62	3624		379		391
	1	63	3565		383		391
	1	64	3509		377		391
	1	65	3611		379		391
14	1	66	3853	3838,8	383	379	385
	1	67	3890		379		385
	1	68	3925		375		385
	1	69	3860		381		385
	1	70	3666		377		385
15	1	71	4147	4067,6	379	382,2	367
	1	72	4102		381		367
	1	73	4000		385		367
	1	74	4040		383		367
	1	75	4049		383		367
16	1	76	3862	3940	369	373,8	388
	1	77	3824		367		388
	1	78	3986		379		388
	1	79	4031		379		388
	1	80	3997		375		388
17	1	81	3599	3718	353	353,8	399
	1	82	3763		351		399
	1	83	3756		353		399
	1	84	3727		353		399
	1	85	3745		359		399
18	1	86	3466	3479,8	331	332,6	397
	1	87	3518		333		397
	1	88	3473		337		397
	1	89	3407		331		397
	1	90	3535		331		397
19	1	91	3351	3327,2	321	325,6	389
	1	92	3385		330		389
	1	93	3262		325		389
	1	94	3341		327		389
	1	95	3297		325		389
20	1	96	3075	3064,6	307	307	400
	1	97	3053		305		400
	1	98	3032		309		400
	1	99	3065		305		400
	1	100	3098		309		400
21	1	101	2990	2978,6	287	288,2	375
	1	102	2982		283		375
	1	103	2957		289		375

	22	1	104	2951	3302	289	303	375
		1	105	3013		293		375
		1	106	3323		305		365
		1	107	3288		305		365
		1	108	3329		305		365
	23	1	109	3361	299	365		
		1	110	3209	301	365		
		1	111	2990	283	400		
		1	112	2955	285	400		
		1	113	2960	286	400		
BASE METAL	24	1	114	2854	281	400		
		1	115	2862	283	400		
		1	116	2727	257	415		
		1	117	2742	259	415		
		1	118	2730	259	415		
	25	1	119	2735	261	415		
		1	120	2694	256	415		
		1	121	2612	243	415		
		1	122	2656	243	415		
		1	123	2585	243	415		
		1	124	2600	243	415		
		1	125	2647	243	415		

Δεδομένα Σχήματος 79-80-81

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	3117	3086,6	307	301,4	411
		1	2	3113		299		411
		1	3	3082		297		411
		1	4	3032		299		411
		1	5	3089		305		411
	2	1	6	3145	326	441		
		1	7	3157	329	441		
		1	8	3080	323	441		
		1	9	3126	327	441		
		1	10	3149	325	441		
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3218	355	425		
		1	12	3267	353	425		
		1	13	3207	357	425		
		1	14	3257	361	425		
		1	15	3294	353	425		
	4	1	16	3479	379	421		
		1	17	3469	377	421		
		1	18	3482	375	421		
		1	19	3470	377	421		
		1	20	3464	379	421		
	5	1	21	3770	405	413		
		1	22	3755	403	413		
		1	23	3831	407	413		

	1	24	3764		399		413
	1	25	3708		413		413
6	1	26	3672	3687,2	399	398,6	419
	1	27	3625		401		419
	1	28	3703		395		419
	1	29	3753		401		419
	1	30	3683		397		419
7	1	31	3884	3928,8	425	427,8	417
	1	32	3971		425		417
	1	33	3941		431		417
	1	34	3911		429		417
	1	35	3937		429		417
8	1	36	4562	4499,4	450	449,8	421
	1	37	4538		445		421
	1	38	4422		451		421
	1	39	4535		448		421
	1	40	4440		455		421
9	1	41	4351	4378,2	435	431,6	409
	1	42	4381		429		409
	1	43	4393		430		409
	1	44	4380		431		409
	1	45	4386		433		409
10	1	46	4436	4369,2	431	436,6	395
	1	47	4331		439		395
	1	48	4329		437		395
	1	49	4384		437		395
	1	50	4366		439		395
11	1	51	4394	4393,2	433	437	406
	1	52	4393		443		406
	1	53	4474		433		406
	1	54	4314		441		406
	1	55	4391		435		406
12	1	56	3300	3349	371	365,8	440
	1	57	3352		367		440
	1	58	3353		363		440
	1	59	3327		369		440
	1	60	3413		359		440
13	1	61	4230	4185,8	432	430,8	407
	1	62	4213		427		407
	1	63	4150		429		407
	1	64	4168		435		407
	1	65	4168		431		407
14	1	66	4094	4065,2	435	433,4	417
	1	67	4057		431		417
	1	68	4060		435		417
	1	69	4001		433		417
	1	70	4114		433		417
15	1	71	4110	4101,2	421	424,4	412
	1	72	4120		423		412
	1	73	4103		427		412
	1	74	4099		427		412

		1	75	4074		424		412	
		1	76	4021		425		429	
	16	1	77	4031	4060,4	417	425,4	429	
		1	78	4058		427		429	
		1	79	4119		423		429	
		1	80	4073		435		429	
		1	81	4085		4056,6		409	407,2
	17	1	82	4038	408		445		
		1	83	4009	404		445		
		1	84	4075	407		445		
		1	85	4076	408		445		
		1	86	3966	4006,6	419	420,6	435	
	18	1	87	4024		421		435	
		1	88	3967		421		435	
		1	89	4098		419		435	
		1	90	3978		423		435	
		1	91	3867	3882	412	412	427	
	19	1	92	3894		413		427	
		1	93	3921		411		427	
		1	94	3853		414		427	
		1	95	3875		410		427	
		1	96	3609	3667,2	401	398,4	439	
	20	1	97	3676		400		439	
		1	98	3675		395		439	
		1	99	3641		403		439	
		1	100	3735		393		439	
		1	101	3477	3459	385	384,6	450	
	21	1	102	3481		386		450	
		1	103	3420		384		450	
		1	104	3472		384		450	
		1	105	3445		384		450	
		1	106	3448	3438,4	381	379,8	456	
	22	1	107	3435		377		456	
		1	108	3414		379		456	
		1	109	3518		383		456	
		1	110	3377		379		456	
		1	111	3351	3359,6	367	365	453	
	23	1	112	3376		365		453	
		1	113	3330		365		453	
		1	114	3377		363		453	
		1	115	3364		365		453	
		1	116	3215	3222,8	355	355,4	454	
	24	1	117	3227		355		454	
		1	118	3206		355		454	
		1	119	3229		355		454	
		1	120	3237		357		454	
BASE METAL		1	121	3158	3123,4	325	328,6	454	
		1	122	3061		329		454	
		25	1	123		3138		329	454
			1	124		3155		327	454
			1	125		3105		333	454

	26	1	126	2928	2935	293	295,4	462
		1	127	2934		297		462
		1	128	2918		295		462
		1	129	2942		289		462
		1	130	2953		303		462

Δεδομένα Σχήματος 82-83-84

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2724	2763,4	269	270	429
		1	2	2757		267		429
		1	3	2788		273		429
		1	4	2763		272		429
		1	5	2785		269		429
BASE METAL	2	1	6	3060	3022,2	283	281	421
		1	7	3006		279		421
		1	8	2987		281		421
		1	9	3052		281		421
		1	10	3006		281		421
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3201	3173,8	333	325,2	433
		1	12	3175		320		433
		1	13	3124		326		433
		1	14	3194		322		433
		1	15	3175		325		433
	4	1	16	3295	3281,2	339	341	417
		1	17	3264		354		417
		1	18	3238		337		417
		1	19	3284		341		417
		1	20	3325		334		417
	5	1	21	3432	3404,8	353	354	433
		1	22	3430		353		433
		1	23	3427		353		433
		1	24	3410		350		433
		1	25	3325		361		433
	6	1	26	3453	3491,6	371	370,4	429
		1	27	3548		369		429
		1	28	3482		368		429
		1	29	3515		371		429
		1	30	3460		373		429
7	1	31	3676	3643	384	380,4	429	
	1	32	3590		381		429	
	1	33	3645		377		429	
	1	34	3669		379		429	
	1	35	3635		381		429	
8	1	36	4218	4207,6	405	402,8	353	
	1	37	4142		404		353	
	1	38	4213		398		353	
	1	39	4304		402		353	
	1	40	4161		405		353	

	9	1	41	3812	3840,8	393	393,8	425
		1	42	3824		394		425
		1	43	3794		396		425
		1	44	3914		392		425
		1	45	3860		394		425
	10	1	46	3903	3913,4	390	389,2	410
		1	47	3855		389		410
		1	48	3891		389		410
		1	49	3922		389		410
		1	50	3996		389		410
	11	1	51	3954	3944,2	390	390	416
		1	52	3915		392		416
		1	53	3953		385		416
		1	54	3955		388		416
		1	55	3944		395		416
	12	1	56	3922	3924	389	391,6	417
		1	57	3934		389		417
		1	58	3942		396		417
		1	59	3924		390		417
		1	60	3898		394		417
	13	1	61	4055	4068,6	400	398,2	379
		1	62	4082		397		379
		1	63	4023		397		379
		1	64	4073		401		379
		1	65	4110		396		379
	14	1	66	3944	3938,6	392	391,6	433
		1	67	3942		394		433
		1	68	3912		391		433
		1	69	3919		389		433
		1	70	3976		392		433
	15	1	71	3954	3924,2	389	387,8	421
		1	72	3911		384		421
		1	73	3883		389		421
		1	74	3940		391		421
		1	75	3933		386		421
	16	1	76	3894	3854,8	384	385,4	423
		1	77	3774		390		423
		1	78	3871		387		423
		1	79	3890		385		423
		1	80	3845		381		423
	17	1	81	3842	3855	367	367,4	409
		1	82	3812		365		409
		1	83	3870		365		409
		1	84	3878		369		409
		1	85	3873		371		409
	18	1	86	3614	3637	355	353,2	439
		1	87	3651		351		439
		1	88	3661		357		439
		1	89	3627		350		439
		1	90	3632		353		439

