

Επιβλέπων : Σ. Κόλλιας

Αθήνα Οκτώβριος 2000

ΡΥΘΜΙΣΤΟ ΕΠΙ

ΨΥΧΡΗ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ
ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Θέμα : Μηχανικά χαρακτηριστικά ανακυκλωμένων
ασφαλτοειδωμάτων με μαλάκωμα και τσιμέντο

Διπλωματική εργασία Κυριαζής Ζαχαρίας Γιαννακίδης Αστέριος - Ορφέας

Ε. Μ. Πολυτεχνείο

Τομέας μεταφορών και συγκοινωνιακής υποδομής

Επιβλεπων : Σ. Κόλλιας

Διπλωματική εργασία

Κυριαζής Ζαχαρίας

Γιαννακίδης Αστέριος - Ορφέας

**Θέμα : «Μηχανικά χαρακτηριστικά ανακυκλωμένων
ασφαλτομειγμάτων με γαλάκτωμα και τσιμέντο»**

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1	ΓΕΝΙΚΑ	7
1.2	ΕΙΔΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	8
1.2.1	Εύκαμπτα οδοστρώματα	8
1.2.2	Ημιάκαμπτα οδοστρώματα	15
1.3	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ [19] [21].....	17
1.3.1	Υπολογισμός Εύκαμπτων οδοστρωμάτων	17
1.3.2	Υπολογισμός Ημιάκαμπτων οδοστρωμάτων	21
1.3.3	Υπολογισμός Δύσκαμπτων οδοστρωμάτων.....	22
1.3.4	Συντήρηση Οδοστρωμάτων.....	23
1.4	ΑΣΦΑΛΤΟΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΑ.....	25
1.4.1	Φυσικές ασφαλτοί	25
1.4.2	Πετρελαϊκή ασφαλτος.....	25
1.4.3	Άσφαλτος ή ασφαλτικό συνδετικό υλικό	26
1.4.4	Ασφαλτικά διαλύματα.....	29
1.4.5	Ασφαλτικά γαλακτώματα	30
1.4.6	Γαλακτωματοποιητές.....	32
1.4.7	Ιδιότητες ασφαλτικού γαλακτώματος.....	33
1.5	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ	41
1.5.1	Είδη ανακύκλωσης οδοστρωμάτων	41
1.5.2	Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα μεθόδων ανακύκλωσης[16].....	43
1.5.3	Ψυχρή επί τόπου ανακύκλωση.....	45
2	ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ.....	57
2.1	ΣΚΟΠΟΣ:	57
2.2	ΥΛΙΚΑ: 59	
2.3	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ:	74
2.3.1	Εύρεση βέλτιστης για συμπίκνωση υγρασίας.....	74
2.3.2	Παρασκευή δοκιμών Marshall.....	82
2.3.3	Προετοιμασία μείγματος:.....	83
2.3.4	Είδη δοκιμών που παρασκευάστηκαν (βάσει αναλογιών).....	85
2.3.5	Συντήρηση δοκιμών Marshall.....	96
2.3.6	Παρασκευή δοκιμών με ηλεκτρόσφουρα	100
2.4	ΔΟΚΙΜΕΣ.....	102
2.4.1	Δοκιμή Δυσκαμψίας (Nottingham Asphalt Tester)	102
2.4.2	Συσκευή NAT.....	103

2.4.3	Μονοαξονική δοκιμή με επαναλαμβανόμενο φορτίο (MTS).	110
2.4.4	Δοκιμή διάρρηξης	113
3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ	117
3.1	ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ NAT	117
3.2	ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ NAT	130
3.2.1	Επίδραση του τσιμέντου και του γαλακτώματος στο μέτρο δυσκαμψίας σε σχέση με τη θερμοκρασία.....	130
3.2.2	Η επίδραση του υδρεμποτισμού στο μέτρο δυσκαμψίας	136
3.3	ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ MTS.....	151
3.4	ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ MTS	151
3.4.1	RAMP test	151
3.4.2	Μονοαξονική δοκιμή με ημιτονοειδή δυναμική φόρτιση	169
3.4.3	Σύγκριση αποτελεσμάτων NAT-RAMP	181
3.5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΈΜΜΕΣΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΑΠΟ ΔΙΑΡΡΗΞΗ	183
3.6	ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΈΜΜΕΣΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΑΠΟ ΔΙΑΡΡΗΞΗ	184
4	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	186

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η ανάγκη πραγματοποίησης μεταφορών για τη διακίνηση ανθρώπων και αγαθών επέβαλε, εκτός από την εξέλιξη της τεχνολογίας στην κατασκευή μέσω μεταφοράς, την εξέλιξη της τεχνολογίας της κατασκευής των οδοστρωμάτων. Η τεχνολογία των οδοστρωμάτων αναπτύχθηκε για την επίτευξη επιφανειών κύλισης των οχημάτων που εξασφαλίζουν άνεση και ασφάλεια κυκλοφορίας επί μακρό χρονικό διάστημα. Αυτό συνεπάγεται ότι το υλικό των οδοστρωμάτων εκτός από το να είναι υλικό μεγάλης αντοχής ώστε να μην αστοχεί σε κόπωση και να μην παραμορφώνεται πρέπει να έχει και επιφάνεια, η οποία να προσφέρει άνεση στον οδηγό κατά την κύλιση του οχήματος πάνω στο δρόμο.

Το οδόστρωμα αποτελείται από ένα σύνολο επάλληλων στρώσεων που είναι τοποθετημένες πάνω από το φυσικό έδαφος για τη δημιουργία της οδού. Οι στρώσεις αυτές είναι πολύ ανομοιογενείς αφού οι λειτουργίες που πρέπει να εκτελέσει κάθε στρώση είναι πολύ διαφορετικές μεταξύ τους. Αυτή η ανομοιογένεια καθιστά την κατασκευή των οδοστρωμάτων πολύ πολύπλοκη.

Ο αντικειμενικός σκοπός του οδοστρώματος είναι να παραλάβει τα φορτία της κυκλοφορίας και να τα κατανέμει στο υπέδαφος. Βασική επιδίωξη είναι οι μεταβιβαζόμενες στο υπέδαφος τάσεις να μειώνονται σε τέτοιο βαθμό έτσι ώστε να μην επιφέρουν ουσιαστικές παραμορφώσεις ή μετατοπίσεις στην εδαφική στρώση του υπεδάφους. Επιπλέον, η δομή του οδοστρώματος θα πρέπει να είναι σχεδόν αδιαπέραστη από το νερό έτσι ώστε να προστατεύεται το έδαφος έδρασης αλλά και οι στρώσεις από ασύνδετα αδρανή (μη σταθεροποιημένες στρώσεις). Επιπλέον πρέπει να προστατεύει την στρώση έδρασης του οδοστρώματος και το υποκείμενο φυσικό έδαφος από τις χαμηλές θερμοκρασίες και την συνεπαγόμενη διόγκωσή τους (παγοπληξία). Τέλος η επιφάνεια του οδοστρώματος θα πρέπει να παρέχει μια αντιολισθηρή και ανθεκτική, στη λειαντική δράση των ελαστικών, ομαλή επιφάνεια κύλισης. Έτσι κάθε στρώση ή ομάδα στρώσεων έχει να επιτελέσει ένα ξεχωριστό ρόλο.

Η δομή του εύκαμπτου οδοστρώματος, γενικότερα αποτελείται από δυο χαρακτηριστικές ομάδες στρώσεων με διαφορετικές ομάδες στρώσεων με διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες και συμπεριφορά. Την ομάδα στρώσεων από

ασύνδετα ή σταθεροποιημένα αδρανή, που εδράζεται πάνω στη στρώση έδρασης και την ομάδα των στρώσεων από ασφαλτομίγματα, που εδράζεται πάνω στην προηγούμενη ομάδα.

Ο παραπάνω διαχωρισμός της δομής των εύκαμπτων ή ημιάκαμπτων (αναφέρονται τα είδη των οδοστρωμάτων στην παρακάτω ενότητα) οδοστρωμάτων βασίζεται στη διαφορετική μηχανική συμπεριφορά των στρώσεων, ομαδοποιημένων και χρησιμοποιείται σήμερα ως βάση για την ανάπτυξη όλων των μεθοδολογιών διαστασιολόγησης των εύκαμπτων οδοστρωμάτων.[16]

1.2 Είδη οδοστρωμάτων

Τα οδοστρώματα διακρίνονται σε δύο είδη:

Εύκαμπτα (Ασφαλτικά)

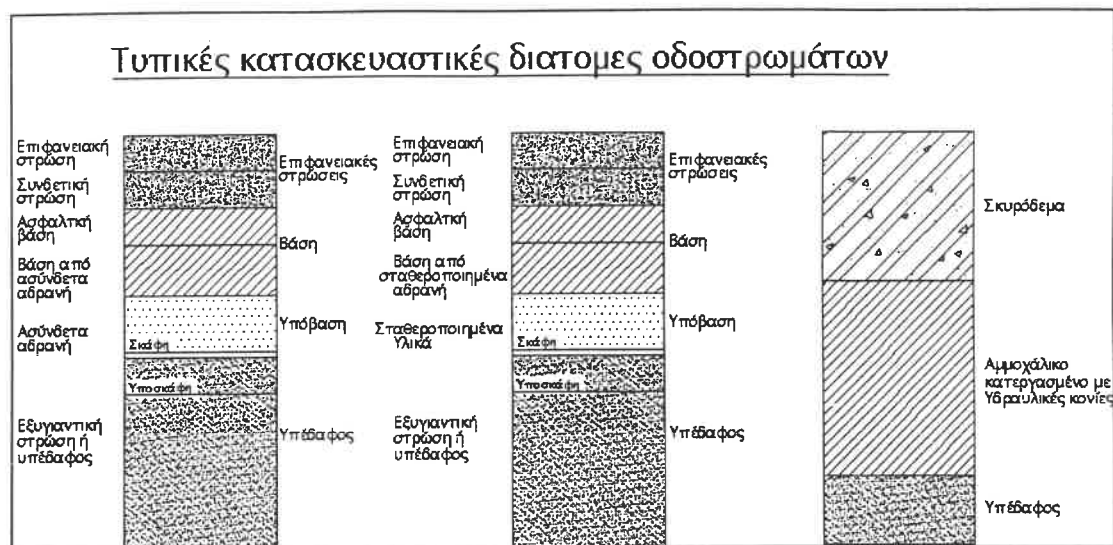
Δύσκαμπτα (Σκυρόδεμα)

Ιδιαίτερη επισήμανση πρέπει να γίνει για τα οδοστρώματα στα οποία επιβάλλεται η αναβάθμιση των μηχανικών χαρακτηριστικών των στρώσεων από ασύνδετα αμμοχάλικα με κατεργασία των υλικών αυτών με υδραυλικές κονίες και ονομάζονται ημιάκαμπτα. Μπορεί να θεωρηθεί ότι τα ημιάκαμπτα οδοστρώματα είναι μια ενδιάμεση κατηγορία οδοστρωμάτων, που συνδυάζουν τεχνικά χαρακτηριστικά και των δύο παραπάνω κατηγοριών, αλλά έχουν και τα δικά τους ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, τα οποία δημιουργούν μια ιδιαίτερη συμπεριφορά σε αυτό το είδος των οδοστρωμάτων που δεν τη συναντάμε στις άλλες δυο κατηγορίες οδοστρωμάτων.

1.2.1 Εύκαμπτα οδοστρώματα

Τα ασφαλτικά οδοστρώματα κατασκευάζονται σε στρώσεις όπως φαίνεται στο σκαρίφημα 1 στο παρακάτω σχήμα. Αποτελούνται από μια ή περισσότερες στρώσεις ασφαλτομίγματος που αποτελούν την ασφαλτική επίστρωση του οδοστρώματος. Η ανώτερη ασφαλτική στρώση αποτελεί τη στρώση κυκλοφορίας των οχημάτων. Κάτω από την ασφαλτική επίστρωση είναι η βάση που αποτελείται από ασύνδετο συμπυκνωμένο αμμοχάλικο που μπορεί να είναι κατεργασμένο με υδραυλικές κονίες (περίπτωση των ημιάκαμπτων οδοστρωμάτων). Τελευταία στρώση είναι η υπόβαση που κατασκευάζεται από συμπυκνωμένο ασύνδετο αμμοχάλικο ή από κατεργασμένο με υδραυλικές κονίες. Ορισμένες φορές, λόγω

ύπαρξης πολύ ασθενούς υπεδάφους κατασκευάζεται και εξυγιαντική στρώση μεταξύ υποβάσεως και υπεδάφους.



Εικόνα 1.2-1 Τομές οδοστρωμάτων

1.2.1.1 Στρώση έδρασης ή υπεδάφος

Είναι το διαμορφωμένο και συμπυκνωμένο επιλεγμένο εδαφικό υλικό πάνω στο οποίο κατασκευάζεται (εδράζεται) το οδόστρωμα, εκτεινόμενο μέχρι τόσο βάθος όσο θα επηρεάσει την διαστασιολόγηση του οδοστρώματος. Το πιο συνηθισμένο βάθος σε τέτοια έργα, που γίνονται στην Ελλάδα είναι 600 mm.[16]

Σε λίγες περιπτώσεις δε χρειάζεται διαμόρφωση και τότε η επιφάνεια της στρώσης έδρασης ταυτίζεται με την επιφάνεια του φυσικού εδάφους. Η επιφάνεια της στρώσης έδρασης ορίζει ένα επίπεδο πάνω στο οποίο θα εδρασθεί το οδόστρωμα. Το επίπεδο αυτό ονομάζεται "σκάφη έδρασης". Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι στην περίπτωση που χρησιμοποιείται εξυγιαντική στρώση ή σταθεροποίηση του εδάφους, το επίπεδο της σκαφής είναι η ανώτατη επιφάνεια της εξυγιαντικής στρώσης ή του σταθεροποιηθέντος εδάφους.

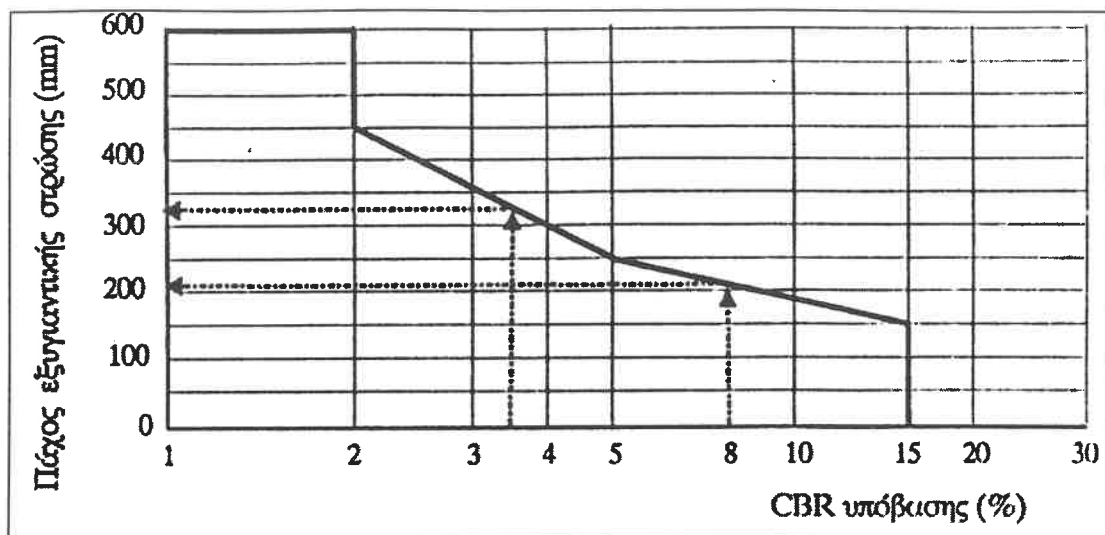
1.2.1.2 Εξυγιαντική στρώση

Είναι η στρώση που κατασκευάζεται μεταξύ υπόβασης και υπεδάφους, όταν αυτό είναι πολύ ασθενές, με σκοπό να εξυγιάνει και να βελτιώσει τη φέρουσα ικανότητα του υπεδάφους και να προετοιμάσει μια ανεκτή επιφάνεια, πάνω στην οποία θα κατασκευασθεί το οδόστρωμα.

Η εξυγιαντική στρώση είναι μια επιπλέον στρώση από κοκκώδη εδαφικά υλικά, χωρίς την απομάκρυνση ασθενούς εδαφικού υλικού. Απομάκρυνση του πολύ ασθενούς υλικού και η αντικατάστασή του με υλικό καλύτερο υλικό συνιστάται μόνο όταν το υπεδάφος είναι πολύ φτωχής ποιότητας. Στις περιπτώσεις αυτές το πάχος της στρώσης πρέπει να είναι συνήθως μεταξύ 500mm και 1000mm.[16]

Η επιλογή του πάχους της εξυγιαντικής στρώσης γίνεται ανάλογα με την ποιότητα του υπεδάφους (CBR) και σύμφωνα με τις αγγλικές οδηγίες διαστασιολόγησης οδοστρωμάτων γίνεται με τη βοήθεια του πίνακα 1.2-1.

Εξυγίανση του υπεδάφους επιτυγχάνεται και με σταθεροποίηση του συνήθως με τσιμέντο ή με ασβέστη. Στην περίπτωση αυτή το υλικό αναμοχλεύεται και προστίθεται συνδετικό υλικό και τέλος συμπυκνώνεται.



Πίνακας 1.2-1 Υπολογισμός πάχους εξυγιαντικής στρώσης

Τα υλικά της εξυγιαντικής στρώσης συμπυκνώνονται με τη βοήθεια κατάλληλων μηχανημάτων σε στρώσεις μέγιστου συμπυκνωμένου πάχους 250mm. Ο βαθμός συμπύκνωσης, ο οποίος στην πράξη εκφράζεται σε αριθμό διελεύσεων του δονητικού οδοστρωτήρα, έτσι ώστε στην προκαθορισμένη υγρασία υλικού, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή συμπύκνωση.[16]

1.2.1.3 Υπόβαση

Η υπόβαση είναι η πρώτη στρώση πάνω από την στρώση έδρασης ή την εξυγιαντική στρώση και η λειτουργία της είναι:

- Μεταβίβαση των φορτίων στο υπέδαφος/ στρώση έδρασης
- Εξασφάλιση άνετης κυκλοφορίας εργοταξιακών οχημάτων και προστατεύει τη στρώση έδρασης από αυτά.
- Προστατεύει τα υλικά της βάσης από την άργιλο την ιλύ και τα διάφορα οργανικά υλικά.
- Δρα ως αντιπαγετική στρώση όταν το έδαφος είχε προβλήματα παγωμάτος (χαμηλές θερμοκρασίες).
- Μπορεί να χρησιμεύσει ως στραγγιστική στρώση στα νερά που μπορεί να περάσουν από τις υπερκείμενες στρώσεις προστατεύοντας το υπέδαφος. Αυτό μπορεί να συμβεί αν οι υπερκείμενες στρώσεις είναι μικρού πάχους ή οι ασφαλτικές στρώσεις είναι ανοιχτού τύπου.

Κατασκευάζεται συνήθως από μηχανικά συμπυκνωμένο αμμοχάλικο ορισμένης διαβάθμισης. Οι απαιτήσεις για την υπόβαση είναι να μην υπάρχουν σχετικές μετατοπίσεις μεταξύ των κόκκων των αδρανών που χρησιμοποιούνται.

Δυο είναι οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν, (α) αδρανή κατάλληλης κοκκομετρίας ώστε να γίνουν ελάχιστα τα κενά μεταξύ των αδρανών. (β) Συμπύκνωση με μηχανικά μέσα.[21]

Το πάχος της υπόβασης θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να μην αναπτύσσονται υψηλές θλιπτικές και διατμητικές τάσεις στο υπεδάφος, υπό την επίδραση των φορτίων των εργοταξιακών οχημάτων, ικανές να προκαλέσουν αισθητές παραμορφώσεις. Το ακριβές πάχος καθορίζεται αναλόγως της μεθοδολογίας διαστασιολόγησης.

1.2.1.4 Βάση

Η βάση είναι η σημαντικότερη στρώση ενός εύκαμπτου οδοστρώματος και κατασκευάζεται μεταξύ του υπεδάφους και των επιφανειακών ασφαλικών στρώσεων. Η λειτουργία της είναι:

- Παρέχει τη βασική δομική στρώση, που παραλαμβάνει και κατανέμει τα φορτία της κυκλοφορίας στις υποκείμενες στρώσεις.
- Μειώνει τις κάθετες θλιπτικές τάσεις, που εξασκούνται στη στρώση έδρασης διαμέσου της υπόβασης, σε τέτοιο βαθμό ώστε να μπορούν να παραληφθούν από τη φέρουσα ικανότητα της στρώσης έδρασης και να μην προκαλούν ανεπίτρεπτα μεγάλες παραμορφώσεις.
- Παρέχει στο οδόστρωμα την απαιτούμενη δυσκαμψία και μειώνει τον κίνδυνο αστοχίας των ασφαλικών στρώσεων από κόπωση.
- Παρέχει μια καλή και ομαλή επιφάνεια έτοιμη να δεχθεί τις επιφανειακές ασφαλικές στρώσεις.
- Οι στρώσεις της βάσης από ασύνδετα αδρανή ή σταθεροποιημένα αδρανή συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη συμπύκνωση των υπερκείμενων ασφαλικών στρώσεων.[16]

Η βάση του οδοστρώματος αποτελείται από έναν αριθμό στρώσεων, των οποίων τα υλικά μπορεί να είναι από αδρανή χωρίς συνδετικό υλικό (εύκαμπτα οδοστρώματα) ή από αδρανή με συνδετικό υλικό την ασφαλτο ή υδραυλικές κονίες (ημιάκαμπτα).

Τα αδρανή υλικά, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της βάσης είναι πάντοτε καλύτερης ποιότητας από αυτά, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της υπόβασης.

Τα υλικά, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των βάσεων από ασύνδετα αδρανή είναι κατ' αποκλειστικότητα θραυστά αδρανή υλικά. Μπορεί να

είναι από πετρώματα ή φυσικές αποθέσεις ή σκωρίες ή υλικά, που προέρχονται από ανακύκλωση οδοστρωμάτων με την προϋπόθεση ότι πληρούν τις απαιτήσεις των προδιαγραφών.

Σε αντίθεση με τα υλικά της βάσης, τα υλικά της υπόβασης είναι συνήθως άθραυστα αδρανή αποθέσεων. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και οποιοδήποτε άλλο από τα προαναφερθέντα υλικά. Στην περίπτωση που τα υλικά δεν είναι σταθεροποιημένα η σταθερότητα των στρώσεων οφείλεται μόνο στη σύμπλεξη των αδρανών, πράγμα που επιβάλλει τη χρήση καλής κοκκομετρικής διαβάθμισης. Η κοκκομετρική καμπύλη του μίγματος των αδρανών είναι ουσιαστικής σημασίας και θα πρέπει να είναι εντός συγκεκριμένων ορίων. Τα όρια αυτά δείχνονται στον παρακάτω πίνακα.

Αριθμός κοσκίνου mm (in)	Διερχόμενο ποσοστό (%) κατά βάρος				
	Διαβαθμίσεις				
	A	B	Γ	Δ	E
76.2 (3")	100	-	-	-	-
50.8 (2")	65-100	100	-	-	-
38.1 (1 1/2)	-	70-100	100	-	-
31.7 (1 1/4)	-	-	-	100	-
25.4 (1")	45-75	55-85	70-100	83-100	100
19.1 (3/4")	-	50-80	60-90	65-95	70-100
9.52 (3/8")	30-60	40-70	45-75	47-77	50-80
4.76 (No.4)	25-50	30-60	30-60	33-63	35-65
2.00 (No.10)	20-40	20-50	20-50	23-50	25-50
0.42 (No.40)	10-25	10-30	10-30	13-30	15-30
0.074 (No.220)	3-10	5-15	5-15	5-15	5-15

Πίνακας 1.2-2 Όρια κοκκομετρικών διαβαθμίσεων αδρανών υλικών για την κατασκευή βάσεων και υποβάσεων κατά ΠΤΠ Ο-155 και Ο-150

Βασική προϋπόθεση για καλή κατασκευή της βάσης είναι η επαρκής συμπίκνωση στο προκαθορισμένο ποσοστό υγρασίας. Το ποσοστό αυτό της βέλτιστης απαιτούμενης υγρασίας δίνεται από την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης Proctor. Η υγρασία του μίγματος πρέπει να αποκλίνει από τη βέλτιστη $\pm 0,5\%$ και σε καμία περίπτωση μεγαλύτερη από 1% ή μικρότερη από 2% από τη βέλτιστη.

Η επαρκής συμπίκνωση είναι συνάρτηση του πάχους της στρώσης καθώς και την ενέργεια συμπίκνωσης που θα επιβληθεί. Το μέγιστο επιτρεπόμενο πάχος είναι 250mm αλλιώς η συμπίκνωση θα πρέπει να γίνεται σε δύο ή περισσότερες

στρώσεις και το ελάχιστο επιτρεπόμενο όριο είναι συνήθως 100mm. Η ενέργεια συμπίκνωσης είναι συνάρτηση του βάρους του δονητικού οδοστρωτήρα, του τύπου του και του αριθμού των διελεύσεων.

1.2.1.5 Ασφαλτική επίστρωση.

Η **ασφαλτική βάση** είναι η ανώτερη και κυριότερη στρώση της βάσης του οδοστρώματος. Είναι η στρώση, που ουσιαστικά παραλαμβάνει και κατανέμει τα φορτία της κυκλοφορίας στις υποκείμενες στρώσεις και προσδίδει στο οδόστρωμα δυσκαμψία και αντοχή σε κόπωση (σχήμα 1). Η στρώση πρέπει:

- να έχει μεγάλη δυσκαμψία
- να έχει υψηλή αντοχή σε κόπωση
- να μην παραμορφώνεται εύκολα
- να έχει μικρή διαπερατότητα προστατεύοντας έτσι τις υποκείμενες στρώσεις. Το τελευταίο είναι απαραίτητη προϋπόθεση όταν ο τάπητας κυκλοφορίας είναι ανοιχτού τύπου και δεν υπάρχει συνδετική στρώση.
- να μη επηρεάζεται από την καταστρεπτική δράση του νερού.

Ο τάπητας κυκλοφορίας είναι η ασφαλτική στρώση που έρχεται σε άμεση επαφή με του τροχούς και πρέπει να έχει άριστη και ασφαλή επιφάνεια κύλισης. Η στρώση αυτή πρέπει:

- να είναι ανθεκτική στην καταστροφική δράση της κυκλοφορίας και των καιρικών συνθηκών
- να μην παραμορφώνεται από την κυκλοφορία
- να ανθίσταται στην ρηγμάτωση, που επέρχεται από θερμοκρασιακές συστολοδιαστολές και αναπτυσσόμενες εφελκυστικές τάσεις.
- να παρέχει καλή αντιολισθηρή επιφάνεια κύλισης.
- να παρέχει καλή επιπεδότητα για υψηλής ποιότητας και ασφάλειας οδήγηση.
- να συνεισφέρει στην αντοχή του οδοστρώματος
- να είναι σχεδόν αδιαπέρατη από νερό έτσι ώστε να μην επιτρέπεται η διείσδυση νερού στις υποκείμενες στρώσεις. Εξάιρεση αποτελεί η χρήση τάπητα ανοιχτού τύπου (πορώδης ασφαλτος).

Η **συνδετική στρώση** είναι μια ενδιάμεση στρώση μεταξύ τάπητα κυκλοφορίας και ασφαλτικής βάσης και κατασκευάζεται για να παρέχει μια καλή

επίπεδη επιφάνεια επί της οποίας θα διαστρωθεί ο τάπητας κυκλοφορίας. Και η στρώση αυτή δεν πρέπει να παραμορφώνεται, να μη ρηγματώνεται εύκολα και να είναι αδιαπέρατη από το νερό.

1.2.2 Ημιάκαμπτα οδοστρώματα

Τα ημιάκαμπτα οδοστρώματα διαφέρουν από τα εύκαμπτα ως προς την αύξηση της φέρουσας ικανότητας της βάσης και της υπόβασης με σταθεροποίηση. Η σταθεροποίηση των αδρανών της βάσης και της υπόβασης επιτυγχάνεται κάνοντας χρήση συνδετικών υλικών όπως, το τσιμέντο -κυρίως-, το ασφαλικό γαλάκτωμα, ο ασβέστης ή ο ασβέστης με ιπτάμενη τέφρα. Σκοπός της σταθεροποίησης είναι η αύξηση της αντοχής, αλλά και η χρησιμοποίηση εδαφικών υλικών που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις για υλικά βάσης και υπόβασης.

Τα μίγματα που παράγονται με τη σταθεροποίηση είναι μικρότερης αντοχής από ότι τα αντίστοιχα 'κανονικά' σκυροδέματα και ασφαλομίγματα. Η χρήση των σταθεροποιημένων υλικών εξασφαλίζει ικανοποιητική φέρουσα ικανότητα της στρώσης και καλύτερη μηχανική συμπεριφορά του οδοστρώματος ιδιαίτερος όταν η κοκκομετρία των αδρανών δεν είναι η κατάλληλη. Η χρήση της σταθεροποίησης επιβάλλει ιδιαίτερο υπολογισμό του πάχους της βάσης και της υπόβασης. Η απόφαση της χρήσης ή όχι της σταθεροποίησης είναι κυρίως οικονομική.

1.2.2.1 Σταθεροποίηση με υδραυλικές κονίες[17]

Η κατεργασία του εδαφικού υλικού με υδραυλικές κονίες βελτιώνει τα μηχανικά του χαρακτηριστικά και το καθιστά ικανό να χρησιμοποιηθεί σε στρώσεις οδοστρωμάτων. Τα αποτελέσματα της κατεργασίας αυτής ποικίλουν και εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του υλικού. Τον τύπο της χρησιμοποιούμενης κονίας τις αναλογίες σύνθεσης και τις μεθόδους κατασκευής.

Οι υδραυλικές κονίες που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι: Το τσιμέντο, η ιπτάμενη τέφρα σε συνδυασμό με ασβέστη (για ποζολανικές Ι.Τ.) και οι σκωρίες. Όσον αφορά τις σκωρίες επειδή στη χώρα μας δεν υπάρχουν τρόποι παραγωγής τους σε μεγάλες ποσότητες, η χρήση τους ως υδραυλικές κονίες είναι ανύπαρκτη.

1.2.2.2 Σταθεροποίηση με τσιμέντο [17],[18]

Αυτό το είδος της σταθεροποίησης των εδαφικών υλικών είναι το πλέον διαδεδομένο για ενίσχυση της αντοχής της στρώσης της βάσης ή της υπόβασης και μπορεί να δράσει και στα συνεκτικά και στα κοκκώδη εδάφη.

Στα συνεκτικά εδάφη η ενυδάτωση του τσιμέντου δημιουργεί ισχυρούς δεσμούς μεταξύ των κόκκων του υλικού, υπό μορφή δικτυώματος στο χώρο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αντοχής του εδάφους και τη μείωση της πλαστικότητάς του, καθώς και την παρεμπόδιση της διόγκωσης και την αύξηση της ανθεκτικότητας του εδάφους έναντι της δράσεως του παγετού.[17]

Κατά την σταθεροποίηση με τσιμέντο πραγματοποιείται ποζολανική αντίδραση μεταξύ της ασβέστου που απελευθερώνεται κατ' την ενυδάτωση του τσιμέντου και της περιεχόμενης στο έδαφος αργίλου. Από την αντίδραση αυτή έχουμε α) μείωση υδροφιλίας των πλακιδίων της αργίλου, δηλαδή της τάσης που έχουν τα πλακίδια να έλκουν νερό β) δημιουργία συσσωματωμάτων γ) ανάπτυξη δεσμών μεταξύ των κόκκων του εδαφικού υλικού.

Στα κοκκώδη εδάφη η δράση του τσιμέντου είναι παρόμοια με αυτή στο σκυρόδεμα μόνο που εδώ το τσιμέντο δεν γεμίζει τα κενά που υπάρχουν μεταξύ των κόκκων αλλά συγκεντρώνεται στα σημεία επαφής των κόκκων. Επομένως όσο πιο καλά διαβαθμισμένο είναι το υλικό τόσο λιγότερα κενά παρουσιάζει μεταξύ των κόκκων και τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των σημείων επαφής με αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση της σταθεροποίησης.

Η σταθεροποίηση με τσιμέντο μπορεί να εφαρμοστεί για κατασκευή στρώσης έδρασης όταν αυτό απαιτείται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τις κλιματολογικές ή τις τοπικές συνθήκες. Τότε είναι απαραίτητη η σταθεροποίηση της επάνω στρώσης του εδαφικού υλικού, ώστε να επιτευχθεί ομογενοποίηση και βελτίωση της αντίστασης σε υγρασία και παγετό καθώς και να περιοριστεί στο ελάχιστο η επιρροή της κυκλοφορίας στη φάση κατασκευής και αργότερα στη φάση λειτουργίας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή στρώσεων βάσης και υπόβασης. Η σταθεροποίηση με τσιμέντο χαμηλής ή υψηλής ποιότητας αδρανών χρησιμοποιείται κάθε φορά αναλόγως των τοπικών περιβαλλοντικών συνθηκών, των οικονομικών δυνατοτήτων και των απαιτήσεων σε αυξημένη φέρουσα ικανότητα.

Οι υψηλές μηχανικές ικανότητες των σταθεροποιημένων με τσιμέντο υλικών για μια δεδομένη κυκλοφορία επιτρέπουν τη μείωση της ποσότητας των ασφαλικών υλικών που χρησιμοποιούνται στα εύκαμπτα οδοστρώματα. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η ακαμψία των σταθεροποιημένων με τσιμέντο υλικών είναι το

γεγονός ότι διαδίδουν τα κυκλοφοριακά φορτία σε ευρύτερο πεδίο με αποτέλεσμα να μειώνονται οι κατακόρυφες τάσεις και παραμορφώσεις που καταπονούν τη στρώση έδρασης.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε ορισμένα προβλήματα που συνοδεύουν τη επιλογή των σταθεροποιημένων με τσιμέντο στρώσεων. Το σημαντικότερο είναι η εμφάνιση ρωγμών η οποία οφείλεται στη συστολή ξηράνσεως και σε θερμοκρασιακές μεταβολές.

1.2.2.3 Σταθεροποίηση με ασφαλτο[17]

Με την προσθήκη ασφάλτου σε εδαφικά υλικά πετυχαίνουμε ενίσχυση των συνεκτικών κοκκώδων εδαφών, με τη σύνδεση των εδαφικών κόκκων μεταξύ τους.

1.3 Υπολογισμός οδοστρωμάτων [19] [21]

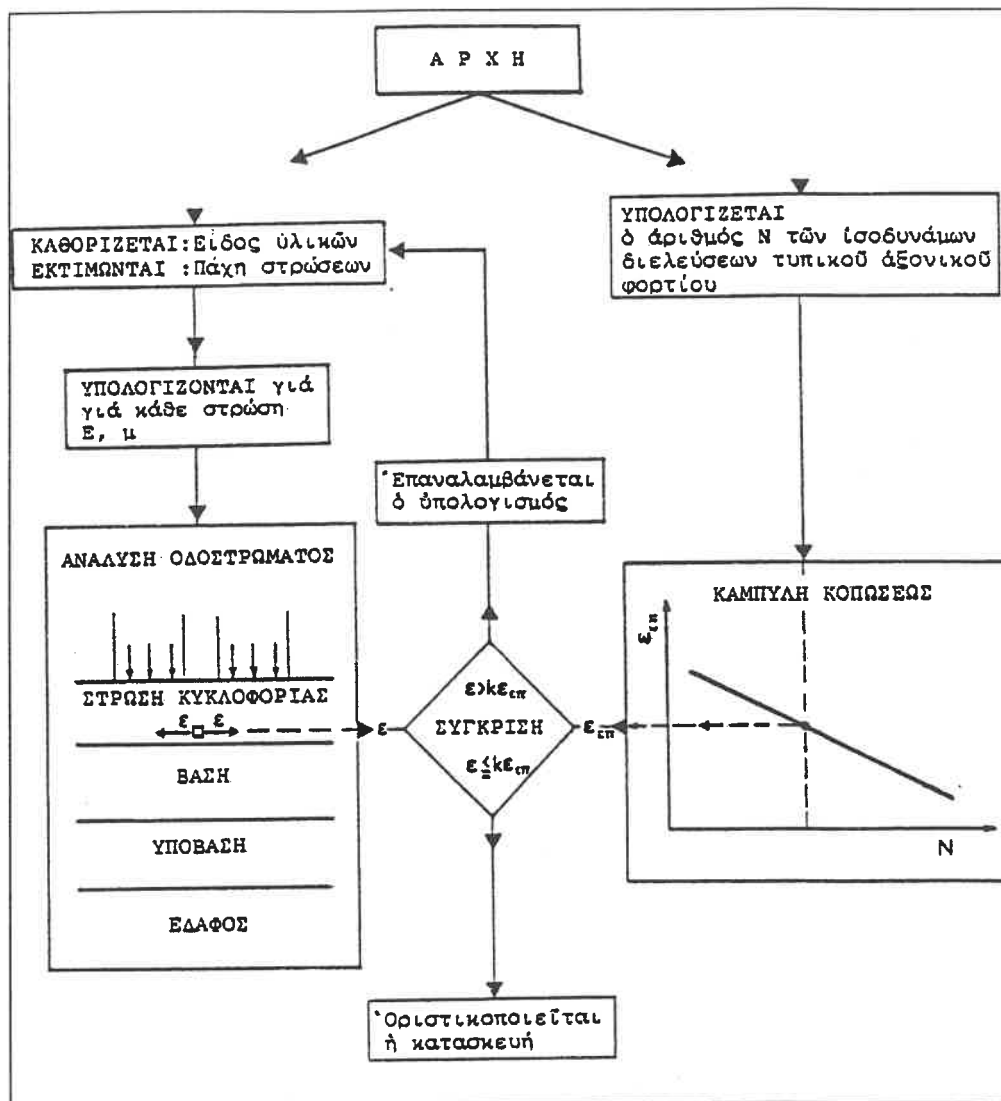
1.3.1 Υπολογισμός Εύκαμπτων οδοστρωμάτων

Ο υπολογισμός του οδοστρώματος γίνεται έτσι ώστε να προσδιορισθεί το πάχος των στρώσεων του, καθώς και το είδος των υλικών που θα αποτελούν τις στρώσεις αυτές. Ο σκοπός είναι το οδόστρωμα να είναι τέτοιο ώστε να εξυπηρετεί την κυκλοφορία για τον απαιτούμενο χρόνο ζωής του έργου έχοντας λάβει παράλληλα υπόψη της κυκλοφοριακές και τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν.

Για τον υπολογισμό του οδοστρώματος είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τις ιδιότητες των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την οδοστρώση και των εδαφικών υλικών πάνω στα οποία θα εδρασθεί το οδόστρωμα. Στη συνέχεια επιλέγουμε την κατάλληλη θεωρία και το κατάλληλο μαθηματικό προσομοίωμα βάσει του οποίου θα υπολογίσουμε το οδόστρωμα.

Ένα εύκαμπτο οδόστρωμα υπολογίζεται με ένα σύστημα ελαστικών επάλληλων στρώσεων, που εδράζονται σε ελαστικό ημίχωρο (Boussinesq). Το μοντέλο αυτό που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του οδοστρώματος, ορίζεται πλήρως αν είναι γνωστό το μέτρο ελαστικότητας, ο λόγος Poisson, και το πάχος της κάθε στρώσης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι στρώσεις αυτές θεωρούμε ότι έχουν άπειρες διαστάσεις κατά την οριζόντια έννοια, αλλά και δεδομένο πάχος (σύστημα τεσσάρων στρώσεων) Το πρότυπο αυτό μπορεί να απλοποιηθεί σε σύστημα τριών στρώσεων αν τα υλικά της βάσης και της

υπόβασης δε διαφέρουν πολύ ποιοτικά (π.χ. αν χρησιμοποιούνται αμμοχάλικα) οπότε οι στρώσεις αυτές μπορούν να θεωρηθούν σαν μια στρώση. Όταν η βάση



Εικόνα 1.3-1 Στάδια υπολογισμού εύκαμπτου οδοστρώματος σε κόπωση

κατασκευάζεται από αμμοχάλικο κατεργασμένο με ασφάλτο τότε η στρώση κυκλοφορίας και η βάση μπορούν να θεωρηθούν ενιαίες και να απλοποιηθεί το πρότυπο σε σύστημα τριών στρώσεων. Μία ακόμα μεγαλύτερη απλοποίηση θα μπορούσε να γίνει αν όλα τα μη κατεργασμένα υλικά της βάσεως και της υποβάσεως θεωρηθούν ότι αποτελούν μέρος της στρώσης του εδάφους οπότε προκύπτει σύστημα δύο στρώσεων. Η ακρίβεια όμως ενός τέτοιου συστήματος είναι σχετικά μικρή. Το σύστημα τριών στρώσεων θεωρείται σήμερα ένας ικανοποιητικός τρόπος για την ανάλυση ενός εύκαμπτου οδοστρώματος.

Το σύστημα των επαλλήλων ελαστικών στρώσεων που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των τάσεων και παραμορφώσεων βασίζεται στην παραδοχή ότι τα υλικά είναι ελαστικά ομογενή και ισότροπα. Στην πραγματικότητα καμιά απ' τις

παραδοχές αυτές δεν είναι απολύτως αληθινή. Έχει όμως αποδειχθεί πειραματικά ότι υπό τις δυναμικές συνθήκες φόρτισης των οδοστρωμάτων, από τα αυτοκίνητα που κυκλοφορούν, τα υλικά συμπεριφέρονται με αρκετή προσέγγιση σαν ελαστικά στρώματα. Άλλωστε και η παραδοχή που έγινε για άπειρη οριζόντια διάσταση των στρώσεων είναι μακριά από την πραγματικότητα (τουλάχιστον κατά τη διεύθυνση κάθετα στον άξονα της οδού). Όμως όλες αυτές οι αποκλίσεις από την πραγματικότητα, δεν θα πρέπει να αποτελούν ένα εμπόδιο, αφού τα αποτελέσματα που λαμβάνονται είναι τελικά κοντά στην πραγματικότητα. Άλλωστε δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι ένα μαθηματικό προσομοίωμα δεν περιγράφει επακριβώς το πραγματικό πρόβλημα, αλλά κάνει αυτό που λέει η λέξη: προσομοιάζει το πρόβλημα.

Η μαθηματική ανάλυση του προσομοιώματος για διάφορες περιπτώσεις κλιματολογικών συνθηκών και φορτίσεων γίνεται με τη βοήθεια προγραμμάτων H / Y σύμφωνα με την αυστηρή θεωρία της ελαστικότητας.

Ένα εύκαμπτο οδόστρωμα θεωρείται ότι αστόχησε όταν παρατηρηθούν ρωγμές στην ασφαλική στρώση, ή όταν παραμορφωθεί η επιφάνεια κύλισης.. Ο λόγος που ρηγματώνεται ένα εύκαμπτο οδόστρωμα(στην ασφαλική του στρώση) είναι συνήθως η υπέρβαση της αντοχής σε κόπωση από κάμψη.

Κατά καιρούς έχουν προταθεί αρκετοί νόμοι κόπωσης ασφαλτομιγμάτων, όμως διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους κυρίως λόγω της διαφορετικής σύνθεσης του ασφαλτομίγματος και της διαφορετικής προέλευσης του ασφαλικού συνθετικού υλικού.

Κατά τον υπολογισμό ενός εύκαμπτου οδοστρώματος, δύο είναι τα κρίσιμα σημεία τα οποία θα πρέπει οπωσδήποτε να εξεταστούν.

α) Ο πυθμένας της ασφαλικής στρώσης. Το κρίσιμο παραμορφωσιακό μέγεθος στο σημείο αυτό είναι η οριζόντια ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση (ακτινική ή εφάπτομενική) που καθορίζει την αστοχία της ασφαλικής στρώσης σε κόπωση από κάμψη.

β) Η επιφάνεια της στρώσης έδρασης. Το κρίσιμο μέγεθος είναι η κατακόρυφη ανηγμένη παραμόρφωση, που καθορίζει την αστοχία του οδοστρώματος από υπερβολική παραμόρφωση.[2]

Στους υπολογισμούς λαμβάνεται σαν φόρτιση, συνήθως ένα τυπικό φορτίο επί απλών ή δίδυμων τροχών το οποίο είναι αξονικό φορτίο. Η τιμή των 13t ισχύει για την Ελλάδα. Επειδή, όμως, η κυκλοφορία είναι μικτή (δηλαδή όλα τα οχήματα που διέρχονται από την οδό, δεν φορτίζουν το ίδιο) θα πρέπει να γίνει αναγωγή

της μικτής κυκλοφορίας σε ισοδύναμες διελεύσεις. Για να γίνει αυτό, χρησιμοποιούμε τους συντελεστές ισοδυναμίας. Ο συντελεστής ισοδυναμίας κάθε κατηγορίας φορτίου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Sigma I_i = \left(\frac{P_i}{P_t} \right)^a$$

όπου:

P_i : φορτίο ανά άξονα ομάδας i (λαμβάνεται το μεγαλύτερο φορτίο της ομάδας i).

P_t : το φορτίο του τυπικού άξονα (t).

a : εκθέτης ο οποίος θεωρητικά εξαρτάται από τη διάταξη των τροχών (απλοί, δίδυμοι), τη σύνθεση των αξόνων (απλοί, ζεύγη, τριπλοί), το είδος του οδοστρώματος (εύκαμπτο, ημιάκαμπτο) και τα πάχη των στρώσεων του οδοστρώματος. Συνήθως λαμβάνει την τιμή 4 για την περίπτωση εύκαμπτου οδοστρώματος, ενώ κυμαίνεται από 4 έως 12 για ημιάκαμπτο.

Οι συνολικές ισοδύναμες διελεύσεις τυπικού φορτίου άξονα 13t υπολογίζονται από τη σχέση: $\Sigma I_i \Delta_i = 365 \cdot (AA) \cdot (\Sigma I_i) \cdot (\Sigma \Delta_i)$

όπου:

AA : ο μέσος αριθμός αξόνων ανά ημέρα

ΣI_i : ο συντελεστής ισοδυναμίας

$\Sigma \Delta_i$: ο συντελεστής αύξησης που δίνεται από τη σχέση:

$$\Sigma \Delta_i = \frac{(1 + PA)^{PY} - 1}{PA}$$

(PY : η περίοδος υπολογισμού σε έτη)

Ο νόμος αστοχίας λόγω κόπωσης της ασφαλικής στρώσης δίνεται από τη σχέση:

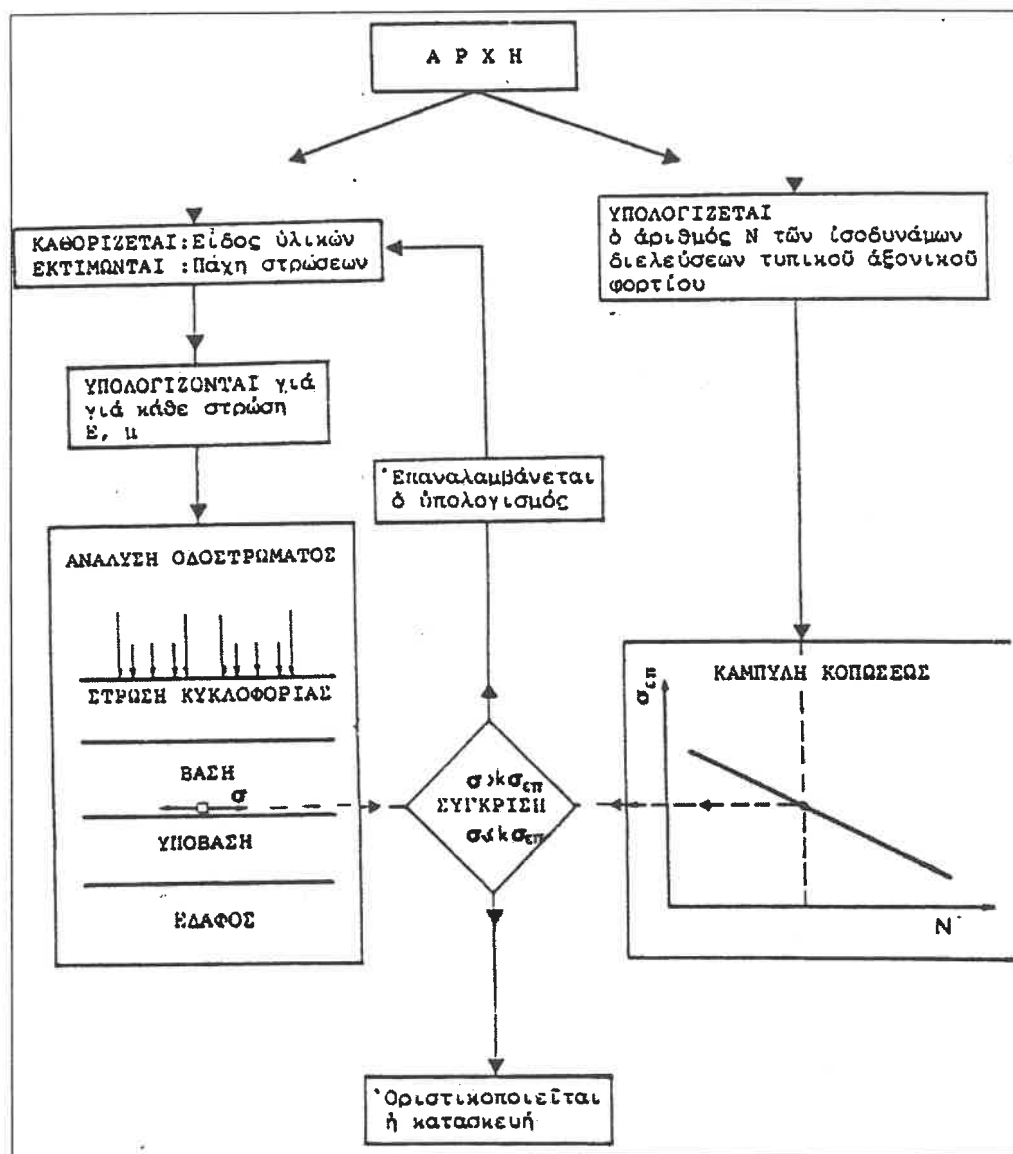
$$N_{E\pi} = 85.683 \cdot 10^{-13} \cdot \epsilon_r^{-4,831}$$

ενώ ο νόμος αστοχίας λόγω παραμενουσών παραμορφώσεων της στρώσης έδρασης από τη σχέση:

$$N_{E\pi} = 1.02 \cdot 10^{-7} \cdot \epsilon_z^{-4,167}$$

1.3.2 Υπολογισμός Ημιάκαμπτων οδοστρωμάτων

Για τον υπολογισμό των ημιάκαμπτων οδοστρωμάτων, θα πρέπει εξ' αρχής να τονισθεί ότι διαφέρουν από τα εύκαμπτα ως προς τη δομική απόκριση στις



Εικόνα 1.3-2 Βασικές αρχές και στάδια υπολογισμού οδοστρώματος με σταθεροποιημένη με τσιμέντο βάση

επιπονήσεις και ως προς την εν γένει συμπεριφορά τους γενικά. Οι κατεργασμένες στρώσεις λόγω της μεγάλης ακαμψίας που έχουν σε σχέση με την ασφαλική στρώση και των στρώσεων από μη κατεργασμένα αμμοχάλικα, ή εδαφικά υλικά, μεταβάλλουν την κατανομή των επιπονήσεων στα διάφορα σημεία του οδοστρώματος, μεταθέτουν σε άλλες στρώσεις τα κρίσιμα σημεία και επιπροσθέτως λόγω ορισμένων ιδιοτεροτήτων τους (ρωγμές εξ' ανακλάσεως

προσδίδουν στο οδόστρωμα διαφορετική συμπεριφορά. Η διαστασιολόγηση επομένως των οδοστρωμάτων αυτών, διαφέρει από τη διαστασιολόγηση των άλλων τύπων οδοστρωμάτων.[21]

Στα ημιάκαμπτα οδοστρώματα επειδή οι στρώσεις έχουν μεγάλη ακαμψία αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού από κάμψη οι οποίες μπορεί να είναι κρίσιμες για τη συμπεριφορά του οδοστρώματος. Ο υπολογισμός του οδοστρώματος σε αυτή την περίπτωση γίνεται ώστε η σταθεροποιημένη στρώση να μη ρηγματωθεί από κόπωση. Η συμπεριφορά των σταθεροποιημένων εδαφικών υλικών σε κόπωση εξετάζεται συνήθως σε κάμψη και προσεγγίζει περισσότερο τις συνθήκες επιπόνησης των στρώσεων αυτών. Ο έλεγχος του οδοστρώματος σε ρηγμάτωση από κόπωση των σταθεροποιημένων στρώσεων ακολουθεί την πορεία της εικόνας 1.3-2.[19]

1.3.3 Υπολογισμός Δύσκαμπτων οδοστρωμάτων

Τα δύσκαμπτα οδοστρώματα δεν έχουν ανάγκη από μεγάλο αριθμό στρώσεων γιατί το σκυρόδεμα που αποτελεί την κύρια και πολλές φορές τη μοναδική στρώση του οδοστρώματος, είναι υλικό με συγκριτικά μεγάλο μέτρο ελαστικότητας και σημαντική αντοχή σε κάμψη. Οι τάσεις από τα φορτία αναλαμβάνονται από το σκυρόδεμα επειδή είναι υλικό με μεγάλη ακαμψία και κατανέμονται σε μεγάλη έκταση μειωμένες. Επειδή στην εργασία αυτή δε θα ασχοληθούμε αναλυτικά με τα δύσκαμπτα σκυροδέματα αναφέρεται επιγραμματικά η διαδικασία υπολογισμού παρακάτω:

α. Καθορισμός του μηχανικού προσομοιώματος που παριστά το οδόστρωμα.

β. Καθορισμός του είδους, της έντασης και της διάρκειας των επιπονήσεων που προβλέπεται να υποστεί το οδόστρωμα. (καθορισμός φόρτισης)

γ. Εκτίμηση του πάχους των διαφόρων στρώσεων του οδοστρώματος και εκτίμηση του μέτρου ελαστικότητας και του μέτρου Poisson των υλικών των στρώσεων.

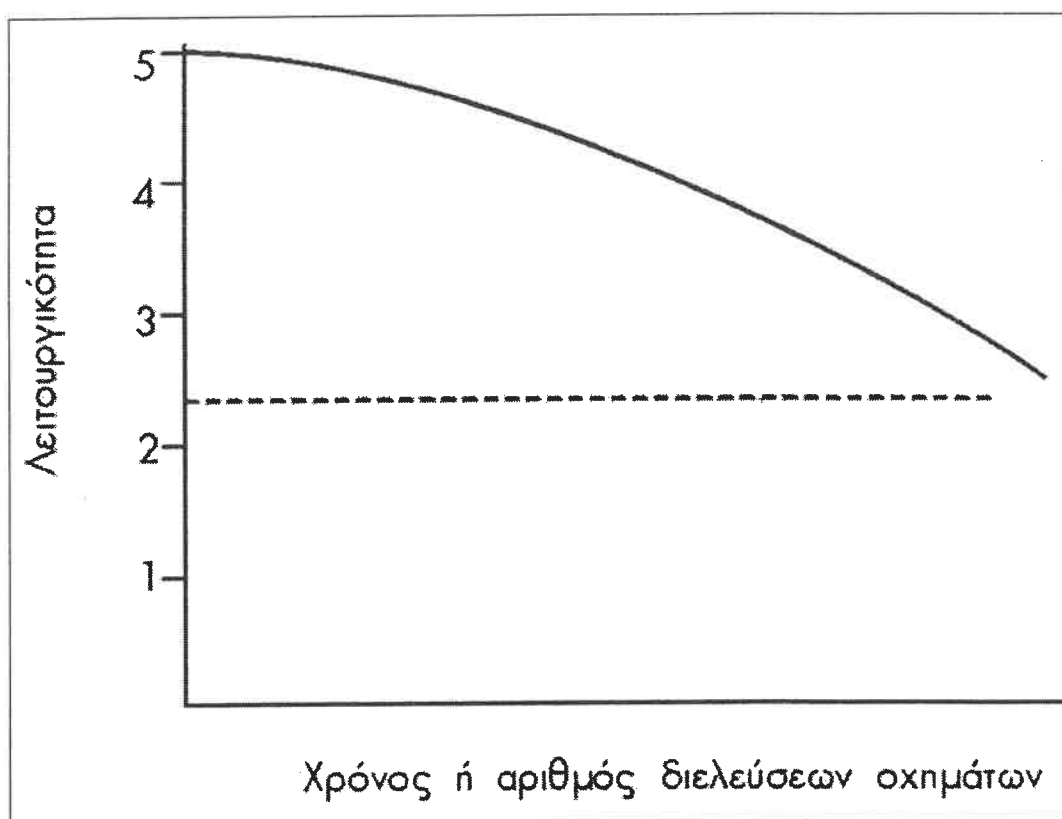
δ. Ανάλυση της εντατικής κατάστασης (τάσεις, παραμορφώσεις, υποχωρήσεις) που αναπτύσσονται στο οδόστρωμα υπό την επενέργεια των επιπονήσεων.

ε. Έλεγχος της επάρκειας του οδοστρώματος έτσι ώστε να μην παρουσιάσει αστοχία κατά τη διάρκεια της προβλεπόμενης χρήσης σε καμιά στρώση του οδοστρώματος και στη στρώση έδρασης. Για το σκοπό αυτό απαιτείται η γνώση του νόμου της κόπωσης του σκυροδέματος και ο νόμος αστοχίας των υλικών

υπόβασης από διάβρωση. Ο νόμος αστοχίας της στρώσης έδρασης συνήθως δεν απαιτείται γιατί οι τάσεις που μεταβιβάζονται κάτω από την πλάκα του σκυροδέματος είναι πολύ μικρές για να προκαλέσουν αστοχία.[13]

1.3.4 Συντήρηση Οδοστρωμάτων

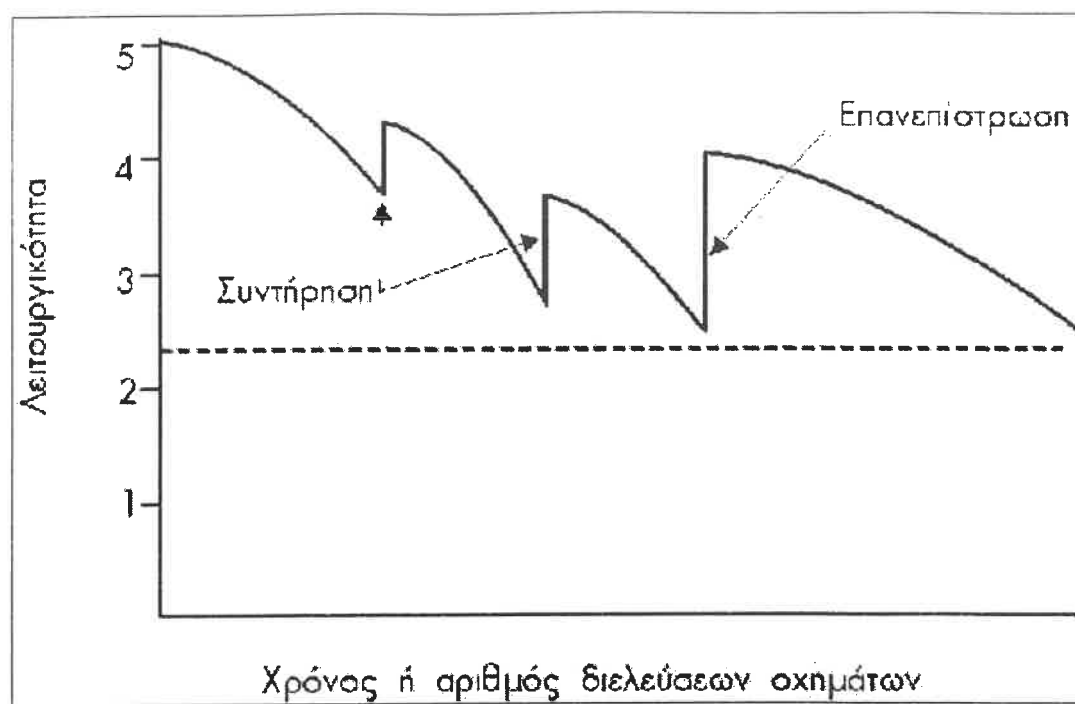
Τα οδοστρώματα σχεδιάζονται για κάποιο αριθμό ετών ώστε να παραλάβουν τα φορτία σε αυτό το χρονικό διάστημα, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.3-3.



Εικόνα 1.3-3 Μεταβολή της λειτουργικότητας με το χρόνο

Το επίπεδο εξυπηρέτησης συνεχώς μειώνεται και για να βελτιωθεί ή να διατηρηθεί σε ένα επιθυμητό επίπεδο απαιτείται συντήρηση του οδοστρώματος. Η έναρξη της συντήρησης και η συχνότητα αυτής διασφαλίζουν την επίτευξη του αρχικού στόχου δηλαδή το οδόστρωμα να παρέχει ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης σε όλη τη διάρκεια της ζωής του.

Σε κάποιο σημείο της ζωής του οδοστρώματος είναι αναγκαία η αποκατάσταση με σκοπό τη βελτίωση της κατάστασής του και την αύξηση της ζωής του. Η συστηματική και έγκαιρη συντήρηση είναι αναγκαία και η αποκατάσταση του είναι προτιμότερο να γίνεται πριν το επίπεδο εξυπηρέτησης λάβει την ελάχιστη επιτρεπτή τιμή, εικόνα 1.3-4.



Εικόνα 1.3-4 Επίδραση της συντήρησης στη μεταβολή της λειτουργικότητας

1.4 Ασφάλτος και ασφαλτικά γαλακτώματα

1.4.1 Φυσικές ασφαλτοι

Η φυσική ασφάλτος προέρχεται από φυσική μεταλλαγή του αργού πετρελαίου. Αυτή επιτεύχθηκε πριν από εκατομμύρια χρόνια κάτω από την επίδραση βακτηριδίων. Η βακτηριδιακή αυτή αποσύνθεση του αργού πετρελαίου είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί η περιεκτικότητα του αργού πετρελαίου σε κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως η-αλκυλένια) και σε ελαφρά έλαια και να γίνει έτσι το αργό πετρέλαιο περισσότερο βαρύ και παχύρρευστο παίρνοντας τη μορφή της ασφάλτου. Η ασφάλτος που χρησιμοποιήθηκε μέχρι και τις αρχές του εικοστού αιώνα ήταν φυσική ασφάλτος. [16].

1.4.2 Πετρελαϊκή ασφάλτος

Η πετρελαϊκή ασφάλτος είναι παράγωγο κλασματικής απόσταξης αργού πετρελαίου. Το αργό πετρέλαιο προέρχεται από οργανική ύλη (φυσική και θαλάσσιους οργανισμούς) η οποία πριν από εκατομμύρια χρόνια εναποτέθηκε σε πολύ μεγάλα πάχη, μαζί με λάσπη και κομμάτια βράχων, στο πυθμένα των ωκεανών. Υπό την επίδραση του υπερκείμενου βάρους σχηματίστηκαν υδατογενή πετρώματα. Το αλατούχο-λιμνώδες περιβάλλον αποσάθρωσε την οργανική ύλη, η οποία κάτω από την επίδραση των υψηλών πιέσεων, θερμοκρασιών, βακτηριδιακή δράσης και πιθανότατα ακτινοβολίας μετατράπηκε σε υδρογονάνθρακες της μορφής του αργού πετρελαίου. Περαιτέρω εναποθέσεις σε νεότερους χρόνους σχημάτισαν νέα στρώματα πετρωμάτων τα οποία πίεσαν το αργό πετρέλαιο να ανέλθει δια μέσου πορωδών πετρωμάτων στην επιφάνεια της γης. Στο σημείο που τα πορώδη πετρώματα ήταν υπερκαλυμμένα από μη-πορώδη πετρώματα, το αργό πετρέλαιο μαζί με αέρια σχημάτιζε τεράστιες υπόγειες δεξαμενές. Εκεί παρέμεινε και παραμένει μέχρι τελικής εξορύξεως.

Αναλόγως της αρχικής σύστασης της οργανικής ύλης και των συνθηκών που επικράτησαν, το αργό πετρέλαιο απέκτησε τις δικές του φυσικές και χημικές ιδιότητες. Έτσι, κάθε πετρελαιοπαραγωγική περιοχή παράγει το δικό της τύπο αργού πετρελαίου. Η μορφή του αργού πετρελαίου διαφέρει από μαύρο παχύρρευστο έως καστανόξανθο λεπτόρρευστο υγρό. Παραγωγή πετρελαϊκής ασφάλτου κατάλληλης για την οδοποιία γίνεται μόνο από το αργό πετρέλαιο ορισμένων περιοχών.

Η άσφαλτος, παράγεται από το υπόλειμμα της απόσταξης του αργού πετρελαίου κατόπιν περαιτέρω αποστάξεως (με υπό-πίεση). Από τη δεύτερη απόσταξη παράγονται διάφοροι τύποι ασφάλτων που θα χρησιμοποιηθούν σε έργα οδοποιίας και έργα αεροδρομίων (άσφαλτος οδοστρώσις). Ο τύπος της ασφάλτου που θα παραχθεί καθορίζεται τόσο από την προέλευση του αργού πετρελαίου όσο και από τις συνθήκες υπό-πίεσης (10-100mm Hg) και θερμοκρασίας (350-400°C) που επικρατούν στη στήλη απόσταξης.

1.4.3 Άσφαλτος ή ασφαλτικό συνδετικό υλικό

Η άσφαλτος μπορεί να υποστεί περαιτέρω επεξεργασία, όπως να οξειδωθεί, να γαλακτωματοποιηθεί ή να διαλυθεί με διαλύτες. Στην πρώτη περίπτωση παράγεται η οξειδωμένη άσφαλτος, στη δεύτερη το ασφαλτικό γαλάκτωμα και στην τρίτη το ασφαλτικό διάλυμα. Τέλος, στην άσφαλτο οδοστρώσις μπορεί να προστεθούν διάφορα χημικά πρόσθετα (βελτιωτικά) και να παραχθεί η τροποποιημένη άσφαλτος [16], [8].

Η τυπική % κατά μάζα σύνθεση της ασφάλτου είναι:

- Άνθρακας 82- 88
- Υδρογόνο 8- 11
- Θείο 0- 6
- Οξυγόνο 0- 1.5
- Άζωτο 0- 1

Η σύνθεση της ασφάλτου είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και δεν έχει γίνει προς το παρόν δυνατό να συσχετισθεί η ρεολογική συμπεριφορά της με τα στοιχεία της χημικής ανάλυσής της. Με το διαχωρισμό όμως των συστατικών της ασφάλτου σε τέσσερις χημικές ομάδες συστατικών μπορούν να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα. Οι ομάδες αυτές είναι

Ασφαλτένια

Αρωματικοί υδρογονάνθρακες

Κορεσμένοι υδρογονάνθρακες

Ρητίνες.

Τα 2,3, και 4 συστατικά αποτελούν την ευρύτερη ομάδα των μαλτένιων. Ο διαχωρισμός αυτός επιτυγχάνεται με

- α. Διάλυση με ορισμένους διαλύτες
- β. Προσρόφηση σε λεπτόκοκκα υλικά.
- γ. Χρωματογραφία.
- δ. Μοριακή απόσταξη.

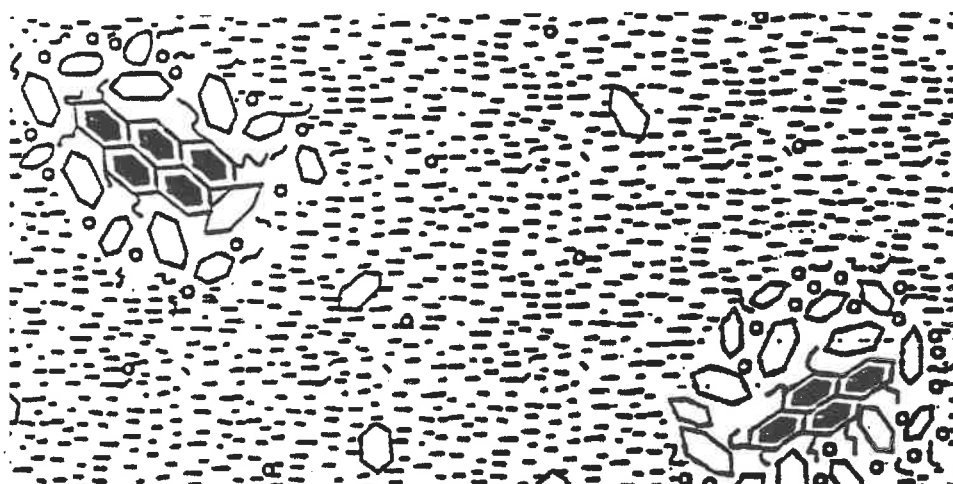
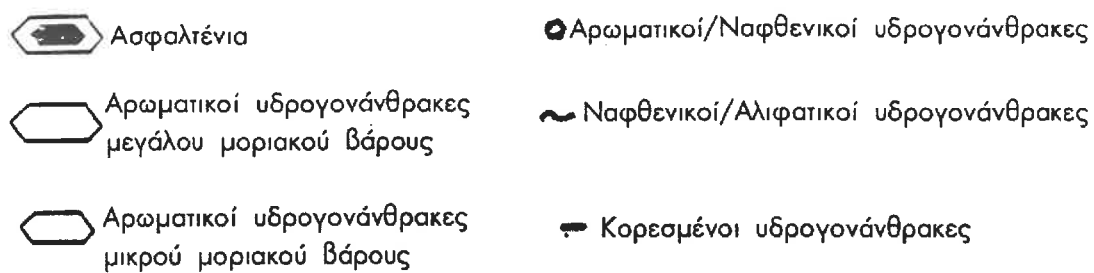
Τα ασφαλτένια είναι συστατικά μεγέθους 5- 30mm μεγάλου μοριακού βάρους (1.000- 1.000.000) με μεγάλη πολικότητα, αδιάλυτα σε n- επτάνιο που επηρεάζουν σημαντικά τις ρεολογικές ιδιότητες της ασφάλτου. Το ποσοστό των ασφαλτένιων κυμαίνεται από περίπου 5%- 25%. Όσο το ποσοστό αυξάνει τόσο η ασφάλτος γίνεται πιο σκληρή.

Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες έχουν το μικρότερο μοριακό βάρος από τα άλλα συστατικά της ασφάλτου (300- 2.000) και αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του υλικού διασποράς 40%- 65% της συνολικής μάζας της ασφάλτου και δεν έχουν πολικότητα.

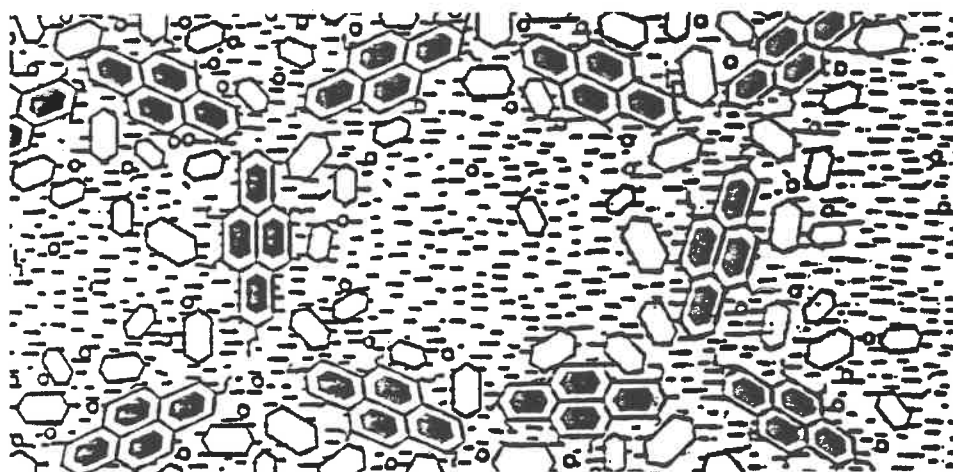
Οι κορεσμένοι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες είναι μη πολικά ελαιώδη συστατικά της ασφάλτου με κιτρινωπό χρώμα και αποτελούν το 5%- 20% της ασφάλτου.

Οι ρητίνες είναι στερεά ή ημιστερεά συστατικά μεγέθους 1nm- 5nm με μεγάλη πολικότητα, διαλυτά σε n- επτάνιο, ενδιάμεσου μοριακού βάρους (500- 50.000) χρώματος σκούρου καφέ.

Η ασφάλτος θεωρείται ως ένα κολλοειδές σύστημα στο οποίο τα ασφαλτένια είναι διασκορπισμένα σε ένα συνεχές μέσο διασποράς τα μαλτένια.



1.



2.

Εικόνα 1.4-1

1.4.4 Ασφαλτικά διαλύματα

Για να αναμιχθεί η άσφαλτος με τα αδρανή πρέπει να είναι σε ρευστή κατάσταση, πράγμα που το επιτυγχάνουμε δημιουργώντας ασφαλτικά διαλύματα. Τα ασφαλτικά διαλύματα είναι προϊόντα ανάμιξης ασφάλτου και διαλυτών. Λόγω της ύπαρξης διαλυτών, όπως βενζίνη, φωτιστικό πετρέλαιο, νάφθα, ή άλλων λιγότερο πτητικών διαλυτών (έλαια), τα ασφαλτικά διαλύματα έχουν μικρότερο ιξώδες από αυτό της ασφάλτου και στη φυσική τους κατάσταση και υπό κανονικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος είναι ρευστά υλικά, σε αντίθεση με την άσφαλτο που θεωρείται «στερεό» υλικό. Για το λόγο αυτό τα ασφαλτικά διαλύματα δεν απαιτούν τόσο υψηλές θερμοκρασίες, όπως οι άσφαλτοι οδοστρώσις, κατά την εφαρμογή τους. Η παρουσία λοιπόν των διαλυτών αντικαθιστά ένα μέρος της θερμότητας που απαιτείται για να γίνει η άσφαλτος εργάσιμη». Μετά την ανάμιξή τους με αδρανή ή ψεκασμό αυτών επί επιφανειών, οι διαλύτες αρχίζουν να εξατμίζονται αφήνοντας μόνη την άσφαλτο να λειτουργήσει ως συνδετικό υλικό. Τα ασφαλτικά διαλύματα χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν για την παραγωγή ασφαλτομιγμάτων ανοικτού κυρίως τύπου και σε περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, καθώς και σε εργασίες προεπάλειψης, συγκολλητικής και ασφαλτικής επάλειψης.

Αναλόγως του χρόνου εξάτμισης του διαλύτη, που εξαρτάται από το είδος αυτού (περισσότερο ή λιγότερο πτητικοί), τα διαλύματα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες : σε διαλύματα βραδείας (BE), μέσης (ME), ή ταχείας (TE) εξάτμισης. Τα διαλύματα μέσης εξάτμισης είναι αυτά που συνήθως χρησιμοποιούνται στην οδοποιία. Για την παραγωγή των ασφαλτικών διαλυμάτων μέσης εξάτμισης, χρησιμοποιείται άσφαλτος τύπου 80/100 pen ή 180/200 pen και φωτιστικό πετρέλαιο σε διάφορες αναλογίες έτσι ώστε να επιτευχθεί διάλυμα συγκεκριμένου ιξώδους.

Θα πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα ότι τα ασφαλτικά διαλύματα είναι ενεργειακά ασύμφορα και περιβαλλοντικά επιβλαβή. Κατά την παραγωγή τους χρησιμοποιείται διαλύτης ο οποίος εξατμίζεται στο περιβάλλον μετά την ανάμιξη του διαλύματος με αδρανή ή τον ψεκασμό αυτού στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Με την εξάτμιση του διαλύτη σπαταλάται ενέργεια και επιδεινώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση. Έχει υπολογιστεί ότι για να παραχθεί ένα γαλόνι ασφαλτικού διαλύματος ME απαιτείται περίπου 12 έως 28 φορές παραπάνω ενέργεια, αναλόγως του τύπου του διαλύματος, από αυτήν που

απαιτείται για την παραγωγή ενός γαλονιού ασφάλτου. Η ενέργεια αυτή εξατμίζεται ενώ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικότερα.

Με βάση τα παραπάνω, τα τελευταία 15 περίπου χρόνια η χρήση των ασφαλικών διαλυμάτων σε πολλές χώρες του εξωτερικού άρχισε να περιορίζεται ή ακόμη και να απαγορεύεται. Στην Ελλάδα, συνίσταται η πλήρης αντικατάσταση των διαλυμάτων με ασφαλικά γαλακτώματα στις εργασίες προεπάλειψης, συγκολλητικής και ασφαλικής επάλειψης. Σήμερα, τα ασφαλικά διαλύματα χρησιμοποιούνται από λίγες μόνο χώρες, κυρίως χώρες με χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, ή επιλεκτικά σε περιορισμένη κλίμακα, για την παραγωγή ασφαλτομιγμάτων πλήρωσης λάκκων ή τύπου Macadam ή για ασφαλικές επαλείψεις [1], [9].

1.4.5 Ασφαλτικά γαλακτώματα

Τα ασφαλικά γαλακτώματα είναι προϊόντα γαλακτωματοποίησης της ασφάλτου με νερό. Το νερό είναι η συνεχής ή εσωτερική φάση και η ασφάλτος η ασυνεχής ή εξωτερική φάση. Τα σωματίδια της ασφάλτου, μεγέθους 0.110mm περίπου, βρίσκονται σε μόνιμη αιώρηση μέσα στο νερό.

Η αιώρηση των σωματιδίων της ασφάλτου επιτυγχάνεται με την ομοιόμορφη φόρτιση αυτών κατά το στάδιο της γαλακτωματοποίησης με την προσθήκη χημικού προσθέτου που ονομάζεται γαλακτωματοποιητής». Η τυπική αναλογία ασφάλτου και νερού είναι 60%-40%, κατά βάρος, αντίστοιχα. Ανάλογα με την επιφανειακή φόρτιση των σωματιδίων, τα ασφαλικά γαλακτώματα χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες : τα κατιονικά (ή όξινα), όπου τα σωματίδια είναι φορτισμένα θετικά και τα ανιονικά (ή αλκαλικά), όπου τα σωματίδια της ασφάλτου είναι φορτισμένα αρνητικά. Η ονομασία κατιονικά προέρχεται από το γεγονός ότι τα φορτισμένα με θετικό επιφανειακό φορτίο σωματίδια της ασφάλτου, όταν διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα, οδεύουν και επικάθονται στην κάθοδο. Αντίστοιχη είναι η ονομασία των ανιονικών όπου τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια της ασφάλτου οδεύουν και επικάθονται στην άνοδο. Η εναλλακτική ονομασία όξινα ή αλκαλικά προέρχεται από το γεγονός ότι τα σωματίδια της ασφάλτου βρίσκονται σε αιώρηση σε όξινο ή αλκαλικό υδατικό περιβάλλον. Βεβαίως υπάρχουν και τα μη-ιονικά ασφαλικά γαλακτώματα, όπου τα σωματίδια της ασφάλτου βρίσκονται σε αιώρηση σε ουδέτερο υδατικό περιβάλλον (PH περίπου 7). Τα γαλακτώματα αυτά δεν χρησιμοποιούνται στην οδοποιία, πλην

όμως η χρήση τους μπορεί να είναι πιο ευρεία καθώς βελτιώνεται η τεχνολογία των γαλακτωμάτων.

Τα ασφαλτικά γαλακτώματα, ανιονικού τύπου, πρωτοχρησιμοποιήθηκαν σε έργα οδοποιίας στις αρχές του εικοστού αιώνα. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά, εφ' όσον εφαρμόζονταν πιστά οι οδηγίες χρήσης τους. Το κυριότερο πρόβλημα που παρουσιάστηκε, ήταν το «ξέπλυμα των αδρανών από άσφαλτο στην περίπτωση που έβρεχε σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή τους (διάστρωση ψυχρού μίγματος ή ψεκασμού αυτών πάνω στην επιφάνεια του οδοστρώματος). Το γεγονός αυτό οφειλόταν στην "επαναγαλακτωματοποίηση" του συνδετικού υλικού λόγω μη πλήρους διάσπασης του γαλακτώματος. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μη συνεχιστεί η χρήση αυτών, στην Ελλάδα, μέχρι περίπου το τέλος της δεκαετίας του '70, και αντί αυτών να χρησιμοποιούνται τα ασφαλτικά διαλύματα. Η εμφάνιση όμως των κατιονικών γαλακτωμάτων στις αρχές της δεκαετίας του '60 εξάλειψε το παραπάνω πρόβλημα και έτσι από τις αρχές της δεκαετίας του '80 άρχισαν να κερδίζουν και πάλι την εμπιστοσύνη των χρηστών.

Σήμερα, τόσο διεθνώς όσο και στην Ελλάδα, τα ασφαλτικά γαλακτώματα χρησιμοποιούνται σε όλο το φάσμα των έργων οδοποιίας, όπως: παραγωγή ψυχρών ασφαλτικών μιγμάτων παντός τύπου σε μόνιμη ή αυτοκινούμενη μονάδα παραγωγής, ασφαλτικές επαλείψεις, συγκολλητικές επαλείψεις, προεπάλειψη, εμποτισμό σκυρωτών, ψυχρά ασφαλτομίγματα με δυνατότητα αποθήκευσης για πλήρωση λάκκων, πλήρωση επιφανειακών ρωγμών οδοστρωμάτων, σταθεροποίηση πρανών κλπ.

Στην Ελλάδα σε σύγκριση με άλλες χώρες του εξωτερικού, λαμβανομένων υπόψη των πλεονεκτημάτων που έχουν ιδιαίτερα σε ορισμένες εφαρμογές, υπολείπεται κατά πολύ σε αναλογία χρήσης της ασφάλτου σε έργα οδοποιίας. Στην Γαλλία, παραδείγματος χάριν, το 1993 στα έργα οδοποιίας χρησιμοποιήθηκαν 1.2 εκατομμύρια τόνοι ασφαλτικών γαλακτωμάτων έναντι 2.2 εκατομμυρίων τόνων ασφάλτου (ποσοστό 54.5%). Στην Ελλάδα το 1994 η αντίστοιχες ποσότητες ήταν 6.000 τόνοι ασφαλτικών γαλακτωμάτων και 300.000 τόνοι ασφάλτου (ποσοστό 0.02%).

Τα ασφαλτικά γαλακτώματα συγκρινόμενα με τα ασφαλτικά διαλύματα αλλά και με την άσφαλτο έχουν τα εξής βασικά πλεονεκτήματα:

- Είναι από άποψη δαπάνης ενέργειας ή εξοικονόμησης αυτής συμφερότερα
- Συμβάλλουν στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης καθιστούν τις ασφαλτικές εργασίες ασφαλέστερες

- Έχουν την δυνατότητα να επικαλύπτουν, επιτυχώς, με άσφαλτο υγρά αδρανή ή υγρές επιφάνειες
- Επιταχύνουν την πρόοδο των εργασιών και βελτιώνουν την παραγωγικότητα του συνεργείου κατασκευής
- Αποτρέπουν ορισμένες κατασκευαστικές αστοχίες όπως ολίσθηση ταπήτων, ανάδυση ασφάλτου και περαιτέρω οξείδωση της ασφάλτου από παρατεταμένη θέρμανση αυτής, και
- Επιφέρουν καλύτερα αποτελέσματα στις εργασίες συγκολλητικής και προεπάλειψης.

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα απορρέουν από το γεγονός ότι λόγω του πολύ χαμηλού ιξώδους σε σύγκριση με την άσφαλτο αλλά και τα ασφαλτικά διαλύματα, η χρήση των γαλακτωμάτων δεν προϋποθέτει τη χρήση θερμότητας σε κανένα στάδιο εφαρμογής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ασφαλτικές εργασίες να είναι ασφαλέστερες αλλά και να συνεχίζονται και με χαμηλότερες περιβαλλοντικές θερμοκρασίες από αυτές που απαιτούνται για τα θερμά ασφαλτομίγματα. Επίσης, το χαμηλό ιξώδες επιτυγχάνεται με την προσθήκη νερού και όχι διαλύτη. Έτσι εξατμίζεται νερό και όχι υλικό υψηλής θερμικής ενέργειας και συναλλαγματικής αξίας. Επίσης, η εξατμισμό ύδατος δεν επιβαρύνει την ατμοσφαιρική ρύπανση, σε αντίθεση με τους διαλύτες. Τέλος, οι γαλακτωματοποιητές για την παραγωγή κατιονικών γαλακτωμάτων έχουν από τη φύση τους συγκολλητικές ιδιότητες οι οποίες προστιθέμενες σε αυτήν της ασφάλτου αυξάνουν περαιτέρω τη συγκολλητική ικανότητα.[16]

1.4.6 Γαλακτωματοποιητές

Οι γαλακτωματοποιητές για τα ανιονικά γαλακτώματα είναι λιπαρά οξέα που σαπωνοποιούνται αντιδρώντας με το υδροξείδιο του νατρίου ή καλίου. Για τα κατιονικά γαλακτώματα οι γαλακτωματοποιητές είναι συνήθως μονοαμίνες, διαμίνες, αμιδοαμίνες, πολυαμίνες ή ιμιδαζολίνες που διαλύονται με οξέα, υδροχλωρικό συνήθως, ή οξικό πριν τη γαλακτωματοποίηση.