	19	1	91	3455	3458	338	340,2	437
		1	92	3467		345		437
		1	93	3447		344		437
		1	94	3467		337		437
		1	95	3454		337		437
	20	1	96	3124	3176	329	333	439
		1	97	3190		331		439
		1	98	3184		331		439
		1	99	3207		331		439
		1	100	3175		343		439
	21	1	101	3055	3050,6	313	315,6	435
		1	102	3052		315		435
		1	103	3040		317		435
		1	104	3074		313		435
		1	105	3032		320		435
22	1	106	3011	3000,8	305	307,8	443	
	1	107	3020		305		443	
	1	108	2970		311		443	
	1	109	3003		309		443	
	1	110	3000		309		443	
23	1	111	2865	2889,2	302	302,8	439	
	1	112	2879		303		439	
	1	113	2871		301		439	
	1	114	2895		305		439	
	1	115	2936		303		439	
BASE METAL	24	1	116	2698	2705,2	249	250,6	448
		1	117	2688		255		448
		1	118	2717		251		448
		1	119	2726		249		448
		1	120	2697		249		448
	25	1	121	2521	2554,2	245	247	460
		1	122	2573		251		460
		1	123	2554		247		460
		1	124	2566		241		460
		1	125	2557		251		460

Δεδομένα Σχήματος 85-86-87

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2822	2813,6	265	264,6	435
		1	2	2805		263		435
		1	3	2856		267		435
		1	4	2804		265		435
		1	5	2781		263		435
	2	1	6	2892	2874	281	282,6	437
		1	7	2877		283		437
		1	8	2853		285		437
		1	9	2881		281		437
		1	10	2867		283		437

HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	3413	3436,8	357	357,4	435
		1	12	3480		359		435
		1	13	3413		359		435
		1	14	3437		359		435
		1	15	3441		353		435
	4	1	16	3639	3615,6	377	371,8	427
		1	17	3655		369		427
		1	18	3633		371		427
		1	19	3543		369		427
		1	20	3608		373		427
	5	1	21	3795	3713,2	393	392,6	437
		1	22	3664		393		437
		1	23	3672		394		437
		1	24	3677		395		437
		1	25	3758		388		437
	6	1	26	3819	3784,2	409	405,6	435
		1	27	3777		408		435
		1	28	3762		406		435
		1	29	3851		405		435
		1	30	3712		400		435
	7	1	31	3959	3960,6	415	413,4	403
		1	32	3960		414		403
		1	33	3960		410		403
		1	34	3944		417		403
		1	35	3980		411		403
	8	1	36	4187	4164,2	421	421,8	387
		1	37	4126		423		387
		1	38	4218		423		387
		1	39	4111		421		387
		1	40	4179		421		387
	9	1	41	4002	4018,8	431	426,8	423
		1	42	4053		427		423
		1	43	4028		429		423
		1	44	4016		423		423
		1	45	3995		424		423
	10	1	46	3980	3930,2	425	423,8	431
		1	47	3886		423		431
		1	48	3988		421		431
		1	49	3896		421		431
		1	50	3901		429		431
	11	1	51	3813	3850,2	423	418,4	427
		1	52	3848		421		427
		1	53	3869		417		427
		1	54	3842		417		427
		1	55	3879		414		427
	12	1	56	4350	4341,6	457	454	379
		1	57	4330		452		379
		1	58	4391		453		379
		1	59	4326		452		379
		1	60	4311		456		379

	13	1	61	3772	3745	423	425,2	464
		1	62	3769		421		464
		1	63	3747		432		464
		1	64	3751		425		464
		1	65	3686		425		464
	14	1	66	3776	3720,6	413	415,6	460
		1	67	3728		417		460
		1	68	3700		417		460
		1	69	3684		416		460
		1	70	3715		415		460
	15	1	71	3733	3726,2	408	405,8	435
		1	72	3802		405		435
		1	73	3700		404		435
		1	74	3693		408		435
		1	75	3703		404		435
	16	1	76	3716	3684,8	401	401	462
		1	77	3717		405		462
		1	78	3691		403		462
		1	79	3685		396		462
		1	80	3615		400		462
	17	1	81	3551	3518	395	390,8	464
		1	82	3497		392		464
1		83	3550	384		464		
1		84	3498	389		464		
1		85	3494	394		462		
18	1	86	3486	3485,4	377	379,6	462	
	1	87	3524		381		462	
	1	88	3469		379		462	
	1	89	3493		384		462	
	1	90	3455		377		462	
19	1	91	3223	3250,8	361	361	448	
	1	92	3310		359		448	
	1	93	3205		361		448	
	1	94	3241		363		448	
	1	95	3275		361		448	
20	1	96	3054	3087,6	355	355,8	462	
	1	97	3066		359		462	
	1	98	3158		355		462	
	1	99	3075		353		462	
	1	100	3085		357		462	
21	1	101	3052	3039,6	349	349,4	461	
	1	102	3039		353		461	
	1	103	3049		347		461	
	1	104	3027		351		461	
	1	105	3031		347		461	
22	1	106	2979	3007,6	355	353,8	474	
	1	107	2957		351		474	
	1	108	3062		357		474	
	1	109	3009		349		474	
	1	110	3031		357		474	

	23	1	111	3377	3428,4	365	365,8	390
		1	112	3438		369		390
		1	113	3368		367		390
		1	114	3507		367		390
		1	115	3452		361		390
BASE METAL	24	1	116	2843	2823	271	273,6	474
		1	117	2799		273		474
		1	118	2814		273		474
		1	119	2819		272		474
		1	120	2840		279		474
	25	1	121	2772	2766,2	261	262,4	450
		1	122	2766		262		450
		1	123	2786		261		450
		1	124	2752		263		450
		1	125	2755		265		450

Δεδομένα Σχήματος 88-89-90

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2720	2665	255	255	417
		1	2	2628		257		417
		1	3	2659		257		417
		1	4	2649		255		417
		1	5	2669		251		417
	2	1	6	2925	2884,6	269	269,4	417
		1	7	2885		269		417
		1	8	2858		273		417
		1	9	2914		267		417
		1	10	2841		269		417
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2661	2667,2	259	257,8	405
		1	12	2681		259		405
		1	13	2652		259		405
		1	14	2684		257		405
		1	15	2658		255		405
	4	1	16	2853	2822,8	268	265,4	402
		1	17	2771		263		402
		1	18	2831		264		402
		1	19	2845		265		402
		1	20	2814		267		402
	5	1	21	2960	2915,2	279	281,4	419
		1	22	2914		283		419
		1	23	2907		281		419
		1	24	2914		283		419
		1	25	2881		281		419
	6	1	26	3244	3222,4	305	305,8	407
		1	27	3190		307		407
		1	28	3235		307		407
1		29	3207	305		407		
1		30	3236	305		407		

7	1	31	3348	3378	331	327,6	403
	1	32	3396		326		403
	1	33	3358		329		403
	1	34	3353		325		403
	1	35	3435		327		403
8	1	36	3568	3530,8	346	344,6	417
	1	37	3501		341		417
	1	38	3563		344		417
	1	39	3472		347		417
	1	40	3550		345		417
9	1	41	3914	3912,4	394	381,6	397
	1	42	3888		391		397
	1	43	3923		375		397
	1	44	3965		375		397
	1	45	3872		373		397
10	1	46	4184	4151	408	410,6	387
	1	47	4142		414		387
	1	48	4149		411		387
	1	49	4182		406		387
	1	50	4098		414		387
11	1	51	3969	4008	408	411,6	414
	1	52	4080		413		414
	1	53	3982		412		414
	1	54	4055		408		414
	1	55	3954		417		414
12	1	56	4230	4287	423	419,8	386
	1	57	4232		423		386
	1	58	4306		417		386
	1	59	4291		417		386
	1	60	4376		419		386
13	1	61	4126	4214,8	423	427,2	400
	1	62	4183		432		400
	1	63	4272		429		400
	1	64	4206		430		400
	1	65	4287		422		400
14	1	66	4236	4203,2	425	422,8	390
	1	67	4191		421		390
	1	68	4138		427		390
	1	69	4204		425		390
	1	70	4247		416		390
15	1	71	4224	4207,2	429	427,8	365
	1	72	4189		427		365
	1	73	4164		427		365
	1	74	4239		427		365
	1	75	4220		429		365
16	1	76	4792	4803,2	462	456,2	325
	1	77	4792		453		325
	1	78	4778		456		325
	1	79	4872		456		325
	1	80	4782		454		325

	17	1	81	4127	4183,4	421	421,4	401
		1	82	4219		421		401
		1	83	4206		421		401
		1	84	4157		421		401
		1	85	4208		423		401
	18	1	86	4277	4235,2	417	417,6	400
		1	87	4226		419		400
		1	88	4238		421		400
		1	89	4216		414		400
		1	90	4219		417		400
	19	1	91	3925	3886,2	395	395,2	415
		1	92	3916		392		415
		1	93	3864		402		415
		1	94	3875		396		415
		1	95	3851		391		415
	20	1	96	3607	3632,2	371	368,2	429
		1	97	3657		371		429
		1	98	3598		367		429
		1	99	3645		367		429
		1	100	3654		365		429
	21	1	101	3442	3497,4	355	353,4	431
		1	102	3545		355		431
		1	103	3490		353		431
1		104	3546	353		431		
1		105	3464	351		431		
22	1	106	3356	3328,6	345	346,2	439	
	1	107	3344		347		439	
	1	108	3335		343		439	
	1	109	3328		344		439	
	1	110	3280		352		439	
23	1	111	2991	2998,4	293	295,4	425	
	1	112	3041		295		425	
	1	113	3005		295		425	
	1	114	2964		299		425	
	1	115	2991		295		425	
BASE METAL	24	1	116	2282	2237,6	209	209,4	431
		1	117	2207		209		431
		1	118	2248		211		431
		1	119	2210		207		431
		1	120	2241		211		431
	25	1	121	2309	2385,6	239	240,2	425
		1	122	2403		239		425
		1	123	2393		241		425
		1	124	2398		241		425
		1	125	2425		241		425

Δεδομένα Σχήματος 91-92-93

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2775	2758,2	262	262,4	419
		1	2	2782		265		419
		1	3	2736		261		419
		1	4	2720		263		419
		1	5	2778		261		419
	2	1	6	3098	3067	297	297,4	403
		1	7	3052		295		403
		1	8	3057		293		403
		1	9	3059		297		403
		1	10	3069		305		403
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	4137	4090,6	377	383,8	353
		1	12	4097		388		353
		1	13	4076		384		353
		1	14	4104		386		353
		1	15	4039		384		353
	4	1	16	4460	4453,8	398	399,4	348
		1	17	4395		404		348
		1	18	4429		402		348
		1	19	4477		393		348
		1	20	4508		400		348
	5	1	21	4555	4528	435	435,4	347
		1	22	4519		435		347
		1	23	4517		435		347
		1	24	4530		437		347
		1	25	4519		435		347
	6	1	26	4660	4680,4	429	433,4	365
		1	27	4707		435		365
		1	28	4707		431		365
		1	29	4636		435		365
		1	30	4692		437		365
	7	1	31	4745	4780,2	433	433,8	349
		1	32	4857		431		349
		1	33	4750		437		349
		1	34	4785		433		349
		1	35	4764		435		349
	8	1	36	4939	4949	435	431,4	313
		1	37	4959		429		313
		1	38	4858		431		313
		1	39	4967		433		313
		1	40	5022		429		313
9	1	41	4950	4953,4	441	440,6	345	
	1	42	4891		445		345	
	1	43	4970		439		345	
	1	44	5012		439		345	
	1	45	4944		439		345	
10	1	46	4908	4903,4	449	447,6	343	
	1	47	4936		451		343	
	1	48	4942		443		343	

	1	49	4861		445		343
	1	50	4870		450		343
11	1	51	4910	4959,4	457	461,8	349
	1	52	4946		456		349
	1	53	4891		464		349
	1	54	5097		466		349
	1	55	4953		466		349
12	1	56	4879	4857,2	453	457,4	355
	1	57	4815		457		355
	1	58	4861		455		355
	1	59	4843		460		355
	1	60	4888		462		355
13	1	61	5182	5207,6	455	455,2	320
	1	62	5165		455		320
	1	63	5239		454		320
	1	64	5231		458		320
	1	65	5221		454		320
14	1	66	4896	4908,8	464	460,8	359
	1	67	4997		461		359
	1	68	4967		457		359
	1	69	4824		460		359
	1	70	4860		462		359
15	1	71	4783	4796,6	468	462,8	363
	1	72	4811		464		363
	1	73	4783		457		363
	1	74	4803		464		363
	1	75	4803		461		363
16	1	76	4657	4673,4	456	455,6	369
	1	77	4719		460		369
	1	78	4651		458		369
	1	79	4688		454		369
	1	80	4652		450		369
17	1	81	4687	4713,6	458	454,4	375
	1	82	4698		456		375
	1	83	4673		456		375
	1	84	4727		450		375
	1	85	4783		452		375
18	1	86	4453	4520,8	449	445,8	365
	1	87	4620		447		365
	1	88	4518		443		365
	1	89	4537		445		365
	1	90	4476		445		365
19	1	91	4542	4483	429	427,4	375
	1	92	4410		429		375
	1	93	4479		427		375
	1	94	4466		425		375
	1	95	4518		427		375
20	1	96	4083	4153,8	417	418,2	377
	1	97	4234		417		377
	1	98	4186		419		377

	21	1	99	4132		419		377
		1	100	4134		419		377
		1	101	4089	4128,4	397	398,6	379
		1	102	4136		397		379
		1	103	4174		400		379
	1	104	4145	398		379		
	1	105	4098	401		379		
	22	1	106	3775	3774,6	375	377	387
		1	107	3750		373		387
		1	108	3807		381		387
1		109	3818	377		387		
1		110	3723	379		387		
BASE METAL	23	1	111	2851	2876,2	257	257	377
		1	112	2838		257		377
		1	113	2850		257		377
		1	114	2899		257		377
		1	115	2943		257		377
	24	1	116	2664	2678	261	256,2	389
		1	117	2673		251		389
		1	118	2653		257		389
		1	119	2695		257		389
		1	120	2705		255		389

Δεδομένα Σχήματος 94-95-96

	x	y	Measures	Counts	Counts (avg)	V1	V1 (avg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2903	2882	295	299	415
		1	2	2902		299		415
		1	3	2914		303		415
		1	4	2853		301		415
		1	5	2838		297		415
	2	1	6	3008	2994,6	283	281,4	409
		1	7	3013		283		409
		1	8	3065		283		409
		1	9	2936		275		409
		1	10	2951		283		409
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2605	2590,2	235	237	384
		1	12	2557		235		384
		1	13	2608		237		384
		1	14	2603		235		384
		1	15	2578		243		384
	4	1	16	2611	2622,6	241	239,8	373
		1	17	2632		239		373
		1	18	2590		239		373
		1	19	2616		233		373
		1	20	2664		247		373
	5	1	21	2635	2599,8	237	237,8	385
		1	22	2600		237		385
		1	23	2579		241		385

	1	24	2615		239		385
	1	25	2570		235		385
6	1	26	2601	2593,8	239	238	375
	1	27	2630		247		375
	1	28	2592		235		375
	1	29	2574		234		375
	1	30	2572		235		375
7	1	31	2646	2652	239	238,6	379
	1	32	2653		241		379
	1	33	2633		239		379
	1	34	2682		239		379
	1	35	2646		235		379
8	1	36	2655	2659,2	235	241,4	379
	1	37	2662		241		379
	1	38	2620		241		379
	1	39	2692		245		379
	1	40	2667		245		379
9	1	41	2890	2880,4	267	267,6	395
	1	42	2903		275		395
	1	43	2852		266		395
	1	44	2853		263		395
	1	45	2904		267		395
10	1	46	3071	3118,2	289	291,4	388
	1	47	3120		295		388
	1	48	3121		295		388
	1	49	3134		289		388
	1	50	3145		289		388
11	1	51	3279	3269,4	320	319	381
	1	52	3225		321		381
	1	53	3277		317		381
	1	54	3292		320		381
	1	55	3274		317		381
12	1	56	3395	3337	325	329,4	357
	1	57	3313		329		357
	1	58	3331		331		357
	1	59	3271		329		357
	1	60	3375		333		357
13	1	61	4118	4154,4	406	403,4	331
	1	62	4133		404		331
	1	63	4141		404		331
	1	64	4163		402		331
	1	65	4217		401		331
14	1	66	3541	3529,8	352	354	388
	1	67	3500		351		388
	1	68	3535		357		388
	1	69	3507		357		388
	1	70	3566		353		388
15	1	71	3409	3445,6	351	352	417
	1	72	3445		353		417
	1	73	3414		353		417
	1	74	3476		351		417