Επίσης χρησιμοποιούνται και ενώσεις τεταρτοταγούς αμμωνίου, που είναι υδατοδιαλυτές και δεν απαιτούν την προσθήκη οξέος ή οξυαιθυλεμίνης. Κάθε μόριο γαλακτωματοποιητή έχει δύο ομάδες. Την υδρόφοβο ή ελαιοφιλική που είναι μη-πολική και διαλύεται στην άσφαλτο (Τ) και την υδροφιλική που είναι πολική και η οποία διαλύεται στο νερό. Κατά την γαλακτωματοποίηση τα μόρια του γαλακτωματοποιητή επικάθονται στα μικροσκοπικά σφαιρίδια (μικκύλια) της ασφάλτου με αποτέλεσμα η επιφάνεια αυτών, λόγω της πολικότητας του

υδροφίλου μέρους, να φορτίζεται ομοιόμορφα. Ως επακόλουθο, αναπτύσσονται ωστικές δυνάμεις μεταξύ των σφαιριδίων με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η συγκόλληση αυτών και να διατηρείται η μόνιμη αιώρηση αυτών μέσα στη συνεχή υδάτινη φάση και έτσι να δημιουργείται το ασφαλικό γαλάκτωμα. Αναλόγως της πολικότητας του υδροφιλικού μέρους τα γαλακτώματα χαρακτηρίζονται ως κατιονικά ή ανιονικά [16].

1.4.7 Ιδιότητες ασφαλικού γαλακτώματος

Το παραχθέν ασφαλικό γαλάκτωμα θα πρέπει να είναι "σταθερό" ώστε να μπορεί να αποθηκευθεί για κάποιο χρονικό διάστημα αλλά και να μεταφερθεί στο έργο δίχως να διασπασθεί. Επίσης, θα πρέπει να έχει το κατάλληλο ιξώδες ώστε να μπορεί να ψεκάσθει σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος και δίχως ιδιαίτερη θέρμανση. Τέλος, θα πρέπει να επικολλάται καλά επί των αδρανών και να διασπάται με τον επιθυμητό ρυθμό διάσπασης. Είναι φανερό ότι ορισμένες από τις ιδιότητες του γαλακτώματος όπως "ευστάθεια" και "διάσπαση" αυτών φαίνονται να είναι σε αντίθεση. Ουσιαστικά έτσι είναι, μόνο που οι δύο προαναφερθείσες ιδιότητες απαιτούνται σε διαφορετικά στάδια χρήσης του γαλακτώματος. Η πρώτη ιδιότητα απαιτείται κατά την αποθήκευση ενώ η δεύτερη κατά την εφαρμογή αυτού.

Αποθηκευτική ευστάθεια γαλακτώματος

Η αποθηκευτική ευστάθεια του γαλακτώματος είναι ουσιαστικής σημασίας διότι άλλως το παραχθέν και αποθηκευθέν γαλάκτωμα δε θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ικανοποιητικά ή θα ήταν τελείως ακατάλληλο προς χρήση. Η αποθηκευτική ευστάθεια του γαλακτώματος επηρεάζεται κυρίως από το μέγεθος των σφαιριδίων της ασφάλτου, που βρίσκονται σε αιώρηση στην υδάτινη φάση αλλά και από την κατανομή μεγέθους των σφαιριδίων. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος των σφαιριδίων τόσο μεγαλύτερο είναι το ίδιο βάρος τους με αποτέλεσμα τα σφαιρίδια να μην μπορούν να κρατηθούν σε αιώρηση και να αρχίζουν να καθιζάνουν και να συσσωρεύονται στον πυθμένα της δεξαμενής ή του βαρελιού. Όσο πιο ανομοιόμορφη είναι η κατανομή μεγέθους των σφαιριδίων τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα καθίζησης (μικρότερη πυκνότητα σωματιδίων). Κατά την πτώση τους τα σωματίδια αυτά πιθανόν να παρασύρουν στον πυθμένα και άλλα σωματίδια με αποτέλεσμα να επέλθει μεγαλύτερη συσσώρευση όγκου σφαιριδίων. Έτσι, δημιουργείται μια περιοχή, η κατώτερη, πλούσια σε άσφαλτο και μια περιοχή, η ανώτερη, φτωχή σε άσφαλτο. Στο στάδιο αυτό μια απλή ανάδευση

επαναφέρει το σύστημα στην αρχική του μορφή. Έτσι, μπορεί να ειπωθεί ότι το φαινόμενο της συσώρευσης είναι αναστρέψιμο. Με την περαιτέρω συσώρευση των ασφαλικών σφαιριδίων στον πυθμένα και λόγω τόσο του ίδιου βάρους του σχηματισθέντος "σωρού" των σφαιριδίων όσο και των υπερκείμενων υδροστατικών πιέσεων επέρχεται συγκόλληση και συγχώνευση αυτών σε μία ενιαία ασφαλική μάζα. Το φαινόμενο της συγκόλλησης και συγχώνευσης είναι μη αναστρέψιμο. Η περιεκτικότητα του γαλακτώματος σε άσφαλο έχει μειωθεί δραστικά δεδομένου ότι αυτή μετά από κάποιο χρονικό διάστημα βρίσκεται, πιθανότατα σχεδόν στο σύνολό της, συγκολλημένη στον πυθμένα του βαρελιού ή της δεξαμενής. Στην περίπτωση αυτή το γαλάκτωμα είναι ακατάλληλο για χρήση.

Το μέγεθος των σφαιριδίων, που κανονικά θα πρέπει να είναι της τάξεως 0,5 έως 15μm για το 85% τουλάχιστον του αριθμού αυτών, επηρεάζεται κυρίως από την απόσταση του διάκενου μεταξύ του ρότορα και του στάτορα. Εάν για κάποιο λόγο το διάκενο μεγαλώσει, το παραγόμενο γαλάκτωμα θα είναι περισσότερο "χονδρόκοκκο". Το μέγεθος των σφαιριδίων μπορεί επίσης να επηρεασθεί από τη χαμηλή θερμοκρασία της ασφάλτου και του υδάτινου διαλύματος κατά την γαλακτωματοποίηση.

Η αποθηκευτική ευστάθεια του γαλακτώματος μπορεί επίσης να επηρεασθεί από το ιξώδες του γαλακτώματος, από το ειδικό βάρος της ασφάλτου και από την περιεκτικότητα του γαλακτώματος σε γαλακτωματοποιητή.

Γαλακτώματα με μικρό σχετικά ιξώδες και γαλακτώματα που παρήχθησαν από άσφαλο με μεγάλο σχετικά ειδικό βάρος είναι περισσότερο επιρρεπή σε καθίζηση από αυτά με υψηλό ιξώδες και με άσφαλο μικρότερου ειδικού βάρους. Η παρουσία μεγαλύτερης ποσότητας γαλακτωματοποιητή στο σύστημα επιβραδύνει το ρυθμό καθίζησης. Πλην όμως, δε θα πρέπει να προτιμάται ως λύση διότι αφενός ο γαλακτωματοποιητής είναι το ακριβότερο συστατικό του γαλακτώματος και αφετέρου θα επιφέρει και άλλες επιπτώσεις, κυρίως αύξηση του χρόνου διάσπασης του γαλακτώματος.

Η διαπίστωση της αποθηκευτικής ευστάθειας του γαλακτώματος ελέγχεται γρήγορα με την εκτέλεση της απλούστατης δοκιμής καθίζησης των 24 ωρών. Το μέγεθος των ασφαλικών σφαιριδίων καθώς και η κατανομή του μεγέθους αυτών μπορεί να καθοριστεί χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικά μικροσκόπια ή καλύτερα μηχανήματα κοκκομετρικής ανάλυσης. Για τις ανάγκες του έργου και για μια γρήγορη και μη δαπανηρή εκτίμηση των διαστάσεων των σφαιριδίων χρησιμοποιείται η δοκιμή του κόσκινου.

Κατά την αποθήκευση ή μεταφορά των γαλακτωμάτων δεν θα πρέπει να παραβλέπεται η καθαρότητα των δεξαμενών ή βαρελιών. Σε περίπτωση ύπαρξης κατάλοιπων ή ξένων στερεών σωματιδίων είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα επηρεάσουν την ευστάθεια και τη γενικότερη συμπεριφορά αυτού. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να ειπωθεί ότι ανεξάρτητα της καθαρότητας του αποθηκευτικού χώρου, το γαλάκωμα δε θα πρέπει να εκτίθεται για μεγάλο χρονικό διάστημα στον αέρα του περιβάλλοντος. Και αυτό διότι λόγω της μερικής εξάτμισης του ύδατος στην επιφάνεια αλλά και της επαφής με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας επέρχεται επιφανειακή διάσπαση αυτού. Η επιφανειακή διάσπαση εμφανίζεται με τη δημιουργία "κρούστας" ασφάλτου. Για το λόγο αυτό τα βαρέλια ή δεξαμενές θα πρέπει να είναι ερμητικά κλεισμένα και αν είναι δυνατό πλήρως γεμισμένα. Η τοποθέτηση επίσης των βαρελιών ή των δεξαμενών είναι προτιμότερο να είναι κατά την κάθετη διεύθυνση.

Τονίζεται ιδιαίτερα ότι, δε θα πρέπει να αναμιγνύεται ανιονικό και κατιονικό γαλάκωμα, διότι λόγω της αντίθετης ηλεκτροστατικής τους φόρτισης επέρχεται στιγμιαία διάσπαση αυτών. Σε περίπτωση που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν δεξαμενές ή βαρέλια που στο παρελθόν είχαν χρησιμοποιηθεί για τον αντίθετο τύπο γαλακτώματος θα πρέπει να καθαρίζονται σχολαστικότερα με άφθονο νερό ή και διαλύτη έτσι ώστε να μην υπάρχει ίχνος γαλακτώματος αντιθέτου τύπου. Δεξαμενές που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν για την αποθήκευση ασφάλτου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση γαλακτωμάτων αφού εξετασθούν ως προς τη μη ύπαρξη ξένων σωμάτων ή αποκολλημένων κομματιών παλαιάς ασφάλτου [16], [22].

Ιξώδες γαλακτώματος

Τα ασφαλικά γαλακτώματα χρησιμοποιούνται σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος και συνεπώς μια ουσιαστική μεταβολή στο ιξώδες αυτών πιθανόν να επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα ή απαίτηση για μερική θέρμανσή τους. Το ιξώδες του γαλακτώματος επηρεάζει κυρίως την ικανότητά του να ψεκάζεται επιτυχώς σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος αλλά και να επικαλύπτει επιτυχώς τα αδρανή με ασφάλτο καθώς και την εργασιμότητα του ψυχρού ασφατομίγματος στο στάδιο της ανάμιξης και της συμπύκνωσης.

Το ιξώδες του γαλακτώματος μεταβάλλεται κυρίως με την αυξομείωση της περιεκτικότητας αυτού σε ασφάλτο. Καθώς αυξάνει η περιεκτικότητα της ασφάλτου στο γαλάκωμα, αυξάνει και το ιξώδες αυτού. Εμφανέστερη είναι η

επίδραση της αύξησης όταν η περιεκτικότητα ασφάλτου ξεπεράσει το ποσοστό του 65%. Επίσης, πτώση της θερμοκρασίας αυξάνει το ιξώδες του γαλακτώματος. Η αύξηση αυτή είναι περισσότερο αισθητή στα γαλακτώματα με περιεκτικότητα ασφάλτου πάνω από 65%. Το ιξώδες του γαλακτώματος επηρεάζεται επίσης από το ιξώδες της ασφάλτου κατά τη γαλακτωματοποίηση, την οξύτητα του υδατικού διαλύματος και την περιεκτικότητα σε γαλακτωματοποιητή. Όταν μειωθεί το ιξώδες της ασφάλτου που εισέρχεται στον κολλοειδή μύλο η μέση διάμετρος των σωματιδίων μειώνεται και το ιξώδες του γαλακτώματος ελαφρώς αυξάνεται. Επίσης σχετική αύξηση του ιξώδους παρατηρείται όταν μειώνεται η οξύτητα του υδατικού διαλύματος και αυξάνεται η περιεκτικότητα του γαλακτωματοποιητή.

Ο τύπος (σκληρότητα) της ασφάλτου που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του γαλακτώματος επηρεάζει επίσης το ιξώδες αυτού αλλά σε μικρότερο βαθμό. Ο βαθμός επηρεασμού εξαρτάται από τον τύπο του γαλακτωματοποιητή. Ο τύπος του γαλακτωματοποιητή επίσης επηρεάζει τη Νευτωνική ή μη συμπεριφορά του γαλακτώματος. Οι Lyttleton και Traxler εξέτασαν ένα μεγάλο αριθμό ανιονικών γαλακτωμάτων και βρήκαν ότι σχεδόν όλα είχαν μη-νευτωνική συμπεριφορά, με την πλειοψηφία αυτών να είναι θιξοτροπικά. Κατιονικά γαλακτώματα που εξετάστηκαν από άλλους ερευνητές είχαν την ίδια συμπεριφορά αλλά στο σύνολό τους το ιξώδες αυτών ήταν χαμηλότερο από αυτό των ανιονικών για την ίδια περιεκτικότητα ασφάλτου, Καθαρά μη-νευτωνική συμπεριφορά βρέθηκε σε κατιονικά γαλακτώματα όταν η περιεκτικότητα ασφάλτου στο μίγμα υπερβεί το 60% [22].

Συγκολλητικότητα γαλακτώματος / ασφάλτου

Σε όλες τις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται ασφάλτος, η ανάγκη καλής συγκόλλησης αυτής με την επιφάνεια των αδρανών είναι πρωτίστης σημασίας. Στα γαλακτώματα με την έναρξη της ιδιότητας αρχίζει η εναπόθεση της ασφάλτου πάνω στα αδρανή, η πρόσφυση της οποίας είναι δεδομένη διότι οι γαλακτωματοποιητές που χρησιμοποιούνται είναι στο σύνολό τους αντιυδρόφιλα υλικά. Εδώ Θα πρέπει να αναφερθεί ότι ιδιαίτερα τα κατιονικά γαλακτώματα, λόγω της φύσεως του γαλακτωματοποιητή (αμίνες ή πολυαμίνες) και του ισχυρότερου δεσμού που αναπτύσσεται, προσφύονται ισχυρότερα από τα ανιονικά γαλακτώματα. Επίσης, λόγω του γεγονότος ότι τα κατιονικά γαλακτώματα αποβάλλουν γρηγορότερα το νερό, η συνεκτικότητα τόσο μεταξύ της ασφάλτου και των αδρανών όσο και του ασφαλτομίγματος αναπτύσσεται πολύ πιο γρήγορα.

Βεβαίως η συνεκτικότητα του μίγματος επηρεάζεται πάρα πολύ από την ανομοιόμορφη κάλυψη των αδρανών με άσφαλτο η οποία συσχετίζεται με το ρυθμό διάσπασης του γαλακτώματος.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκολλητικότητα του γαλακτώματος και κατ' επέκταση της ασφάλτου με τα αδρανή είναι: ο τύπος και η ποσότητα του γαλακτωματοποιητή, η ποιότητα και ο τύπος της ασφάλτου, το PH του υδατικού διαλύματος του γαλακτωματοποιητή και ο τύπος των αδρανών. Επαρκής ποσότητα του επιλεγέντος γαλακτωματοποιητή πρέπει να εμπεριέχεται στο γαλάκτωμα έτσι ώστε να υπάρχει ο απαιτούμενος και επαρκής αριθμός ελεύθερων μορίων γαλακτωματοποιητή. Το PH του υδατικού διαλύματος του γαλακτωματοποιητή θα πρέπει να αυξομειώνεται συναρτήσει κυρίως της χημικής σύστασης της ασφάλτου και του τύπου των αδρανών. Όσον αφορά την επίδραση της ποιότητας των αδρανών στη συγκολλητικότητα του γαλακτώματος / ασφάλτου, Θα πρέπει να ειπωθεί ότι τα κατιονικά γαλακτώματα προσφύονται άριστα με όλα τα αδρανή κατάλληλα για ασφαλτομίγματα σε αντίθεση με τα ανιονικά γαλακτώματα τα οποία, ανεξαρτήτως της σχετικής βραδύτητας ανάπτυξης του δεσμού, προσφύονται ικανοποιητικότερα σε ασβεστολιθικά αδρανή μόνο [16], [22].

Ρυθμός διάσπασης γαλακτώματος

Ο ρυθμός διάσπασης του γαλακτώματος είναι ένας από τους σοβαρότερους παράγοντες για την καλή συμπεριφορά του γαλακτώματος και την επιτυχία της κατασκευής. Θα πρέπει να είναι τέτοιος ώστε, στην περίπτωση παραγωγής ψυχρών ασφαλτομιγμάτων, να παρέχει τον απαιτούμενο χρόνο για την ομοιόμορφη και πλήρη διασπορά της ασφάλτου στην επιφάνεια των αδρανών και παράλληλα να επιταχύνει τη γρήγορη ανάπτυξη της συνεκτικότητας του μίγματος, ώστε να δύναται να δοθεί στην κυκλοφορία όσο τα δυνατόν συντομότερα. Το απαιτούμενο, φαινομενικά είναι δύσκολο, πλην όμως στην πράξη είναι δυνατόν να επιτευχθεί. Ο χρόνος που απαιτείται για τη διασπορά του γαλακτώματος / ασφάλτου στην επιφάνεια των αδρανών είναι ο χρόνος ανάμιξης που στην περίπτωση παραγωγής του μίγματος σε μόνιμη ή αυτοκινούμενη εγκατάσταση δεν ξεπερνά το ένα λεπτό. Στην περίπτωση που το μίγμα αναμιγνύεται επί της οδού με μη-μηχανικά μέσα, ο χρόνος διάσπασης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος. Τέλος, στην περίπτωση που το ασφαλτικό γαλάκτωμα ψεκάζεται, για εργασίες όπως ασφαλτικές επαλείψεις, ο ρυθμός διάσπασης θα πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να

αναπτύσσεται το δυνατόν συντομότερα η συνεκτικότητα ασφάλτου και αδρανών έτσι ώστε να αποδίδεται το έργο σε κυκλοφορία το δυνατόν συντομότερα. Ανάλογες είναι οι απαιτήσεις του ρυθμού διάσπασης και για τις άλλες εφαρμογές.

Ο ρυθμός διάσπασης του γαλακτώματος εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- τη σύνθεση του γαλακτώματος,
- το ρυθμό εξάτμισης του ύδατος-κλιματολογικές συνθήκες,
- την απορροφητικότητα των αδρανών,
- τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των αδρανών, και
- την παρενόχληση του συστήματος γαλάκτωμα / αδρανή κατά τη διάρκεια της ανάμιξης του ασφαλτομίγματος και τη διάστρωση του τάπητα

Ο ρυθμός διάσπασης του κατιονικού γαλακτώματος μπορεί να τροποποιηθεί από τη σύνθεση του γαλακτώματος, δηλαδή όταν αλλάξει το ποσοστό του γαλακτωματοποιητή, της ασφάλτου και του οξέος στο γαλάκτωμα καθώς και η αναλογία οξέος / γαλακτωματοποιητή. Μείωση της πρώτης και της δεύτερης ή αύξηση της τρίτης και της τέταρτης από τις προαναφερθείσες παραμέτρους, αντίστοιχα, επιφέρουν μείωση του ρυθμού διάσπασης του γαλακτώματος. Επίσης, μείωση των διαστάσεων των σφαιριδίων της ασφάλτου και της κατανομής των κόκκων μειώνει το χρόνο διάσπασης. Αντίστροφες θα πρέπει να είναι οι αυξομειώσεις σε περίπτωση απαίτησης αύξησης του ρυθμού διάσπασης.

Ο ρυθμός εξάτμισης του ύδατος επιδρά άμεσα στο ρυθμό διάσπασης του γαλακτώματος. Επειδή ο ρυθμός εξάτμισης συνδυάζεται με τις κλιματολογικές συνθήκες, ο ρυθμός διάσπασης του γαλακτώματος αυξάνεται όταν : η θερμοκρασία περιβάλλοντος αυξάνεται, όταν αυξάνεται η ένταση του ανέμου ή όταν μειώνεται η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Έτσι, θα πρέπει το γαλάκτωμα που χρησιμοποιείται να είναι όσο το δυνατόν λιγότερο ευαίσθητο στους παραπάνω παράγοντες. Τα κατιονικά γαλακτώματα φαίνεται να είναι περισσότερο ευαίσθητα στις παραπάνω μεταβολές.

Η απορροφητικότητα των αδρανών συσχετίζεται με την απώλεια ύδατος από το γαλάκτωμα. Έτσι, για το ίδιο γαλάκτωμα, όταν χρησιμοποιούνται πορώδη αδρανή ο ρυθμός διάσπασης του γαλακτώματος αναμένεται να είναι ταχύτερος. Η αύξηση του ρυθμού διάσπασης στην περίπτωση χρήσης πορωδών αδρανών μπορεί να ελαχιστοποιηθεί, αν είναι επιθυμητό, με την προ-ύγρανση αυτών με νερό (3-5% νερό κατά βάρος αδρανών). Καλό είναι, εξαιρετικά πορώδη αδρανή (μεγαλύτερη του 3% απορρόφηση σε νερό) να αποφεύγονται.

Τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των αδρανών που επηρεάζουν το ρυθμό διάσπασης είναι : η κοκκομετρική διαβάθμιση και ο μέγιστος κόκκος του μίγματος των αδρανών, το ποσοστό και είδος του φίλλερ, η σχετική υγρασία, η υφή της επιφάνειας και το είδος του μητρικού πετρώματος. Όταν αυξηθεί η ειδική επιφάνεια των αδρανών, ύπαρξη περισσότερων λεπτόκοκκων αδρανών υλικών στο μίγμα, ο ρυθμός διάσπασης του γαλακτώματος αυξάνει. Επίσης, αύξηση του ρυθμού διάσπασης παρατηρείται όταν το ποσοστό του φίλλερ αυξηθεί. Διαφορετικός είναι ο ρυθμός διάσπασης εάν το φίλλερ είναι τσιμέντο, ή ασβεστόλιθος, ή από ασβέστη και ανάλογος του γαλακτώματος που χρησιμοποιείται. Εδώ, θα πρέπει να τονισθεί ότι μεγαλύτερη είναι η επίδραση της αυξομείωσης του ποσοστού του φίλλερ από αυτήν της αλλαγής του είδους του φίλλερ.

Αύξηση της σχετικής υγρασίας των αδρανών επιβραδύνει το ρυθμό διάσπασης του γαλακτώματος. Σχεδόν πάντοτε, ακόμη και με τη χρήση γαλακτωμάτων βραδείας διάσπασης, η διαβροχή των αδρανών με μικρή ποσότητα ύδατος (1-3% περίπου) επιβάλλεται. Η διαβροχή των αδρανών έχει ως αποτέλεσμα να ουδετεροποιούνται κατά ένα βαθμό τα επιφανειακά ιόντα του πετρώματος με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η βίαιη διάσπαση του γαλακτώματος που οδηγεί μετά βεβαιότητας στην ανομοιόμορφη διασπορά της ασφάλτου στο μίγμα.

Τέλος, ο ρυθμός διάσπασης του γαλακτώματος διαφέρει λόγω του αν θα χρησιμοποιηθεί ειδικό μηχάνημα παραγωγής και διάστρωσης ή η ανάμιξη και διάστρωση θα γίνει επί της οδού με grader. Στην πρώτη περίπτωση αυξάνεται λόγω του γεγονότος ότι εξασκούνται υψηλότερες δυνάμεις στο σύστημα γαλάκτωμα / αδρανή. Για τον ίδιο λόγο, ο ρυθμός διάσπασης αυξάνεται όταν το μίγμα υποβάλλεται σε κυλίνδρωση. Έτσι, συνίσταται όπως κυλινδρώνεται η οποιαδήποτε κατασκευή διότι έτσι υποβοηθείται η ταχύτητα ανάπτυξης της συνεκτικότητας του μίγματος και διασφαλίζεται η γρηγορότερη απόδοση του έργου στην κυκλοφορία.

Στο σημείο αυτό να πρέπει να αναφερθεί ότι ο ρυθμός διάσπασης του γαλακτώματος μπορεί να τροποποιηθεί και από επιπρόσθετες χημικές ουσίες. Στην περίπτωση των ασφαλτικών επαλείψεων ο ρυθμός διάσπασης του γαλακτώματος επιταχύνεται με τον ψεκασμό, επί της ήδη ψεκασθείσης επιφάνειας με γαλάκτωμα και λίγο πριν τη διασπορά των αδρανών, ειδικής χημικής ουσίας. Οι ουσίες αυτές έχουν συνήθως διπλό ρόλο. Να επιταχύνουν τη διάσπαση του γαλακτώματος και να βελτιώσουν περαιτέρω την πρόσφυση ασφάλτου και αδρανών.

Πρόσφατα ανακοινώθηκε η παρασκευή προσθετικού στο γαλάκτωμα που ελέγχει πλήρως το ρυθμό διάσπασης αναλόγως της εφαρμογής. Το προσθετικό είναι υδατικό διάλυμα (εξουδετερωτής) σε έλαιο (αντίστροφο γαλάκτωμα) και προστίθεται στο γαλάκτωμα λίγο πριν τη χρήση του γαλακτώματος. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, που καθορίζεται από το χρόνο διάχυσης του εξουδετερωτή μέσα στην ελαϊκή φάση, το οξύ στο κατιονικό γαλάκτωμα εξουδετερώνεται με επακόλουθο τη διάσπαση του γαλακτώματος. Το προσθετικό αυτό έδωσε άριστα αποτελέσματα τόσο σε ασφατικές επαλείψεις όσο και σε ψυχρά ασφαλτομίγματα παντός τύπου με κοινή ή τροποποιημένη άσφαλτο [22].

1.5 Ανακύκλωση

1.5.1 Είδη ανακύκλωσης οδοστρωμάτων

Η κατηγοριοποίηση γίνεται βάσει της τεχνικής που χρησιμοποιείται, το είδος των υλικών που πρόκειται να ανακυκλωθούν και το τελικό αποτέλεσμα που προκύπτει (δηλαδή απλή συντήρηση φθορών, βελτίωση ποιότητας οδήγησης, με ή χωρίς ενίσχυση της δομικής αντοχής του οδοστρώματος κ.τ.λ.)

Η ανακύκλωση των οδοστρωμάτων επιγραμματικά γίνεται με τους παρακάτω τρόπους : [16]

1. Επιφανειακή ανακύκλωση : Απόξεση με φρέζα ή λεπίδα ή αναμοχλευτή.
2. Ανακύκλωση εν θερμώ :
 - 2^α. Επί της οδού : Επαναδιάστρωση - Επανάμιξη - Αναμόρφωση.
 - 2β. Σε μόνιμη εγκατάσταση :
 - i. Παραγωγή σε παρτίδες με υπερθέρμανση των αδρανών.
 - ii. Παραγωγή συνεχούς ροής: Απευθείας ή έμμεση θέρμανση.
3. Ανακύκλωση εν ψυχρώ :
 - 3^α. Επί της οδού : Με αυτοκινούμενο μηχάνημα παραγωγής - Με Grader - Με ειδικό μηχάνημα (τροφοδοσία από σειράδιο).
 - 3β. Σε μόνιμη εγκατάσταση :
 - i. Παραγωγή σε παρτίδες.
 - ii. Παραγωγή συνεχούς ροής.
4. Ανακύκλωση δύσκαμπτων οδοστρωμάτων : Θρυμματίζονται και χρησιμοποιούνται ως αδρανή. Ανάμιξη σε κεντρική μονάδα ή Ακατέργαστο ως υλικό βάσης.

Αναλυτικότερα έχουμε:

1.5.1.1 Επιφανειακή ανακύκλωση

Ορίζεται ως η απόξεση και απομάκρυνση του ασφαλτομίγματος σε βάθος μικρότερο από 20 - 25 mm. Το υλικό που εξάγεται συγκεντρώνεται και επαναχρησιμοποιείται για σταθεροποιημένες ή μη σταθεροποιημένες βάσεις, για την κατασκευή ρείθρων ή ακόμη και επιφανειακών στρώσεων αφού πρώτα στο

ανακτώμενο υλικό προστεθεί νέο συνδετικό υλικό και νέα αδρανή. Στη θέση της λεπτής στρώσης που αποξηλώθηκε συνήθως διαστρώνεται νέο ασφαλτόμιγμα.

1.5.1.2 Ανακύκλωση εν θερμώ

Ανακύκλωση εν θερμώ είναι η διαδικασία της απόξεσης του οδοστρώματος σε βάθος μεγαλύτερο των 25 mm και εν συνεχεία ανάμιξη του υλικού εν θερμώ επί της οδού με προσθήκη άλλων υλικών ή σε μόνιμη εγκατάσταση με προσθήκη νέων υλικών.

1.5.1.3 Ανακύκλωση εν ψυχρώ

Ανακύκλωση εν ψυχρώ είναι η διαδικασία της θραύσης και κατακερματισμού του παλαιού οδοστρώματος σε βάθος μεγαλύτερο των 25 mm και εν συνεχεία ανάμιξη του υλικού εν ψυχρώ επί της οδού με προσθήκη ασφατικών υλικών ή σε μόνιμη εγκατάσταση με προσθήκη νέων υλικών (αδρανή και ασφατικό γαλάκτωμα).

1.5.1.4 Ανακύκλωση δύσκαμπτων οδοστρωμάτων

Ανακύκλωση δύσκαμπτων οδοστρωμάτων ορίζεται η διαδικασία θραύσης και κατακερματισμού του παλαιού οδοστρώματος της πλάκας του δύσκαμπτου οδοστρώματος και η χρησιμοποίηση του κατακερματισμένου σκυροδέματος ως χονδρόκοκκου αδρανούς για την παραγωγή νέου σκυροδέματος ή σταθεροποιημένης ή μη σταθεροποιημένης βάσης.

1.5.1.5 Ανακύκλωση με αφρώδη ασφαλτο

Στην πειραματική μελέτη που ακολουθεί εξετάζεται η εν ψυχρώ ανακύκλωση με χρήση γαλακτώματος γιατί η ανακύκλωση με αφρώδη ασφαλτο απαιτεί ειδικό εργαστηριακό εξοπλισμό ο οποίος δεν υπάρχει στην Ελλάδα.

Έτσι τα πειράματα που θα περιγραφούν στο δεύτερο κεφάλαιο και θα σχολιασθούν στο τρίτο εξετάζουν μόνο τη περίπτωση ανακύκλωσης με ποσοστό τσιμέντου και ασφατικού γαλακτώματος.

1.5.2 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα μεθόδων ανακύκλωσης[16]

Κατηγορία ανακύκλωσης	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Επιφανειακή	Βελτιώνεται η επιπεδότητα της οδού Αποκαθίστανται πυκνότητες αυλακώσεων ανάδυση και οξείδωση ασφάλτου Βελτιώνεται η συνοχή με υπερκείμενο τάπητα Βελτιώνεται η αντισιδηρή ικανότητα Αποφεύγεται η υπερύψωση της ερυθράς Μικρή παρενόχληση στην κυκλοφορία	Δε βελτιώνεται η δομική ικανότητα Μηχανήματα απόξεσης δεν είναι αποδοτικά όταν το ασφατόμιγμα έχει μεγάλο μέτρο δυσκαμψίας ή κόκκους άνω των 25 mm Εκπομπή σκόνης
	Επί της οδού Θεραπεύονται οι επιφανειακές κακώσεις Βελτιώνεται η ποιότητα οδήγησης Εκμηδενίζονται οι ρωγμές ανάκλασης Επέρχεται μικρή βελτίωση της δομικής ικανότητας του οδοστρώματος	Ποιοτικός έλεγχος όχι τόσο καλός Παρενόχληση της κυκλοφορίας Κόστος μηχανημάτων φρεζαρίσματος Συχνή συντήρηση των μηχανημάτων φρεζαρίσματος
Εν θερμώ Σε μόνιμη εγκατάσταση	Βελτιώνεται η ποιότητα οδήγησης Θεραπεύονται όλες οι κακώσεις Επέρχεται ισοστατική βελτίωση της δομικής ικανότητας Εκμηδενίζονται οι ρωγμές ανάκλασης Βελτιώνεται η αντισιδηρή ικανότητα Καλός ποιοτικός έλεγχος Αποτελεσματική διόρθωση των κλίσεων	Μεγαλύτερη παρενόχληση κυκλοφορίας Πιθανή ατμοσφαιρική ρύπανση από το συγκρότημα παραγωγής

Κατηγορία ανακύκλωσης		Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Εν ψυχρώ	Επί της οδού	(Όπως στη εν θερμώ ανακύκλωση) Εξοικονόμηση περισσότερης ενέργειας Σχεδόν μηδενική ατμοσφαιρική επιβάρυνση Χαμηλότερο κόστος	(Όπως στην εν θερμώ ανακύκλωση) Απαιτείται ωρίμανση του μίγματος για την ανάπτυξη της ευσταθείας του Απαιτείται και ασφαλική επάλειψη
	Σε μόνιμη εγκατάσταση	(Όπως στη εν ψυχρώ ανακύκλωση) Καλύτερος ποιοτικός έλεγχος Η επιφανειακή επάλειψη ή ο τάπητας μπορούν να αποφευχθούν	(Όπως στη εν ψυχρώ ανακύκλωση) Μεγαλύτερη παρενόχληση της κυκλοφορίας
Δύσκαμπτα Οδοστρώματα		Επιλύεται το πρόβλημα εναπόθεσης παλαιών πλακών Περιορίζεται το πρόβλημα έλλειψης αδρανών που έχουν κάποιες χώρες Αυξάνεται η αντίσταση του σκυροδέματος σε ψύξη - θέρμανση σε σχέση με ορισμένα φυσικά αδρανή	Υψηλό πορώδες Αν χρησιμοποιηθεί ως άμμος μειώνεται η εργασιμότητα του μίγματος και αυξάνεται η ποσότητα του ταιμμένου στο μίγμα Η ύπαρξη οπλισμού το μηχανικό κόστος θραύσης

1.5.3 Ψυχρή επί τόπου ανακύκλωση

1.5.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μέθοδος της ψυχρής επί τόπου ανακύκλωσης χρησιμοποιήθηκε για να προσφέρει τη δυνατότητα επισκευής και ανανέωσης οδοστρωμάτων (κυρίως εύκαμπτων και ημιάκαμπτων) τα οποία έχουν καταστραφεί. Η μέθοδος αυτή άρχισε να αναπτύσσεται στα μέσα της δεκαετίας του 70, που η τεχνογνωσία είχε φτάσει σε τέτοιο επίπεδο που επέτρεπε τη χρήση μιας τέτοιας μεθόδου που απαιτεί υψηλού επιπέδου μηχανολογικό εξοπλισμό. Στην εξέλιξη αυτή συνέβαλαν οι ανάγκες που προέκυψαν μετά την πετρελαϊκή κρίση.[2]

Η μέθοδος αυτή, σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους ανακύκλωσης (που αναφέρονται παραπάνω), έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως τεχνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά. Εκτός όμως των προφανών πλεονεκτημάτων έχει και κάποια προβλήματα στην πράξη που παρατίθενται παρακάτω ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση των θετικών και των αρνητικών σημείων της μεθόδου.

1.5.3.2 ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΦΘΟΡΩΝ ΠΟΥ ΕΠΙΔΕΧΟΝΤΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ - ΑΥΤΟΨΙΑ

Ο κύριος στόχος της αυτοψίας είναι να καθορίσει το είδος και τη σοβαρότητα των φθορών που έχει υποστεί το οδόστρωμα. Η ψυχρή επί τόπου ανακύκλωση μπορεί να βρει εφαρμογή σε μεγάλη ποικιλία φθαρμένων οδοστρωμάτων. Επομένως η ανακύκλωση μπορεί να αποτελέσει μέθοδο αποκατάστασης οδοστρωμάτων όταν αυτά έχουν υποστεί τις παρακάτω φθορές:

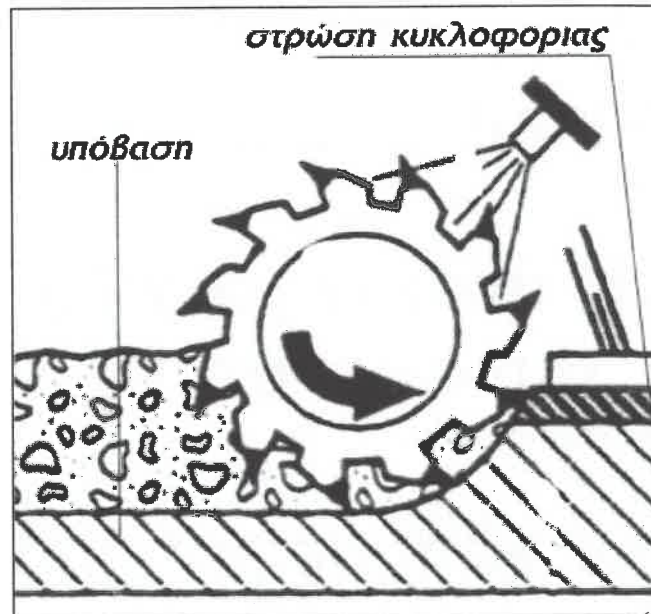
- ρωγμές οδοστρωμάτων
 - ρωγμές λόγω ηλικίας. (γήρανση)
 - ρωγμές λόγω έντονων μεταβολών της θερμοκρασίας.
 - ρωγμές λόγω κόπωσης.
 - ανακλαστικές ρωγμές.
- μόνιμες παραμορφώσεις
 - αυλάκωση.
 - ερπυστική οριζόντια παραμόρφωση.

- απώλεια συνοχής στο υπάρχον ασφαλτικό οδόστρωμα
επιφανειακή αποσάθρωση και εμφάνιση τοπικών οπών.
απώλεια συνοχής μεταξύ των ασφαλτικών στρώσεων.
αποφλοίωση
εξίδρωση ασφάλτου.

Η επιθεώρηση του οδοστρώματος μας παρέχει επιπρόσθετες πληροφορίες για τη φύση και την έκταση των φθορών. Αυτή η επιθεώρηση μας παρέχει πληροφορίες για το πάχος των στρώσεων, μας δίνει μια εκτίμηση της κατάστασης της επιφάνειας και τέλος μια εκτίμηση ύπαρξης ή μη προβλημάτων στη βάση ή την υπόβαση. Η επί τόπου εν ψυχρώ ανακύκλωση μπορεί να λάβει χώρα ακόμα και σε οδοστρώματα, τα οποία είναι σοβαρά διαταραγμένα και παραμορφωμένα. Ορισμένες φορές χρησιμοποιείται για την επιδιόρθωση σε περίπτωση όπου η στρώση βάσης από ασύνδετα κοκκώδη υλικά παρουσίασε ορισμένα προβλήματα που οφείλονται π.χ. σε ελλιπές πάχος ή κακή κοκκομετρική διαβάθμιση ή ελαφρά πλαστικότητα. Τα οδοστρώματα με εκτεταμένες ζημιές στην υπόβαση δεν ενδείκνυται συνήθως να επισκευάζονται με τη μέθοδο της ανακύκλωσης.[5]

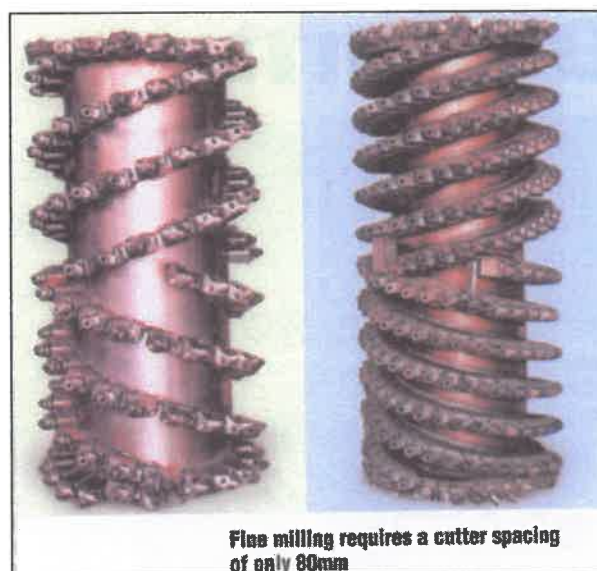
1.5.3.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Η διαδικασία που χρησιμοποιείται έχει ως εξής:



Εικόνα 1.5-1 Απόξεση Οδοστρώματος

- Θρυμματισμός του υπάρχοντος οδοστρώματος μέχρι κάποιο συγκεκριμένο βάθος, το οποίο μπορεί να είναι μέχρι τα όρια της ασφαλτικής στρώσης (στρώσης κυκλοφορίας ή να περιλαμβάνει και μέρος της βάσης, που αποτελεί και πιο ευμενή περίπτωση.



Εικόνα 1.5-2 Κεφαλές θρυμματισμού

- Σταθεροποίηση του ανακυκλωμένου οδοστρώματος με προσθήκη κατάλληλων
- σταθεροποιητικών υλικών (π.χ. τσιμέντο, γαλάκτωμα ή συνδυασμό γαλακτώματος και τσιμέντου).
- Προσθήκη αδρανών κατάλληλης κοκκομετρίας όποτε αυτό κρίνεται απαραίτητο.
- Ανάμιξη των παραπάνω με τη χρήση κατάλληλου αναμικτικού μηχανήματος.
- Εναπόθεση του μίγματος στο μέρος του οδοστρώματος από το οποίο έχει ήδη αφαιρεθεί υλικό.
- Συμπύκνωση του υλικού με οδοστρωτήρα, ή με ειδικό μηχάνημα που αποτελεί τμήμα του συρμού που εκτελεί ταυτόχρονα όλη τη διαδικασία (βλ. εικόνα 1.5-3).
- Συντήρηση του υλικού που διαστρώθηκε.

1.5.3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ

Πρώτη εργασία που εκτελείται κατά τη διάρκεια της ψυχρής επί τόπου ανακύκλωσης είναι η ανανέωση των ανώτερων στρώσεων του οδοστρώματος. Η μέθοδος αυτή της ανακύκλωσης χρησιμοποιείται όταν έχουμε φθορά του οδοστρώματος στις ανώτερες στρώσεις και όχι σε περιπτώσεις φθοράς των οδοστρωμάτων που απαιτούν επαναδιαστασιολόγηση και ανακατασκευή των στρώσεων του οδοστρώματος από την βάση (τα είδη των φθορών αναφέρονται αναλυτικά στην παράγραφο- 1.5.3.2). Η ανακατασκευή της στρώσης βάσης επιτυγχάνεται με θρυμματισμό του υπάρχοντος υλικού μέχρι το απαιτούμενο βάθος, όπως φαίνεται στην εικόνα 1. Οι σύγχρονες μηχανές θρυμματισμού - μπορούν να επιτύχουν βάθος μέχρι 300 χιλιοστά.[3]

Στη συνέχεια γίνεται επεξεργασία του υπάρχοντος υλικού με την προσθήκη α) νερού για την υποβοήθηση της συμπύκνωσης της στρώσης β) προσθήκη τσιμέντου ή άλλου τύπου χημικού σταθεροποιητού γ) προσθήκη ασφαλικών σταθεροποιητικών υλικών και δ) ενδεχομένως προσθήκη αδρανών υλικών για τη βελτίωση των κοκκομετρικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών του οδοστρώματος. Η προσθήκη αυτή των αδρανών μπορεί να επιτευχθεί με μεταφορά υλικού από λατομείο για ανάμιξη με το υλικό από την ανακύκλωση. Ένας άλλος τρόπος είναι με αύξηση του βάθους άλεσης ώστε να ανακυκλώνονται δύο ή

περισσότερες στρώσεις διαφορετικού υλικού πράγμα που βελτιώνει την κοκκομετρική διαβάθμιση και τις μηχανικές ιδιότητες του παραγόμενου υλικού.

Ο ανακυκλωτήρας (4 τύποι του οποίου εμφανίζονται στην εικόνα 2) λειτουργεί ως εξής: θρυμματίζει το υλικό του υπάρχοντος οδοστρώματος και προσθέτει την απαιτούμενη ποσότητα νερού για συμπύκνωση. Στη συνέχεια αναμιγνύει το ανακυκλούμενο υλικό με νερό και σταθεροποιητικά πρόσθετα. Η ανάμιξη των προσθέτων υλικών με τα ανακυκλωμένα συμβαίνει στο τύμπανο κοπής του αναμίκτη (στην εικόνα 1.5.1). Σύστημα με μικροεπεξεργαστή χρησιμοποιείται ώστε να καθοριστεί η κατάλληλη αναλογία γαλακτώματος και τσιμέντου (slurry) που θα ψεκασθεί για να αναμιχθεί με το υπό ανακύκλωση υλικό. Για να επιτευχθεί ομοιόμορφη εναπόθεση και ανάμιξη νέο και παλαιού υλικού χρησιμοποιείται ένα σύστημα αυτοκαθαρισμού των κεφαλών ψεκασμού. Τέλος ο ανακυκλωτήρας διαστρώνει το υλικό στην απαιτούμενη μορφή και στο απαιτούμενο πάχος (απαιτούμενες κλίσεις και επικλίσεις) και πάχος με τη βοήθεια ειδικού συστήματος διάστρωσης. (πήξης μόρφωσης και επιφανειακού τελειώματος).

Η επιτυχία όλης της διαδικασίας εξαρτάται στην καλή συμπύκνωση του μίγματος. Ο συνδυασμός ενός βαρύ οδοστρωτήρα με ένα δονούμενο οδοστρωτήρα διπλού τύμπανου είναι συνήθως αρκετός για να επιτευχθεί καλή συμπύκνωση.

Συχνότατα χρησιμοποιούνται πυρηνικές συσκευές για τον έλεγχο της υγρασίας και της πυκνότητας του μίγματος κατά την συμπύκνωση. Η υγρασία του μίγματος παίζει σημαντικό ρόλο στη συμπύκνωση. Αν η υγρασία δεν είναι αρκετή το μίγμα είναι σκληρό και δε συμπυκνώνεται, αν η υγρασία είναι υψηλή τότε το μίγμα μπορεί να μη συμπυκνώνεται. Η ενδεδειγμένη ποσότητα νερού που απαιτείται είναι συνήθως 4 με 5%. Η ελάχιστη συμπύκνωση που επιτυγχάνεται γενικά στο εργοτάξιο αγγίζει συνήθως το 96% της συμπύκνωσης που επιτυγχάνεται εργαστηριακά στα δοκίμια Marshall.[5]

Είναι απαραίτητο στη συνέχεια το μίγμα να αφεθεί κάποιο χρονικό διάστημα να συντηρηθεί και να αναπτύξει κάποια εσωτερική συνοχή πριν καλυφθεί από την στρώση κυκλοφορίας (wearing course)

1.5.3.5 ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Η ψυχρή επί τόπου ανακύκλωση παρουσιάζει ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με τους άλλους τρόπους συντήρησης των οδοστρωμάτων. Επιτρέπει την ομαλή και ασφαλή διεύθετηση της κυκλοφορίας ενώ τα έργα βρίσκονται σε εξέλιξη. Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής; ο συρμός παραγωγής

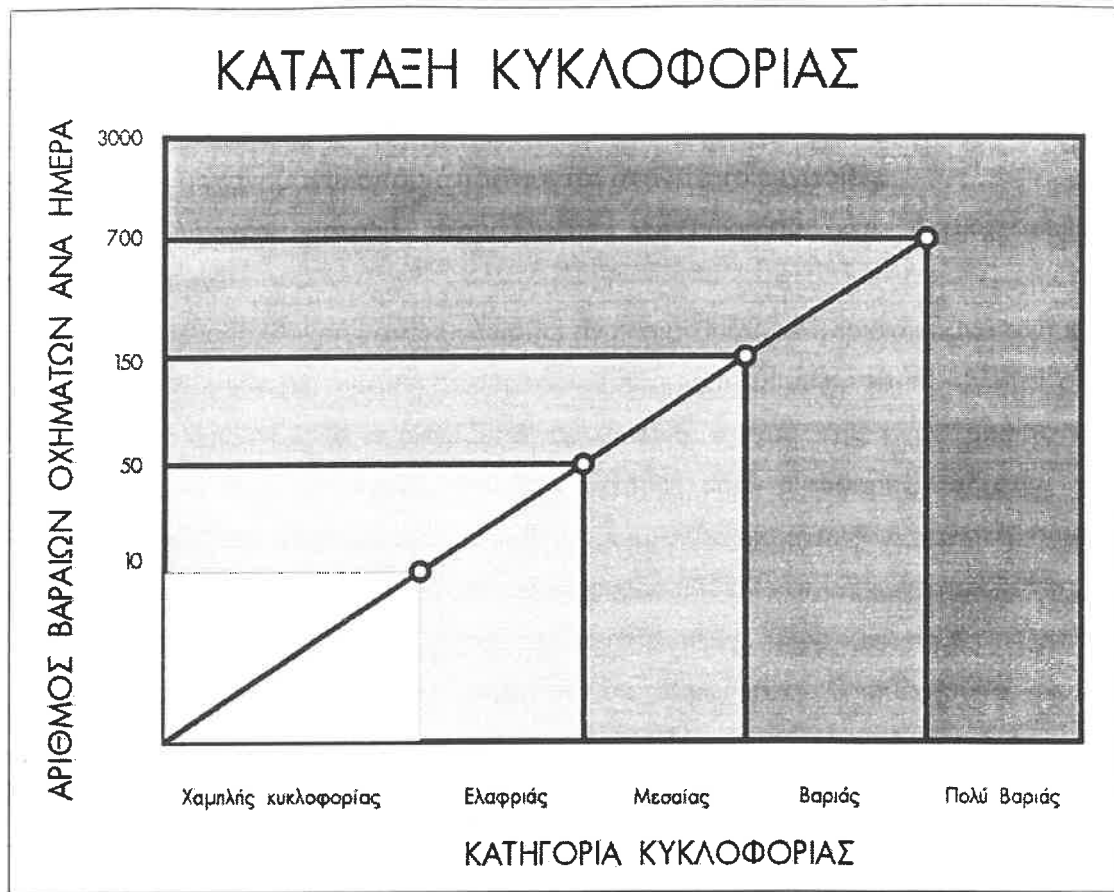
καταλαμβάνει μία μόνο λωρίδα, γεγονός που επιτρέπει στα οχήματα να χρησιμοποιούν τις υπόλοιπες λωρίδες παραπλεύρως της λωρίδας που καταλαμβάνει ο συρμός όπως φαίνεται στην εικόνα 1.5-4.

Όταν η στρώση του ανακυκλωμένου υλικού είναι σταθεροποιημένη με τσιμέντο τότε για τη διευθέτηση της κυκλοφορίας θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποιοι επιπλέον παράγοντες για τη φθορά του οδοστρώματος. Σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η κατάσταση του επιφανειακού υλικού. Υπάρχει καθορισμένος χρόνος, που πρέπει να δοθεί στην κυκλοφορία η σταθεροποιημένη στρώση πριν διαστρωθεί η επόμενη. Ο επιτρεπόμενος χρόνος εξαρτάται από την κυκλοφορία που έχει ο δρόμος. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται ο μέγιστος χρόνος - σε ημέρες, που πρέπει να παραμείνει ανοιχτή στην κυκλοφορία, μια στρώση σταθεροποιημένη με τσιμέντο ανάλογα με την κίνηση που παρουσιάζει η οδός.

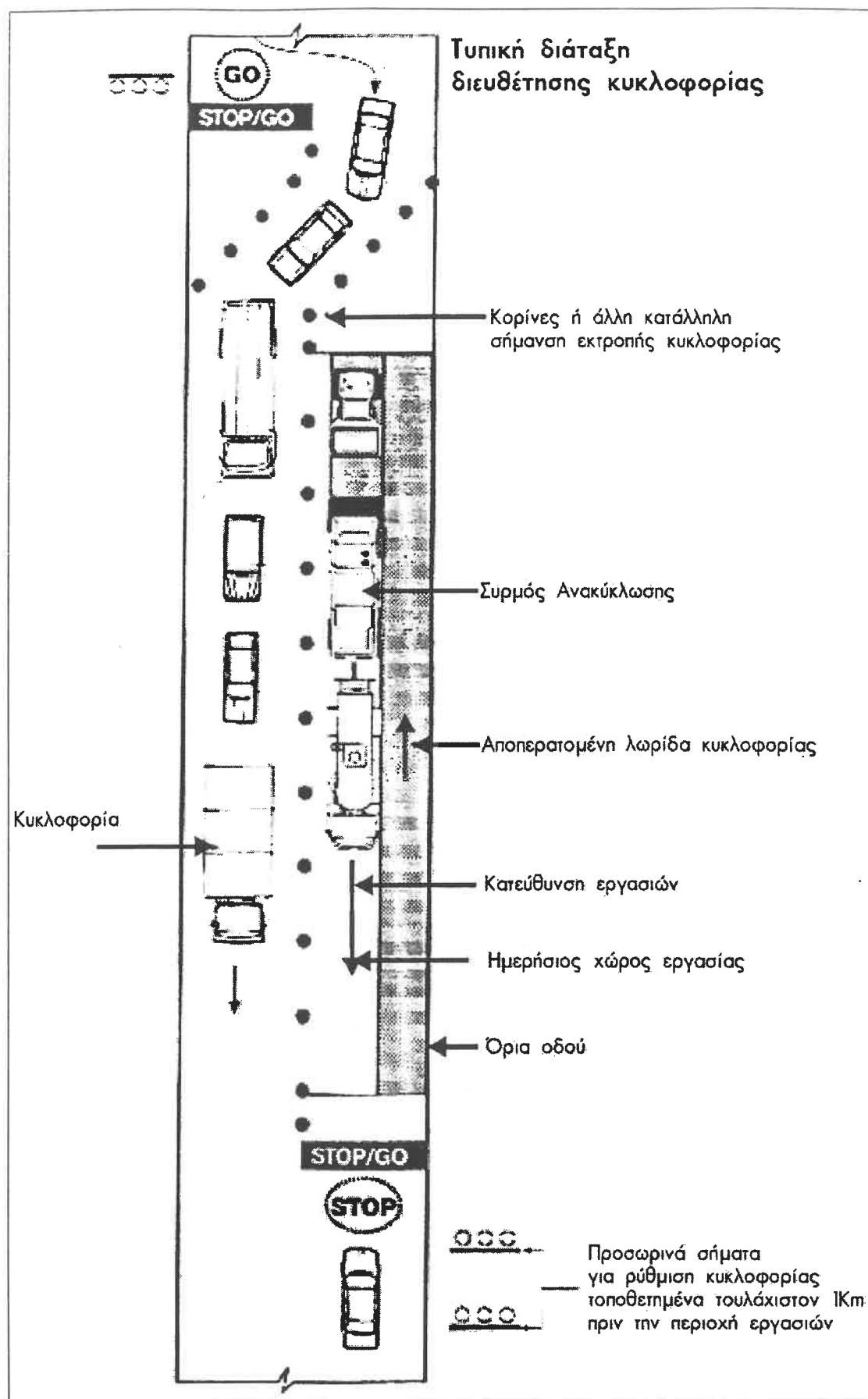
Κατηγορία κυκλοφορίας	Ελαφριά	Μεσαία	Βαριά
Επιτρεπόμενος χρόνος κυκλοφορίας στη στρώση	5 ημέρες	3 ημέρες	1 ημέρα

Πίνακας 1.5-1 Χρόνος κυκλοφορίας ανάλογα με την κατηγορία

Για οδοστρώματα σταθεροποιημένα με ασφάλτο δεν είναι αναγκαίοι οι παραπάνω χρονικοί περιορισμοί. Καλό είναι σε τέτοιες περιπτώσεις οδοστρωμάτων να δίνεται στην κυκλοφορία η οδός για τρεις με τέσσερις εβδομάδες πριν να διαστρωθεί ο τελικός τάπητας κυκλοφορίας ώστε η προαναφερθείσα σταθεροποιημένη στρώση να παραλάβει κάποιες μικρές παραμορφώσεις.



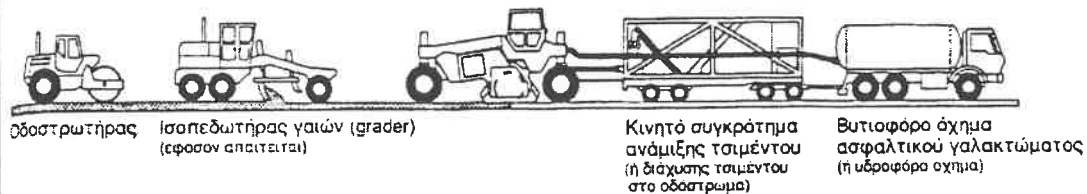
Εικόνα 1.5-3 Κατάταξη κυκλοφορίας



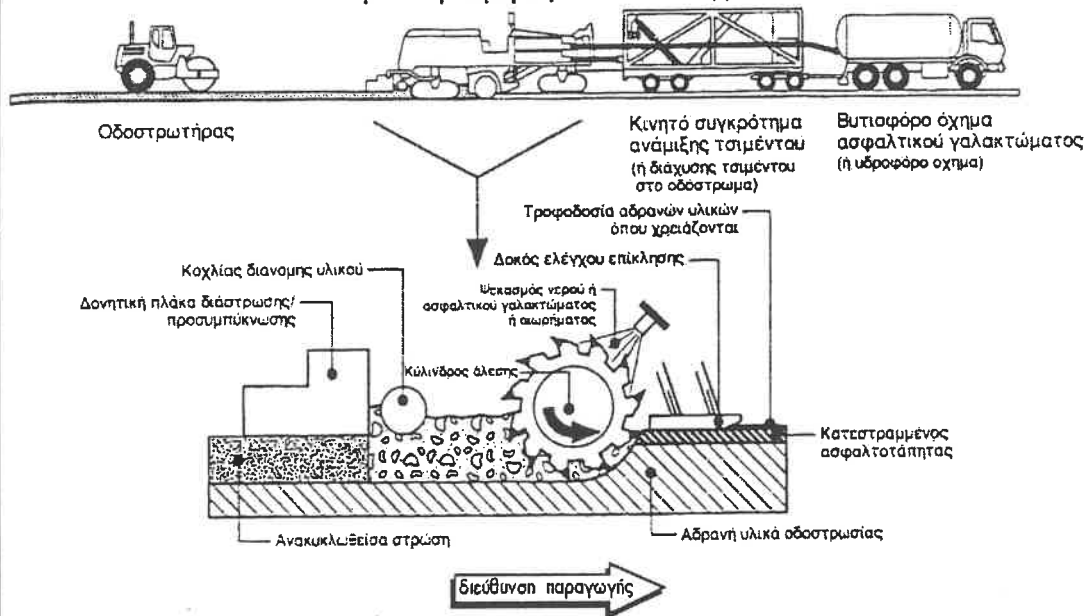
Εικόνα 1.5-4 Διευθέτηση της κυκλοφορίας

ΤΥΠΙΚΗ ΟΜΑΔΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ

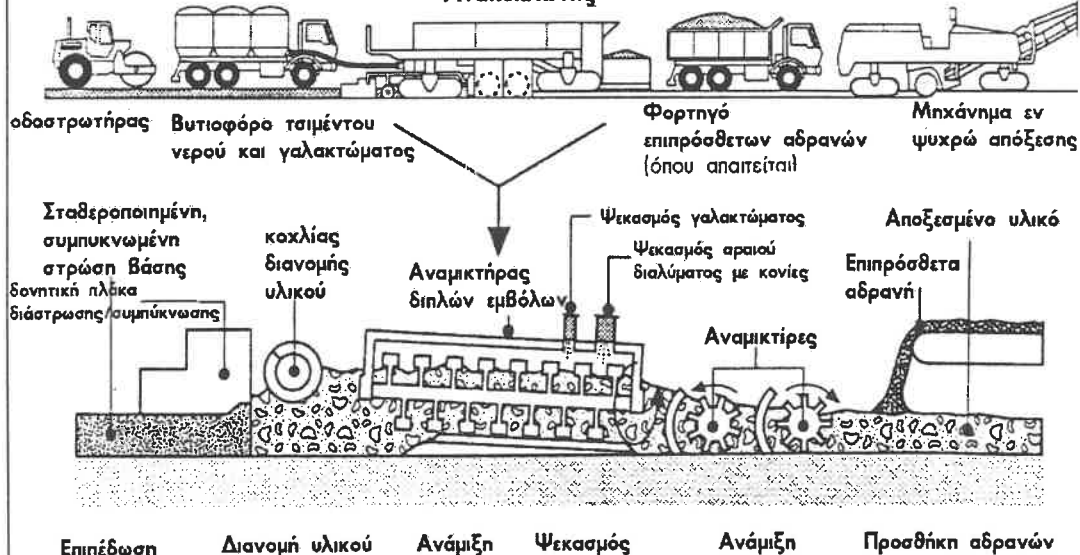
Ελαστικοφόρος Ανακυκλωτής



Ερπυστριοφόρος Ανακυκλωτής



Ανακυκλωτής



Εικόνα 1.5-5 Εφαρμογή της εν ψυχρώ επί τόπου ανακύκλωσης

1.5.3.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΝ ΨΥΧΡΩ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Α. Υψηλή ποιότητα του τελικού οδοστρώματος.

Τα προτερήματα αυτής της κατηγορίας γενικά σχετίζονται με την υψηλή ποιότητα άλεσης και ανάμιξης, η οποία εκτελείται από σύγχρονους ανακυκλωτές.

Έλεγχος του πάχους στρώματος

Μετά τη ρύθμιση, το βάθος κοπής του κυλίνδρου ανακυκλωτή ελέγχεται ηλεκτρονικά με μέγιστη απόκλιση ± 5 χιλιοστά. Σταθερότητα του ανακυκλούμενου υλικού και έλεγχος των ρωγμών συρρικνώνεται με σταθεροποιητικά υλικά (π.χ. τσιμέντο). Η ανάμιξη εκτελείται μέσω ειδικού κυλίνδρου άλεσης. Η προσθήκη νερού και υγρού σταθεροποιητικού μέσου ελέγχεται ηλεκτρονικά και διαχέεται κατά μήκος όλου του πλάτους του κυλίνδρου με τη βοήθεια μίας σειράς ακροφυσίων.

Ανυπαρξία χρονικής καθυστέρησης μεταξύ ανάμιξης και συμπύκνωσης.

Η συμπύκνωση μπορεί ν' αρχίσει αμέσως μετά την ανακύκλωση αν το μηχάνημα ανακύκλωσης είναι, εφοδιασμένο με δονητική πλάκα (finisher)

Β. Μικρός χρόνος κατασκευής

Απαιτείται σημαντικά λιγότερος χρόνος για να ολοκληρωθεί ένα έργο όταν τεθεί σε λειτουργία η διαδικασία ανακατασκευής οδοστρωμάτων με τη μέθοδο ψυχρής ανακύκλωσης.

Άστατος καιρός

Η δουλειά μπορεί να προχωρήσει προσεκτικά σε μικρά τμήματα ακόμα και κατά τη διάρκεια περιόδων με άστατο καιρό.

Ευστάθεια υποδομής.

Μόνο οι δύο πίσω ερπύστριες του ανακυκλωτή βρίσκονται σε επαφή με την επιφάνεια που ανακυκλώνεται. Οι ελαστικοφόροι ανακυκλωτές έρχονται σε επαφή με την επιφάνεια του ανακυκλούμενου υλικού. Η ενόχληση της υποδομής είναι ελάχιστη. Ελαχιστοποίηση καθυστερήσεων λόγω διακοπής της παροχής νερού. Τα περισσότερα μηχανήματα ανακύκλωσης είναι εξοπλισμένα με ντεπόζιτα νερού που επιτρέπουν να προχωρήσει η διαδικασία μόνο για ένα περιορισμένο χρονικό διάστημα, χωρίς τη παρουσία υδροφόρων.

Γ. Χαμηλό κόστος ανά μονάδα κατά τη πλήρη ανακατασκευή.

Τα χαρακτηριστικά που συμβάλλουν σε χαμηλότερο συνολικό κόστος ανακατασκευής, με τη μέθοδο της διαδικασίας ανακατασκευής οδοστρωμάτων με

τη ψυχρή ανακύκλωση, σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας ενός μόνο περάσματος.

Τύπος οδοστρώσας

Η αύξηση του πάχους της υπόβασης κατά μόνο 50 χιλιοστά επιτρέπει τη μείωση της στρώσης της ασφάλτου κατά τουλάχιστον 25 χιλιοστά χωρίς να μεταβληθεί ο προβλεπόμενος χρόνος ζωής του οδοστρώματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων, εφόσον η σχέση κόστους της ασφάλτου για συμβατική ανακατασκευή προς τις απαιτήσεις της ψυχρής ανακύκλωση είναι τουλάχιστον 2 : 1, ενώ σε μερικές χώρες φθάνει μέχρι το 10:1.

Μείωση της ποσότητας του σταθεροποιητικού μέσου.

Λόγω της αποτελεσματικότητας στην ανάμιξη, κατά τη διαδικασία ανακατασκευής οδοστρώματων με ψυχρή ανακύκλωση, ο συντελεστής ασφάλειας που τυπικά εφαρμόζεται όταν καθορίζονται τα επίπεδα προσθήκης σταθεροποιητικών υλικών, μπορεί να μειωθεί σε σχέση με παραδοσιακές μεθόδους. Η οικονομία που επιτυγχάνεται όσον αφορά το κόστος του σταθεροποιητικού μέσου μπορεί να ξεπεράσει το 20%.

Χρησιμοποίηση του υπάρχοντος υλικού οδοστρώματος

Ανακυκλωτής ψυχρής λειτουργίας μεταβάλλοντας τη ταχύτητα κίνησης, τη ταχύτητα περιστροφής του κυλίνδρου άλεσης και τη θέση του συστήματος ελέγχου διαβάθμισης, το επί τόπου υλικό διαβαθμίζεται σε μια κοκκομετρία αποδεκτή για επαναχρησιμοποίηση. Ενώ με τη μέθοδο συμβατικών τύπων ανακατασκευής συνήθως προκύπτουν υπερμεγέθη υλικά ιδιαίτερα κατά την αναμόχλευση των ασφαλικών, τα οποία πρέπει να απομακρυνθούν. Ο όγκος του υλικού που απομακρύνθηκε πρέπει να αντικατασταθεί από μεταφερόμενα αδρανή κατάλληλης ποιότητας.

Αστάθεια υποστρώματος.

Όπως περιγράψαμε πιο πάνω, τα πολλαπλά περάσματα από τα ελαστικοφόρα μηχανήματα που απαιτούνται κατά την ανακατασκευή οδοστρώματων με συμβατικές μεθόδους προξενούν αστάθεια σε αδύνατα ή κεκορεσμένα υποστρώματα. Η απαιτούμενη επεξεργασία για την αντιμετώπιση προβλημάτων τέτοιου είδους στις συμβατικές μεθόδους είναι συχνά η αιτία για την υπερβολική αύξηση του κόστους του συνολικού έργου.

δ. Ασφάλεια κυκλοφορίας και προστασία του κοινού.

Τα στοιχεία που περιλαμβάνονται σ' αυτή τη κατηγορία σχετίζονται με τη φύση της μεθόδου, αφού όλα γίνονται σένα πέρασμα και με την ελαχιστοποίηση του αριθμού μηχανημάτων που απαιτούνται στον τόπο εργασίας.

Προβλήματα μεταξύ παράλληλης κυκλοφορίας και ανακατασκευής οδοστρωμάτων.

Στη μέθοδο Ψυχρής ανακύκλωσης, αν εξαιρεθούν τα περιστασιακά οχήματα που μεταφέρουν νερό, σταθεροποιητικά μέσα και πρόσμιξη, το πρόβλημα στην ταυτόχρονη κυκλοφορία περιορίζεται μόνο στην στιγμή της αναστροφής των μηχανημάτων της ανακύκλωσης στο τέλος της διαδρομής άλεσης του οδοστρώματος. Σε αντίθεση στις συμβατικές μεθόδους επιπλέον των περιοδικών οχημάτων μεταφοράς νερού, σταθεροποιητικών μέσων και υλικών από λατομεία, κάθε μηχανήμα πρέπει να γυρίσει μετά από κάθε πέρασμα της πολλαπλής διαδικασίας. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε δυσάρεστα δυστυχήματα με τα επερχόμενα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν τις άλλες λωρίδες κυκλοφορίας.

Διατήρηση των τμημάτων οδού που δεν ανακατασκευάζεται

Με τη χρήση του ανακυκλωτή οι άκρες του κυλίνδρου άλεσης εξασφαλίζουν τομές καθαρές και κατακόρυφες. Αντίθετα με ανακατασκευή συμβατικού τύπου ο έλεγχος υπερεκκαφών ή τυχαίας μορφής αποξηλούμενων τμημάτων είναι αδύνατος ειδικά όταν γίνεται αναμόχλευση σε διάσπαρτα σημεία. Επίσης προβλήματα μπορούν να προκληθούν από τυχαίες υπερεκκαφές στις λωρίδες που δε χρειάζονται ανακατασκευή με κινδύνους ατυχημάτων.

Μειωμένη ρύπανση

Με τη μέθοδο ψυχρής ανακύκλωσης όλα τα πρόσθετα, όπως υγρασία και σταθεροποιητικά μέσα παρέχονται και αναμιγνύονται με το υπάρχον υλικό σε ελεγχόμενο περιβάλλον στον προστατευόμενο χώρο άλεσης του ανακυκλωτή και έτσι ελαχιστοποιείται η περιβαλλοντική όχληση από θόρυβο και σκόνη. Σε αστικές περιοχές, μπορεί να χρησιμοποιηθεί αιώρημα τσιμέντου, πράγμα που εξαφανίζει την πιθανότητα προσβολής της δημόσιας υγείας. Σε αντίθεση, στις συμβατικές μεθόδους λόγω της διαδικασίας πολλαπλών περασμάτων, είναι θορυβώδης και παράγεται αρκετή σκόνη και αιωρούμενα σωματίδια με όχληση στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία.

2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

2.1 Σκοπός:

Στόχος των πειραμάτων ήταν να μελετηθεί η μηχανική συμπεριφορά ενός υποτιθέμενου οδοστρώματος που κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της ψυχρής επιτόπου ανακύκλωσης. Πιο συγκεκριμένα, μελετήθηκε η συμπεριφορά των δοκιμών κάτω από φορτίσεις που στόχο είχαν να προσομοιάσουν την πραγματική φόρτιση που δέχεται ένα οδόστρωμα από την κίνηση των οχημάτων επάνω σ' αυτό.

Αρχικά μελετήθηκε το μέτρο δυσκαμψίας που παρουσίασαν τα δοκίμια στη δοκιμή NAT. Εκεί οι φορτίσεις γινόταν σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα προσομοιάζοντας στη διέλευση του τροχού ενός οχήματος.

Έπειτα εξετάστηκε το σύνθετο μέτρο ελαστικότητας στη συσκευή MTS της οποίας οι φορτίσεις διερευνούν καλύτερα την ισοελαστική συμπεριφορά των ασφαλτομιγμάτων.

Μελετήθηκε επίσης και η επίδραση του παράγοντα της θερμοκρασίας και της υγρασίας στις παραπάνω ιδιότητες, δίνοντας πληροφορίες για την πιθανή συμπεριφορά του οδοστρώματος κάτω από φυσικές συνθήκες ετήσιων θερμοκρασιακών μεταβολών και συνθήκες βροχής.

Τέλος, εξετάστηκε η αντοχή των δοκιμών σε εφελκυσμό (αντιδιαμετρική θλίψη).

Πρέπει βέβαια να σημειωθεί πως όλες αυτές οι μετρήσεις που έγιναν στο εργαστήριο οφείλουν να διασταυρωθούν με αντίστοιχες τιμές των ίδιων δοκιμών που θα πραγματοποιηθούν σε δοκίμια που θα ληφθούν από ήδη κατασκευασμένο οδόστρωμα με τη μέθοδο της ψυχρής επιτόπου ανακύκλωσης. Η σύγκριση αυτή θα μας δείξει κατά πόσο είναι αξιόπιστες οι δοκιμές που προαναφέρθηκαν για την εξέταση τέτοιων μιγμάτων που δεν είναι κατασκευασμένα ούτε μόνο από τσιμέντο, αλλά ούτε μόνο από γαλάκτωμα.

Εξετάστηκαν διάφορες αναλογίες γαλακτώματος τσιμέντου, σε διάφορες συνθήκες θερμοκρασίας σε υγρές και ξηρές συνθήκες, προκειμένου να βρεθεί η βέλτιστη αναλογία με βάση τις μηχανικές ιδιότητες της κάθε αναλογίας καθώς επίσης και τον οικονομικό παράγοντα.

Παρατηρείται δε, πως παρ' όλα τα πλεονεκτήματα που μπορεί να παρουσιάζει η εξεταζόμενη μέθοδος ανακύκλωσης, δεν παρατηρείται ιδιαίτερη προτίμηση αυτής έναντι των παλαιότερων μεθόδων επισκευής και ανακατασκευής. Αυτό οφείλεται κυρίως στις ελλείψεις που αναφέρονται παρακάτω.

Τα κριτήρια, για τον σχεδιασμό μιγμάτων που χρησιμοποιούνται στην ψυχρή επί τόπου ανακύκλωση, δεν είναι σαφώς ορισμένα.

Έλλειψη κριτηρίων για τον έλεγχο κατασκευής.

Προδιαγραφές για το τελικό προϊόν της ψυχρής επί τόπου ανακύκλωσης.

Άγνοια της εξέλιξης των ιδιοτήτων του υλικού με το πέρασμα του χρόνου.

Είναι εμφανής η ανάγκη για πειραματική έρευνα, προκειμένου να απαντηθούν τα ερωτήματα που προκύπτουν από την επισήμανση των παραπάνω ελλείψεων. Έτσι κρίθηκε σκόπιμο να μελετηθεί η περίπτωση της ψυχρής επιτόπου ανακύκλωσης με τη χρήση γαλακτώματος σε συνδυασμό με τσιμέντο.

2.2 Υλικά:

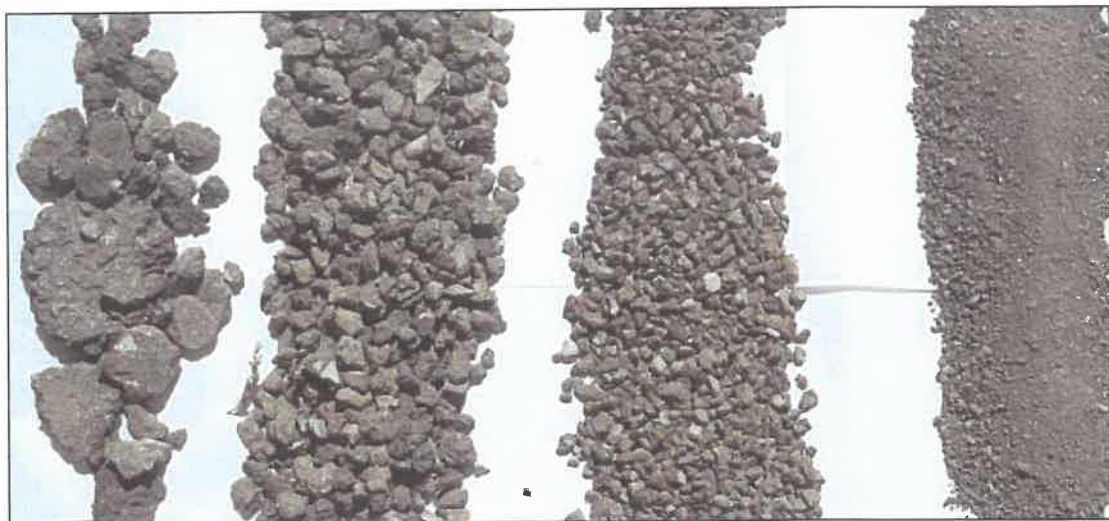
Για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκε φρεζαρισμένο ασφαλτικό υλικό που συλλέχθηκε από τα έργα ανανέωσης του ασφαλτοτάπητα της λεωφόρου Θηβών. Έπειτα από τη συλλογή του υλικού σειρά



Εικόνα 2.2-1 Φρεζαρισμένο ασφαλτικό υλικό

είχε η κατάλληλη επεξεργασία και τυποποίηση του υλικού. Σε πρώτη φάση το υλικό ξηράθηκε, προκειμένου να γίνει σωστά η κοκκομετρική ανάλυσή του. Έπειτα έγινε απ' ευθείας κοκκομετρική ανάλυση δύο δειγμάτων 3 kg του υλικού για να προσδιοριστεί η κοκκομετρική διαβάθμιση του θρυμματισμένου (φρεζαρισμένου) ασφαλτομίγματος όπως δημιουργείται από το συγκεκριμένο μηχάνημα φρεζαρίσματος. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο διάγραμμα κοκκομετρικής ανάλυσης στον πίνακα 2.2-1.

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για τα πειράματα διαχωρίστηκε σε τρία κλάσματα (χαλίκι, γαρμπίλι και άμμος) χρησιμοποιώντας αντίστοιχα κόσκινα των : 25, 20 και 10mm.



Εικόνα 2.2-2 Τα τέσσερα κλάσματα του φρεζαρισμένου υλικού

Το υλικό που συγκρατήθηκε από το μεγαλύτερο κόσκινο απορρίφθηκε.

Για να καθοριστεί πλέον η σωστή κοκκομετρική σύνθεση του μείγματος των τριών κλασμάτων που προαναφέρθηκαν έγινε κοκκομετρική ανάλυση του κάθε κλάσματος χωριστά. Τα αποτελέσματα αυτών των αναλύσεων παρατίθενται στον Πίνακα 2.2-1

Σύμφωνα λοιπόν με αυτά τα αποτελέσματα και μετά από δοκιμές η καταλληλότερη κοκκομετρική διαβάθμιση προκύπτει από αναλογία 55/15/30 άμμος/γαρμπίλι/ χαλίκι. Το διάγραμμα αυτής φαίνεται στον Διάγραμμα 2.2-1

Αρ. Δείγματος 1

Στοιχεία Δείγματος: Θρυμματισμένο υλικό (μη διαβαθμισμένο)

Ημερομηνία Δοκιμής 12/9/2000

Ονοματεπώνυμο Κυριαζής Ζαχαρίας -Γιαννακίδης Ορφέας

Βάρος ολικού Δείγματος			Διερχόμενο βάρος	
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. Κοσκίνου	Συγκρατούμενο βάρος σε (gr)		
			gr	%
75.00	3"			
63.00	2 1/2"			
50.00	2"			
37.50	1 1/2"			
31.50	1 1/4"			
25.00	1"	22,4		
19.00	3/4"	49,4		
16.00	5/8"			
12.50	1/2"			
9.50	3/8"	344,5		
6.30	1/4"	376,1		
4.75	No 4	428,4		
2.36	No 8	838,4		
2.00				
1.18	No 16			
0.60	No 30			
0.43	No 40	1457,8		
0.30	No 50			
0.18				
0.15	No 100	348,2		
0.08	No 200	77,2		
	Παιπάλη	23		
	Ολικό βάρος	3965,4		

Ο εκτελέσας τη δοκιμή

Εικόνα 2.2-3 Τυπικό έντυπο κοκκομετρικής ανάλυσης

ΔΕΛΤΙΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

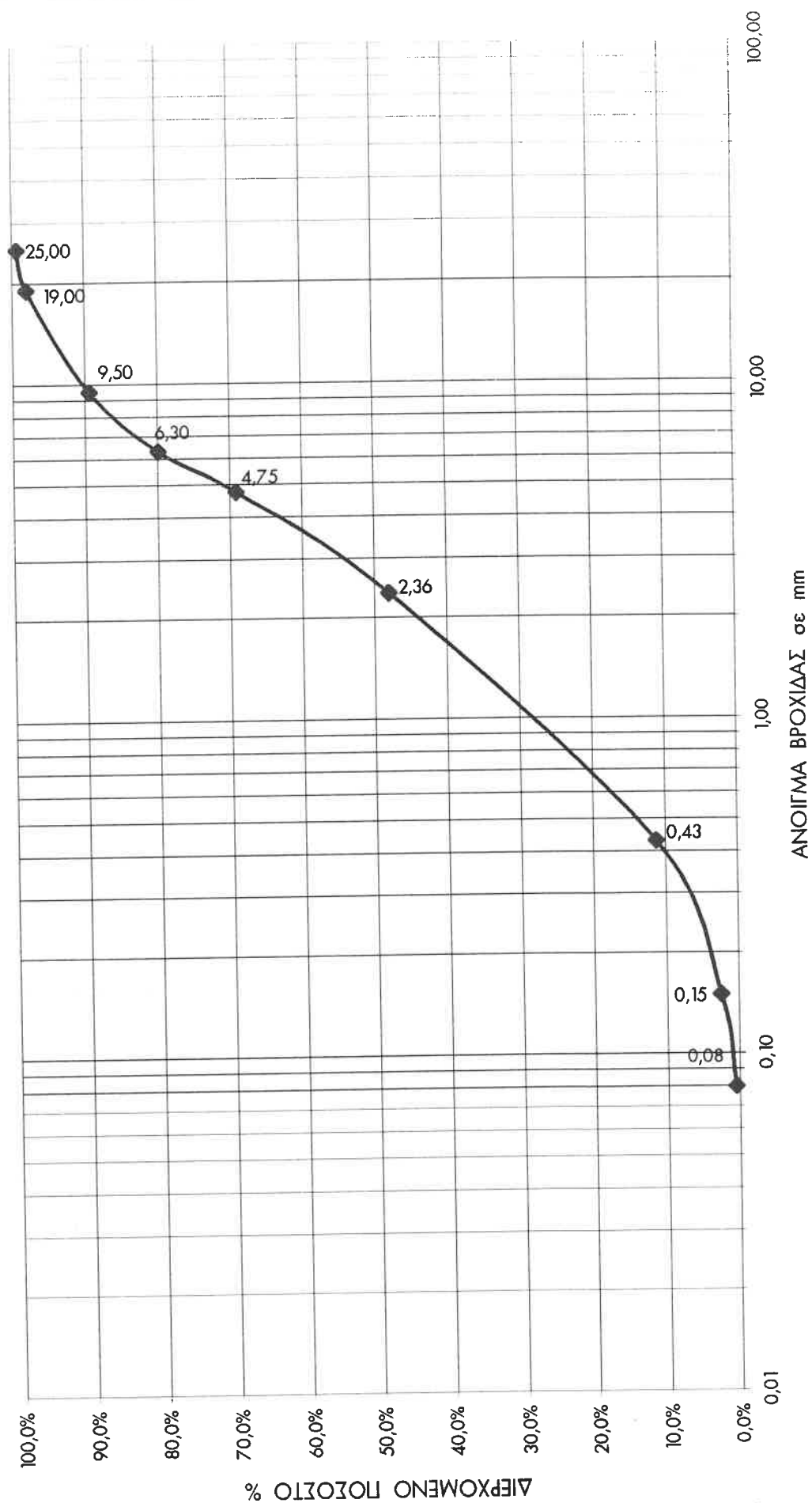
Αρ. δείγματος	1
Στοιχεία δείγματος	4000
Ημερομηνία δοκιμής	12/9/200
Ονοματεπώνυμο	Κυριαζής Ζαχαρίας Γιαννακίδης Ορφέας

Διερχόμενο βάρος σε (gr)

Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
25,00	1"	22,4	3943,0	99,4%
19,00	3/4"	49,4	3893,6	98,2%
9,50	3/8"	344,5	3549,1	89,5%
6,30	1/4"	376,1	3173,0	80,0%
4,75	No 4	428,4	2744,6	69,2%
2,36	No 8	838,4	1906,2	48,1%
0,43	No 40	1457,8	448,4	11,3%
0,15	No 100	348,2	100,2	2,5%
0,08	No 200	77,2	23,0	0,6%
	Παιπάλη	23	0,0	0,0%
	ολικό βάρος	3965,4		

Πίνακας 2.2-1 Κοκκομετρική διαβάθμιση όλου του υλικού

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ



Διάγραμμα 2.2-1 Διαγράμματα κοκκομετρικής ανάλυσης του φρεζαρισμένου υλικού

ΔΕΛΤΙΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΑΜΜΟΣ

Αρ. δείγματος	1			
Στοιχεία δείγματος	6000gr			
Ημερομηνία δοκιμής	15/5/2000			
Οναματεπώνυμο				
Διερχόμενο βάρος σε (gr)				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
4,75	No4	181,4	5764,4	96,9%
2,36	No8	2522	3242,4	54,5%
1,18	No16	1550	1692,4	28,5%
0,6	No30	997,4	695	11,7%
0,3	No50	360,1	334,9	5,6%
0,15	No100	177,9	157	2,6%
0,08	No200	86,8	70,2	1,2%
	Παιπάλη	70,2	0	0,0%
ολικό βάρος		5945,8		

Αρ. δείγματος				
Στοιχεία δείγματος				
Ημερομηνία δοκιμής				
Ονοματεπώνυμο				
Διερχόμενο βάρος σε (gr)				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
4,75	No4	73,7	2923,6	97,5%
2,36	No8	1217,4	1706,2	56,9%
1,18	No16	739,6	966,6	32,2%
0,6	No30	497,5	469,1	15,7%
0,3	No50	203,5	265,6	8,9%
0,15	No100	129,9	135,7	4,5%
0,08	No200	63,7	72	2,4%
	Παιπάλη	72	0	0,0%
ολικό βάρος		2997,3		

Αρ. δείγματος	2			
Στοιχεία δείγματος	3000gr			
Ημερομηνία δοκιμής	15/5/2000			
Όναματεπώνυμο				
Διερχόμενο βάρος σε (gr)				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
4,75	No4	33,4	2948,4	98,9%
2,36	No8	1163,2	1785,2	59,9%
1,18	No16	763	1022,2	34,3%
0,6	No30	547	475,2	15,9%
0,3	No50	222	253,2	8,5%
0,15	No100	122,4	130,8	4,4%
0,08	No200	66,2	64,6	2,2%
	Παιπάλη	64,6	0	0,0%
ολικό βάρος		2981,8		

Μέσος όρος				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
4,75	No4			97,8%
2,36	No8			57,1%
1,18	No16			31,7%
0,6	No30			14,4%
0,3	No50			7,7%
0,15	No100			3,9%
0,08	No200			1,9%
0 Παιπάλη				0,0%
ολικό βάρος				