	1	75	3484		352		417
16	1	76	3438	3469,4	345	341,6	417
	1	77	3449		336		417
	1	78	3521		342		417
	1	79	3465		338		417
	1	80	3474		347		417
17	1	81	3432	3463,4	337	331	419
	1	82	3482		327		419
	1	83	3439		331		419
	1	84	3478		331		419
	1	85	3486		329		419
18	1	86	3413	3426,6	329	326,4	413
	1	87	3405		321		413
	1	88	3432		332		413
	1	89	3437		329		413
	1	90	3446		321		413
19	1	91	3437	3396,6	321	317,4	409
	1	92	3412		320		409
	1	93	3419		320		409
	1	94	3364		315		409
	1	95	3351		311		409
20	1	96	3327	3350,2	313	312,6	415
	1	97	3359		313		415
	1	98	3359		311		415
	1	99	3342		315		415
	1	100	3364		311		415
21	1	101	3342	3335,4	313	311,4	412
	1	102	3341		311		412
	1	103	3363		311		412
	1	104	3348		311		412
	1	105	3283		311		412
22	1	106	3259	3248,8	311	311,4	410
	1	107	3255		309		410
	1	108	3276		311		410
	1	109	3200		317		410
	1	110	3254		309		410
23	1	111	3239	3200,8	320	314,4	410
	1	112	3197		311		410
	1	113	3169		313		410
	1	114	3171		313		410
	1	115	3228		315		410
24	1	116	3199	3227,4	325	329,6	435
	1	117	3262		329		435
	1	118	3236		331		435
	1	119	3243		329		435
	1	120	3197		334		435
25	1	121	3768	3851,8	345	346,6	315
	1	122	3874		346		315
	1	123	3874		345		315
	1	124	3881		349		315
	1	125	3862		348		315

	26	1	126	3941	3935,4	379	367,8	327
		1	127	3943		365		327
		1	128	3927		363		327
		1	129	3931		365		327
		1	130	3935		367		327
	27	1	131	3303	3300,4	355	350,4	411
		1	132	3342		353		411
		1	133	3241		347		411
		1	134	3302		350		411
		1	135	3314		347		411
	28	1	136	3166	3152,6	309	309,4	403
		1	137	3140		311		403
		1	138	3151		311		403
		1	139	3158		309		403
		1	140	3148		307		403
BASE METAL	29	1	141	2946	2937,6	293	291,4	408
		1	142	2966		293		408
		1	143	2933		303		408
		1	144	2922		287		408
		1	145	2921		281		408
	30	1	146	2911	2866,8	289	292,2	416
		1	147	2885		293		416
		1	148	2840		291		416
		1	149	2854		293		416
		1	150	2844		295		416

Δεδομένα Σχήματος 97-98-99

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2933	2927,2	301	302,6	429
		1	2	2957		301		429
		1	3	2859		303		429
		1	4	2943		305		429
		1	5	2944		303		429
	2	1	6	3038	3033,8	271	271	411
		1	7	3013		272		411
		1	8	3061		269		411
		1	9	3044		273		411
		1	10	3013		270		411
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2468	2501,2	233	235	405
		1	12	2521		235		405
		1	13	2494		235		405
		1	14	2507		239		405
		1	15	2516		233		405
	4	1	16	2442	2490	235	236,2	397
		1	17	2519		237		397
		1	18	2483		239		397
		1	19	2530		235		397
		1	20	2476		235		397
5	1	21	2476	2528,4	235	235,8	415	

	1	22	2537		233		415
	1	23	2525		237		415
	1	24	2549		241		415
	1	25	2555		233		415
6	1	26	2849	2869,8	273	271,4	393
	1	27	2905		269		393
	1	28	2858		271		393
	1	29	2850		273		393
	1	30	2887		271		393
7	1	31	2856	2902,6	275	276	405
	1	32	2965		282		405
	1	33	2906		273		405
	1	34	2864		275		405
	1	35	2922		275		405
8	1	36	3172	3136,8	305	303,4	369
	1	37	3135		305		369
	1	38	3150		303		369
	1	39	3086		303		369
	1	40	3141		301		369
9	1	41	3966	3996,4	377	380,6	297
	1	42	3984		383		297
	1	43	4021		381		297
	1	44	4040		383		297
	1	45	3971		379		297
10	1	46	4094	4117,8	377	374,2	281
	1	47	4109		371		281
	1	48	4121		377		281
	1	49	4156		375		281
	1	50	4109		371		281
11	1	51	4198	4236	377	370,2	279
	1	52	4301		379		279
	1	53	4209		363		279
	1	54	4243		363		279
	1	55	4229		369		279
12	1	56	3895	3889,8	400	398,8	395
	1	57	3884		401		395
	1	58	3902		397		395
	1	59	3882		399		395
	1	60	3886		397		395
13	1	61	3952	3961,4	395	391,2	452
	1	62	3923		393		452
	1	63	3998		389		452
	1	64	3951		390		452
	1	65	3983		389		452
14	1	66	4216	4095,4	396	396,2	450
	1	67	4134		397		450
	1	68	4135		400		450
	1	69	3984		394		450
	1	70	4008		394		450
15	1	71	4230	4173,2	401	404	455

	1	72	4168		405		455
	1	73	4192		404		455
	1	74	4163		406		455
	1	75	4113		404		455
16	1	76	4293	4253,6	406	403,4	435
	1	77	4235		401		435
	1	78	4239		403		435
	1	79	4300		405		435
	1	80	4201		402		435
17	1	81	4142	4147,4	396	393	431
	1	82	4212		392		431
	1	83	4126		389		431
	1	84	4095		395		431
	1	85	4162		393		431
18	1	86	3916	3936	375	375,4	419
	1	87	3909		371		419
	1	88	3945		377		419
	1	89	3942		377		419
	1	90	3968		377		419
19	1	91	4016	3977	373	376,2	411
	1	92	3964		379		411
	1	93	3988		381		411
	1	94	3951		373		411
	1	95	3966		375		411
20	1	96	3517	3519,2	353	355,8	419
	1	97	3521		355		419
	1	98	3563		353		419
	1	99	3493		359		419
	1	100	3502		359		419
21	1	101	3401	3344,6	355	354,6	443
	1	102	3368		353		443
	1	103	3288		361		443
	1	104	3350		351		443
	1	105	3316		353		443
22	1	106	3595	3561	365	365,8	425
	1	107	3585		367		425
	1	108	3547		367		425
	1	109	3498		365		425
	1	110	3580		365		425
23	1	111	4016	4029,4	361	357	289
	1	112	4028		355		289
	1	113	4067		357		289
	1	114	4035		357		289
	1	115	4001		355		289
24	1	116	3957	3993,2	357	354,2	301
	1	117	4016		353		301
	1	118	3999		355		301
	1	119	4026		353		301
	1	120	3968		353		301
25	1	121	3748	3798,8	323	324,2	325

		1	122	3862		323		325	
		1	123	3786		325		325	
		1	124	3768		323		325	
		1	125	3830		327		325	
	26		1	126	2894	2887,2	270	268,8	403
			1	127	2850		273		403
			1	128	2841		269		403
			1	129	2933		263		403
			1	130	2918		269		403
	27		1	131	2789	2775,6	257	257,4	413
			1	132	2781		257		413
			1	133	2789		257		413
			1	134	2727		259		413
			1	135	2792		257		413
BASE METAL	28	1	136	3164	3160,6	289	286,6	359	
		1	137	3136		287		359	
		1	138	3189		283		359	
		1	139	3187		285		359	
		1	140	3127		289		359	
	29		1	141	3192	3203	303	300,6	347
			1	142	3212		301		347
			1	143	3182		299		347
			1	144	3224		299		347
			1	145	3205		301		347

Δεδομένα Σχήματος 100-101-102

	x	y	Measures	Counts	Counts (avg)	V1	V1 (avg)	V2	
BASE METAL	1	1	1	3020	2996,2	303	300,2	405	
		1	2	2938		297		405	
		1	3	3014		299		405	
		1	4	2965		301		405	
		1	5	3044		301		405	
	2		1	6	2996	2988,6	287	285,8	400
			1	7	3009		283		400
			1	8	2945		285		400
			1	9	2976		289		400
			1	10	3017		285		400
HEAT AFFECTED ZONE	3		1	11	2342	2342,4	231	229	379
			1	12	2370		229		379
			1	13	2319		231		379
			1	14	2340		225		379
			1	15	2341		229		379
	4		1	16	2510	2547,8	247	251	383
			1	17	2570		253		383
			1	18	2556		251		383
			1	19	2567		255		383
			1	20	2536		249		383
5	1	21	2793	2807,4	267	268,2	384		

	1	22	2806		267		384
	1	23	2811		269		384
	1	24	2799		269		384
	1	25	2828		269		384
6	1	26	2947	2966,8	283	282,6	377
	1	27	2928		283		377
	1	28	3033		279		377
	1	29	2971		283		377
	1	30	2955		285		377
7	1	31	3239	3196	321	316,2	385
	1	32	3288		325		385
	1	33	3171		311		385
	1	34	3120		313		385
	1	35	3162		311		385
8	1	36	3370	3377,2	353	353,8	411
	1	37	3386		351		411
	1	38	3368		355		411
	1	39	3405		353		411
	1	40	3357		357		411
9	1	41	3730	3725,4	415	414	417
	1	42	3712		415		417
	1	43	3758		414		417
	1	44	3695		414		417
	1	45	3732		412		417
10	1	46	3753	3736,6	432	433,8	415
	1	47	3719		432		415
	1	48	3754		437		415
	1	49	3718		437		415
	1	50	3739		431		415
11	1	51	3831	3642,6	433	430,4	429
	1	52	3760		435		429
	1	53	3520		427		429
	1	54	3579		429		429
	1	55	3523		428		429
12	1	56	3380	3565,6	402	405,6	445
	1	57	3433		397		445
	1	58	3420		389		445
	1	59	3867		421		445
	1	60	3728		419		445
13	1	61	3627	3651,8	365	363,4	421
	1	62	3695		359		421
	1	63	3618		363		421
	1	64	3674		363		421
	1	65	3645		367		421
14	1	66	3921	3941,6	367	368,6	355
	1	67	3926		369		355
	1	68	4019		373		355
	1	69	3876		369		355
	1	70	3966		365		355
15	1	71	4386	4473,2	435	436,8	351

		1	72	4473		436		351
		1	73	4471		438		351
		1	74	4516		436		351
		1	75	4520		439		351
	16	1	76	4534	4480	466	464,8	353
		1	77	4498		472		353
		1	78	4494		464		353
		1	79	4426		464		353
		1	80	4448		458		353
	17	1	81	4209	4193	464	471,8	363
		1	82	4206		473		363
		1	83	4212		474		363
		1	84	4156		476		363
		1	85	4182		472		363
	18	1	86	4209	4248,2	491	489,2	365
		1	87	4259		487		365
		1	88	4277		485		365
		1	89	4265		494		365
		1	90	4231		489		365
	19	1	91	3666	3690,2	480	474,2	450
		1	92	3683		478		450
		1	93	3713		471		450
		1	94	3706		473		450
1		95	3683	469		450		
20	1	96	3616	3566,4	470	458,6	455	
	1	97	3571		467		455	
	1	98	3497		458		455	
	1	99	3563		459		455	
	1	100	3585		439		439	
21	1	101	3548	3537,4	443	442,2	439	
	1	102	3535		439		439	
	1	103	3533		443		439	
	1	104	3521		441		439	
	1	105	3550		445		439	
22	1	106	3221	3264,8	361	362,2	450	
	1	107	3262		367		450	
	1	108	3300		363		450	
	1	109	3281		361		450	
	1	110	3260		359		450	
23	1	111	3015	2967,6	297	295	462	
	1	112	2969		293		462	
	1	113	2948		295		462	
	1	114	2907		295		462	
	1	115	2999		295		462	
BASE METAL	24	1	116	2740,2	265	267,2	429	
		1	117		2729		265	429
		1	118		2765		268	429
		1	119		2767		265	429
		1	120		2682		273	429
	25	1	121	2749	277	277	441	

	1	122	2779		275		441
	1	123	2758		275		441
	1	124	2708		281		441
	1	125	2751		277		441

Δεδομένα Σχήματος 103-104-105

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2965	2987,8	303	303,8	391
		1	2	3010		313		391
		1	3	2993		301		391
		1	4	2972		299		391
		1	5	2999		303		391
	2	1	6	2987	2979,6	289	291	395
		1	7	2965		291		395
		1	8	3006		291		395
		1	9	2982		291		395
		1	10	2958		293		395
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2342	2303	225	225,4	390
		1	12	2253		225		390
		1	13	2289		227		390
		1	14	2300		225		390
		1	15	2331		225		390
	4	1	16	2477	2451,4	239	235,4	384
		1	17	2456		237		384
		1	18	2464		233		384
		1	19	2397		235		384
		1	20	2463		233		384
	5	1	21	2622	2614	251	251,8	389
		1	22	2648		255		389
		1	23	2559		251		389
		1	24	2667		251		389
		1	25	2574		251		389
	6	1	26	2743	2748	263	265,8	381
		1	27	2749		267		381
		1	28	2747		265		381
		1	29	2731		265		381
		1	30	2770		269		381
	7	1	31	2825	2800,8	277	279,8	394
		1	32	2821		279		394
		1	33	2759		281		394
		1	34	2791		283		394
1		35	2808	279		394		
8	1	36	2997	2989,2	301	301	385	
	1	37	2956		299		385	
	1	38	3011		301		385	
	1	39	3008		307		385	
9	1	40	2974	3285,2	297	342,6	385	
	1	41	3343		339		400	

	1	42	3292		341		400
	1	43	3272		343		400
	1	44	3246		343		400
	1	45	3273		347		400
10	1	46	3570	3583,8	413	414,4	400
	1	47	3546		417		400
	1	48	3597		413		400
	1	49	3583		414		400
	1	50	3623		415		400
11	1	51	3664	3577,8	429	426,2	407
	1	52	3589		423		407
	1	53	3511		423		407
	1	54	3591		425		407
	1	55	3534		431		407
12	1	56	3753	3716	427	425,8	395
	1	57	3651		425		395
	1	58	3743		421		395
	1	59	3707		431		395
	1	60	3726		425		395
13	1	61	3612	3584,4	384	384,4	414
	1	62	3535		384		414
	1	63	3609		384		414
	1	64	3616		385		414
	1	65	3550		385		414
14	1	66	3499	3476,2	377	374,6	445
	1	67	3480		375		445
	1	68	3501		373		445
	1	69	3485		373		445
	1	70	3416		375		445
15	1	71	3518	3510,8	365	367,6	431
	1	72	3495		363		431
	1	73	3482		371		431
	1	74	3548		368		431
	1	75	3511		371		431
16	1	76	3650	3655,8	381	378,2	405
	1	77	3668		373		405
	1	78	3664		381		405
	1	79	3657		379		405
	1	80	3640		377		405
17	1	81	4090	4158,6	405	411,2	341
	1	82	4066		413		341
	1	83	4202		414		341
	1	84	4241		417		341
	1	85	4194		407		341
18	1	86	4421	4367,8	456	460,8	339
	1	87	4342		462		339
	1	88	4387		467		339
	1	89	4301		461		339
	1	90	4388		458		339
19	1	91	4458	4429,4	485	481	311

		1	92	4394		476		311
		1	93	4425		483		311
		1	94	4432		485		311
		1	95	4438		476		311
	20	1	96	3761	3771,2	475	477,4	403
		1	97	3740		477		403
		1	98	3760		479		403
		1	99	3821		479		403
		1	100	3774		477		403
	21	1	101	3682	3722,4	479	476,4	417
		1	102	3738		476		417
		1	103	3698		481		417
		1	104	3775		470		417
		1	105	3719		476		417
	22	1	106	3687	3642,2	459	465	419
		1	107	3664		464		419
		1	108	3628		469		419
		1	109	3607		469		417
		1	110	3625		464		417
	23	1	111	3611	3632,6	468	465,6	419
1		112	3608	466		419		
1		113	3608	464		419		
1		114	3732	466		419		
1		115	3604	464		419		
24	1	116	3550	3533,2	412	412,8	427	
	1	117	3503		414		427	
	1	118	3541		415		427	
	1	119	3520		416		427	
	1	120	3552		407		427	
BASE METAL	25	1	121	2541	2571,6	265	267,2	450
		1	122	2501		266		450
		1	123	2612		269		450
		1	124	2605		271		450
		1	125	2599		265		450
	26	1	126	2668	2686,8	275	277	443
		1	127	2755		273		443
		1	128	2662		281		443
		1	129	2659		281		443
		1	130	2690		275		443

Δεδομένα Σχήματος 106-107-108

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2979	2999	313	315	400
		1	2	2975		315		400
		1	3	3037		315		400
		1	4	2978		315		400
		1	5	3026		317		400
	2	1	6	2993	2994,4	281	280,6	407
		1	7	2947		281		407

		1	8	3001		279		407
		1	9	2997		283		407
		1	10	3034		279		407
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2791	2761	257	256,6	369
		1	12	2780		251		369
		1	13	2753		257		369
		1	14	2736		259		369
		1	15	2745		259		369
	4	1	16	3065	3079,2	291	289	379
		1	17	3087		287		379
		1	18	3123		289		379
		1	19	3036		289		379
		1	20	3085		289		379
	5	1	21	3286	3248	303	303	367
		1	22	3232		307		367
		1	23	3284		301		367
		1	24	3226		305		367
		1	25	3212		299		367
	6	1	26	3924	3929,4	384	389,4	341
		1	27	3877		390		341
		1	28	3931		390		341
		1	29	3965		390		341
		1	30	3950		393		341
	7	1	31	3790	3774,4	387	386,8	345
		1	32	3779		389		345
		1	33	3763		384		345
		1	34	3797		387		345
		1	35	3743		387		345
	8	1	36	4109	4093,6	468	471,8	355
		1	37	4093		474		355
		1	38	4151		470		355
1		39	4036	474		355		
1		40	4079	473		355		
9	1	41	4163	4147,2	480	480,6	377	
	1	42	4180		478		377	
	1	43	4129		481		377	
	1	44	4101		483		377	
	1	45	4163		481		377	
10	1	46	4111	4163,8	483	480,4	387	
	1	47	4143		478		387	
	1	48	4219		481		387	
	1	49	4197		479		387	
	1	50	4149		481		387	
11	1	51	4250	4143,2	483	483,4	377	
	1	52	4104		487		377	
	1	53	4137		478		377	
	1	54	4125		482		377	
	1	55	4100		487		377	
12	1	56	3855	3826,4	387	390,6	385	
	1	57	3780		393		385	