Πίνακας 2.2-2 Κοκκομετρική διαβάθμιση - άμμος

**ΔΕΛΤΙΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΓΑΡΜΠΙΛΙ**

Αρ. δείγματος	1			
Στοιχεία δείγματος	3000gr			
Ημερομηνία δοκιμής				
Οναματεπώνυμο				
Διερχόμενο βάρος σε (gr)				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
12,5	1/2"	0	3997,1	100,0%
9,5	3/8"	479,2	3517,9	88,0%
6,3	1/4"	2295,1	1222,8	30,6%
		1222,8	0	0,0%
ολικό βάρος		3997,1		

Αρ. δείγματος		2		
Στοιχεία δείγματος		3000gr		
Ημερομηνία δοκιμής				
Οναματεπώνυμο				
Διερχόμενο βάρος σε (gr)				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
12,5	1/2"	8,9	3990,1	99,8%
9,5	3/8"	495,9	3494,2	87,4%
6,3	1/4"	2152	1342,2	33,6%
		1342,2	0	0,0%
ολικό βάρος		3999		

Αρ. δείγματος		3		
Στοιχεία δείγματος		3000gr		
Ημερομηνία δοκιμής				
Οναματεπώνυμο				
Διερχόμενο Βάρος σε (gr)				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
12,5	1/2"	0	3996,6	100,0%
9,5	3/8"	498,8	3497,8	87,5%
6,3	1/4"	2229,6	1268,2	31,7%
		1268,2	0	0,0%
ολικό βάρος		3996,6		

Μίσος όρος				
Διερχόμενο βάρος σε (gr)				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
12,5	1/2"			99,9%
9,5	3/8"			87,6%
6,3	1/4"			32,0%
				0,0%

Πίνακας 2.2-3 Κοκκομετρική διαβάθμιση - γαρμπίλι

**ΔΕΛΤΙΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΧΑΛΙΚΙ**

Αρ. δείγματος	1			
Στοιχεία δείγματος	4000			
Ημερομηνία δοκιμής				
Διερχόμενο βάρος σε (gr)				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
25	1"	0	3999,6	100,0%
19	3/4"	44,5	3955,1	98,9%
16	5/8"	427,6	3527,5	88,2%
		3527,5	0	0,0%
ολικό βάρος		3999,6		

Αρ. δείγματος	2			
Στοιχεία δείγματος	4000			
Ημερομηνία δοκιμής				
Διερχόμενο βάρος σε (gr)				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
25	1"	0	3992,4	100,0%
19	3/4"	34,2	3958,2	99,1%
16	5/8"	302,7	3655,5	91,6%
		3655,5	0	0,0%
ολικό βάρος		3992,4		

Αρ. δείγματος		3		
Στοιχεία δείγματος		4000		
Ημερομηνία δοκιμής				
Διερχόμενο βάρος σε (gr)				
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
25	1"	0	4000	100,0%
19	3/4"	33	3967	99,2%
16	5/8"	366,8	3600,2	90,0%
		3600,2	0	0,0%
ολικό βάρος		4000		

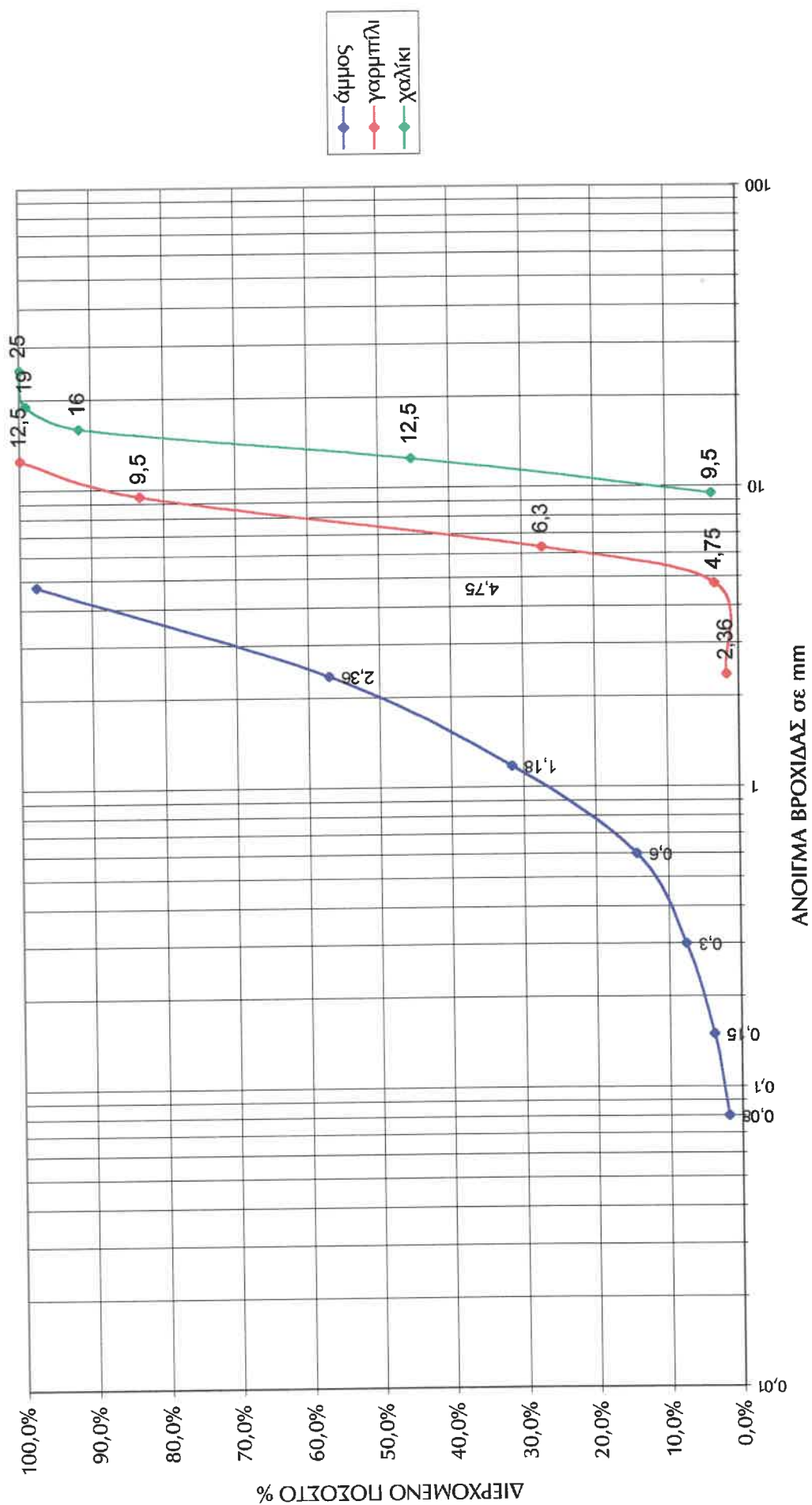
Αρ. δείγματος		Μέσος όρος		
Στοιχεία δείγματος				
Ημερομηνία δοκιμής				
		Διερχόμενο βάρος σε (gr)		
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου	Συγκρ. Βάρος σε (gr)	gr	%
25	1"			100,0%
19	3/4"			99,1%
16	5/8"			89,9%
				0,0%
ολικό βάρος				

Πίνακας 2.2-4 Κοκκομετρική διαβάθμιση - χαλίκι

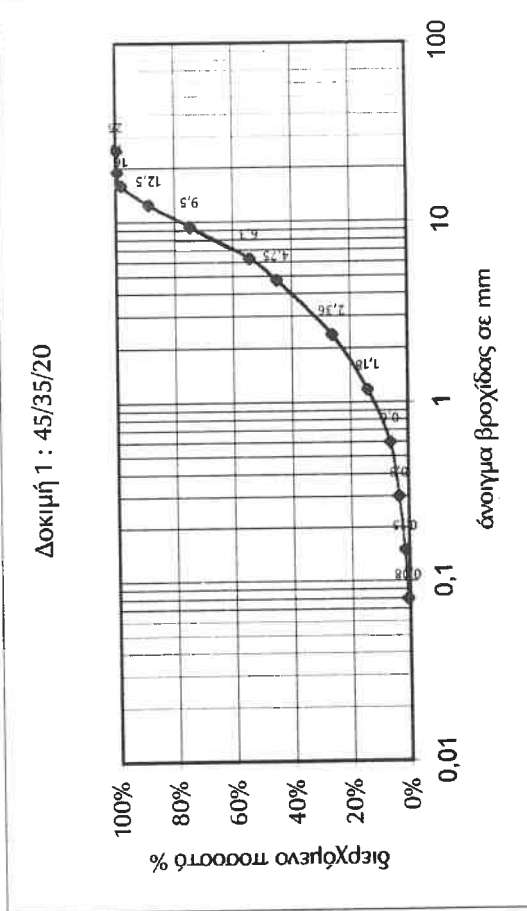
χαλίκι				γαρμπίλι				άμμος			
Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου		%	Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου		%	Πρότυπο μέγεθος κοσκίνου (mm)	Αρ. κοσκίνου		%
25	1"		100,0%	12,5	1/2"		100,0%	4,75	No4		97,8%
19	3/4"		99,1%	9,5	3/8"		83,3%	2,36	No8		57,1%
16	5/8"		91,7%	6,3	1/4"		27,2%	1,18	No16		31,7%
12,5	1/2"		45,3%	4,75	No4		3,3%	0,6	No30		14,4%
9,5	3/8"		3,6%	2,36	No8		1,7%	0,3	No50		7,7%
								0,15	No100		3,9%
								0,08	No200		1,9%
								0	Παιπάλη		0,0%

Πίνακας 2.2-5 Κοκκομετρική διαβάθμιση κλασμάτων

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ



Διάγραμμα 2.2-2 Διαγράμματα κοκκομετρικής ανάλυσης των τριών κλασμάτων φρεζαρισμένου ασφαλτικού υλικού

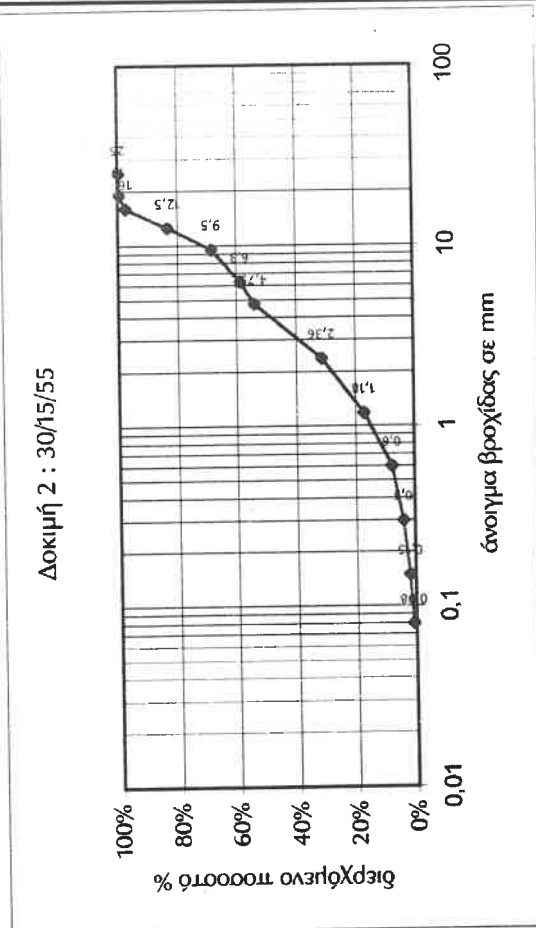


Διόγραμμα 2.2-3 Διόγραμμα κοκκομετρικής ανάλυσης 1η δοκιμή

ΔΟΚΙΜΗ 1		χολέκι	γαρυπίλι	άμμος	σύνολο
ποσοστό		20%	35%	45%	
25	1"	20,00%	35,00%	45,00%	100,00%
19	3/4"	19,82%	35,00%	45,00%	99,82%
16	5/8"	18,35%	35,00%	45,00%	98,35%
12,5	1/2"	9,06%	35,00%	45,00%	89,06%
9,5	3/8"	0,73%	29,16%	45,00%	74,89%
6,3	1/4"	0,00%	9,53%	45,00%	54,53%
4,75	No4	0,00%	1,15%	44,01%	45,15%
2,36	No8	0,00%	0,60%	25,70%	26,30%
1,18	No16	0,00%	0,00%	14,25%	14,25%
0,6	No30	0,00%	0,00%	6,49%	6,49%
0,3	No50	0,00%	0,00%	3,45%	3,45%
0,15	No100	0,00%	0,00%	1,73%	1,73%
0,08	No200	0,00%	0,00%	0,86%	0,86%
0	Παπύλη	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

ΔΟΚΙΜΗ 2					σύνολο
ποσοστό	χαλίκι 30%	γαρμπόλι 15%	άμμος 55%		
25	1"	30,00%	15,00%	55,00%	100,00%
19	3/4"	29,74%	15,00%	55,00%	99,74%
16	5/8"	27,52%	15,00%	55,00%	97,52%
12,5	1/2"	13,59%	15,00%	55,00%	83,59%
9,5	3/8"	1,09%	12,50%	55,00%	68,59%
6,3	1/4"	0,00%	4,08%	55,00%	59,08%
4,75	No4	0,00%	0,49%	53,78%	54,28%
2,36	No8	0,00%	0,26%	31,41%	31,67%
1,18	No16	0,00%	0,00%	17,42%	17,42%
0,6	No30	0,00%	0,00%	7,93%	7,93%
0,3	No50	0,00%	0,00%	4,21%	4,21%
0,15	No100	0,00%	0,00%	2,12%	2,12%
0,08	No200	0,00%	0,00%	1,05%	1,05%
0	Παπύλη	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

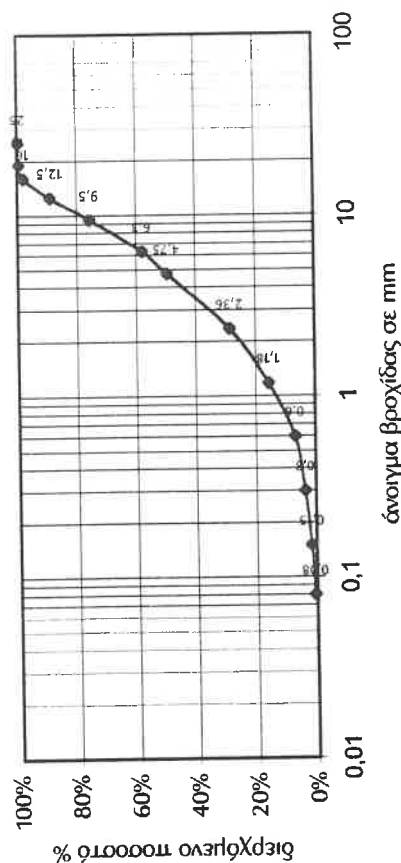
Πίνακας 2.2-7 Κοκκομετρική διαβάθμιση - 2η δοκιμή



ΔΟΚΙΜΗ 3					σύνολο
ποσοστό		χαλίκι 20%	γαρμπίλι 30%	άμμος 50%	
25	1"	20,00%	30,00%	50,00%	100,00%
19	3/4"	19,82%	30,00%	50,00%	99,82%
16	5/8"	18,35%	30,00%	50,00%	98,35%
12,5	1/2"	9,06%	30,00%	50,00%	89,06%
9,5	3/8"	0,73%	25,00%	50,00%	75,72%
6,3	1/4"	0,00%	8,16%	50,00%	58,16%
4,75	No4	0,00%	0,98%	48,90%	49,88%
2,36	No8	0,00%	0,52%	28,55%	29,07%
1,18	No16	0,00%	0,00%	15,83%	15,83%
0,6	No30	0,00%	0,00%	7,21%	7,21%
0,3	No50	0,00%	0,00%	3,83%	3,83%
0,15	No100	0,00%	0,00%	1,93%	1,93%
0,08	No200	0,00%	0,00%	0,96%	0,96%
0	Παπάλη	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Πίνακας 2.2-8 Κοκκομετρική διαβάθμιση - 3η δοκιμή

Δοκιμή 3 : 50/30/20



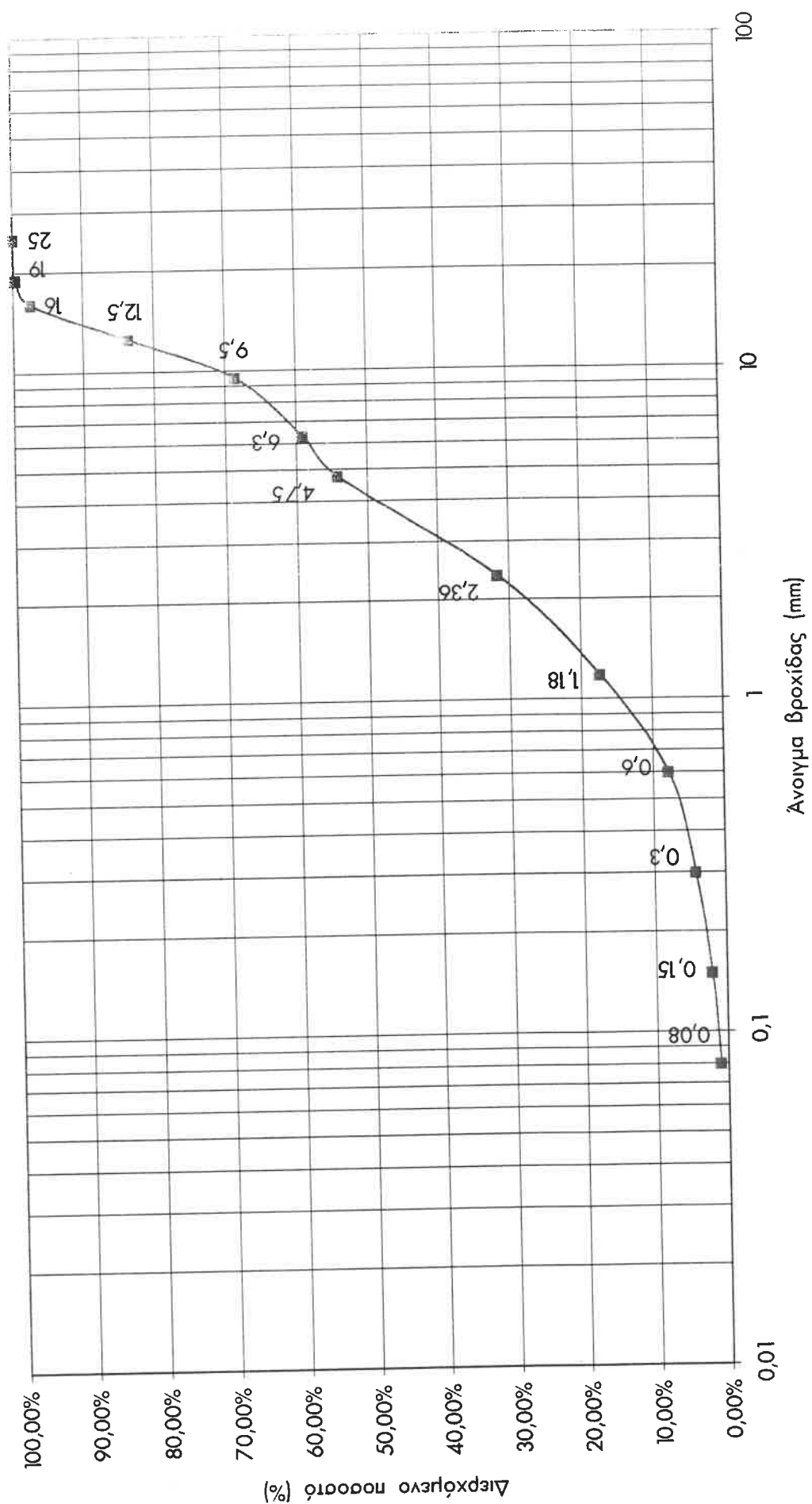
Διάγραμμα 2.2-5 Διάγραμμα κοκκομετρικής ανάλυσης - 3η δοκιμή

ΔΟΚΙΜΗ 2

		χαλίκι	γαρμπίλι	άμμος	σύνολο
	ποσοστό	30%	15%	55%	
25	1"	30,00%	15,00%	55,00%	100,00%
19	3/4"	29,74%	15,00%	55,00%	99,74%
16	5/8"	27,52%	15,00%	55,00%	97,52%
12,5	1/2"	13,59%	15,00%	55,00%	83,59%
9,5	3/8"	1,09%	12,50%	55,00%	68,59%
6,3	1/4"	0,00%	4,08%	55,00%	59,08%
4,75	No4	0,00%	0,49%	53,78%	54,28%
2,36	No8	0,00%	0,26%	31,41%	31,67%
1,18	No16	0,00%	0,00%	17,42%	17,42%
0,6	No30	0,00%	0,00%	7,93%	7,93%
0,3	No50	0,00%	0,00%	4,21%	4,21%
0,15	No100	0,00%	0,00%	2,12%	2,12%
0,08	No200	0,00%	0,00%	1,05%	1,05%
0	Παιπάλη	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Πίνακας 2.2-7 Κοκκομετρική διαβάθμιση - 2η δοκιμή

Δοκιμή 2: 30/15/55



Διάγραμμα 2.2.6 Κοκκομετρική ανάλυση του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί στα πειράματα

2.3 Παρασκευή δοκιμών:

2.3.1 Εύρεση βέλτιστης για συμπίκνωση υγρασίας

Προκειμένου να προσδιοριστεί η βέλτιστη για συμπίκνωση υγρασία εφαρμόστηκε η τροποποιημένη μέθοδος Proctor. Παρακάτω παρατίθεται αναλυτικά η διαδικασία αυτής της δοκιμής καθώς και ο απαιτούμενος εξοπλισμός σύμφωνα με τις προδιαγραφές εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής (Ε 105 – 86)

α. Εισαγωγή

Οι δοκιμές αυτές έχουν σαν σκοπό τον προσδιορισμό της σχέσεως μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας και της πυκνότητας των εδαφών με συμπίκνωση αυτών μέσα σε τύπο ορισμένου μεγέθους με κόπανο βάρους 4,54 kg που πέφτει από ύψος 457,2 mm.

Προβλέπονται τέσσερις διαφορετικές διαδικασίες, οι ακόλουθες:

ΜΕΘΟΔΟΣ Α.

Τύπος διαμέτρου 101,6mm

Το εδαφικό υλικό διέρχεται από κόσκινο Νο 4. (4.75mm).

ΜΕΘΟΔΟΣ Β.

Τύπος διαμέτρου 152,4mm

Το εδαφικό υλικό διέρχεται από κόσκινο Νο 4. (4,75mm)

ΜΕΘΟΔΟΣ Γ.

Τύπος διαμέτρου 101,6mm

Το εδαφικό υλικό διέρχεται από κόσκινο (19mm)

ΜΕΘΟΔΟΣ Δ.

Τύπος διαμέτρου 152,4mm

Το εδαφικό υλικό διέρχεται από κόσκινο (190mm). Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος θα πρέπει να καθορίζεται στις προδιαγραφές για το προς δοκιμή υλικό. Αν δεν προδιαγράφεται μέθοδος, Θα εφαρμόζεται η μέθοδος Α.

β. Εργαστηριακός εξοπλισμός

β.1. Τύποι:

Οι τύποι θα είναι κυλινδρικού σχήματος, κατασκευασμένοι από μέταλλο και θα έχουν χωρητικότητα και διαστάσεις που δίνονται παρακάτω. Αυτοί θα έχουν ένα πρόσθετο δακτύλιο ύψους περίπου 60,3mm. Ο τύπος και ο πρόσθετος δακτύλιος μαζί θα είναι έτσι κατασκευασμένοι, ώστε να μπορούν να συνδέονται σταθερά με την ανεξάρτητη πλάκα βάσεως. Η χωρητικότητα και οι διαστάσεις των τύπων θα είναι οι ακόλουθες:

α) Τύπος με χωρητικότητα: $(943+8) \times 10^3 \text{ mm}^3$

Εσωτερικής διαμέτρου: 101,6 + $\pm$ 0,406mm και ύψους: 116,4+0,127mm

β) Τύπος που έχει χωρητικότητα: $(2124\pm 21) \times 10^3 \text{ mm}^3$ Εσωτερικής διαμέτρου: $152,4 \pm 0,66 \text{ mm}$ και ύψους: 116,4+ 0,127 mm

β.2. Κόπανος:

Ένας μεταλλικός κόπανος με κυκλική διατομή διαμέτρου 50,8+0,127mm και βάρους 4,54+0,01kg. Ο κόπανος θα είναι εφοδιασμένος με κατάλληλο οδηγό (διάταξη) για τον έλεγχο του ύψους πτώσεως, ώστε να πέφτει ελεύθερα από ύψος 457,2 + 1,524mm από τη στάθμη του εδαφικού δοκιμίου.



Εικόνα 2.3-1 Συμπύκνωση κατά την τροποποιημένη δοκιμή Proctor

β.3. Εξολκέας δείγματος (προαιρετικά):

Μία κατάλληλη συσκευή για την εξαγωγή των συμπυκνωμένων δοκιμίων από τον τύπο.



Εικόνα 2.3-2 Εξόλκευση δοκιμίου Proctor

β.4. Ζυγοί:

Ένας ζυγός ικανότητας τουλάχιστον 10 kg και ακρίβειας ως 5g και ένας ζυγός ικανότητας τουλάχιστον 1kg και ακρίβειας ως 0,1 g.



Εικόνα 2.3-3 Ζύγιση δοκιμίου Proctor

β.5. Κλίβανος ξηράνσεως:

Ένας θερμοστατικά ελεγχόμενος κλίβανος ξηράνσεως ικανός για τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε $110 \pm 5^\circ\text{C}$ για την ξήρανση υγρών δειγμάτων.

β.6. Κανόνας:

Ένας χαλύβδινος κανόνας μήκους περίπου 300mm που έχει τη μια πλευρά λοξά κομμένη.

β.7. Κόσκινα:

Κόσκινα 50 mm, 19 mm και No 4. (4.75 mm). 2.8. Εργαλεία αναμίξεως: Διάφορα εργαλεία όπως λεκάνη αναμίξεως, κουτάλα, μυστρί, σπάτουλα κλπ., ή κατάλληλη μηχανική συσκευή για την καλή ανάμιξη του δείγματος του εδάφους με τα προστιθέμενα ποσοστά του ύδατος.

Γ' Μέθοδος

Εάν το δείγμα του εδάφους είναι υγρό, ξηραίνεται όπως στην Α' Μέθοδο. Κοσκινίζεται μια επαρκής ποσότητα αντιπροσωπευτικού κονιοποιημένου εδάφους με το κόσκινο (19 mm). Απορρίπτεται το χονδρόκοκκο υλικό, το συγκρατημένο στο κόσκινο (19 mm), αν υπάρχει.

Σημείωση: Σε περίπτωση που περισσότερο από 10% του υλικού συγκρατείται στο κόσκινο (19 mm), τότε είναι σκόπιμο να διατηρηθεί το ίδιο ποσοστό % χονδρόκοκκου υλικού, (διερχόμενου από το κόσκινο (50 mm) και συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 4), στο δείγμα υγρασίας - πυκνότητας όπως στο αρχικά ληφθέν από το έργο δείγμα. Το υλικό το συγκρατούμενο στο κόσκινο (19 mm) θα πρέπει να αντικατασταθεί με τον ακόλουθο τρόπο: κοσκινίζεται επαρκής ποσότητα από το αντιπροσωπευτικό κονιοποιημένο έδαφος με τα κόσκινα (50 mm) και (19 mm). Απορρίπτεται το χονδρόκοκκο υλικό που συγκρατείται στο κόσκινο (50 mm). Ζυγίζεται το υλικό το διερχόμενο από το κόσκινο (50 mm) και συγκρατούμενο στο κόσκινο (19 mm) και αντικαθίσταται αυτό με ένα ίσου βάρους υλικό διερχόμενο από το κόσκινο (19 mm) και συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 4. Το προς αντικατάσταση υλικό λαμβάνεται από το εναπομείναν μέρος του δείγματος.

Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα βάρους περίπου 5,5kg ή περισσότερο, από το έδαφος το παρασκευασμένο, όπως περιγράφεται πιο πάνω.

Το αντιπροσωπευτικό δείγμα που έχει ληφθεί αναμιγνύεται καλά με αρκετό νερό για να υγρανθεί κατά 4 περίπου μονάδες, (επί τοις % του βάρους), κάτω από την βέλτιστη υγρασία.

Σχηματίζεται ένα δοκίμιο με συμπίκνωση του παρασκευασμένου εδάφους, μέσα στον τύπο των 101,6 mm, (με τον δακτύλιο προσαρμοσμένο), σε πέντε στρώσεις ίσες για την παρασκευή ενός υλικού συμπτυκνωμένου βάθους περίπου 127 mm. Συμπυκνώνεται κάθε στρώση με 25 ομοιόμορφα διανεμημένους κτύπους με τον κόπανο. Κατά τη διάρκεια της συμπίκνωσης ο τύπος Θα πρέπει να στηρίζεται σε σταθερό βάθρο. Μετά τη συμπίκνωση, απομακρύνεται από τον τύπο ο δακτύλιος και περικόπτεται με τον κανόνα με προσοχή το συμπτυκνωμένο έδαφος, μέχρι τα χείλια του τύπου. Οι σχηματιζόμενες οπές στην επιφάνεια λόγω της απομάκρυνσης χονδρών κόκκων, συμπληρώνονται με λεπτότερο υλικό. Ζυγίζεται ο τύπος με το υγρό έδαφος. Πολλαπλασιάζεται το βάρος του συμπτυκνωμένου δοκιμίου με τον τύπο μείον το βάρος του τύπου (σε kg), επί 1059 και αναφέρεται το αποτέλεσμα ως το υγρό φαινόμενο βάρος του συμπτυκνωμένου εδάφους σε kg/m³.

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως περιγράφεται για την Α' Μέθοδο.

Εξάγεται το δοκίμιο από τον τύπο και αποκόπτεται κάθετα με ένα επίπεδο που διέρχεται από το κέντρο του. Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα του υλικού από μία από τις δύο επιφάνειες της τομής. Ζυγίζεται αμέσως και ξηραίνεται μέσα σε κλίβανο σε θερμοκρασία $110 \pm 5^\circ\text{C}$ επί δώδεκα τουλάχιστον ώρες ή μέχρι σταθερού βάρους για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας. Το βάρος του υγρού δείγματος δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 100g.

Το υπόλοιπο υλικό θραύεται τελείως μέχρι που να διέρχεται αυτό από το κόσκινο Νο 4. Προστίθεται νερό σε επαρκή ποσότητα ώστε να αυξηθεί η περιεχόμενη υγρασία του δείγματος του εδάφους κατά μία ή δύο μονάδες επί τοις % και επαναλαμβάνεται η παραπάνω διαδικασία για κάθε νέα αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας. Συνεχίζεται η σειρά αυτή των προσδιορισμών μέχρι που να ελαττωθεί ή δεν μεταβληθεί το υγρό φαινόμενο βάρος του συμπυκνωμένου εδάφους.

Στις περιπτώσεις που το εδαφικό υλικό είναι εύθραυστο και θα ελαττωθεί σημαντικά το μέγεθος των κόκκων λόγω των επαναλαμβανόμενων συμπυκνώσεων και στις περιπτώσεις όπου το έδαφος είναι αργιλώδες υλικό, εντός του οποίου είναι δύσκολο να ενσωματωθεί το νερό, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα ξεχωριστό και νέο δείγμα για κάθε δοκιμή συμπύκνωσης. Στις περιπτώσεις αυτές, ξεχωριστά δείγματα αναμιγνύονται καλά με επαρκή ποσά νερού, για να προσδώσουν περιεχόμενες υγρασίες στα δείγματα, που διαφέρουν κατά περίπου 2 μονάδες επί τοις %.

Στην εργασία αυτή ακολουθήθηκε αυτή η διαδικασία και κατασκευάστηκαν δοκίμια με 4, 5, 6, 6.5, και 7 % υγρασία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα. (Εικόνα 2.3-4)

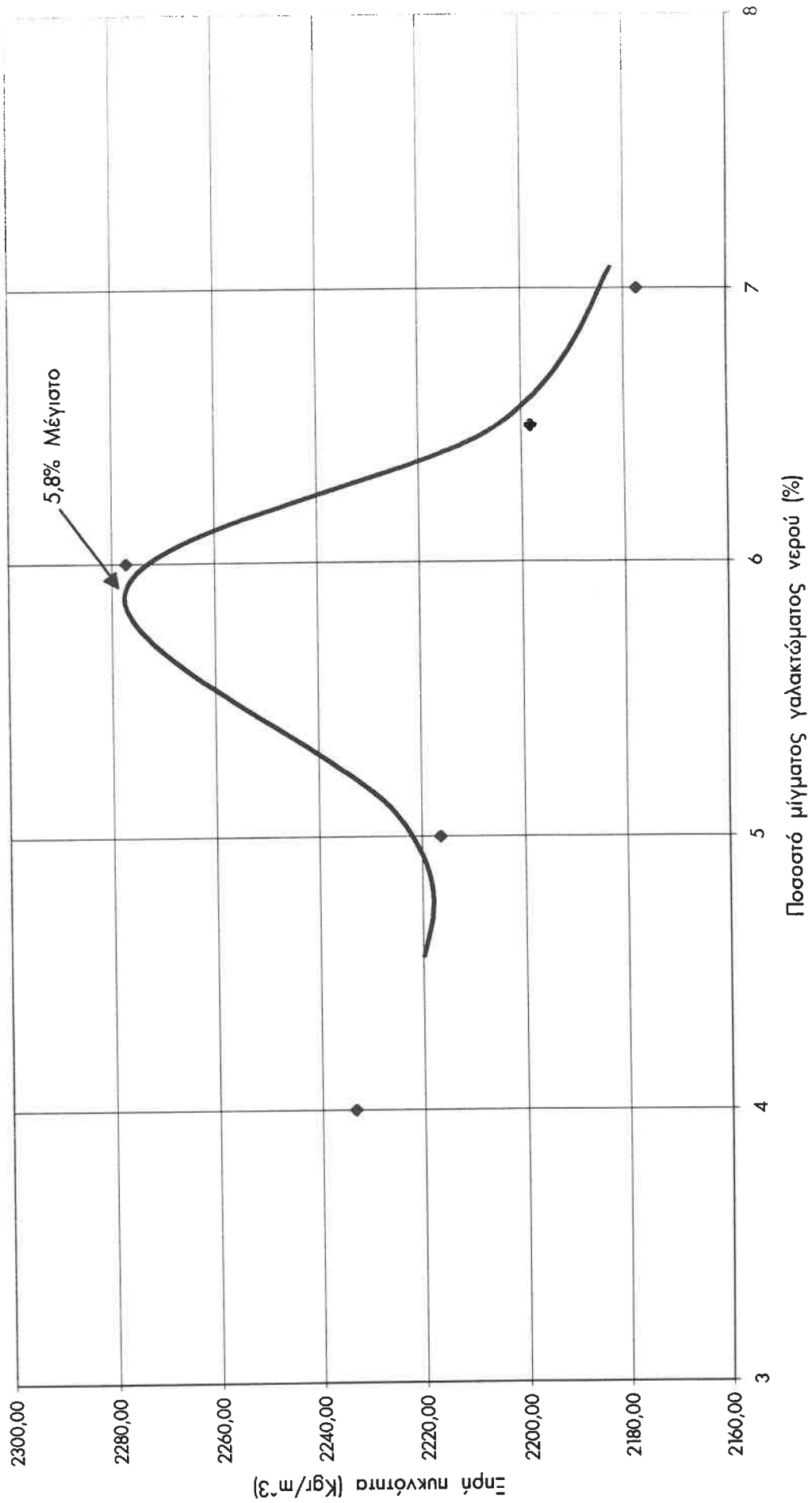
Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως ενώ στις παραπάνω προδιαγραφές ως υγρασία αναφέρεται το νερό, στην εργασία αυτή όπου θα χρησιμοποιήθηκε και υγρό γαλάκτωμα έπρεπε να ληφθεί υπόψη και τη υγρασία που προσθέτει στο μείγμα το ίδιο το γαλάκτωμα. Έτσι στην τροποποιημένη δοκιμή Proctor δεν χρησιμοποιήθηκε μόνο νερό, αλλά ένα μείγμα 1:1 γαλακτώματος-νερού που προσφέρει μια καλή προσέγγιση ως προς το ζήτημα της υγρασίας αφού στη συνέχεια των πειραμάτων πρόκειται να μεταβληθεί αυτή η αναλογία.

Πίνακας 2.3-1 Αποτελέσματα δοκιμής
συμπύκνωσης

%		ΓΑΛ.+N	d1	d2	d	h1	h2	h	V m ³ *10 [^] (-3)	ΑΠΟΒΑΡΟ gr.	ΜΙΚΤΟ gr.	ΥΓΡΗ ΠΥΚΝ.	ΞΗΡΗ ΠΥΚΝ.
3	A	90	92	91,6	91,8	116,2	115,8	116	0,7674	4216,6	6016,4	2345,37	2277,06
4	A	120	92	91,6	91,8	116,2	115,8	116	0,7674	4216,6	5999,1	2322,83	2233,49
5	A	150	92	91,6	91,8	116,2	115,8	116	0,7674	4216,6	6002,6	2327,39	2216,56
6	B	180	91,3	91,4	91,35	117,4	116,6	117	0,7664	4535,3	6385,4	2413,92	2277,28
6,5	A	195	92	91,6	91,8	116,2	115,8	116	0,7674	4216,6	6013,2	2341,20	2198,31
7	A	210	92	91,6	91,8	116,2	115,8	116	0,7674	4216,6	6004,6	2329,99	2177,56

Πίνακας 23-1 Δοκιμή Proctor

ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ



Διάγραμμα 2.3.1 Γράφημα δοκιμής Proctor

Τα αποτελέσματα της τροποποιημένης δοκιμής Proctor οδήγησαν στην εκλογή του ποσοστού 5,8% ως βέλτιστου όπως φαίνεται εξάλλου και από το διάγραμμα.(Διάγραμμα 2.3-1)

2.3.2 Παρασκευή δοκιμών Marshall

Η παρασκευή των δοκιμών έγινε με τη συσκευή Marshall όπως υποδεικνύεται στην βιβλιογραφική πηγή [4] .

Η διαδικασία λοιπόν της παρασκευής αυτών των δοκιμών έχει, αναλυτικά ως εξής :

Οι μήτρες Marshall καθαρίζονται προσεκτικά σε όλα τα τμήματά τους (κολάρα, βάση κτλ.).

Οι μήτρες ζυγίζονται και αριθμούνται έτσι ώστε να είναι δυνατόν να υπολογιστούν τα καθαρά βάρη των δοκιμών πριν από την εξόλκευσή τους από αυτές.

Τοποθετείται ένας απορροφητικός χάρτινος δίσκος στη βάση της μήτρας, προκειμένου να διοχετευθεί κάπου το εξερχόμενο από το δοκίμιο νερό κατά τη διάρκεια της συμπίκνωσης με τον κόπανο της συσκευής Marshall.



Εικόνα 2.3-4 Λεπτομέρεια μήτρας δοκιμίου Marshall

2.3.3 Προετοιμασία μείγματος:

Ζυγίζονται τα αδρανή και η ποσότητα τσιμέντου που θα χρησιμοποιηθεί, που εξαρτάται από το ποσοστό τσιμέντου που θα δοκιμαστεί. Αναμειγνύονται καλά τα ξηρά συστατικά. Προστίθεται το νερό, που προκύπτει ως υπόλοιπο, αν αφαιρεθεί από τη συνολική βέλτιστη υγρασία το ποσοστό γαλακτώματος. Τα υλικά αναμειγνύονται καλά με κυκλικές κινήσεις και μέχρι να υγρανθεί καλά όλο το μείγμα ώστε να αρχίσουν να απορροφούν νερό και τα αδρανή. Κατόπιν προστίθεται η απαραίτητη ποσότητα γαλακτώματος και αναμειγνύεται εκ νέου το μείγμα. Αξίζει να σημειωθεί πως αυτή η ανάμειξη είναι πολλή σημαντική για την ομοιόμορφη σύνδεση των υγρών αδρανών μεταξύ τους. Μεσολαβεί κάποιος χρόνος πριν από τη συμπίκνωση έτσι ώστε να αρχίσει να δρα το τσιμέντο και το γαλάκτωμα.

Εκτελούνται μερικές δοκιμαστικές συμπτυκνώσεις, με διάφορες ποσότητες μείγματος, μέχρις ότου να επιτευχθεί ύψος συμπτυκνωμένου δοκιμίου ίσο με : $63,5\text{mm} \pm 1.5\text{mm}$ (συνήθως αρκεί μία ποσότητα περίπου 1150 gr). Τοποθετείται το υλικό σε δύο δόσεις και κάθε φορά που προστίθεται υλικό στην μήτρα γίνονται εμπήξεις με μία μικρή σπάτουλα περίπου 15 φορές περιμετρικά και 10 φορές στην υπόλοιπη επιφάνεια. Αυτό γίνεται για να εξασφαλισθεί η ομοιόμορφη κατανομή του λεπτόκοκκου υλικού, κυρίως στην περιμετρική κυλινδρική επιφάνεια. (Σε αυτήν την επιφάνεια θα προσαρμοστούν τα μικρόμετρα της συσκευής NAT, που θα αναφερθεί στο παρακάτω κεφάλαιο, και οφείλει να είναι όσο το δυνατό πιο ομοιόμορφη ώστε να μπορεί να δώσει ορθότερα αποτελέσματα.)

Η συμπίκνωση εν συνεχεία των δοκιμών Marshall έγινε με την εφαρμογή 75 κτύπων της σφύρας συμπτυκνώσεως.



Εικόνα 2.3-5 Σφύρα συμπίκνωσης δοκιμίων Marshall

Στη συνέχεια αφαιρείται το δοκίμιο με το καλούπι του, ανατρέπεται, και επανατοποθετείται στη βάση της μηχανής έτσι ώστε η επιφάνεια εδέχετο τους κτύπους του κόπανου να αποτελέσει την κάτω έδρα του δοκιμίου και η ανώτερη βάση του κυλινδρικού δοκιμίου η οποία θα δεχθεί τους κτύπους του κόπανου να είναι η προηγούμενη κατώτερη βάση του δοκιμίου. Επαναλαμβάνονται τώρα οι 75 κτύποι.

Ζυγίζεται το υγρό συμπυκνωμένο δοκίμιο και καταγράφεται το υγρό βάρος του.

2.3.4 Είδη δοκιμίων που παρασκευάστηκαν (βάσει αναλογιών)

Για την εύρεση της βέλτιστης αναλογίας ποσοστού τσιμέντου και γαλακτώματος κρίθηκε σκόπιμο να κατασκευασθούν δοκίμια Marshall με τις παρακάτω ποσοστιαίες αναλογίες από το κάθε υλικό

Γαλάκτωμα %	Τσιμέντο %
0	0
	2
	4
2	0
	2
	3
3	0
	2
	3
4	0
	2
	4
5	2
	5

Πίνακας 2.3-2 Είδη δοκιμίων

Για την κατασκευή των δοκιμίων Marshall απαιτείτο μία ποσότητα 1030 gr μίγματος από το φρεζαρισμένο ασφαλτικό υλικό, από τσιμέντο, από γαλάκτωμα και από νερό. Με τη βοήθεια της κοκκομετρικής καμπύλης, που προαναφέρθηκε και βάσει των αναλογιών που φαίνονται στον παραπάνω πίνακα χρησιμοποιήθηκαν οι ποσότητες που αναφέρονται παρακάτω:

Γαλκτωμα %	Τσιμέντο %	χαλκι - gr	γαρήγι - gr	σάκος - gr	γολκτωμα - gr	τσιμέντο - gr	νερό - gr	βάρος ξηρών
0	0	309,00	154,50	566,50	0,00	0,00	59,74	1030
	2	302,82	151,41	555,17	0,00	20,60	59,74	1030
	4	296,64	148,32	543,84	0,00	41,20	59,74	1030
	0	309,00	154,50	566,50	20,60	0,00	39,14	1030
2	2	302,82	151,41	555,17	20,60	20,60	39,14	1030
	3	299,73	149,87	549,51	20,60	30,90	39,14	1030
	0	309,00	154,50	566,50	30,90	0,00	28,84	1030
	2	302,82	151,41	555,17	30,90	20,60	28,84	1030
3	3	299,73	149,87	549,51	30,90	30,90	28,84	1030
	0	309,00	154,50	566,50	41,20	0,00	18,54	1030
	2	302,82	151,41	555,17	41,20	20,60	18,54	1030
	4	296,64	148,32	543,84	41,20	41,20	18,54	1030
4	4	296,64	148,32	543,84	51,50	20,60	8,24	1030
	2	302,82	151,41	555,17	51,50	51,50	8,24	1030
	0	309,00	154,50	566,50	51,50	51,50	8,24	1030
	3	299,73	149,87	549,51	51,50	51,50	8,24	1030

Πίνακας 2.3-2 Βάρη δοκιμίων

2.3 Παρασκευή δοκιμών

αναλ. Γαλάκτωμα/τοιμμένο	α/α δοκ.	αρ. μήτρας	μικτό βάρος υγρού	απόδοση	καθ. βάρος υγρού	ημ/νία κατασκευής	ημ/νία εξ. από φούρνο	μικτό βάρος μετά	καθ. βάρος δοκιμίου	καθ. βάρος δοκιμίου (ζυγ.)
0% Γαλάκτωμα 0% Τσιμέντο	1	4	2574,6	1494,0	1080,6	5-Ιουν	6-Ιουν	2574,0	1080,0	1076,9
0% Γαλάκτωμα 0% Τσιμέντο	2	5	2589,5	1510,4	1079,1	5-Ιουν	6-Ιουν	2589,1	1078,7	1076,8
0% Γαλάκτωμα 0% Τσιμέντο	3	9	2430,3	1349,2	1081,1	5-Ιουν	6-Ιουν	2430,2	1081,0	1079,7
0% Γαλάκτωμα 2% Τσιμέντο	1	1	2642,6	1563,9	1078,7	5-Ιουν	6-Ιουν	2640,5	1076,6	1075,9
0% Γαλάκτωμα 2% Τσιμέντο	2	2	2436,2	1354,8	1081,4	5-Ιουν	6-Ιουν	2434,1	1079,3	1076,8
0% Γαλάκτωμα 2% Τσιμέντο	3	3	2599,3	1511,0	1088,3	5-Ιουν	6-Ιουν	2597,7	1086,7	1086,1
0% Γαλάκτωμα 4% Τσιμέντο	1	7	2449,0	1365,4	1083,6	5-Ιουν	6-Ιουν	2448,8	1083,4	1079,4
0% Γαλάκτωμα 4% Τσιμέντο	2	6	2634,4	1550,6	1083,8	5-Ιουν	6-Ιουν	2634,9	1084,3	1081,2
0% Γαλάκτωμα 4% Τσιμέντο	3	8	2421,2	1338,9	1082,3	5-Ιουν	6-Ιουν	2421,2	1082,3	1083,4
2% Γαλάκτωμα 0% Τσιμέντο	1	1	2646,1	1563,9	1082,2	6-Ιουν	7-Ιουν	2642,3	1048,4	1047,8
2% Γαλάκτωμα 0% Τσιμέντο	2	3	2596,1	1511,0	1085,1	6-Ιουν	7-Ιουν	2561,2	1050,2	1049,4
2% Γαλάκτωμα 0% Τσιμέντο	3	5	2592,2	1510,4	1081,8	6-Ιουν	7-Ιουν	2558,8	1048,4	1047,8
2% Γαλάκτωμα 2% Τσιμέντο	1	1	2643,1	1563,9	1079,2	2-Ιουν	3-Ιουν	2616,9	1053,0	1052,8
2% Γαλάκτωμα 2% Τσιμέντο	2	2	2436,2	1354,8	1081,4	2-Ιουν	3-Ιουν	2408,7	1053,9	1053,5
2% Γαλάκτωμα 2% Τσιμέντο	3	3	2594,3	1511,0	1083,3	2-Ιουν	3-Ιουν	2567,2	1056,2	1056,0
2% Γαλάκτωμα 3% Τσιμέντο	1	4	2578,2	1494,0	1084,2	2-Ιουν	3-Ιουν	2553,8	1059,6	1059,2
2% Γαλάκτωμα 3% Τσιμέντο	2	5	2595,8	1510,4	1085,4	2-Ιουν	3-Ιουν	2569,7	1059,3	1059,1
2% Γαλάκτωμα 3% Τσιμέντο	3	9	2434,1	1349,2	1084,9	2-Ιουν	3-Ιουν	2408,9	1059,7	1059,1

Πίνακας 2.3-3 Βάρη δοκιμών

2.3 Παρασκευή δοκιμών

αναλ.	Γαλάκτωμα/τοιμμένο	α/α δοκ.	αρ. μήτρας	μικτό βάρος υγρό	απόβρο	καθ. βάρος υγρό	ημ/νία κατασκευής	ημ/νία εξ. από φούρνο	μικτό βάρος μετά	καθ. βάρος δοκιμίου	καθ. βάρος δοκιμίου (ζυγ.)
3%	Γαλάκτωμα 0% Τοιμμένο	1	1	2645,9	1563,9	1082,0	30-Mai	31-Mai	2633,4	1069,5	1066,5
3%	Γαλάκτωμα 0% Τοιμμένο	2	3	2596,3	1511,0	1085,3	30-Mai	31-Mai	2584,1	1073,1	1072,2
3%	Γαλάκτωμα 0% Τοιμμένο	3	2	2438,9	1394,8	1084,1	30-Mai	31-Mai	2426,9	1072,1	1071,2
3%	Γαλάκτωμα 2% Τοιμμένο	1	1	2646,0	1563,9	1082,1	29-Mai	30-Mai	2629,8	1065,9	1065,4
3%	Γαλάκτωμα 2% Τοιμμένο	2	2	2436,1	1354,8	1081,3	29-Mai	30-Mai	2418,5	1063,7	1063,2
3%	Γαλάκτωμα 2% Τοιμμένο	3	4	2574,4	1494,0	1080,4	29-Mai	30-Mai	2557,5	1063,5	1062,8
3%	Γαλάκτωμα 3% Τοιμμένο	1	3	2592,7	1511,0	1081,7	29-Mai	30-Mai	2577,6	1066,6	1066,4
3%	Γαλάκτωμα 3% Τοιμμένο	2	5	2593,0	1510,4	1082,6	29-Mai	30-Mai	2579,8	1069,4	1069,1
3%	Γαλάκτωμα 3% Τοιμμένο	3	6	2633,8	1550,6	1083,2	29-Mai	30-Mai	2620,8	1070,2	1069,7
4%	Γαλάκτωμα 0% Τοιμμένο	1	5	2597,5	1510,4	1087,1	30-Mai	31-Mai	2582,5	1072,1	1071,9
4%	Γαλάκτωμα 0% Τοιμμένο	2	4	2578,0	1494,0	1084,0	30-Mai	31-Mai	2568,0	1074,0	1073,2
4%	Γαλάκτωμα 0% Τοιμμένο	3	6	2633,8	1550,6	1083,2	30-Mai	31-Mai	2623,3	1072,7	10724,0
4%	Γαλάκτωμα 2% Τοιμμένο	1	7	2449,4	1365,4	1084,0	30-Mai	31-Mai	2439,0	1073,6	1073,1
4%	Γαλάκτωμα 2% Τοιμμένο	2	8	2424,8	1338,9	1085,9	30-Mai	31-Mai	2412,3	1073,4	1072,7
4%	Γαλάκτωμα 2% Τοιμμένο	3	9	2435,6	1349,2	1086,4	30-Mai	31-Mai	2425,1	1075,9	1075,1
4%	Γαλάκτωμα 2% Τοιμμένο	1	1	2647,7	1563,9	1083,8	31-Mai	1-Iou	2631,7	1067,8	1067,8
4%	Γαλάκτωμα 4% Τοιμμένο	2	2	2440,6	1354,8	1085,8	31-Mai	1-Iou	2423,7	1068,9	1068,8
4%	Γαλάκτωμα 4% Τοιμμένο	3	3	2597,3	1511,0	1086,3	31-Mai	1-Iou	2580,9	1069,9	1069,8

Πίνακας 2.3-3 Βάρη δοκιμών

αναλ. Γαλάκτωμα/τοιμμένο	α/α δοκ.	αρ. μήτρας	μικτό βάρος υγρό	απόβρο	καθ. Βάρος υγρό	ημ/νία κατασκευής	ημ/νία εξ. από φούρνο	μικτό βάρος μετά	καθ. Βάρος δοκιμίου	καθ. Βάρος δοκιμίου (ζυγ.)
5% Γαλάκτωμα 2% Τοιμμένο	1	4	2579,8	1494,0	1085,8	31-Mai	1-Iουν	2566,8	1072,8	1072,7
5% Γαλάκτωμα 2% Τοιμμένο	2	5	2597,4	1510,4	1087,0	31-Mai	1-Iουν	2583,5	1073,1	1073,0
5% Γαλάκτωμα 2% Τοιμμένο	3	7	2451,5	1365,4	1086,1	31-Mai	1-Iουν	2438,2	1072,8	1072,5
5% Γαλάκτωμα 5% Τοιμμένο	1	8	2427,7	1338,9	1088,8	31-Mai	1-Iουν	2413,5	1074,6	1073,9
5% Γαλάκτωμα 5% Τοιμμένο	2	6	2636,9	1550,6	1086,3	31-Mai	1-Iουν	2623,1	1072,5	1072,1
5% Γαλάκτωμα 5% Τοιμμένο	3	9	2437,5	1349,2	1088,3	31-Mai	1-Iουν	2421,8	1072,6	1071,4
2,5% Γαλάκτωμα 2,5% Τοιμμένο	1	2	2414,2	1354,8	1059,4	20-Iουλ	21-Iουλ	2413,0	1058,2	1057,8
2,5% Γαλάκτωμα 2,5% Τοιμμένο	2	5	2570,6	1510,4	1060,2	20-Iουλ	21-Iουλ	2568,2	1057,8	1056,4
2,5% Γαλάκτωμα 2,5% Τοιμμένο	3	6	2616,9	1550,6	1066,3	20-Iουλ	21-Iουλ	2614,9	1064,3	1063,9
Κυλινδρικά Δοκίμια 100x100x200										
2,5% Γαλάκτωμα 2,5% Τοιμμένο	1	A	16246,8	13160,0	3100,3	20-Iουλ	21-Iουλ	16237,5	3097,5	3097,4
2,5% Γαλάκτωμα 2,5% Τοιμμένο	2	B	7396,2	4300,0	3096,2	20-Iουλ	21-Iουλ	7393,8	3093,8	3093,5
2,5% Γαλάκτωμα 2,5% Τοιμμένο	3	Γ	7469,9	4380,0	3089,9	20-Iουλ	21-Iουλ	7467,1	3087,1	3086,7
2,5% Γαλάκτωμα 2,5% Τοιμμένο	4	Δ	16041,8	12940,0	3101,8	20-Iουλ	21-Iουλ	16038,2	3098,2	3098,1

Πίνακας 2.3-3 Βάρη δοκιμίων

	<i>d1</i>	<i>d2</i>	<i>mean</i>	<i>h1</i>	<i>h2</i>	<i>h3</i>	<i>h4</i>	<i>mean</i>	όγκος <i>V</i>
2%Γαλ.0%Τσιμ.-1	101,5	101,8	101,7	65,1	64,9	65,1	65,2	65,1	52,78
2%Γαλ.0%Τσιμ.-2	101,1	101,3	101,2	65,4	65,7	65,8	65,6	65,6	52,76
2%Γαλ.0%Τσιμ.-3	101,3	101,3	101,3	64,6	64,5	64,7	64,7	64,6	52,06
2%Γαλ.2%Τσιμ.-1	101,2	101,3	101,3	64,4	64,6	64,6	64,5	64,5	51,93
2%Γαλ.2%Τσιμ.-2	101,4	101,3	101,4	65,1	65	64,9	65,4	65,1	52,49
2%Γαλ.2%Τσιμ.-3	101,6	101,5	101,6	64,7	64,7	64,8	64,9	64,8	52,44
2%Γαλ.3%Τσιμ.-1	101,5	101,4	101,5	64,7	64,6	64,7	64,8	64,7	52,27
2%Γαλ.3%Τσιμ.-2	101,6	101,5	101,6	64,9	64,9	64,9	64,5	64,8	52,46
2%Γαλ.3%Τσιμ.-3	101,5	101,4	101,5	63,9	64,2	64,4	64,9	64,4	51,99
3%Γαλ.0%Τσιμ.-1	101,4	101,5	101,5	64	63,6	64,4	64,5	64,1	51,81
3%Γαλ.0%Τσιμ.-2	101,7	101,6	101,7	66,9	66,8	67	67	66,9	54,28
3%Γαλ.0%Τσιμ.-3	101,35	101,4	101,4	65	65,1	65	65,3	65,1	52,52
3%Γαλ.2%Τσιμ.-1	101,4	101,4	101,4	64,2	64,5	64,4	64,7	64,5	52,02
3%Γαλ.2%Τσιμ.-2	101,5	101,5	101,5	65	64,3	64,3	64,03	64,4	52,09
3%Γαλ.2%Τσιμ.-3	101,5	101,4	101,5	66,3	65,9	66,1	66	66,1	53,38

Πίνακας 2.3-4 Διαστάσεις και πυκνότητες δοκιμών

	<i>d1</i>	<i>d2</i>	<i>mean</i>	<i>h1</i>	<i>h2</i>	<i>h3</i>	<i>h4</i>	<i>mean</i>	όγκος <i>V</i>
3%Γαλ.3%Τσιμ.-1	101	101,5	101,3	64,5	64	64,6	65	64,5	51,93
3%Γαλ.3%Τσιμ.-2	101,6	101,55	101,6	64,4	65,05	64,5	64,9	64,7	52,41
3%Γαλ.3%Τσιμ.-3	101,6	101,3	101,5	63,8	64,1	63,75	63,8	63,9	51,60
4%Γαλ.0%Τσιμ.-1	101,4	101,6	101,5	66,7	67	67,1	67	67,0	54,14
4%Γαλ.0%Τσιμ.-2	101,5	101,3	101,4	64,8	64,9	64,3	64,7	64,7	52,20
4%Γαλ.0%Τσιμ.-3	101,7	101,6	101,7	66,2	66,3	66,5	66,3	66,3	53,80
4%Γαλ.2%Τσιμ.-1	101,1	101,3	101,2	66,5	66,3	66,5	66,7	66,5	53,46
4%Γαλ.2%Τσιμ.-2	101,7	101,5	101,6	65,2	65	65,1	65	65,1	52,73
4%Γαλ.2%Τσιμ.-3	101,5	101,7	101,6	64,3	64,3	64,4	64,2	64,3	52,10
4%Γαλ.4%Τσιμ.-1	101,6	101,5	101,6	65,3	65	65,1	65	65,1	52,70
4%Γαλ.4%Τσιμ.-2	101,45	101,6	101,5	64,4	64,8	64,8	63,5	64,4	52,09
4%Γαλ.4%Τσιμ.-3	101,6	101,6	101,6	64,4	64,1	64,2	64	64,2	52,00
5%Γαλ.2%Τσιμ.-1	101,3	101,4	101,4	66,6	66,9	66,9	66,8	66,8	53,86
5%Γαλ.2%Τσιμ.-2	101,6	101,5	101,6	64,5	64,4	64,5	64,6	64,5	52,21
5%Γαλ.2%Τσιμ.-3	101,1	101,2	101,2	66,2	66,1	66,1	66,4	66,2	53,17
5%Γαλ.5%Τσιμ.-1	101,6	101,4	101,5	64,6	64,5	64,7	64,6	64,6	52,24
5%Γαλ.5%Τσιμ.-2	101,6	101,3	101,5	64,5	64,5	64,5	64,7	64,6	52,15
5%Γαλ.5%Τσιμ.-3	101,5	101,5	101,5	63,9	63,9	64,1	64,1	64,0	51,76

Πίνακας 2.3-4 Διαστάσεις και πυκνότητες δοκιμών

	<i>d1</i>	<i>d2</i>	<i>mean</i>	<i>h1</i>	<i>h2</i>	<i>h3</i>	<i>h4</i>	<i>mean</i>	<i>όγκος V</i>
2,5%Γαλ.2,5%Τσιμ.-1	101,4	101,5	101,5	62,2	62	62,1	62	62,1	50,15
2,5%Γαλ.2,5%Τσιμ.-2	101,5	101,5	101,5	62,4	62,6	62,4	62,5	62,5	50,53
2,5%Γαλ.2,5%Τσιμ.-3	101,7	101,5	101,6	62,4	62,6	62,3	62,5	62,5	50,60

Πίνακας 2.3-4 Διαστάσεις και πυκνότητες δοκιμίων

	<i>υγρό βάρος</i>	<i>ξηρό βάρος</i>	<i>ξηρό βάρος ξυ.</i>	<i>πυκν. 1</i>	<i>μ.ο. πυκν. 1</i>	<i>πυκν. 2</i>	<i>μ.ο. πυκν. 2</i>	<i>πυκν. 3</i>	<i>μ.ο. πυκν. 3</i>
2%Γαλ.0%Τσιμ.-1	1082,2	1048,4	1047,8	20,50	20,62	19,86	19,97	19,85	19,96
2%Γαλ.0%Τσιμ.-2	1085,1	1050,2	1049,4	20,57		19,91		19,89	
2%Γαλ.0%Τσιμ.-3	1081,8	1048,4	1047,8	20,78		20,14		20,13	
2%Γαλ.2%Τσιμ.-1	1079,2	1053,0	1052,8	20,78	20,68	20,28	20,17	20,27	20,16
2%Γαλ.2%Τσιμ.-2	1081,4	1053,9	1053,5	20,60		20,08		20,07	
2%Γαλ.2%Τσιμ.-3	1083,3	1056,2	1056,0	20,66		20,14		20,14	
2%Γαλ.3%Τσιμ.-1	1084,2	1059,8	1059,2	20,74	20,77	20,27	20,28	20,26	20,27
2%Γαλ.3%Τσιμ.-2	1085,4	1059,3	1059,1	20,69		20,19		20,19	
2%Γαλ.3%Τσιμ.-3	1084,9	1059,7	1059,1	20,87		20,38		20,37	
3%Γαλ.0%Τσιμ.-1	1082,0	1069,5	1068,5	20,88	20,51	20,64	20,28	20,62	20,26
3%Γαλ.0%Τσιμ.-2	1085,3	1073,1	1072,2	19,99		19,77		19,75	
3%Γαλ.0%Τσιμ.-3	1084,1	1072,1	1071,2	20,64		20,41		20,40	
3%Γαλ.2%Τσιμ.-1	1082,1	1065,9	1065,4	20,80	20,60	20,49	20,28	20,48	20,27
3%Γαλ.2%Τσιμ.-2	1081,3	1063,7	1063,2	20,76		20,42		20,41	
3%Γαλ.2%Τσιμ.-3	1080,4	1063,5	1062,8	20,24		19,92		19,91	

Πίνακας 2.3-4 Διαστάσεις και πυκνότητες δοκιμίων

	υγρό βάρος	ξηρό βάρος	ξηρό βάρος ζυγ.	πυκν. 1	μ.ο. πυκν. 1	πυκν. 2	μ.ο. πυκν. 2	πυκν. 3	μ.ο. πυκν. 3
3%Γαλ.3%Τσιμ.-1	1081,7	1066,6	1066,4	20,83	20,83	20,54	20,56	20,54	20,56
3%Γαλ.3%Τσιμ.-2	1082,6	1069,4	1069,1	20,66		20,40		20,40	
3%Γαλ.3%Τσιμ.-3	1083,2	1070,2	1069,7	20,99		20,74		20,73	
4%Γαλ.0%Τσιμ.-1	1087,1	1072,1	1071,9	20,08	20,33	19,80	20,10	19,80	79,90
4%Γαλ.0%Τσιμ.-2	1084,0	1074,0	1073,2	20,77		20,57		20,56	
4%Γαλ.0%Τσιμ.-3	1083,2	1072,7	10724,0	20,13		19,94		199,34	
4%Γαλ.2%Τσιμ.-1	1084,0	1073,6	1073,1	20,28	20,57	20,08	20,36	20,07	20,35
4%Γαλ.2%Τσιμ.-2	1085,9	1073,4	1072,7	20,59		20,36		20,34	
4%Γαλ.2%Τσιμ.-3	1086,4	1075,9	1075,1	20,85		20,65		20,63	
4%Γαλ.4%Τσιμ.-1	1083,8	1067,8	1067,8	20,57	20,77	20,26	20,45	20,26	20,45
4%Γαλ.4%Τσιμ.-2	1085,8	1068,9	1068,8	20,85		20,52		20,52	
4%Γαλ.4%Τσιμ.-3	1086,3	1069,9	1069,8	20,89		20,57		20,57	
5%Γαλ.2%Τσιμ.-1	1085,8	1072,8	1072,7	20,16	20,47	19,92	20,22	19,92	20,21
5%Γαλ.2%Τσιμ.-2	1087,0	1073,1	1073,0	20,82		20,55		20,55	
5%Γαλ.2%Τσιμ.-3	1086,1	1072,8	1072,5	20,43		20,18		20,17	
5%Γαλ.5%Τσιμ.-1	1088,8	1074,6	1073,9	20,84	20,90	20,57	20,62	20,56	20,60
5%Γαλ.5%Τσιμ.-2	1086,3	1072,5	1072,1	20,83		20,56		20,56	
5%Γαλ.5%Τσιμ.-3	1088,3	1072,6	1071,4	21,03		20,72		20,70	

Πίνακας 2.3-4 Διαστάσεις και πυκνότητες δοκιμών

	υγρό βάρος	ξηρό βάρος	ξηρό βάρος ζυγ.	πυκν. 1	μ.ο. πυκν. 1	πυκν. 2	μ.ο. πυκν. 2	πυκν. 3	μ.ο. πυκν. 3
2,5%Γαλ.2,5%Τσιμ.-1	1059,4	1058,2	1073,9	21,12	21,06	21,10	21,02	21,41	21,27
2,5%Γαλ.2,5%Τσιμ.-2	1060,2	1057,8	1072,1	20,98		20,94		21,22	
2,5%Γαλ.2,5%Τσιμ.-3	1066,3	1064,3	1071,4	21,07		21,03		21,17	

Πίνακας 2.3-4 Διαστάσεις και πυκνότητες δοκιμών

2.3.5 Συντήρηση δοκιμών Marshall

Μετά τη συμπύκνωση τους τα δοκίμια που περιείχαν μίγμα γαλακτώματος και τσιμέντου ή μόνο γαλάκτωμα, τοποθετήθηκαν πριν να εξολκευθούν σε φούρνο θερμοκρασίας 40 °C όπου έμειναν για 24 ώρες. Έπειτα συντηρήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για περίπου 30 ημέρες, πριν από τη δοκιμή NAT. Τα δοκίμια που δεν περιείχαν καθόλου γαλάκτωμα (που χρησιμοποιήθηκαν κυρίως ως ενδεικτικά κάποιων ακραίων τιμών) συντηρήθηκαν σε θάλαμο συντήρησης με συνθήκες 20 ± 2 °C και σχετική υγρασία > 95%, δηλαδή σε υψηλά ποσοστά υγρασίας, όπως προβλέπεται για δοκίμια που περιέχουν τσιμέντο, επίσης για 30 ημέρες.

Καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης, είτε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος είτε στο θάλαμο συντήρησης, τα δοκίμια συνοδεύονταν από δύο τουλάχιστο δοκίμια με θερμόμετρο προσαρμοσμένο στον πυρήνα τους (δοκίμια μάρτυρες θερμοκρασίας) έτσι ώστε να παρακολουθείται και να καταγράφεται ανά πάσα στιγμή η πραγματική θερμοκρασία των δοκιμών.



Εικόνα 2.3-6 Δοκίμιο Μάρτυρας (Κάτω δεξιά)

Προκειμένου να προσδιοριστεί το μέτρο δυσκαμψίας του εκάστοτε μίγματος σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες, μία χαμηλή (5°C) και μία πιο υψηλή (25°C),

έπρεπε τα δοκίμια να φτάσουν στις θερμοκρασίες αυτές και να τις διατηρούν όσο το δυνατόν με μικρότερη απόκλιση κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

Για τη θερμοκρασία περιβάλλοντος δεν παρουσιάστηκε ιδιαίτερη δυσκολία αφού στο τέλος της παραπάνω συντήρησης τα δοκίμια ήδη βρισκόταν σε τέτοιες θερμοκρασίες. Αντιθέτως, για τη χαμηλή θερμοκρασία χρειάστηκε ιδιαίτερη προσοχή. Τα δοκίμια τοποθετούνταν κατά ομάδες των 8-10 σε ψυγείο όπου έμεναν για περίπου 24 ώρες μέχρι δηλαδή να αποκτήσουν την επιθυμητή θερμοκρασία. Για τη μεταφορά των ψυγμένων δοκιμίων από την ψύξη στο θάλαμο της συσκευής NAT, που ήταν προψυγμένος στην ίδια θερμοκρασία, χρησιμοποιήθηκαν ισοθερμικοί σάκοι.



Εικόνα 2.3-5 Μεταφορά δοκιμίου με ισοθερμική σακούλα

Η θερμοκρασία εξ' άλλου των δοκιμίων ελεγχόταν συνεχώς με τη βοήθεια των δοκιμίων μαρτύρων θερμοκρασίας που συνόδευαν τα δοκίμια κατά τη διάρκεια της ψύξης, της μεταφοράς τους και κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της δοκιμής στο θάλαμο της συσκευής NAT.

Οι επόμενες δοκιμές στη συσκευή NAT έγιναν με στόχο τη σύγκριση της αντοχής των δοκιμίων σε υγρές και ξηρές συνθήκες. Έτσι μετά από 90 περίπου ημέρες, δηλαδή 60 επιπλέον ημέρες συντήρησης σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, επαναλήφθηκε η δοκιμή NAT σε όλα τα δοκίμια, τα αποτελέσματα της οποίας



Εικόνα 2.3-6 Συντήρηση στο νερό



Εικόνα 2.3-7 Στέγνωμα για την πραγματοποίηση της δοκιμής

παρατίθενται στους πίνακες 3.2-3, 3,2-4 αναλυτικά .Κατόπιν τα ίδια δοκίμια παρέμειναν εμβαπτισμένα σε νερό θερμοκρασίας περιβάλλοντος για τρεις ημέρες, και επαναλήφθηκε η διαδικασία της δοκιμής NAT, με τα δοκίμια να είναι υγρά αυτή τη φορά. Η συγκριτική παράθεση των δύο αυτών αποτελεσμάτων δίνεται από τα διαγράμματα : 3.2-1 ως 14 στην παράγραφο 3.2.2.

2.3.6 Παρασκευή δοκιμών με ηλεκτρόσφυρα

Μετά την επιλογή της βέλτιστης αναλογίας γαλακτώματος / τσιμέντου στη σύνθεση των δοκιμών με βάση τα αποτελέσματα των παραπάνω δοκιμών που έγιναν στη συσκευή NAT, κρίθηκε σκόπιμο να γίνουν επιπλέον δοκιμές μέτρησης του σύνθετου μέτρου ελαστικότητας με τη συσκευή MTS. Τα δοκίμια που κατασκευάζονται για το σκοπό αυτό πρέπει να έχουν αναλογία ύψους προς βάση (h/R) μεγαλύτερη ή το πολύ ίση με 2 ($h/R \geq 2$), πράγμα που δεν συμβαίνει με τα δοκίμια Marshall. Αυτές οι αναλογίες πλευρών μπορούσαν να επιτευχθούν με δύο ειδών δοκίμια, κυλινδρικά και πρισματικά, διαστάσεων 10 X 20 cm. Τα νέα δοκίμια συμπυκνώθηκαν με τη χρήση ηλεκτρόσφυρας μέσα σε μεταλλικές μήτρες, όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες που ακολουθούν. (Εικόνα 2.3-3 & Εικόνα 2.3-5)

Προκειμένου να είναι συγκρίσιμες οι μετρήσεις τις δοκιμής MTS με αυτές του NAT έπρεπε τα νέα δοκίμια να έχουν και αυτά την ίδια πυκνότητα με τα αντίστοιχα δοκίμια Marshall. Τα δοκίμια Marshall είχαν ήδη ζυγιστεί και είχαν μετρηθεί όλες τους οι διαστάσεις, έτσι υπολογίσθηκαν οι μέσες πυκνότητες κάθε είδους δοκιμίου. Παίρνοντας λοιπόν μία τιμή πυκνότητας από τα δοκίμια που περιείχαν 3% γαλακτώμα και 2% τσιμέντο εκτιμήθηκε πως τόσο θα πρέπει να είναι η πυκνότητα και στα νέα δοκίμια ώστε να υποτεθεί με ασφάλεια πως ο κόπανος της παρασκευής δοκιμών Marshall και η ηλεκτρόσφυρα θα πετύχαιναν την ίδια περίπτωση συμπύκνωση του υλικού.

Με γνωστές τις διαστάσεις των νέων δοκιμών και δεδομένη την πυκνότητά τους υπολογίσθηκε η απαιτούμενη ποσότητα υλικού.



Εικόνα 2.3-8 Συμπύκνωση με ηλεκτρόσφυρα

Για τα πρισματικά η συμπύκνωση έγινε κατά τη μικρή διάσταση καθώς τα δοκίμια βρισκόταν σε οριζόντια θέση (Εικόνα 2.3-7). Αντίθετα τα κυλινδρικά συμπυκνώθηκαν κατά τη μεγάλη διάσταση. Όπως θα φανεί και από την σύγκριση των αποτελεσμάτων η διεύθυνση της συμπύκνωσης παίζει ουσιαστικό ρόλο στην αντοχή που παρουσιάζουν τα δοκίμια.

Αναλυτικότερα, αφού έγινε ανάμειξη όλων των υλικών στον αναμικτήρα (Εικ.2.3-8) και καθαρίστηκαν σχολαστικά οι μήτρες, τοποθετήθηκε το μισό υλικό του κάθε δοκιμίου σε κάθε μήτρα και συμπυκνώθηκε σε μία στρώση. Έπειτα η «λεία» επιφάνεια της πρώτης στρώσης εκτραχύνθηκε με τη βοήθεια ενός αιχμηρού αντικειμένου και προστέθηκε το υπόλοιπο μισό υλικό του κάθε δοκιμίου. Ακολούθησε συμπύκνωση, όπως και πριν, με χρήση της ηλεκτρόσφυρας αφού είχε προσαρμοσθεί σ' αυτήν ένα ειδικό έμβολο που είχε τις διαστάσεις της μήτρας.



Εικόνα 2.3-9 Ανάμειξη

Εικόνα 2.3-10 Συμπύκνωση με ηλεκτρόσφυρα

Έπειτα από τη συμπύκνωση τα δοκίμια συντηρήθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για δύο ημέρες και κατόπιν εξολκεύθηκαν. Η συντήρηση των δοκιμών που ακολούθησε είναι όμοια με αυτή που έγινε και στα δοκίμια Marshall πλην του εμβαπτισμού σε νερό. Ακολούθησε η δοκιμή MTS.

2.4 Δοκιμές

2.4.1 Δοκιμή Δυσκαμψίας (Nottingham Asphalt Tester)

Μέθοδος προσδιορισμού μέτρου δυσκαμψίας ασφαλτομιγμάτων κατά BSI (British Standards)[9]

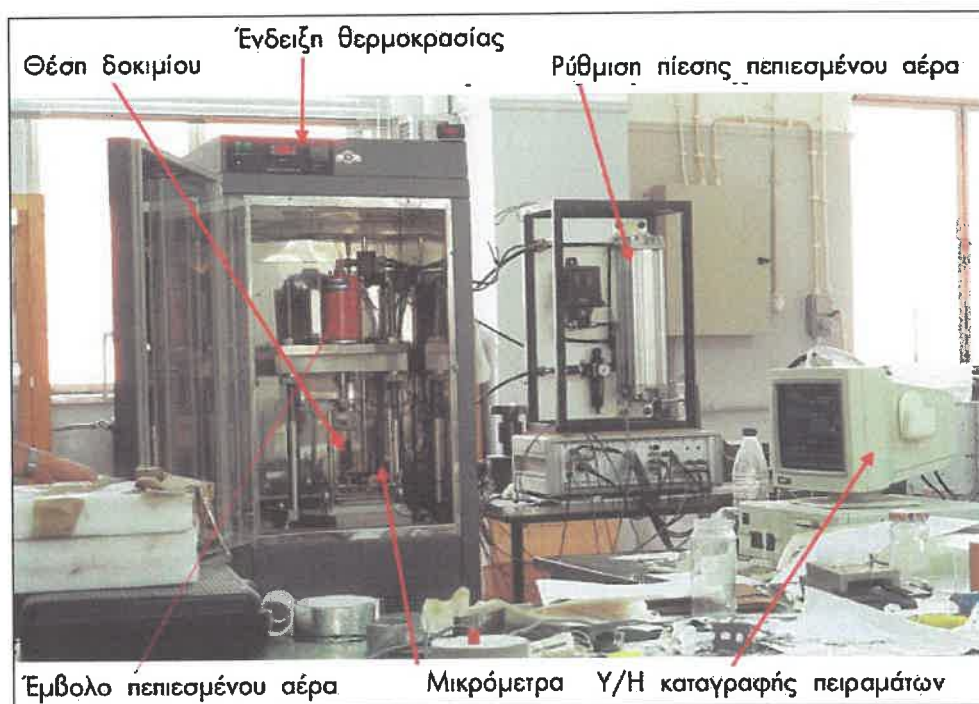
A. Ορισμοί

$$\text{Μέτρο δυσκαμψίας } S_m \text{ σε MPa } S_m = \frac{L}{(D \times t)} \times (\nu + 0.27)$$

L είναι η μέγιστη τιμή του κατακόρυφα εφαρμοσμένου φορτίο (Nt)

D είναι η μέγιστη τιμή της οριζόντιας παραμόρφωσης της διαμέτρου του δοκιμίου που προκύπτει από το εφαρμοζόμενο φορτίο (mm)

t είναι η μέση τιμή του πάχους του δοκιμίου (mm) ν είναι η τιμή του λόγου του Poisson για ασφαλτομίγματα στη θερμοκρασία της δοκιμής.

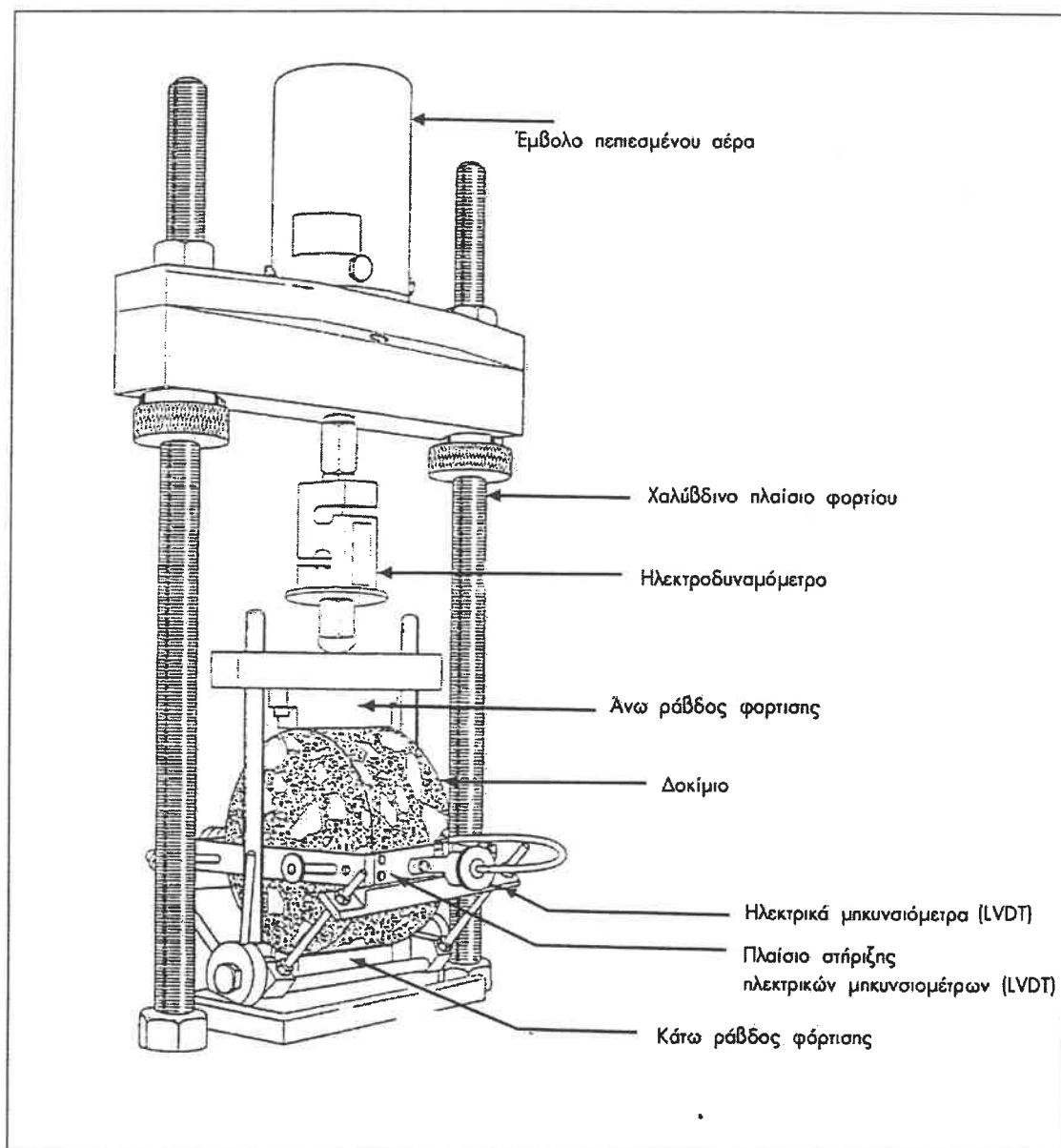


Εικόνα 2.4-1 Συσσκευή NAT

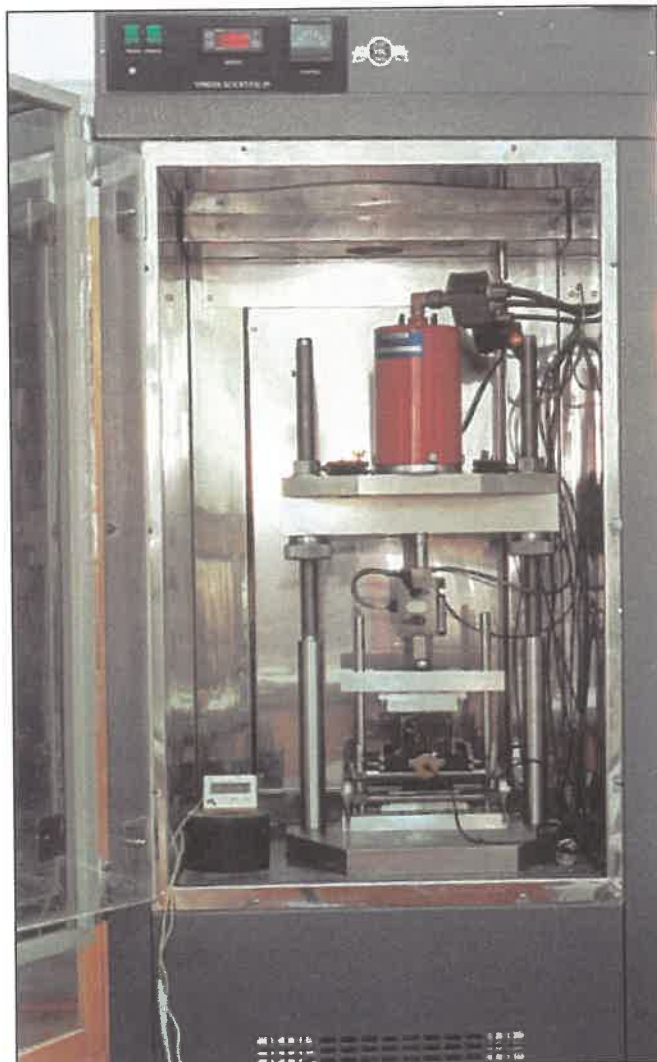
2.4.2 Συσκευή NAT

1. Χαλύβδινο πλαίσιο φόρτισης

Δύο επιχρωμιωμένες ράβδοι φορτίσεως, που έχουν κοίλη επιφάνεια επαφής με το δοκίμιο, ακτίνας ίσης με αυτής του δοκιμίου. Η μία ράβδος θα παγιωθεί στο ατσάλινο πλαίσιο φόρτισης, ενώ η δεύτερη θα συνδεθεί με το σύστημα φόρτισης μέσω μιας σφαιρικής υποδοχής.



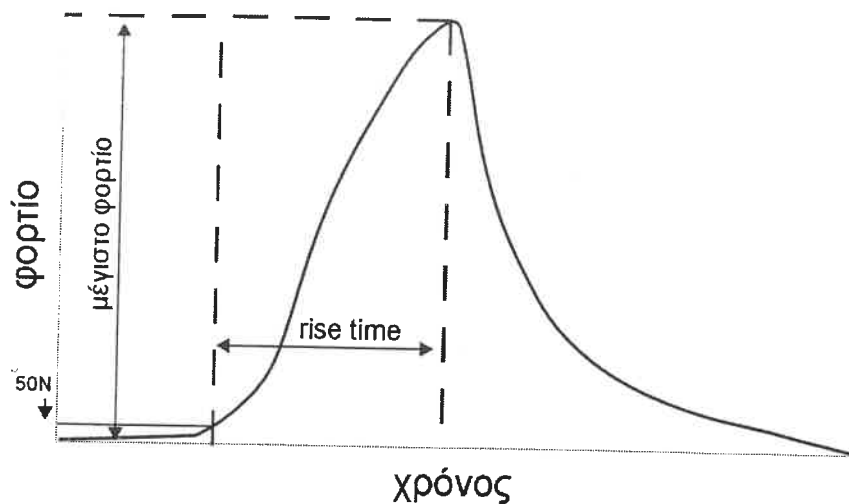
Εικόνα 2.4-2 Εξοπλισμός για την εύρεση του μέτρου δυσκαμψίας



Εικόνα 2.4-3 Άποψη του θαλάμου εκτέλεσης δοκιμών NAT

2. Σύστημα φόρτισης,

που συμπεριλαμβάνει πνευματικό ενεργοποιητή φόρτισης, ο οποίος μπορεί να ασκήσει ένα φορτίο κατακόρυφα κατά μήκος της διαμέτρου του δοκιμίου μέσω των προαναφερθέντων ράβδων. Ο ενεργοποιητής φορτίου μπορεί να ασκήσει ένα παλμικό φορτίο της μορφής του σχήματος (Εικόνα 2.4-4) στο δοκίμιο. Ο χρόνος επίτευξης μέγιστου φορτίου, το οποίο μετριέται από τη στιγμή που το φορτίο – παλμός αρχίζει να ασκείται και το οποίο είναι ο χρόνος που χρειάζεται το ασκούμενο φορτίο για να φτάσει από το μηδέν στη μέγιστη τιμή, θα είναι περίπου $125 \text{ msec} \pm 10 \text{ msec}$. Η τιμή του μέγιστου φορτίου θα ρυθμιστεί έτσι ώστε να επιτευχθεί μια μέγιστη στιγμιαία οριζόντια διαμετρική παραμόρφωση, που να είναι τουλάχιστον $5 \mu\text{m}$.