	1	58	3851		397		385
	1	59	3794		389		385
	1	60	3852		387		385
13	1	61	3705	3705,4	349	349,4	361
	1	62	3672		351		361
	1	63	3705		347		361
	1	64	3729		350		361
	1	65	3716		350		361
14	1	66	3507	3544,8	326	329,6	379
	1	67	3589		329		379
	1	68	3514		333		379
	1	69	3557		327		379
	1	70	3557		333		379
15	1	71	3634	3639,4	347	342	339
	1	72	3662		340		339
	1	73	3643		341		339
	1	74	3619		343		339
	1	75	3639		339		339
16	1	76	4070	4081	357	359	327
	1	77	4088		361		327
	1	78	4063		357		327
	1	79	4120		361		327
	1	80	4064		359		327
17	1	81	4199	4182,8	441	442,2	407
	1	82	4157		441		407
	1	83	4194		443		407
	1	84	4157		443		407
	1	85	4207		443		407
18	1	86	4235	4290,4	464	460,4	371
	1	87	4317		460		371
	1	88	4269		459		371
	1	89	4351		458		371
	1	90	4280		461		371
19	1	91	4491	4490,8	516	514	329
	1	92	4488		516		329
	1	93	4420		518		329
	1	94	4546		512		329
	1	95	4509		508		329
20	1	96	3728	3722,6	483	488,6	410
	1	97	3716		484		410
	1	98	3757		489		410
	1	99	3689		490		410
	1	100	3723		497		410
21	1	101	3651	3644,2	471	479,2	415
	1	102	3658		482		415
	1	103	3624		484		415
	1	104	3653		478		415
	1	105	3635		481		415
22	1	106	3617	3703,4	445	455,4	416
	1	107	3609		450		416

	23	1	108	3600	3694,6	461	431,4	416
		1	109	3699		452		416
		1	110	3992		469		416
		1	111	3911		439		410
		1	112	3624		435		410
		1	113	3596		429		410
		1	114	3646		431		410
BASE METAL	24	1	116	2926	2887,4	273	269,8	433
		1	117	2888		272		433
		1	118	2886		272		433
		1	119	2859		269		433
		1	120	2878		263		433
	25	1	121	2877	2859,2	289	291	437
		1	122	2925		291		437
		1	123	2824		287		437
		1	124	2833		293		437
		1	125	2837		295		437

Δεδομένα Σχήματος 109-110-112

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2997	2983,4	290	295,6	410
		1	2	3022		295		410
		1	3	2978		297		410
		1	4	2958		295		410
		1	5	2962		301		410
	2	1	6	2980	2971,4	289	287	419
		1	7	2999		287		419
		1	8	3015		285		419
		1	9	2947		283		419
		1	10	2916		291		419
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2425	2438,2	239	241	409
		1	12	2413		239		409
		1	13	2448		241		409
		1	14	2467		243		409
		1	15	2438		243		409
	4	1	16	2736	2703,6	263	260,2	397
		1	17	2697		261		397
		1	18	2632		259		397
		1	19	2741		259		397
		1	20	2712		259		397
	5	1	21	2874	2861,2	293	288,2	410
		1	22	2858		283		410
		1	23	2867		287		410
		1	24	2861		287		410
		1	25	2846		291		410
	6	1	26	3193	3194,8	313	318,6	400
		1	27	3176		315		400

	1	28	3177		321		400
	1	29	3188		321		400
	1	30	3240		323		400
7	1	31	3470	3532,8	391	385,8	397
	1	32	3520		379		397
	1	33	3548		390		397
	1	34	3550		388		397
	1	35	3576		381		397
8	1	36	3676	3639,8	425	421	405
	1	37	3660		418		405
	1	38	3635		412		405
	1	39	3607		423		405
	1	40	3621		427		405
9	1	41	3681	3637,6	454	455,4	427
	1	42	3632		456		427
	1	43	3602		454		427
	1	44	3639		457		427
	1	45	3634		456		427
10	1	46	3706	3713	462	459,6	433
	1	47	3710		462		433
	1	48	3714		458		433
	1	49	3742		460		433
	1	50	3693		456		433
11	1	51	3770	3806	427	427,4	417
	1	52	3778		425		417
	1	53	3792		427		417
	1	54	3855		429		417
	1	55	3835		429		417
12	1	56	3846	3884,6	413	413,2	411
	1	57	3897		411		411
	1	58	3890		414		411
	1	59	3934		413		411
	1	60	3856		415		411
13	1	61	3948	3913,2	394	394,6	419
	1	62	3906		395		419
	1	63	3884		398		419
	1	64	3924		393		419
	1	65	3904		393		419
14	1	66	4158	4092,6	390	391,8	399
	1	67	4034		394		399
	1	68	4088		391		399
	1	69	4104		393		399
	1	70	4079		391		399
15	1	71	4443	4447,4	412	411,4	353
	1	72	4333		408		353
	1	73	4509		415		353
	1	74	4467		410		353
	1	75	4485		412		353
16	1	76	5133	5122,6	443	444,4	295
	1	77	5112		445		295

		1	78	5131		446		295	
		1	79	5120		445		295	
		1	80	5117		443		295	
	17		1	81	4872	4858,4	510	510,2	341
			1	82	4847		506		341
			1	83	4938		509		341
			1	84	4790		516		341
			1	85	4845		510		341
	18		1	86	4128	4047,8	501	502,2	453
			1	87	4081		503		453
			1	88	4035		505		453
			1	89	4039		502		453
			1	90	3956		500		453
	19		1	91	3735	3757,2	486	485,4	423
			1	92	3777		485		423
			1	93	3741		486		423
			1	94	3769		483		423
			1	95	3764		487		423
	20		1	96	3503	3567,8	449	447,4	437
			1	97	3543		447		437
			1	98	3624		448		437
			1	99	3561		450		437
			1	100	3608		443		437
21		1	101	3517	3504,6	400	397	425	
		1	102	3456		402		425	
		1	103	3568		393		425	
		1	104	3497		399		425	
		1	105	3485		391		425	
22		1	106	3131	3149,8	333	331,8	443	
		1	107	3174		331		443	
		1	108	3188		327		443	
		1	109	3152		333		443	
		1	110	3104		335		443	
23		1	111	2900	2851,4	283	281	439	
		1	112	2884		283		439	
		1	113	2824		281		439	
		1	114	2812		279		439	
		1	115	2837		279		439	
BASE METAL	24		116	2725	2768,6	275	274,6	439	
			117	2803		273		439	
			118	2775		275		439	
			119	2755		275		439	
			120	2785		275		439	
	25		121	2940	2993,8	291	290,6	419	
			122	3002		291		419	
			123	2987		293		419	
			124	3023		289		419	
			125	3017		289		419	

Δεδομένα Σχήματος 115-116-117

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2931	2942	307	304,6	450
		1	2	2945		307		450
		1	3	2936		299		450
		1	4	2928		303		450
		1	5	2970		307		450
	2	1	6	2840	2838,2	275	277,4	450
		1	7	2820		279		450
		1	8	2851		275		450
		1	9	2843		275		450
		1	10	2837		283		450
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2630	2615,2	265	265	441
		1	12	2588		265		441
		1	13	2586		265		441
		1	14	2587		265		441
		1	15	2685		265		441
	4	1	16	2898	2838,4	281	283,4	421
		1	17	2791		287		421
		1	18	2857		281		421
		1	19	2841		283		421
		1	20	2805		285		421
	5	1	21	2950	3015	309	305	425
		1	22	3062		307		425
		1	23	3029		299		425
		1	24	3003		305		425
		1	25	3031		305		425
	6	1	26	2978	3016,6	321	316,8	421
		1	27	3069		313		421
		1	28	3006		317		421
		1	29	3020		320		421
		1	30	3010		313		421
	7	1	31	3748	3750,4	373	374,6	355
		1	32	3754		377		355
		1	33	3748		375		355
		1	34	3710		371		355
		1	35	3792		377		355
	8	1	36	3486	3487	375	373,8	415
		1	37	3530		373		415
		1	38	3464		377		415
		1	39	3497		369		415
		1	40	3458		375		415
	9	1	41	3296	3289,4	347	351	448
		1	42	3281		357		448
		1	43	3282		349		448
		1	44	3308		353		448
		1	45	3280		349		448
	10	1	46	3213	3271	347	344	450

	1	47	3249		347		450
	1	48	3297		344		450
	1	49	3301		341		450
	1	50	3295		341		450
11	1	51	3251	3262	327	329,2	435
	1	52	3215		331		435
	1	53	3263		328		435
	1	54	3287		329		435
	1	55	3294		331		435
12	1	56	3158	3161,2	299	301,8	445
	1	57	3166		301		445
	1	58	3163		305		445
	1	59	3181		301		445
	1	60	3138		303		445
13	1	61	3040	3037,6	285	285,4	448
	1	62	3040		287		448
	1	63	3093		283		448
	1	64	3051		287		448
	1	65	2964		285		448
14	1	66	2929	2937,2	281	280,2	468
	1	67	2976		281		468
	1	68	2916		277		468
	1	69	2918		279		468
	1	70	2947		283		468
15	1	71	2964	2979,2	283	283,4	454
	1	72	3003		283		454
	1	73	2982		285		454
	1	74	2987		279		454
	1	75	2960		287		454
16	1	76	3141	3154,4	307	306,6	453
	1	77	3187		305		453
	1	78	3116		307		453
	1	79	3176		307		453
	1	80	3152		307		453
17	1	81	3315	3302,8	311	314,2	474
	1	82	3330		315		474
	1	83	3280		315		474
	1	84	3288		313		474
	1	85	3301		317		474
18	1	86	3670	3651,4	345	350,4	466
	1	87	3628		351		466
	1	88	3676		353		466
	1	89	3660		354		466
	1	90	3623		349		466
19	1	91	4434	4452,4	415	414,4	345
	1	92	4439		414		345
	1	93	4426		416		345
	1	94	4503		412		345
	1	95	4460		415		345
20	1	96	4049	4074,4	478	473,4	427

		1	97	4088		471		427
		1	98	4071		474		427
		1	99	4096		478		427
		1	100	4068		466		427
	21	1	101	4089	4027,6	483	480,2	448
		1	102	4056		477		448
		1	103	4006		482		448
		1	104	3925		480		448
		1	105	4062		479		448
	22	1	106	3846	3773	479	481,2	447
		1	107	3761		483		447
		1	108	3826		481		447
		1	109	3744		480		447
		1	110	3688		483		447
	23	1	111	3601	3634,2	457	457,8	437
1		112	3668	452		437		
1		113	3628	460		437		
1		114	3617	458		437		
1		115	3657	462		437		
BASE METAL	24	1	116	2917	2897,6	287	283	439
		1	117	2857		283		439
		1	118	2911		281		439
		1	119	2880		283		439
		1	120	2923		281		439
	25	1	121	3099	3089,6	305	306,6	410
		1	122	3021		307		410
		1	123	3066		307		410
		1	124	3131		307		410
		1	125	3131		307		410

Δεδομένα Σχήματος 118-119-120

	x	y	Measures	Counts	Counts (avg)	V1	V1 (avg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2959	2960,4	321	322,2	470
		1	2	3019		317		470
		1	3	2911		321		470
		1	4	2963		327		470
		1	5	2950		325		470
	2	1	6	2830	2859,6	273	273,4	447
		1	7	2834		273		447
		1	8	2910		277		447
		1	9	2831		271		447
		1	10	2893		273		447
ZONE AFFECTED HEAT	3	1	11	2598	2584,8	245	247,8	415
		1	12	2585		249		415
		1	13	2557		249		415
		1	14	2574		249		415
		1	15	2610		247		415
	4	1	16	2890	2909,4	285	283,4	414

	1	17	2928		285		414
	1	18	2869		281		414
	1	19	2955		285		414
	1	20	2905		281		414
5	1	21	3225	3195,4	341	344,4	433
	1	22	3212		343		433
	1	23	3217		346		433
	1	24	3172		345		433
	1	25	3151		347		433
6	1	26	3417	3367,2	396	394,6	393
	1	27	3344		398		393
	1	28	3401		400		393
	1	29	3307		385		393
	1	30	3367		394		393
7	1	31	3986	4016,2	391	392	333
	1	32	3964		389		333
	1	33	4012		391		333
	1	34	4073		396		333
	1	35	4046		393		333
8	1	36	3809	3810,8	385	387,6	375
	1	37	3717		387		375
	1	38	3818		386		375
	1	39	3847		385		375
	1	40	3863		395		375
9	1	41	3171	3245,6	347	346	458
	1	42	3234		341		458
	1	43	3254		347		458
	1	44	3306		346		458
	1	45	3263		349		458
10	1	46	3265	3277,8	333	332,4	450
	1	47	3278		329		450
	1	48	3323		334		450
	1	49	3275		334		450
	1	50	3248		332		450
11	1	51	3335	3290,8	333	332	470
	1	52	3290		331		470
	1	53	3331		333		470
	1	54	3232		330		470
	1	55	3266		333		470
12	1	56	3272	3249,8	315	316,4	470
	1	57	3258		320		470
	1	58	3248		315		470
	1	59	3238		317		470
	1	60	3233		315		470
13	1	61	3257	3283,8	309	308,6	435
	1	62	3271		307		435
	1	63	3315		307		435
	1	64	3333		311		435
	1	65	3243		309		435
14	1	66	3152	3200,6	311	311	460

		1	67	3180		313		460
		1	68	3213		307		460
		1	69	3233		311		460
		1	70	3225		313		460
	15	1	71	3228	3239,8	309	312,2	454
		1	72	3294		313		454
		1	73	3257		315		454
		1	74	3204		311		454
		1	75	3216		313		454
	16	1	76	3300	3289	325	325,4	470
		1	77	3268		329		470
		1	78	3312		321		470
		1	79	3342		329		470
		1	80	3223		323		470
	17	1	81	3508	3516,6	343	341,8	483
		1	82	3466		341		483
		1	83	3519		337		483
		1	84	3517		343		483
		1	85	3573		345		483
	18	1	86	3657	3680,2	363	364,6	456
		1	87	3710		359		456
		1	88	3637		365		456
		1	89	3695		365		456
		1	90	3702		371		456
	19	1	91	3871	3862,4	404	402,2	387
		1	92	3852		400		387
		1	93	3901		417		387
		1	94	3815		396		387
		1	95	3873		394		387
	20	1	96	3729	3745,4	423	423,8	419
		1	97	3729		429		419
		1	98	3743		423		419
		1	99	3763		423		417
		1	100	3763		421		419
	21	1	101	3640	3642,8	422	424,8	470
		1	102	3605		425		470
		1	103	3608		423		470
		1	104	3711		427		470
		1	105	3650		427		470
	22	1	106	3548	3609,8	441	439,4	470
		1	107	3623		437		470
		1	108	3620		443		470
		1	109	3611		439		470
		1	110	3647		437		470
	23	1	111	3592	3644,2	435	434,4	470
		1	112	3669		435		470
		1	113	3617		432		470
		1	114	3669		437		470
		1	115	3674		433		470
ρ μ ζ μ	24	1	116	2966	2964	285	285,4	470

		1	117	2954		289		470
		1	118	2968		287		470
		1	119	3013		283		470
		1	120	2919		283		470
	25	1	121	2988	3006,2	307	307,4	495
		1	122	3013		307		495
		1	123	3001		307		495
		1	124	3003		307		495
		1	125	3026		309		495

Δεδομένα Σχήματος 121-122-123

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	2934	2948	313	311,4	445
		1	2	2910		313		445
		1	3	2951		311		445
		1	4	2962		313		445
		1	5	2983		307		445
	2	1	6	2786	2805,8	281	284,6	454
		1	7	2769		285		454
		1	8	2841		285		454
		1	9	2810		287		454
		1	10	2823		285		454
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2587	2587,6	253	250,2	406
		1	12	2602		249		406
		1	13	2554		251		406
		1	14	2577		247		406
		1	15	2618		251		406
	4	1	16	2726	2728,2	267	265	447
		1	17	2747		261		447
		1	18	2713		263		447
		1	19	2692		265		447
		1	20	2763		269		447
	5	1	21	3111	3120	320	322,6	443
		1	22	3095		325		443
		1	23	3129		323		443
		1	24	3148		323		443
		1	25	3117		322		443
	6	1	26	3289	3262,2	363	358,6	439
		1	27	3289		359		439
		1	28	3278		359		439
		1	29	3261		353		439
		1	30	3194		359		439
	7	1	31	3465	3452,6	389	389,2	421
		1	32	3446		388		421
		1	33	3499		388		421
		1	34	3443		391		421
		1	35	3410		390		421
	8	1	36	3904	3934,4	406	405	363

	1	37	3940		405		363
	1	38	3908		407		363
	1	39	3936		402		363
	1	40	3984		405		363
9	1	41	3491	3436	393	393,8	450
	1	42	3441		397		450
	1	43	3387		395		450
	1	44	3404		391		450
	1	45	3457		393		450
10	1	46	3685	3660	371	372,6	419
	1	47	3666		373		419
	1	48	3605		371		419
	1	49	3697		375		419
	1	50	3647		373		419
11	1	51	3660	3668,2	357	357,4	429
	1	52	3650		361		429
	1	53	3711		353		429
	1	54	3664		357		429
	1	55	3656		359		429
12	1	56	3736	3693,4	351	353,6	453
	1	57	3689		353		453
	1	58	3699		357		453
	1	59	3643		355		453
	1	60	3700		352		453
13	1	61	3629	3594,2	349	350	464
	1	62	3591		350		464
	1	63	3605		349		464
	1	64	3566		353		464
	1	65	3580		349		464
14	1	66	3572	3538,6	339	339,6	443
	1	67	3595		337		443
	1	68	3510		344		443
	1	69	3413		339		443
	1	70	3603		339		443
15	1	71	3425	3499,8	346	344	466
	1	72	3470		344		466
	1	73	3476		346		466
	1	74	3524		343		466
	1	75	3604		341		466
16	1	76	3498	3507,8	347	349,4	450
	1	77	3531		351		450
	1	78	3449		351		450
	1	79	3521		351		450
	1	80	3540		347		450
17	1	81	3787	3776,6	390	386,6	412
	1	82	3807		385		412
	1	83	3795		387		412
	1	84	3735		387		412
	1	85	3759		384		412
18	1	86	3714	3747,8	400	408,8	480