Εικόνα 2.4-4 Μορφή φορτίου

Το εφαρμοζόμενο φορτίο θα μετράται με ακρίβεια $\pm 2\%$ χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτροδυναμόμετρο (σημείωση: Όταν το μέτρο δυσκαμψίας ενός υλικού είναι σχετικά μεγάλο τότε οι δυνατότητες του συστήματος φόρτισης μπορεί να μην επαρκούν ώστε να προκαλέσουν την επιθυμητή οριζόντια φόρτιση και παραμόρφωση. Στην περίπτωση αυτή προτείνεται η χρήση δοκιμών μικρότερης διαμέτρου).

3. Μέτρηση παραμόρφωσης

ικανή να μετρήσει τη μέγιστη στιγμιαία οριζόντια διαμετρική παραμόρφωση του δοκιμίου, που προκαλείται από το φορτίο – παλμό κατά μήκος της διαμέτρου και κάθετα στη διεύθυνση της εφαρμογής του φορτίου – παλμού.

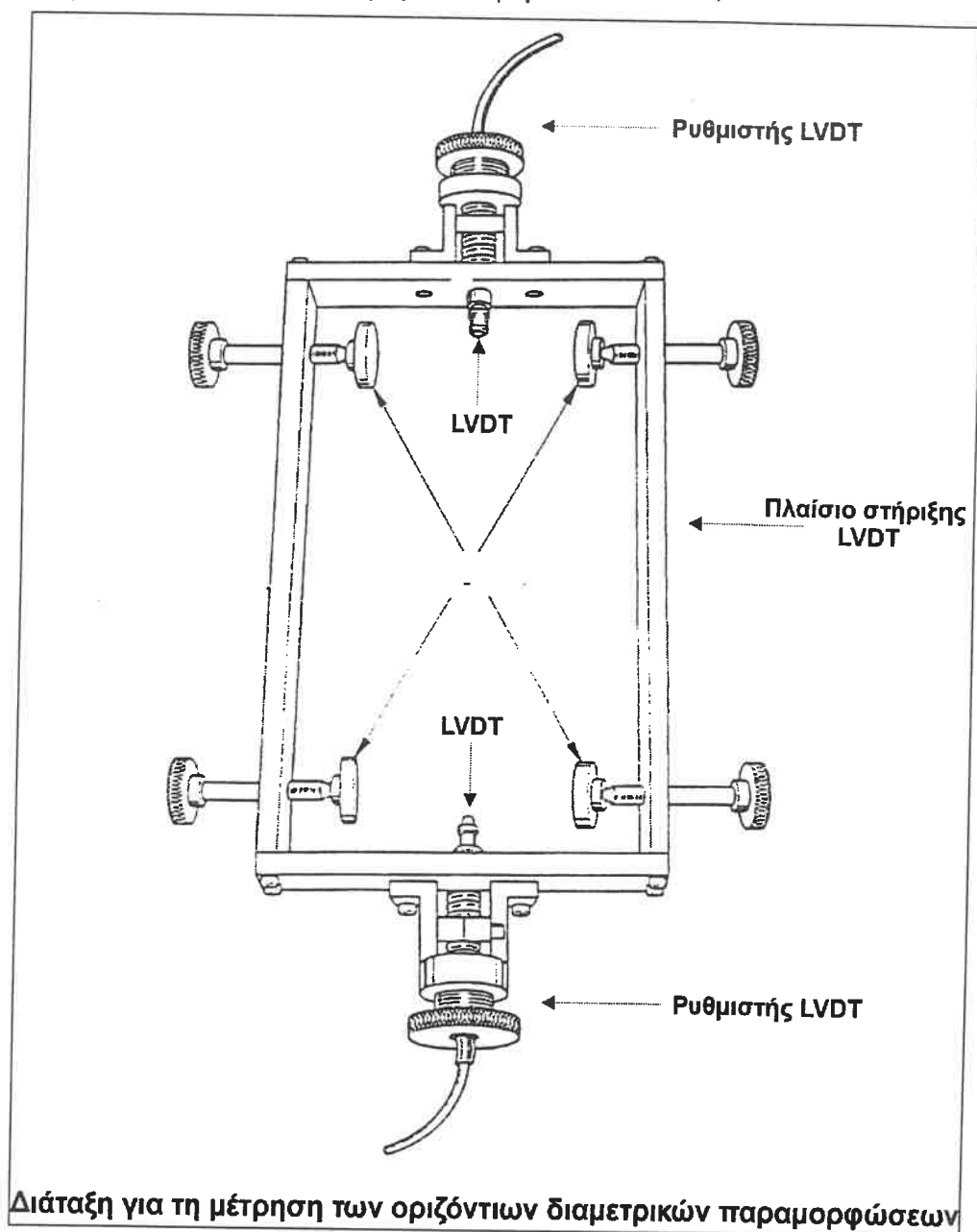
Η ακρίβεια της μέτρησης πρέπει να είναι 1 μm μέσα σ' ένα εύρος τιμών $\pm 0,1 \text{ mm}$. Η καταγραφόμενη μέγιστη στιγμιαία οριζόντια διαμετρική παραμόρφωση του δοκιμίου θα είναι η μεταβολή της οριζόντιας διαμέτρου του δοκιμίου εξαιτίας του εφαρμοζόμενου φορτίου – παλμού.

4. Η διάταξη για τη μέτρηση της οριζόντιας διαμετρικής παραμόρφωσης

φαίνεται στην εικόνα 2.5-5 . Δύο ηλεκτρικά επαγωγικά μηκυνσιόμετρα (Linear Variable Differential Transducers – LVDT), τοποθετημένα αντιδιαμετρικά σε ένα στερεό πλαίσιο, το οποίο είναι στερεωμένο με αρπάγες στο δοκίμιο. Το πλαίσιο δεν παραμορφώνεται πλέον και δεν υποστηρίζεται κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

5. Εξοπλισμός καταγραφής,

που αποτελείται από μια ψηφιακή διεπαφή (interface) που συνδέεται με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, το οποίο παρακολουθεί και καταγράφει τα ηλεκτρικά σήματα από τον ενεργοποιητή φορτίου και τα LVDT. Ο εξοπλισμός θα καταγράψει το φορτίο – παλμό και τη μέγιστη στιγμιαία οριζόντια διαμετρική παραμόρφωση του δοκιμίου που προκύπτει από αυτό για τη διάρκεια του κάθε φορτίου – παλμού σε μια τέτοια συχνότητα για την οποία μπορεί να προσδιοριστεί ο χρόνος για την επίτευξη του μέγιστου φορτίου (rise time).



Εικόνα 2.4-5

6. Σταθερή θερμοκρασία καμπίνας

που επιτυγχάνεται με κυκλοφορητές θερμού ή ψυχρού αέρα μέσα στην οποία τοποθετούνται τα δοκίμια και η συσκευή φόρτισης.

7. Έλεγχος ρυθμίσεων.

Η ρύθμιση του εξοπλισμού πρέπει να ελέγχεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος τουλάχιστον μια φορά για κάθε ημέρα δοκιμών με τη χρήση ενός μεταλλικού κυλίνδρου στη θέση του δοκιμίου. Η ρύθμιση θα κρίνεται ικανοποιητική εφόσον ο λόγος του μέγιστου φορτίου προς τη μέγιστη οριζόντια παραμόρφωση του κυλίνδρου, σε μια σειρά πέντε διαδοχικών φορτίσεων, διαφέρει το πολύ κατά $\pm 2\%$ από την αμέσως προηγούμενη τιμή του. Σε περίπτωση που δεν επιτευχθεί κάτι τέτοιο πρέπει να ελεγχθούν και να ρυθμιστούν ξεχωριστά οι συσκευές μέτρησης παραμόρφωσης και το σύστημα μέτρησης φορτίου. Η τιμή του φορτίου για τον κύλινδρο πρέπει να προσδιορισθεί αμέσως μετά από τη ρύθμιση του ηλεκτροδυναμόμετρου ώστε να υπάρχει μια σταθερή τιμή που θα χρησιμοποιείται ως μέτρο σύγκρισης.

8. Δοκίμια.

Χρησιμοποιούμε τα δοκίμια που περιγράφουμε στη παράγραφο 2.4.

9. Διαδικασία δοκιμής.

Τοποθέτηση του δοκιμίου : Καθαρίζονται οι ράβδοι φόρτισης και ελέγχεται η επιφάνειά τους. Αφότου το δοκίμιο φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία τοποθετείται κεντρικά στην κάτω ράβδο. Εν συνεχεία ασφαλίζεται το σύστημα μέτρησης παραμορφώσεων έτσι ώστε να είναι συμμετρικό ως προς τον άξονα συμμετρίας του δοκιμίου, ως προς τον άξονα που διέρχεται από το κέντρο βάρους του δοκιμίου και είναι κάθετος στον άξονα φόρτισης. Σε αυτήν τη διαδικασία ευθυγράμμισης χρησιμοποιείται και η βάση ευθυγράμμισης που φαίνεται και στο σχήμα 2.5-5.

Τοποθετείται η άνω ράβδος φόρτισης στο κέντρο της πάνω επιφάνειας του δοκιμίου και τοποθετείται το σύνολο κεντρικά κάτω από τον ενεργοποιητή φορτίου.

Τα μηκυνσιόμετρα τοποθετούνται περίπου στη μέση της διαδρομής τους έτσι ώστε να έχουν τη δυνατότητα κίνησης και προς τις δύο κατευθύνσεις. Πριν εφαρμοστεί το φορτίο στο δοκίμιο ο «οδηγός ευθυγράμμισης» τοποθετείται σε θέση

τέτοια ώστε να μην έρχεται σε επαφή ούτε με το δοκίμιο αλλά ούτε και με τα μηκυνσιόμετρα.

Κατόπιν εφαρμόζονται 5 προφορτίσεις για να έρθουν πλήρως σε επαφή το δοκίμιο με τις ράβδους φόρτισης, καθώς και για να μπορέσει η συσκευή να ρυθμίσει το φορτίο που θα δώσει την απαιτούμενη διαμετρική παραμόρφωση.

10. Διαδικασία μέτρησης.

Ελέγχεται εκ νέου η θέση των μηκυνσιομέτρων και διορθώνεται σε περίπτωση μόνιμης παραμόρφωσης, που μπορεί να προέκυψε από τις προφορτίσεις. Έπειτα εφαρμόζονται άλλα πέντε φορτία – παλμοί στο δοκίμιο και για κάθε μια εφαρμογή, μετράται και καταγράφεται ο χρόνος φόρτισης και η παραμόρφωση.

11. Υπολογισμός μέτρου δυσκαμψίας για κάθε φορτίο – παλμό

χρησιμοποιώντας την εξίσωση 1 και παίρνοντας τον λόγο του Poisson από τον παρακάτω πίνακα:

<i>Λόγος του Poisson (ν)</i>	<i>Θερμοκρασία T</i>
0,25	2-5
0,35	20
0,40	25
0,45	30
0,45	40

Πίνακας 2.4-1

12. Αφαιρείται το δοκίμιο από τη συσκευή,

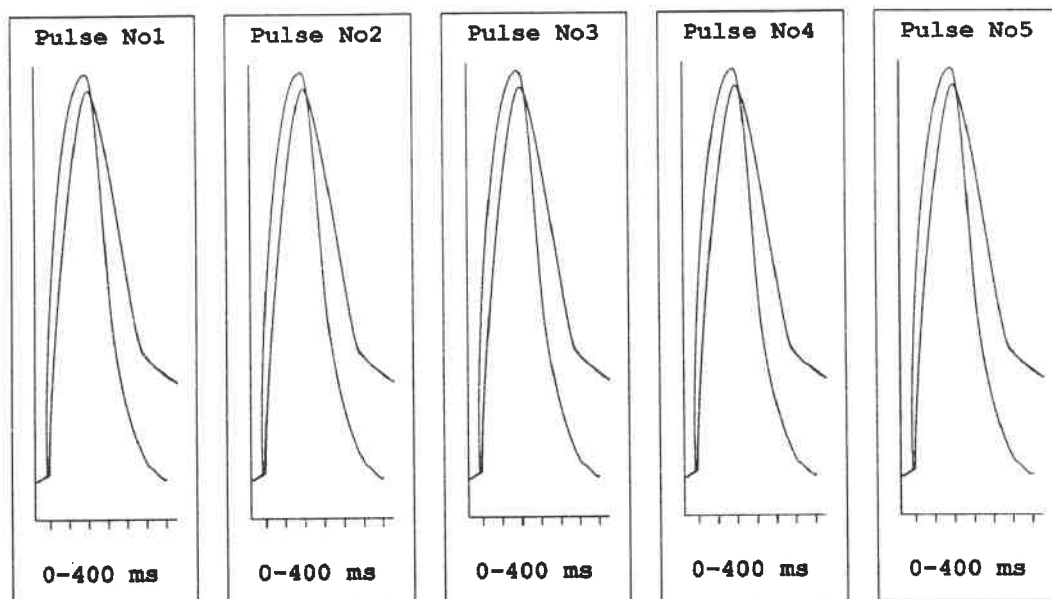
περιστρέφεται περί τον οριζόντιο άξονά του κατά 45° και επανατοποθετείται σύμφωνα με τις παραπάνω διαδικασίες. Επαναλαμβάνεται η δοκιμή και οι υπολογισμοί του μέτρου δυσκαμψίας όπως προηγουμένως και αν η μέση τιμή που προκύπτει στη νέα θέση διαφέρει κατά $\pm 10\%$ από τη μέση τιμή του μέτρου δυσκαμψίας της αρχικής θέσης, υπολογίζεται η μέση τιμή αυτών των δύο ως η τιμή του μέτρου δυσκαμψίας του δοκιμίου. Σε περίπτωση που η διαφορά είναι μεγαλύτερη επαναλαμβάνουμε τις δοκιμές. Αν η διαφορά παραμένει παρουσιάζουμε την κάθε μέση τιμή χωριστά για κάθε θέση.

REPEATED LOAD INDIRECT TENSILE TEST

Date=27/6/00 Operator: Κυριαζής Ζαχαρίας Γιαννακίδης Ορφέας

Specimen name: 3%C3%T_1aTemp (C)=5⁰.Poissons ratio 0,25

Specimen dia.: 101 mm Thickness: 65 mm



Pulse No.	Vertical force (KNt)	Tensile stress (KPa)	Horiz. defm. (microns)	Rise time (m.secs)	Elastic stiffness (MPa)
1	3,94	382,3	5,0	120	6300
2	3,99	387,0	5,1	120	6250
3	3,99	386,6	5,1	120	6250
4	3,99	386,3	5,1	120	6200
5	3,98	386,1	5,1	120	6200
Mean	3,98	385,7	5,1	120	6250

SUMMARY OF RESULTS

TEST DETAILS

Mean vert. force 4,0 kNt

Mean horiz.stres. 385,7 kPa

Mean horiz. defm 5,1 microns

Mean rise time 120 milisecs

Mean phase angle 2,7 degrees (NOT VALIDATED)

PLEASE NOTE. The phase angle is currently an approximation

ELASTIC STIFFNESS DETAILS

minimum= 6220 MPa

maximum= 6300 MPa

range = 80 MPa

mean = 6246 MPa

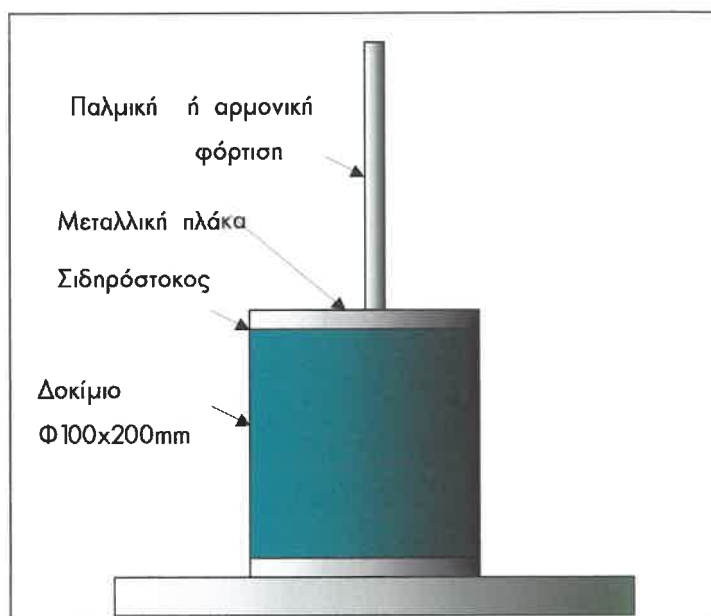
std dev= 35 MPa

median = 6262 MPa

2.4.3 Μονοαξονική δοκιμή με επαναλαμβανόμενο φορτίο (MTS).

Κατά τη δοκιμή εφαρμόζεται θλιπτικό φορτίο το οποίο ασκεί μονοαξονική ανεμπόδιστη θλίψη υπό την επίδραση παλμικού φορτίου. Η φόρτιση αυτή που ασκείται είναι ημιτονοειδούς μορφής. Με την επιβολή αυτού του είδους της φόρτισης ουσιαστικά το δοκίμιο υπόκειται σε θλίψη. Οι παραμορφώσεις μετρώνται με ηλεκτρομηκυνσιόμετρα (strain gauges), που επικολλώνται επί της διαμέτρου των δοκιμών στο μέσο των δοκιμών αυτών.[16]

Οι διαστάσεις του δοκιμίου είναι 101 mm x 200 mm και η διαδικασία κατασκευής των δοκιμών αυτών περιγράφεται αναλυτικά στην παράγραφο 2.3.6. Τα δοκίμια αυτά κατασκευάζονται με την βέλτιστη αναλογία φρεζαρισμένων αδρανών τσιμέντου και ασφαλικού γαλακτώματος, η οποία έχει προκύψει από την εύρεση των μέτρων δυσκαμψίας με τη βοήθεια της συσκευής NAT. Η καλή επαφή των δοκιμών με τις μεταλλικές πλάκες που ασκούν τη φόρτιση εξασφαλίζεται με τη χρήση σιδηρόστοκου που σκληρύνεται καθώς βρίσκεται σε επαφή το δοκίμιο με τις μεταλλικές πλάκες.



Εικόνα 2.4-6 Σχηματισμός αρμονικής φόρτισης (MTS)

Με τη βοήθεια της παραπάνω δοκιμής προσδιορίζουμε το δυναμικό μέτρο ελαστικότητας/ δυσκαμψίας. Τα αποτελέσματα αυτής της δοκιμής παρατίθενται αναλυτικά στις παραγράφους 3.4.1 3.4.2 και στα παραρτήματα 2 και 3. Χρησιμοποιήθηκαν εκτός από κυλινδρικά δοκίμια, που περιγράφονται πιο πάνω και 4 πρισματικά δοκίμια τα οποία είχαν διαστάσεις 100 x 100 x 200, συμπυκνώθηκαν με ηλεκτρόσφαιρα και η διαδικασία κατασκευής τους περιγράφεται στην παράγραφο 2.3.6.

Η καταγραφή των παραμορφώσεων και των χαρακτηριστικών της αρμονικής φόρτισης γίνεται από κατάλληλο ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής και επεξεργασίας των αποτελεσμάτων με H/Y.

Η θερμοκρασία κάτω από την οποία έγιναν οι δοκιμές μετρήθηκε 25,7°C. Ο αριθμός των δοκιμών που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της δοκιμής ήταν 10, από τα οποία 6 ήταν κυλινδρικά δοκίμια διαστάσεων 100x200 και 4 ήταν πρισματικά διαστάσεων 100 x 100 x 200.

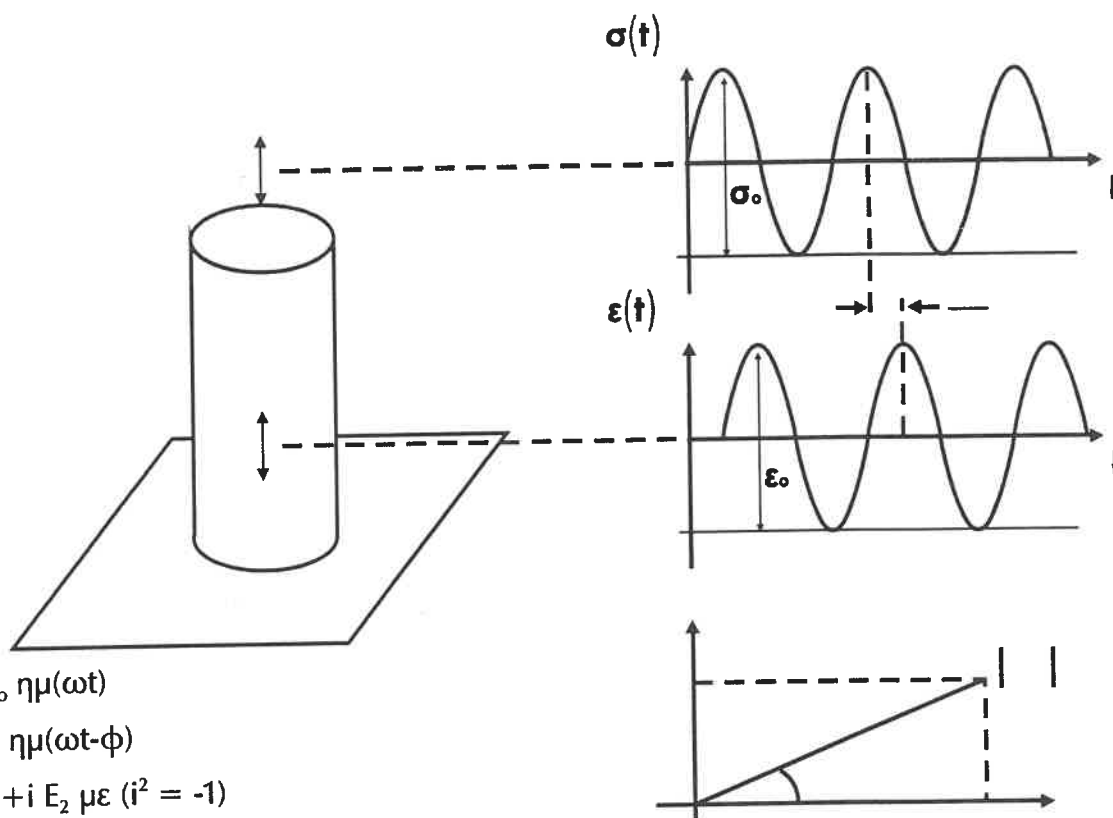
Σε κάθε δοκίμιο πραγματοποιήθηκαν 5 είδη δοκιμών.

1. Φόρτιση γραμμική με το χρόνο (RAMP TEST) μέχρι τα 3,9 KNt- τάση 0,5 MPa (για να επιτευχθεί τάση 0,5 MPa στα 4 πρισματικά δοκίμια η μέγιστη επιβαλλόμενη φόρτιση έπρεπε να φτάνει τα 5 KNt) σε χρόνο 1sec.
2. Φόρτιση γραμμική με το χρόνο (RAMP TEST) μέχρι τα 3,9 KNt- τάση 0,5 MPa (για να επιτευχθεί τάση 0,5 MPa στα 4 πρισματικά δοκίμια η μέγιστη επιβαλλόμενη φόρτιση έπρεπε να φτάνει τα 5 KNt) σε χρόνο 0,12 sec ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση των μέτρων δυσκαμψίας που δίνει αυτή η δοκιμή με τα μέτρα δυσκαμψίας που μετρήθηκαν για τις ίδιες αναλογίες γαλακτώματος και τσιμέντου στα δοκίμια Marshall στη συσκευή NAT. Ο χρόνος είναι 0,12 sec για να προσομοιάζει το χρόνο που χρειάζεται για να επιτύχει το μέγιστο φορτίο η συσκευή NAT (risetime 120 msec).
3. Δυναμική ημιτονοειδής φόρτιση με συχνότητα 0,5 Hz , με εύρος ταλάντωσης 3,9 KNt (5 KNt για τα πρισματικά δοκίμια) με 100 επαναλήψεις.
4. Δυναμική ημιτονοειδής φόρτιση με συχνότητα 10 Hz , με εύρος ταλάντωσης 3,9 KNt (5 KNt για τα πρισματικά δοκίμια) με 100 επαναλήψεις.
5. Δυναμική ημιτονοειδής φόρτιση με συχνότητα 15 Hz , με εύρος ταλάντωσης 3,9 KNt (5 KNt για τα πρισματικά δοκίμια) με 100 επαναλήψεις.

Οι δοκιμές 3,4 και 5 έγιναν για να προσομοιάσουν τον πραγματικό χρόνο φόρτισης του οδοστρώματος από οχήματα που κινούνται με σχετικά υψηλή ταχύτητα (50 Km/hr).

Στην παράγραφο 3.4, που σχολιάζονται τα εξαγόμενα της δοκιμής αναφέρονται και σχολιάζονται αναλυτικά τα εξαγόμενα της δοκιμής αυτής καθώς και η συμπεριφορά του κάθε δοκιμίου κατά τη φόρτιση (π.χ. τα πρισματικά παρουσίασαν μεγάλους χρόνους επαναφοράς στην αρχική κατάσταση κατά την αποφόρτιση και ένα από αυτά έσπασε κατά τη διάρκεια επιβολής της επαναλαμβανόμενης φόρτισης).

Τέλος παρατηρούμε ότι μεταξύ της ημιτονοειδούς επιβολής φορτίου και της αντίστοιχης παραμόρφωσης του δοκιμίου υπάρχει μια διαφορά φάσης που αποδίδεται στα πιο κάτω σχήματα με τη βοήθεια των μιγαδικών αριθμών.[14]



$$\sigma(t) = \sigma_0 \eta \mu(\omega t)$$

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \eta \mu(\omega t - \phi)$$

$$E(t) = E_1 + i E_2 \text{ με } (i^2 = -1)$$

$$\sigma_0 = \eta \text{ max τάση (εύρος τάσης)}$$

$$\omega = \eta \text{ γωνιακή ταχύτητα } \omega = 2\pi f \text{ f συχνότητα}$$

$$\varepsilon_0 = \eta \text{ αναιρέσιμη παραμόρφωση}$$

$$\phi = \eta \text{ διαφορά φάσης}$$

$$E^*(t) = E_1 + i E_2$$

$$|E^*| = \sigma_0 / \varepsilon_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$E_1 = (\sigma_0 / \varepsilon_0) \cos \phi$ πραγματικό μέρος του μιγαδικού μέτρου, το ανακτώμενο μέρος της ενέργειας.

$E_2 = (\sigma_0 / \varepsilon_0) \sin \phi$ φανταστικό μέρος του μιγαδικού μέτρου, το μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται από την τριβή.

$\cos \phi = E_1 / E_2$ εκφράζει την ιξώδη συμπεριφορά του υλικού.

$\phi = 0$ ελαστική συμπεριφορά

$\phi = 90^\circ$ ιξώδης συμπεριφορά

$\phi = t / t_0 (360^\circ)$

t = η χρονική διαφορά μεταξύ ενός κύκλου τάσης και ενός κύκλου παραμόρφωσης.

t_0 = η χρονική διάρκεια ενός κύκλου τάσης.

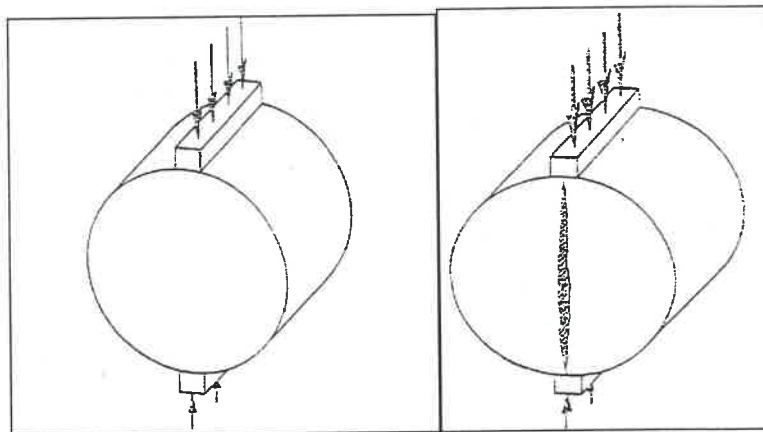
2.4.4 Δοκιμή διάρρηξης

Η δοκιμή διάρρηξης ή δοκιμή αντιδιαμετρικής θλίψης είναι μια έμμεση μέθοδος για την πειραματική εξεύρεση της αντοχής σε εφελκυσμό και είναι ιδιαιτέρως απλή. Η δοκιμή αυτή γίνεται στην συσκευή που απεικονίζεται στην εικόνα 2.4.7. και ασκεί αντιδιαμετρική θλίψη μέχρι να επιτευχθεί διάρρηξη όπως φαίνεται στο σκαρίφημα της εικόνας 2.4.8



Εικόνα 2.4-7 Συσκευή επιβολής αντιδιαμετρικής θλίψης

Για τη δοκιμή αυτή χρησιμοποιούνται τα δοκίμια Marshall που κατασκευάσαμε και που αναφέρονται στον πίνακα 3.5-1. Το δοκίμιο τοποθετείται οριζόντια και επιπνέεται από θλίψη μέσω δύο οριζοντίων πλακών. Μεταξύ των πλακών συμπίεσης και του δοκιμίου τοποθετούνται παράλληλα λεπτές χαλύβδινες λωρίδες που εφάπτονται στο δοκίμιο, οι οποίες σύμφωνα με τις προδιαγραφές [12] έχουν ακτίνα καμπυλότητας στην πλευρά που εφάπτεται στο δοκίμιο $51 \pm 1 \text{ mm}$, και πάχος $12,7 \pm 0,2 \text{ mm}$.



Εικόνα 2.4-8 Δοκίμιο που υποβάλλεται σε θλίψη και τελικώς αστοχεί

Η συσκευή μέτρησης των αποτελεσμάτων που διακρίνεται κάτω αριστερά στην εικόνα 2.4.7 έχει ακρίβεια σύμφωνα με τις προδιαγραφές $\pm 0,2$ KN. Τα δοκίμια πρέπει να βρίσκονται σε θερμοκρασία 5°C και το θερμόμετρο που μετρά τη θερμοκρασία πρέπει να έχει ακρίβεια $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.



Εικόνα 2.4-9 Λεπτομέρεια πρέσας

Για κάθε υπό εξέταση αναλογία έχουν κατασκευαστεί 3 διαφορετικά δοκίμια. Τα αποτελέσματα της δοκιμής δίνονται στο 3^ο κεφάλαιο των συμπερασμάτων μαζί με τα σχόλια που ακολουθούν τα αποτελέσματα αυτά.

Προετοιμάζουμε τη μηχανή για τη δοκιμή. Ευθυγραμμίζουμε το δοκίμιο σε σχέση με τις χαλύβδινες λωρίδες φόρτισης έτσι ώστε να έχουμε αντιδιαμετρική φόρτιση. Τέλος αρχίζουμε τη συμπίεση του δοκιμίου εφαρμόζοντας ένα

αντιδιαμετρικό φορτίο με συνεχή ρυθμό χωρίς διακοπές με μια ταχύτητα επιβολής φορτίου ≈ 40 (mm/min τιμή η οποία είναι λίγο χαμηλότερη από αυτή των προδιαγραφών) [12] μέχρις ότου το δοκίμιο διαρρηχθεί. Παρατηρούμε στη συνέχεια το είδος της ρωγμής που δημιουργείται όπως φαίνεται στη φωτογραφία 2.4.10, στη



Εικόνα 2.4-10 Δημιουργία ρωγμής κατά την επιβολή του φορτίου

συνέχεια ανοίγουμε το δοκίμιο και παρατηρούμε την επιφάνεια κατά μήκος της ρωγμής για να διαπιστώσουμε τυχόν θρυμματισμένα αδρανή πράγματα που το σημειώνουμε ως παρατήρηση. Αυτή η σημείωση γίνεται δίπλα στον πίνακα με τα φορτία που επεβλήθησαν μέχρι να γίνει η θραύση και τον χρόνο που διήρκεσε η δοκιμή, και ο πίνακας αυτός παρατίθεται στο επόμενο κεφάλαιο με τα αποτελέσματα.



Εικόνα 2.4-11 Διερρηγμένο δοκίμιο

Το μέγεθος των οριζοντίων εφελκυστικών τάσεων υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\sigma_z = \frac{2 \times P}{\pi \times D \times L}$$

P: η καταγραφόμενη επιβαλλόμενη κατακόρυφη δύναμη

D: η διάμετρος του δοκιμίου

L: το πάχος του δοκιμίου

Στον πίνακα των αποτελεσμάτων που ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο αναφέρονται σύμφωνα με το έντυπο των προδιαγραφών (α) ο κωδικός του δοκιμίου και ο τύπος του μίγματος, (β) η διάμετρος και το πάχος του δοκιμίου (γ) η θερμοκρασία του δοκιμίου κατά τη διάρκεια της δοκιμής (δ) το μέγεθος των οριζοντίων εφελκυστικών τάσεων που ασκούνται κατά τη θραύση και (ε) ο τύπος της ρωγμής και τυχόν παρατήρηση για θρυμματισμό αδρανών.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές ανεκτή απόκλιση αποτελεσμάτων για κάθε τριάδα δοκιμίων που αντιστοιχεί σε κάποια συγκεκριμένη αναλογία γαλακτώματος-τσιμέντου είναι 17% από τη μέση τιμή.

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ

3.1 Πίνακες αποτελεσμάτων δοκιμών NAT

Παρακάτω παρατίθενται σε πίνακες τα αποτελέσματα των δοκιμών που έγιναν με την ακόλουθη σειρά :

- Δοκιμές NAT στους 5°C (μετά από 30 ημέρες)
- Δοκιμές NAT στους 25°C (μετά από 30 ημέρες)
- Δοκιμές NAT των ξηρών δοκιμίων στους 24°C (μετά από 90 ημέρες)
- Δοκιμές NAT των υγρών δοκιμίων στους 24°C (μετά από 93 ημέρες)

REPEATED LOAD INDIRECT TENSILE TEST

Ημερομηνία: 3/7/2000

Θερμοκρασία (C)=5

Μέγεθος	Διάμετρο ς	Λόγος Poisson	Πάχος ς	Κάθετη δύναμη	H.Stress	RiseTime	H.Def	Μέσος Όρος δυσκαμψίας (S)	Θερμοκρασί α	Μέσος όρος Δυσκαμψιών	Μέσος όρος Θερμοκρασιών ν
Μονάδες	(mm)	ratio	(mm)	kN	(kPa)	(ms)	(μm)	(MPa)	°C	(MPa)	°C
2Γ0Τ1α	101	0,25	65	2,02	196,1	120	4,69	3454	5,5	3132,50	5,52
2Γ0Τ1β	101	0,25	65	1,91	185,1	122	5,06	3015	6		
2Γ0Τ2α	101	0,25	66	2,05	195,4	120	5,07	3177	5,3		
2Γ0Τ2β	101	0,25	66	1,89	180,9	120	5,04	2962	5,7		
2Γ0Τ3α	101	0,25	65	1,86	180,6	123	5,12	2909	6,1		
2Γ0Τ3β	101	0,25	65	2,06	199,6	120	5,03	3278	5,5		
2Γ2Τ1α	101	0,25	65	3	290,8	120	5,04	4761	5,1	4757,83	4,67
2Γ2Τ1β	101	0,25	65	2,84	275,5	121	5,08	4474	5,5		
2Γ2Τ2α	101	0,25	65	2,68	260	120	4,99	4299	4,4		
2Γ2Τ2β	101	0,25	65	2,69	260,5	122	5,21	4126	4,8		
2Γ2Τ3α	101	0,25	64	3,37	331,6	121	5,05	5419	3,8		
2Γ2Τ3β	101	0,25	64	3,47	341,8	120	5,16	5468	4,4		
2Γ3Τ1α	101	0,25	65	3,84	372,4	120	5,19	5916	6,6	5611,67	5,57
2Γ3Τ1β	101	0,25	65	4,04	391,7	120	5,27	6139	6,9		
2Γ3Τ2α	101	0,25	65	4,02	389,7	120	6,01	5355	4,6		
2Γ3Τ2β	101	0,25	65	2,94	285,3	120	5,06	4649	5,1		
2Γ3Τ3α	101	0,25	64	3,64	358,2	120	5,08	5818	4,9		
2Γ3Τ3β	101	0,25	64	3,71	365,5	119	5,21	5793	5,3		
3Γ0Τ1α	101	0,25	64	2,53	248,8	120	5,21	3939	8	3502,50	7,22
3Γ0Τ1β	101	0,25	64	2,28	224,2	120	5,17	3580	8,3		
3Γ0Τ2α	101	0,25	67	2,21	207,8	120	5,09	3367	7,1		
3Γ0Τ2β	101	0,25	67	2,21	207,8	120	5	3432	7,6		
3Γ0Τ3α	101	0,25	65	2,16	209,4	121	4,97	3475	5,8		
3Γ0Τ3β	101	0,25	65	2,07	200,3	120	5,13	3222	6,5		

Πίνακας 3.2-1 Αποτελέσματα δοκιμής NAT στους 5οC

Μέγεθος	Διάμετρο $\varnothing$	Λόγος Poisson	Πάχος $\varnothing$	Κάθετη δύναμη	H.Stress	Rise Time	H.Def	Μέσος Όρος δυσκαμψίας (S)	Θερμοκρασί α	Μέσος όρος Δυσκαμψιών	Μέσος όρος Θερμοκρασιών γ
Μονάδες		ratio	(mm)	kN	(kPa)	(ms)	(μ m)	(MPa)	°C	(MPa)	°C
3Γ2T1a	101	0,25	65	2,34	227	120	5,12	3659	9,5	3988,67	9,15
3Γ2T1B	101	0,25	65	2,57	249,4	120	5,17	3981	9,8		
3Γ2T2a	101	0,25	64	3,5	344,8	121	6,63	4292	8,6		
3Γ2T2B	101	0,25	64	2,55	250,7	118	5,15	4018	8,8		
3Γ2T3a	101	0,25	66	2,55	243,7	120	4,9	4105	9		
3Γ2T3B	101	0,25	66	2,41	230,3	121	4,9	3877	9,2		
3Γ3T1a	101	0,25	65	3,98	385,7	120	5,09	6246	6,8	5896,83	7,42
3Γ3T1B	101	0,25	65	3,91	379,6	120	5,24	5983	7		
3Γ3T2a	101	0,25	65	3,28	318,4	120	5,03	5227	7,8		
3Γ3T2B	101	0,25	65	3,29	318,8	120	4,85	5419	8,1		
3Γ3T3a	101	0,25	64	3,73	367,1	120	4,6	6591	7,3		
3Γ3T3B	101	0,25	64	3,58	352,5	120	4,92	5915	7,5		
4Γ0T1a	101	0,25	67	1,76	165,9	120	5,05	2710	7,6	3041,50	6,93
4Γ0T1B	101	0,25	67	1,87	175,9	119	4,98	2912	8,1		
4Γ0T2a	101	0,25	65	1,98	192,3	118	5,18	3063	8,6		
4Γ0T2B	101	0,25	65	1,9	184,5	122	5	3044	7,1		
4Γ0T3	101	0,25	66	1,83	174,5	120	4,3	3469	6		
4Γ0T3B	101	0,25	66	1,97	188,3	121	5,09	3051	6,2		
4Γ2T1a	101	0,25	67	3,04	286,3	120	5,02	4710	4,4	4563,83	7,45
4Γ2T1B	101	0,25	67	2,85	268,3	119	5	4426	5,1		
4Γ2T2a	101	0,25	65	2,83	274,6	120	5	4530	9		
4Γ2T2B	101	0,25	65	2,7	257,8	120	6	4316	9,3		
4Γ2T3a	101	0,25	64	2,98	295,3	120	5,12	4726	8,3		
4Γ2T3B	101	0,25	64	2,91	286,9	120	5,06	4675	8,6		

Πίνακας 3.2-1 Αποτελέσματα δοκιμής NAT στους 5oC

Μέγεθος	Διάμετρος (mm)	Λόγος Poisson ratio	Πάχος (mm)	Κάθετη δύναμη (kN)	H _i Stress (MPa)	Rise Time (ms)	H _i Def (μm)	Μέσος Όρος δυσκαμψίας (s)	Θερμοκρασία (°C)	Μέσος όρος Δυσκαμψιών (MPa)	Μέσος όρος Θερμοκρασιών (°C)
Μονάδες											
4F4T1a	101	0,25	65	3,24	314,3	120	5,07	518	8,7	5700,67	6,98
4F4T1b	101	0,25	65	3,37	326,8	120	5,22	5170	9,1		
4F4T2a	101	0,25	64	3,99	392,7	120	5,65	5731	6,5		
4F4T2b	101	0,25	64	3,83	377,3	120	5,25	5935	7		
4F4T3a	101	0,25	64	4,02	396,2	120	5,23	6257	5		
4F4T3b	101	0,25	64	3,77	371,7	120	5,12	5993	5,6		
5F2T1a	101	0,25	67	2,83	266,3	124	5,34	4112	4,8	4895,00	4,87
5F2T1b	101	0,25	67	2,6	245	120	5	4044	5,1		
5F2T2a	101	0,25	65	3,67	355,5	120	5,09	5757	4,9		
5F2T2b	101	0,25	65	3,61	349,6	120	5,2	5543	5,2		
5F2T3a	101	0,25	64	3,17	311,9	120	5,08	5066	4,4		
5F2T3b	101	0,25	64	3,03	298,6	119	5,08	4848	4,8		
5F5T1a	101	0,25	65	4,21	408,3	122	4,75	7087	4,2	7102,50	4,72
5F5T1b	101	0,25	65	4,17	403,9	120	4,69	7109	4,7		
5F5T2a	101	0,25	65	3,76	364,1	120	4	7513	4,5		
5F5T2b	101	0,25	65	3,59	347,7	120	3,73	7682	5		
5F5T3a	101	0,25	64	4,14	407,6	120	5,26	6433	4,7		
5F5T3b	101	0,25	64	4,14	407,3	120	4,95	6791	5,1		