		1	87	3728		401		480
		1	88	3853		415		481
		1	89	3692		413		481
		1	90	3752		415		481
	19	1	91	3558	3586,8	421	417,6	481
		1	92	3534		423		481
		1	93	3601		417		481
		1	94	3586		414		481
		1	95	3655		413		481
	20	1	96	3490	2773,6	419	336,2	479
		1	97	3470		423		479
		1	98	3464		418		479
		1	99	3444		421		479
		1	100	0		0		0
	21	1	101	3669	3672,4	409	412,4	413
		1	102	3700		412		413
		1	103	3647		417		413
		1	104	3660		411		413
		1	105	3686		413		413
	22	1	106	3522	3517,4	410	414,4	435
		1	107	3522		414		435
		1	108	3497		419		435
		1	109	3575		415		435
		1	110	3471		414		435
	23	1	111	3424	3467,4	419	408,8	472
1		112	3432	406		472		
1		113	3532	405		472		
1		114	3502	407		472		
1		115	3447	407		472		
BASE METAL	24	1	116	3118	3066,8	295	291	466
		1	117	3060		295		466
		1	118	3050		289		466
		1	119	3038		289		466
		1	120	3068		287		466
	25	1	121	3199	3144	319	319,4	460
		1	122	3137		320		460
		1	123	3136		321		460
		1	124	3086		320		460
		1	125	3162		317		460

Δεδομένα Σχήματος 124-125-126

	x	y	Measures	Counts	Counts (avrg)	V1	V1 (avrg)	V2
BASE METAL	1	1	1	3356	2941,8	267	286,2	421
		1	2	2837		291		421
		1	3	2838		291		421
		1	4	2855		293		421
		1	5	2823		289		421
	2	1	6	2658	2712,8	267	268,6	408
		1	7	2681		269		408

		1	8	2722		271		408
		1	9	2726		269		408
		1	10	2777		267		408
HEAT AFFECTED ZONE	3	1	11	2625	2641,6	265	265,8	375
		1	12	2649		267		375
		1	13	2661		267		375
		1	14	2645		263		375
		1	15	2628		267		375
	4	1	16	2811	2812,2	291	290,2	385
		1	17	2806		289		385
		1	18	2818		293		385
		1	19	2817		289		385
		1	20	2809		289		385
	5	1	21	2933	2946,4	309	310,6	385
		1	22	2985		309		385
		1	23	2944		311		385
		1	24	2957		311		385
		1	25	2913		313		385
	6	1	26	3009	3006,4	329	325,4	388
		1	27	2997		321		388
		1	28	2989		327		388
		1	29	3010		323		388
		1	30	3027		327		388
	7	1	31	3124	3158	342	338,4	392
		1	32	3149		337		392
		1	33	3174		340		392
		1	34	3173		335		392
		1	35	3170		338		392
	8	1	36	3832	3837,2	394	394,6	337
		1	37	3883		395		337
		1	38	3857		394		337
		1	39	3797		396		337
		1	40	3817		394		337
	9	1	41	3932	3965,8	394	390,4	331
		1	42	3977		391		331
		1	43	3992		385		331
		1	44	3927		387		331
		1	45	4001		395		331
	10	1	46	3815	3828,4	419	417	357
		1	47	3822		419		357
		1	48	3825		419		357
		1	49	3847		417		357
		1	50	3833		411		357
	11	1	51	3941	3944,6	403	404	389
		1	52	3890		404		389
		1	53	3951		403		389
		1	54	3930		407		389
		1	55	4011		403		389
	12	1	56	4140	4123	396	393,6	371
		1	57	4172		393		371

	1	58	4146		394		371
	1	59	4057		391		371
	1	60	4100		394		371
13	1	61	4119	4130,2	393	394,4	390
	1	62	4087		398		390
	1	63	4143		393		390
	1	64	4177		393		390
	1	65	4125		395		390
14	1	66	4066	4073,4	394	391,4	390
	1	67	4060		391		390
	1	68	4050		388		390
	1	69	4097		391		390
	1	70	4094		393		390
15	1	71	4038	4000,2	387	387,8	417
	1	72	4041		390		417
	1	73	3955		390		417
	1	74	3973		388		417
	1	75	3994		384		417
16	1	76	3899	3921,6	383	382	421
	1	77	3944		381		421
	1	78	3986		379		421
	1	79	3899		383		421
	1	80	3880		384		421
17	1	81	3940	3866,6	371	375,2	393
	1	82	3816		375		393
	1	83	3892		376		393
	1	84	3822		379		393
	1	85	3863		375		393
18	1	86	4619	4724	414	413	320
	1	87	4634		412		320
	1	88	4658		410		320
	1	89	4845		415		320
	1	90	4864		414		320
19	1	91	3972	3942,2	373	376,6	375
	1	92	3996		377		375
	1	93	3882		375		375
	1	94	3913		379		375
	1	95	3948		379		375
20	1	96	3915	3976,8	415	413,6	400
	1	97	3931		413		400
	1	98	3964		417		400
	1	99	4034		412		400
	1	100	4040		411		400
21	1	101	3480	3447,6	431	431,8	456
	1	102	3429		433		456
	1	103	3443		429		456
	1	104	3455		433		456
	1	105	3431		433		456
22	1	106	3395	3374	409	411,4	460
	1	107	3385		415		460

		1	108	3349		410		460
		1	109	3347		417		460
		1	110	3394		406		460
	23	1	111	3342	3335,2	396	397,2	448
		1	112	3343		395		448
		1	113	3363		397		448
1		114	3327	400		448		
1		115	3301	398		448		
BASE METAL	24	1	116	2959	2964,8	273	274,2	417
		1	117	3027		273		417
		1	118	2946		273		417
		1	119	2924		277		417
		1	120	2968		275		417
	25	1	121	3037	3047	289	290,2	415
		1	122	3052		291		415
		1	123	3051		291		415
		1	124	3035		289		415
		1	125	3060		291		415

Βιβλιογραφία

- [1] Χριστοφορου Ευάγγελος, “Μαγνητικά και Υπεραγωγιμα Υλικά”, Αθήνα 2007
- [2] H. Kwun, “Investigation of the dependence of Barkhausen noise on stress and the angle between the stress and magnetization directions”, 1984
- [3] M.Zergoug, N. Boucherrou, A. Haddad, A. Benchaala, B. Moulti, H. Tahraoui, F. Sellidj, A. Hammouda, “Thermally affected characterization region by Barkhausen noise” 1999
- [4] Κοσμάς Κωνσταντίνος, “Ανάπτυξη, προσομοίωση και εφαρμογή ηλεκτρομαγνητικών τεχνικών μη καταστροφικών δοκιμών σε μαγνητικές και μη μαγνητικές μεταλλικές επιφάνειες”, διδακτορική διατριβή, Αθήνα 2009
- [5] J. Gauthier, T. W. Krause, D. L. Atherton, “Measurement of residual stress in steel using the magnetic Barkhausen noise technique”, 1997
- [6] M. Lingren, T. Lepistö, “Relation between residual stress and Barkhausen noise in duplex steel”, 2002
- [7] R. Langman, “Some comparisons between the measurement of stress in mild steel by means of Barkhausen noise and rotation of magnetization”, 1986
- [8] S. V. Grishakov, L. M. Lobanov, A. I. Kovalev, V. I. Pavlovskii, “Examining the possibilities of using the Barkhausen effect method for estimating residual weld stresses”, 1988
- [9] O. Saquet, J. Chicois, A. Vincent, “Barkhausen noise from plain carbon steels: analysis of the influence of microstructure”, 1999
- [10] Γ.Ν. Χαϊδεμενόπουλος, “Φυσική Μεταλλουργία – Θεμελιώδεις Αρχές”, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, 2000, 1^η Έκδοση,
- [11] R.W.K Honeycombe, H.K.D.H Bhadeshia, “Steels, Microstructure and Properties”, Edward Arnold, England 1995, Second Edition
- [12] Παπαδημητρίου Γ, “ Εισαγωγή στη μεταλλουργία, την τεχνολογία και τον έλεγχο των συγκολλήσεων”, Αθήνα 1990
- [13] Χρ. Ν. Παναγοπουλος, “Στερεοποίηση χυτευση”, Αθήνα 1997
- [14] “Barkhausen effect measuring apparatus type MEB-2c, user manual”, “Mag-Lab” s.c., Magnetic NDT, Poland
- [15] Χρυσουλάκης Γ, Παντελής Δ, “Έπιστήμη και τεχνολογία των μεταλλικών υλικών”, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2007
- [16] Dieter E. George, “Mechanical Metallurgy”, SI Metric Edition, Singapore 1988