Πίνακας 3.2-1 Αποτελέσματα δοκιμής NAT στους 5oC

REPEATED LOAD INDIRECT TENSILE TEST

Ημερομηνία: 3/7/2000

Θερμοκρασία (C)=20

Μέγεθος	Διάμετρος	Λόγος Poisson	Πάχος	Κάθετη δύναμη	H.Stress	RiseTime	HiDef	Μέσος Όρος δασκαψιάς (S)	διορθωμένο	θερμ/σία	M.O.	M.O.
Μονάδες	(mm)	ratio	(mm)	kN	(kPa)	(ms)	(u.m)	(MPa)		°C		°C
0F0T2a	101	0,25	65	0,32	31,1	85	75,11	34	34,5	20,8	40,8	20,8
0F0T2a	101	0,25	65	0,29	28,1	60	39,86	58	58,9	20,8		
0F0T2B	101	0,25	65	0,32	31	61	88,94	29	29,1	20,8		
0F2T1B	101	0,25	62	1,24	126,2	120	4,82	2161	2182,6	21,8	2475,1	20,8
0F2T1a	101	0,25	62	1,42	144,4	120	4,88	2443	2468,7	21,8		
0F2T3a	101	0,25	63	1,53	152,7	120	5,18	2435	2466,1	19,9		
0F2T3B	101	0,25	63	1,71	171,5	120	5,13	2759	2783,1	19,9		
0F4T2a	101	0,25	62	3,61	366,8	121	5,53	5471	5538,3	21,5	5488,9	20,4
0F4T2B	101	0,25	62	3,2	325,7	120	5,01	5366	5418,8	21,4		
0F4T3a	101	0,25	62	2,78	282,8	118	4,36	5349	5409,4	19,5		
0F4T3B	101	0,25	62	3,63	368,9	120	5,51	5532	5589,2	19,3		
2F0T1a	101	0,3	65	0,75	72,9	80	5,08	1299	1308,3	21,1	1296,1	20,7
2F0T1B	101	0,3	65	0,67	64,8	78	4,94	1187	1201,9	21,0		
2F0T2a	101	0,3	66	0,65	62,3	116	4,83	1167	1174,5	20,7		
2F0T2B	101	0,3	66	0,46	48,8	100	2,69	1473	1492,4	20,6		
2F0T3a	101	0,3	65	0,67	64,7	60	5,26	1112	1128,8	20,5		
2F0T3B	101	0,3	65	0,83	80,7	60	5	1462	1471,0	20,3		
2F2T1a	101	0,3	65	1,53	148,6	122	5,41	2489	2506,1	20,8	2549,4	20,1
2F2T1B	101	0,3	65	1,35	130,4	120	5,02	2352	2383,1	20,5		
2F2T2a	101	0,3	65	1,42	137,8	118	4,84	2573	2599,9	20,2		
2F2T2B	101	0,3	65	1,34	130,2	121	5,08	2320	2337,5	20,1		
2F2T3a	101	0,3	65	1,54	149,6	120	4,9	2759	2785,1	19,7		
2F2T3B	101	0,3	65	1,43	138,4	120	4,72	2654	2684,7	19,5		

Πίνακας 3.2-2 Αποτελέσματα δοκιμής NAT στους 20oC

Μέγεθος	Διάμετρος	Λόγος Poisson	Πάχος	Κάθετη δύναμη	H.Stress	RiseTime	H.Def	Μέσος Όρος δυσκαμψίας (S)	διορθωμένο θερμ/σία	M.O.	M.O.
Μονάδες	(mm)	ratio	(mm)	kN	(kPa)	(ms)	(μ m)	(MPa)	°C		°C
2Γ3Τ1α	101	0,3	65	1,95	188,8	120	5,02	3106	20,8	3249,3	20,7
2Γ3Τ1β	101	0,3	65	1,88	182,5	120	4,99	3017	20,7	3338,6	20,7
2Γ3Τ2α	101	0,3	65	1,79	173,1	124	4,94	3169	20,9	3211,0	20,9
2Γ3Τ2β	101	0,3	65	1,55	149,9	120	4,91	2758	20,8	3797,4	20,8
2Γ3Τ3α	101	0,3	64	1,96	193,1	118	5,11	3117	20,5	3452,1	20,5
2Γ3Τ3β	101	0,3	64	1,79	176,7	120	4,95	2944	20,3	3254,5	20,3
3Γ0Τ1α	101	0,3	64	0,63	61,8	117	4,92	1137	20,7	1152,4	20,7
3Γ0Τ1β	101	0,3	64	0,67	66,6	116	5,08	1169	20,6	1187,0	20,6
3Γ0Τ2α	101	0,3	67	0,71	66,3	80	5,2	1153	20,7	1173,8	20,7
3Γ0Τ2β	101	0,3	67	0,75	70,7	80	4,92	1298	20,6	1310,5	20,6
3Γ0Τ3α	101	0,3	65	0,74	72	80	5,21	1250	20,5	1258,6	20,5
3Γ0Τ3β	101	0,3	65	0,7	68,3	80	5,14	1202	20,4	1206,8	20,4
3Γ2Τ1α	101	0,3	65	1,32	127,6	121	4,96	2326	20,0	2358,3	20,0
3Γ2Τ1β	101	0,3	65	1,27	123,3	120	5,21	2138	19,9	2160,1	19,9
3Γ2Τ2α	101	0,3	64	0,94	92,3	120	4,68	1785	20,7	1807,7	20,7
3Γ2Τ2β	101	0,3	64	1,35	132,8	120	4,64	2588	20,6	2618,5	20,6
3Γ2Τ3α	101	0,3	66	1,3	124,4	122	5,03	2238	21,4	2255,6	21,4
3Γ2Τ3β	101	0,3	66	1,19	113,5	121	5,01	2050	21,3	2072,9	21,3
3Γ3Τ1α	101	0,3	65	2,08	201,7	119	5,01	3645	21,2	3679,0	21,2
3Γ3Τ1β	101	0,3	65	2,14	207,4	120	5,04	3721	21,1	3762,6	21,1
3Γ3Τ2α	101	0,3	65	1,92	186,2	120	5,05	3334	20,4	3369,1	20,4
3Γ3Τ2β	101	0,3	65	2,16	209	120	5,13	3683	20,3	3731,2	20,3
3Γ3Τ3α	101	0,3	64	1,79	176,5	120	4,97	3208	21,3	3241,4	21,3
3Γ3Τ3β	101	0,3	64	1,88	184,8	122	4,92	3399	21,2	3439,0	21,2

Πίνακας 3.2-2 Αποτελέσματα δοκιμής NAT στους 20oC

Μέγεθος	Διάμετρος	Λόγος Poisson	Πάχος	Κάθετη δύναμη	H.Stress	RiseTime	HiDef	Μέσος Όρος δυσκαμψίας (S)	διορθωμένο θερμ/σία	M.O.	M.O.
Μονάδες	(mm)	ratio	(mm)	kN	(kPa)	(ms)	(μm)	(MPa)	°C		°C
4ΓΟΤ1α	101	0,3	67	1,06	99,6	82	6,72	1352	1356,1	20,6	1245,6
4ΓΟΤ1β	101	0,3	67	0,67	63,5	80	4,78	1201	1205,0	20,7	
4ΓΟΤ2α	101	0,3	65	0,56	54,1	76	4,34	1126	1143,4	21,3	
4ΓΟΤ2β	101	0,3	65	0,72	70,1	81	5,32	1192	1199,3	21,2	
4ΓΟΤ3	101	0,3	66	0,77	73,2	82	5,25	1261	1280,0	19,1	
4ΓΟΤ3β	101	0,3	66	0,81	77,8	80	5,48	1282	1299,0	19,0	
4ΓΤ1α	101	0,3	67	1,21	113,5	120	4,9	2094	2122,9	21,2	2308,9
4ΓΤ1β	101	0,3	67	1,2	113,2	120	4,76	2153	2167,3	21,1	
4ΓΤ2α	101	0,3	65	1,32	127,8	122	5,08	2077	2302,6	20,8	
4ΓΤ2β	101	0,3	65	1,42	138,1	120	5,31	2146	2369,8	20,8	
4ΓΤ3α	101	0,3	64	1,27	124,9	120	5,03	2245	2272,4	20,9	
4ΓΤ3β	101	0,3	64	1,51	148,9	121	5,19	2593	2618,5	20,8	
4Γ4Τ1α	101	0,3	65	1,79	173,7	120	4,91	2916	3230,6	20,7	3203,6
4Γ4Τ1β	101	0,3	65	1,77	171,4	120	5	2828	3137,0	20,6	
4Γ4Τ2α	101	0,3	64	1,78	175,1	120	5,04	3145	3178,6	19,8	
4Γ4Τ2β	101	0,3	64	1,75	172,1	120	4,86	3203	3240,7	19,6	
4Γ4Τ3α	101	0,3	64	1,56	153,5	120	4,99	2783	2813,6	20,6	
4Γ4Τ3β	101	0,3	64	2,04	201	120	5,07	3582	3621,3	20,5	
5Γ2Τ1α	101	0,3	67	0,99	93,6	119	5,12	1654	1662,3	20,4	1954,8
5Γ2Τ1β	101	0,3	67	0,99	93,1	119	4,97	1693	1712,5	20,3	
5Γ2Τ2α	101	0,3	65	1,41	136,7	120	5,11	2420	2445,2	20,4	
5Γ2Τ2β	101	0,3	65	1,5	145,7	122	5,27	2498	2522,3	20,3	
5Γ2Τ3α	101	0,3	66	1,01	96,2	120	5,1	1708	1728,3	20,4	
5Γ2Τ3β	101	0,3	66	0,99	94,2	120	5,21	1636	1658,3	20,3	

Πίνακας 3.2-2 Αποτελέσματα δοκιμής NAT στους 20oC

Μέγεθος	Διάμετρος	Λόγος Poisson	Πάχος	Κάθετη δύναμη	H.Stress	RiseTime	H.Def	Μέσος Όρος δασκαμψίας (S)	διορθωμένο	θερμ/σία	M.O.	M.O.
Μονάδες	(mm)	ratio	(mm)	kN	(kPa)	(ms)	(μm)	(MPa)		°C		°C
5T5T1a	101	0,3	65	2,33	226,3	120	4,87	4203	4239,7	20,7	4291,3	20,3
5T5T1B	101	0,3	65	2,49	241,4	120	4,94	4418	4466,6	20,6		
5T5T2a	101	0,3	65	2,44	236,8	122	4,82	4058	4485,9	20,7		
5T5T2B	101	0,3	65	2,39	231,6	120	5,09	3757	4160,9	20,7		
5T5T3a	101	0,3	64	2,57	253,4	120	5,6	4095	4130,4	19,7		
5T5T3B	101	0,3	64	2,28	222,3	120	4,77	4217	4264,2	19,6		

Πίνακας 3.2-2 Αποτελέσματα δοκιμής NAT στους 20oC

REPEATED LOAD INDIRECT TENSILE TEST

Ημερομηνία: 12/7/2000

Υγρά Δοκίμια

Temp (C)= 24

Μέγεθος	Διάμετρος	Λόγος Poisson	Πάχος	Κάθετη δύναμη	H.Stress	RiseTime	H.Def	Μέσος Όρος δυσκαμψίας (S) ανά δοκίμιο	Μέσος Όρος δυσκαμψίας (S) για κάθε αναλογία
Μονάδες	(mm)	ratio	(mm)	kN	(kPa)	(ms)	(u.m)	(MPa)	(MPa)
2c0t1a	101	0,4	65					650	700,67
2c0t1b	101	0,4	65					600	
2c0t2a	101	0,4	66	0,24	22,7	67	3,61	669	
2c0t2b	101	0,4	66	0,16	15,7	57	2,08	806	
2c0t3a	101	0,4	65	0,34	32,8	59	4,26	841	
2c0t3b	101	0,4	65	0,11	10,8	52	1,8	638	
2c2t1a	101	0,4	65	0,87	84,4	118	5,39	1664	1688,67
2c2t1b	101	0,4	65	0,81	78,9	121	4,95	1693	
2c2t2a	101	0,4	65	0,74	72	120	5,32	1439	
2c2t2b	101	0,4	65	0,67	65,1	124	5,02	1377	
2c2t3a	101	0,4	65	0,97	94,3	124	5,19	1932	
2c2t3b	101	0,4	65	1,05	101,7	120	5,33	2027	
2c3t1a	101	0,4	65	1,14	110,6	120	5,27	2233	2408,67
2c3t1b	101	0,4	65	1,17	113,7	124	5,16	2343	
2c3t2a	101	0,4	65	1,18	114,3	120	4,94	2460	
2c3t2b	101	0,4	65	1,14	110,6	120	5,07	2317	
2c3t3a	101	0,4	65	1,28	124,3	120	5,24	2520	
2c3t3b	101	0,4	65	1,27	122,9	120	5,07	2579	
3c0t1a	101	0,4	64	0,25	24,8	78	4,48	589	523,00
3c0t1b	101	0,4	64	0,25	24,3	77	5,04	511	
3c0t2a	101	0,4	67	0,32	30	88	6,1	523	
3c0t2b	101	0,4	67	0,29	27,7	85	5,84	504	
3c0t3a	101	0,4	65	0,17	16,2	59	3,18	541	
3c0t3b	101	0,4	65	1,07	103,8	59	23,5	470	
3c2t1a	101	0,4	65	0,96	93,5	117	5,98	1666	1548,83
3c2t1b	101	0,4	65	1,28	124,3	98	9,52	1391	
3c2t2a	101	0,4	64	0,81	80	121	5,36	1586	
3c2t2b	101	0,4	64	0,82	80,7	121	5,25	1637	
3c2t3a	101	0,4	66	0,62	59	113	5,04	1245	
3c2t3b	101	0,4	66	0,92	87,4	121	5,26	1768	
3c3t1a	101	0,4	65	0,87	84,1	117	3,17	2820	2567,00
3c3t1b	101	0,4	65	1,29	125,4	120	5,05	2638	
3c3t2a	101	0,4	65	1,24	119,9	120	5,15	2477	
3c3t2b	101	0,4	65	1,3	125,7	120	5,18	2581	
3c3t3a	101	0,4	64	1,29	127,4	125	5,39	2510	
3c3t3b	101	0,4	64	1,15	112,8	120	5,05	2376	
4c0t1a	101	0,4	67	0,16	15,2	66	3,21	504	557,83
4c0t1b	101	0,4	67	0,79	74,2	80	15,34	514	
4c0t2a	101	0,4	65	0,21	19,9	75	3,4	622	
4c0t2b	101	0,4	65	0,9	87,6	98	20,7	450	
4c0t3a	101	0,4	66	0,13	12	100	2,17	601	
4c0t3b	101	0,4	66	0,31	29,8	82	4,84	656	
4c2t1a	101	0,4	67	0,7	65,7	121	4,81	1453	1365,00
4c2t1b	101	0,4	67	0,64	60,2	113	4,69	1367	
4c2t2a	101	0,4	67	0,71	67,1	115	4,81	1483	
4c2t2b	101	0,4	67	0,73	68,6	119	5,3	1375	
4c2t3a	101	0,4	64	0,55	54,4	110	4,94	1175	
4c2t3b	101	0,4	64	0,62	61,4	113	4,88	1337	

4c4t1a	101	0,4	65	1,12	108,4	121	5,08	2267	2536,83
4c4t1b	101	0,4	65	1,25	121,1	118	5,2	2478	
4c4t2a	101	0,4	64	1,16	114,2	119	5,12	2369	
4c4t2b	101	0,4	64	1,26	124,2	120	5,2	2540	
4c4t3a	101	0,4	64	1,48	146,2	121	5,24	2969	
4c4t3b	101	0,4	64	1,22	119,8	120	4,9	2598	
5c2t1a	101	0,4	67	0,42	39,6	142	4,49	939	1250,17
5c2t1b	101	0,4	67	0,49	45,8	100	5,05	964	
5c2t2a	101	0,4	65	0,78	75,9	103	5,17	1562	
5c2t2b	101	0,4	65	0,93	89,9	99	5,03	1900	
5c2t3a	101	0,4	66	0,54	51,9	102	5,51	1001	
5c2t3b	101	0,4	66	0,53	50,4	101	4,72	1135	
5c5t1a	101	0,4	67	1,74	163,3	119	5,08	3417	3239,83
5c5t1b	101	0,4	67	2,05	192,6	119	5,07	4038	
5c5t2a	101	0,4	65	1,63	157,9	120	5,21	3220	
5c5t2b	101	0,4	65	1,63	158,4	119	4,97	3393	
5c5t3a	101	0,4	64	1,3	128	120	5,12	2658	
5c5t3b	101	0,4	64	1,32	130,2	120	5,1	2713	
25_1a	101	0,4	62	1,03	104,9	122	5,18	2153	2354,83
25_1b	101	0,4	62	1,27	128,7	122	5,29	2585	
25_2a	101	0,4	62	0,99	100,8	119	4,99	2147	
25_2b	101	0,4	62	0,85	86,2	118	4,83	1898	
25_3a	101	0,4	62	1,54	157	119	5,26	3172	
25_3b	101	0,4	62	1	101,6	120	4,97	2174	

REPEATED LOAD INDIRECT TENSILE TEST

Ημερομηνία: 5/7/2000

Ξηρά Δοκίμια

Θερμοκρασία (C)=24

Μέγεθος	Διάμετρος	Λόγος Poisson	Πάχος	Κάθετη δύναμη	H.Stress	RiseTime	H.Def	Μέσος Όρος δυσκαμψίας (S) ανά δοκίμιο	Μέσος Όρος δυσκαμψίας (S) για κάθε αναλογία
Μονάδες	(mm)	ratio	(mm)	kN	(kPa)	(ms)	(u.m)	(MPa)	(MPa)
2c0t1a	101	0,4	65	0,49	47,2	109	6,27	801	822,50
2c0t1b	101	0,4	65	0,43	41,6	102	6,55	679	
2c0t2a	101	0,4	66	0,54	51,2	80	5,11	1066	
2c0t2b	101	0,4	66	0,54	51,5	78	6,6	830	
2c0t3a	101	0,4	65	0,4	38,4	61	4,89	835	
2c0t3b	101	0,4	65	0,34	32,7	59	4,8	724	
2c2t1a	101	0,4	65	0,88	85,1	118	4,54	1995	1922,83
2c2t1b	101	0,4	65	1,05	101,6	118	5,21	2073	
2c2t2a	101	0,4	65	0,87	84,7	120	4,91	1834	
2c2t2b	101	0,4	65	0,66	63,9	113	5,08	1337	
2c2t3a	101	0,4	65	0,96	92,6	122	4,99	1972	
2c2t3b	101	0,4	65	1,13	109,7	119	5,01	2326	
2c3t1a	101	0,4	65	1,74	168,6	120	5,14	3485	2780,17
2c3t1b	101	0,4	65	0,87	84,7	121	3,86	2336	
2c3t2a	101	0,4	65	1,27	123,3	122	5,39	2434	
2c3t2b	101	0,4	65	1,3	126	121	5,07	2644	
2c3t3a	101	0,4	64	1,35	133	121	5,1	2777	
2c3t3b	101	0,4	64	1,53	151	120	5,34	3005	
3c0t1a	101	0,4	64	0,52	50,9	109	6,03	897	875,33
3c0t1b	101	0,4	64	0,42	41,7	104	5,33	831	
3c0t2a	101	0,4	67	0,54	50,5	83	6,07	885	
3c0t2b	101	0,4	67	0,43	40	81	4,75	897	
3c0t3a	101	0,4	65	0,43	42	58	5,04	886	
3c0t3b	101	0,4	65	0,42	40,6	58	5,05	856	
3c2t1a	101	0,4	65	0,87	84,4	120	5,17	1736	1765,83
3c2t1b	101	0,4	65	0,84	81,6	120	5,11	1699	
3c2t2a	101	0,4	64	0,88	86,8	122	4,92	1876	
3c2t2b	101	0,4	64	0,97	95,4	120	5,3	1918	
3c2t3a	101	0,4	66	0,75	71,3	120	5,03	1508	
3c2t3b	101	0,4	66	0,91	86,5	118	4,95	1858	

3c3t1a	101	0,4	65	1,48	143,9	120	5,1	3003	3013,00
3c3t1b	101	0,4	65	1,57	152,3	120	5,05	3206	
3c3t2a	101	0,4	65	1,54	149,3	120	4,59	3458	
3c3t2b	101	0,4	65	1,49	144,4	122	5,12	3000	
3c3t3a	101	0,4	64	1,25	122,9	121	4,93	2652	
3c3t3b	101	0,4	64	1,34	132,1	121	5,09	2759	
4c0t1a	101	0,4	67	0,44	41,4	81	4,74	930	1010,00
4c0t1b	101	0,4	67	0,5	47,2	80	5,2	965	
4c0t2a	101	0,4	65	0,56	54,8	83	5,29	1100	
4c0t2b	101	0,4	65	0,5	48,3	79	5,28	972	
4c0t3a	101	0,4	66	0,33	31,1	77	3,12	1077	
4c0t3b	101	0,4	66	0,48	45,5	80	4,76	1016	
4c2t1a	101	0,4	67	0,87	81,6	122	5,34	1625	1516,83
4c2t1b	101	0,4	67	0,82	77,6	120	4,92	1676	
4c2t2a	101	0,4	67	0,91	85,3	118	4,6	1973	
4c2t2b	101	0,4	67	1,03	97	121	5,16	1998	
4c2t3a	101	0,4	64	0,44	43,2	101	5,15	893	
4c2t3b	101	0,4	64	0,42	41,4	99	4,79	936	
4c4t1a	101	0,4	65	1,35	131,2	120	5,02	2783	2884,50
4c4t1b	101	0,4	65	1,22	118,3	120	5,05	2491	
4c4t2a	101	0,4	64	1,3	128,4	119	5,12	2669	
4c4t2b	101	0,4	64	1,34	131,6	118	4,87	2874	
4c4t3a	101	0,4	64	1,47	144,8	119	5,49	2808	
4c4t3b	101	0,4	64	1,68	165,5	119	4,79	3682	
5c2t1a	101	0,4	67	0,54	51	147	5,68	955	1406,00
5c2t1b	101	0,4	67	0,7	68,8	119	5,39	1349	
5c2t2a	101	0,4	65	0,89	86,4	120	4,96	1853	
5c2t2b	101	0,4	65	0,87	84,5	119	4,99	1801	
5c2t3a	101	0,4	66	0,63	60,4	112	5,64	1137	
5c2t3b	101	0,4	66	0,67	63,7	116	5,05	1341	

5c5t1a	101	0,4	65	1,19	115,8	120	4,55	2706	3162,33
5c5t1b	101	0,4	65	1,5	143,4	117	4,93	3135	
5c5t2a	101	0,4	65	1,69	163,5	120	5,02	3467	
5c5t2b	101	0,4	65	1,69	164,1	118	5,08	3434	
5c5t3a	101	0,4	64	1,49	146,8	119	5,04	3098	
5c5t3b	101	0,4	64	1,53	150,6	120	5,11	3134	
25_1a	101	0,4	62	1,06	108,3	120	5,12	2247	2982,83
25_1b	101	0,4	62	1,37	139,4	120	5,1	2904	
25_2a	101	0,4	62	1,34	136	122	5,25	2754	
25_2b	101	0,4	62	1,23	125,1	120	4,47	3166	
25_3a	101	0,4	62	1,61	163,2	121	4,98	3484	
25_3b	101	0,4	62	1,56	158,6	120	5,05	3342	

3.2 Σχολιασμός – Συμπεράσματα για τη δοκιμή NAT

3.2.1 Επίδραση του τσιμέντου και του γαλακτώματος στο μέτρο δυσκαμψίας σε σχέση με τη θερμοκρασία

Ξεκινώντας από τις δοκιμές NAT και συγκεκριμένα από το συγκεντρωτικό διάγραμμα των αποτελεσμάτων, όπως αυτό παρουσιάζεται στην επόμενη σελίδα παρατηρούνται τα εξής :

- Γενικά διαπιστώνεται μία σχετική διασπορά των αποτελεσμάτων της μεθόδου αυτής, ειδικότερα στην περιοχή των χαμηλότερων θερμοκρασιών. Οι λόγοι που μπορεί να οδήγησαν σ' αυτή τη διασπορά οφείλονται γενικότερα σε :

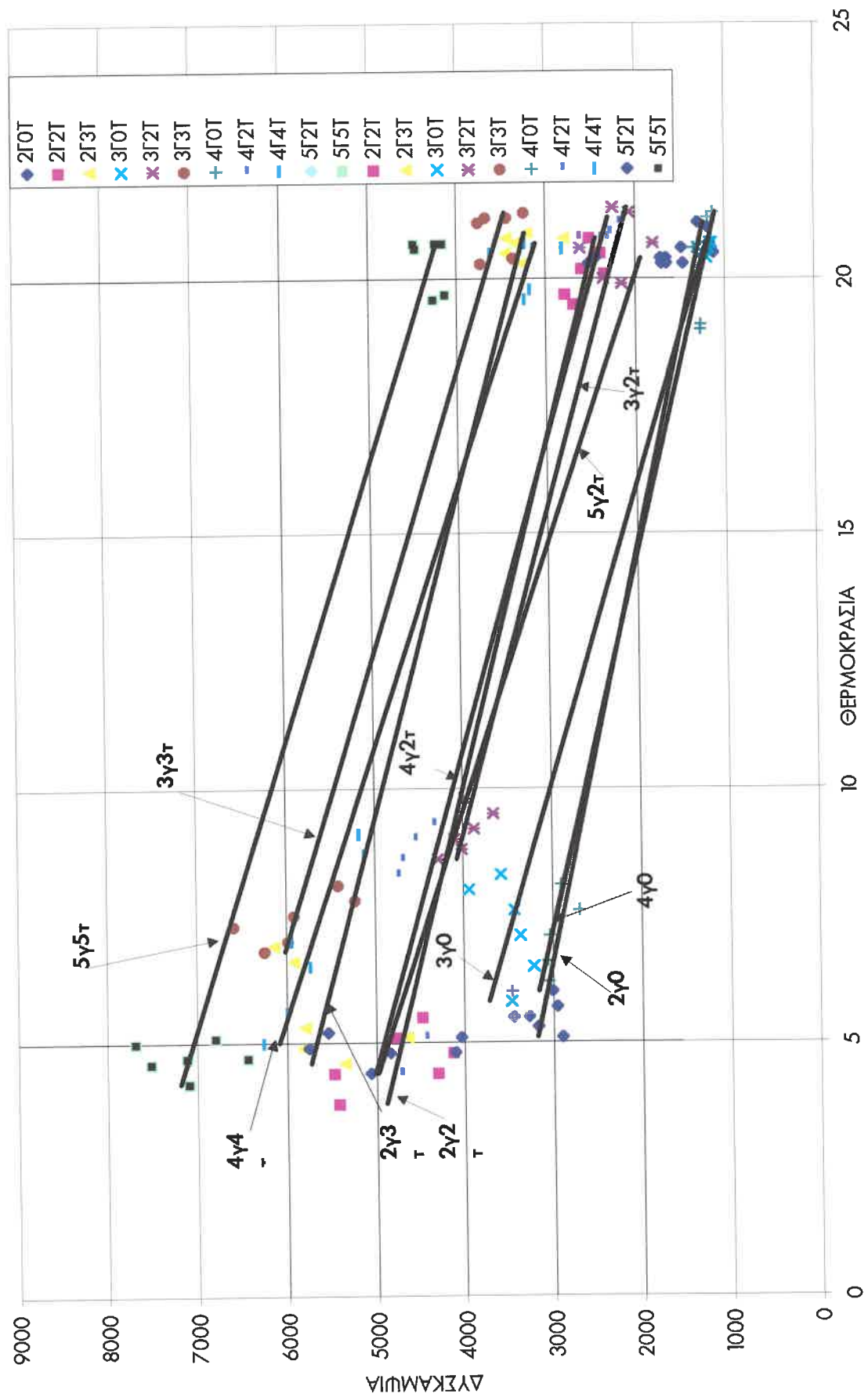
I. Περιορισμούς ακρίβειας που έχει η παραγωγή δοκιμίων Marshall :

- ο Όχι απόλυτα επαναλαμβανόμενη παρασκευή μείγματος, ζύγισμα υλικών
- ο Συμπύκνωση με κτύπους που μπορεί να επηρεάζουν και την κοκκομετρία του υλικού
- ο Ανωμαλίες στην κυλινδρική επιφάνεια των δοκιμίων που ενδεχομένως να επηρεάσουν τις μετρήσεις των επαγωγικών μηχανοσυστημάτων

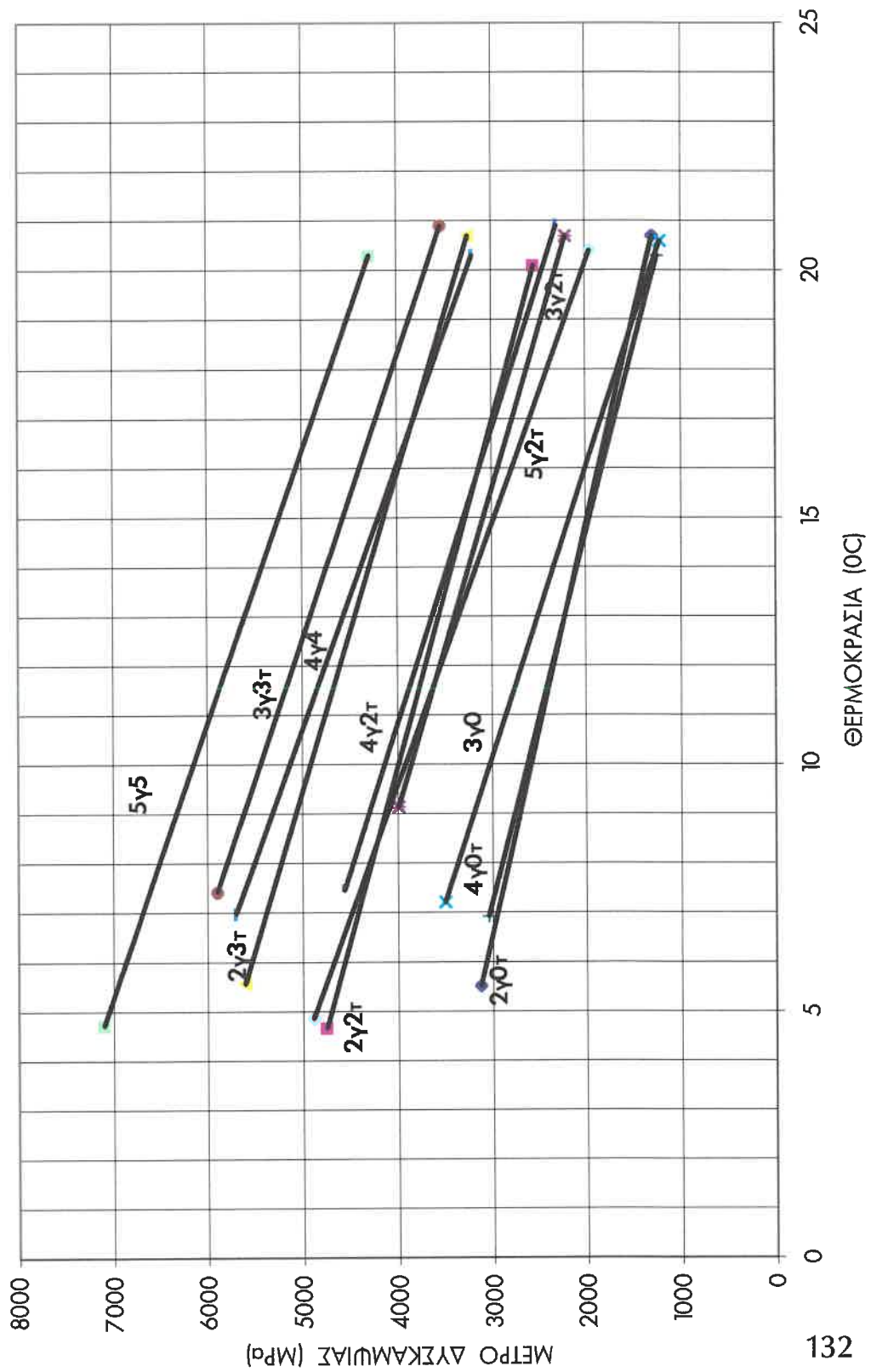
II. Περιορισμένη ακρίβεια κατά την εκτέλεση της δοκιμής:

- ο Παρόλο που έγινε προσπάθεια για διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας δεν ήταν πρακτικά εφικτό, λόγω της διαφοροποιούμενης θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Επίσης κατά την καταγραφή της θερμοκρασίας από τις ενδείξεις των θερμομέτρων, που βρίσκονται προσαρτημένα στα δοκίμια μάρτυρες, δεν εξασφαλίζεται η απόλυτη ταύτιση της τιμής αυτής, με τη θερμοκρασία του δοκιμίου που υποβάλλεται στη δοκιμή NAT.
- ο Ανακρίβεια κατά την τοποθέτηση του δοκιμίου στη βάση της συσκευής NAT
- ο Ανακρίβεια κατά την οριζοντίωση του πλαισίου των επαγωγικών μηχανοσυστημάτων
- ο Τοποθέτηση άκρου του μηχανοσυστήματος σε τοπική ανωμαλία της κυλινδρικής επιφάνειας του δοκιμίου

ΓΡΑΦΗΜΑ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

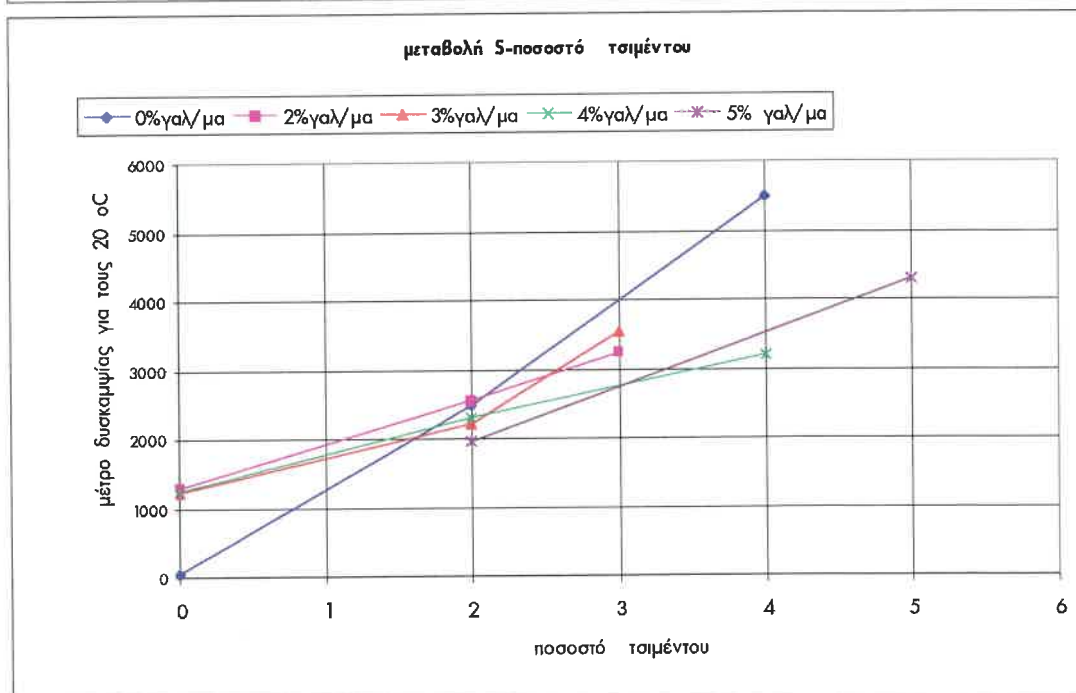
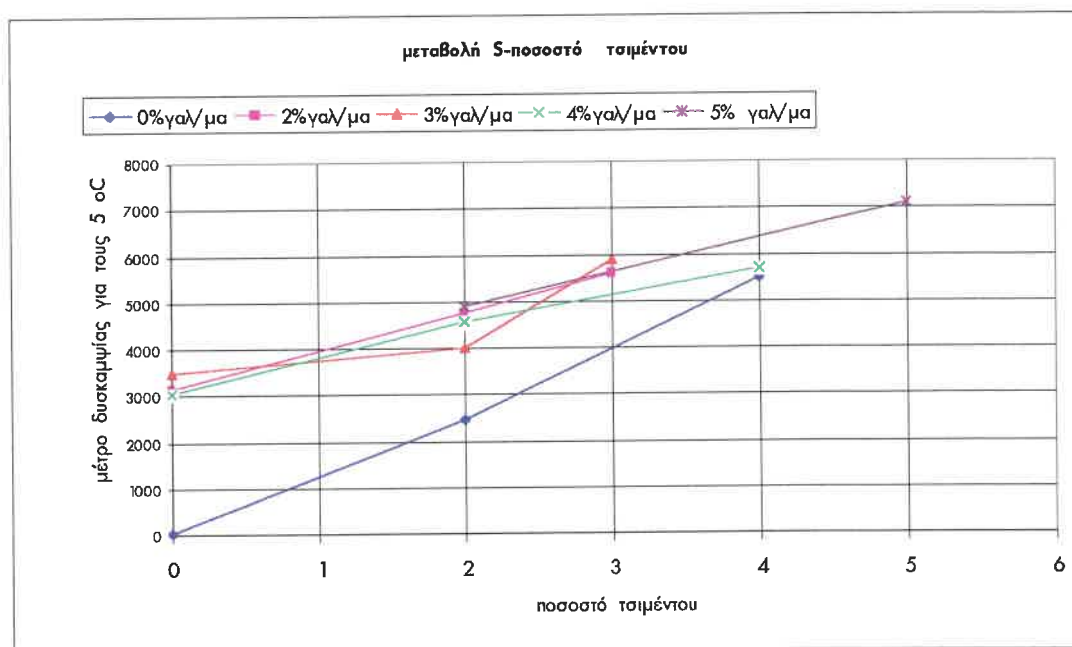


ΓΡΑΦΗΜΑ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΟΡΩΝ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ

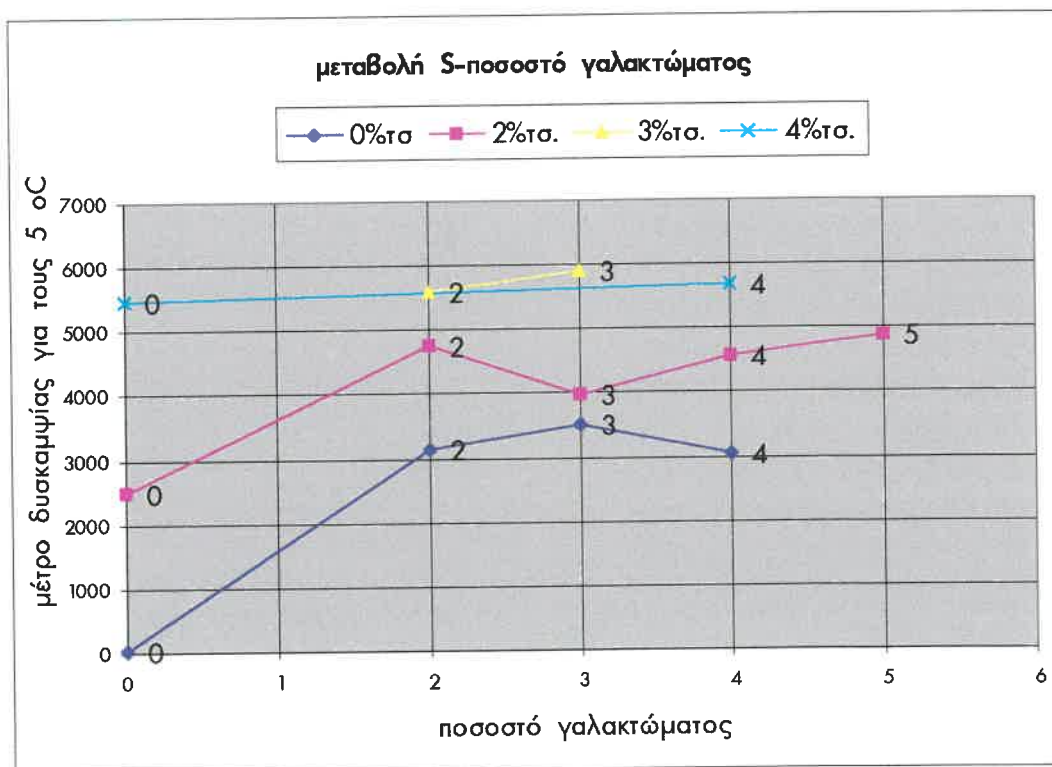


- Τα δοκίμια που περιέχουν μόνο γαλάκτωμα, δηλαδή τα : 2%γαλ.0%τσιμ. – 3%γαλ.0%τσιμ. – 4%γαλ.0%τσιμ. , παρουσιάζουν περίπου τις ίδιες τιμές, με εξαίρεση αυτές του 3%γαλ.0%τσιμ. για την χαμηλή θερμοκρασία. Η απόκλιση αυτή οφείλεται στις δύο τιμές που βρίσκονται στην περιοχή ανάμεσα από το 3500 και το 4000 και πάνω από τους 7,5°C, που μπορεί να οφείλονται, είτε σε κακή τοποθέτηση του δοκιμίου, είτε σε λάθος της συσκευής NAT. Επομένως, οι τιμές των δοκιμών που περιέχουν μόνο γαλάκτωμα είναι οι χαμηλότερες όλων, πράγμα που οδηγεί αναγκαστικά στη συνδυασμένη χρήση γαλακτώματος – τσιμέντου προκειμένου να επιτευχθούν υψηλότερες τιμές μέτρου δυσκαμψίας.
- Πράγματι, όπως φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα, τα δοκίμια που περιέχουν υψηλότερα ποσοστά τσιμέντου παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές μέτρου δυσκαμψίας, με μέγιστες τιμές αυτές που δίνουν τα δοκίμια με 5%γαλ.5%τσιμ. Η χρήση όμως μιας τέτοιας αναλογίας είναι οικονομικά μη συμφέρουσα αφού περιέχει τόσο υψηλά ποσοστά και των δύο υλικών. Στόχος είναι να χρησιμοποιηθεί μια τέτοια αναλογία ώστε να επιτευχθεί βελτίωση των τιμών του μέτρου δυσκαμψίας που παρουσιάζουν τα δοκίμια με σκέτο γαλάκτωμα, χωρίς όμως να αυξηθεί υπερβολικά το κόστος.
- Έτσι παρατηρείται, στο πρώτο συνολικό γράφημα(προηγούμενη σελίδα), μία δεύτερη «ομάδα» αποτελεσμάτων που αποτελείται κυρίως από δοκίμια που περιέχουν 2% τσιμέντο και διάφορα ποσοστά γαλακτώματος.
- Όλες οι γραμμές που συνδέουν τις δύο ομάδες αποτελεσμάτων του κάθε είδους δοκιμίου, που αναφέρονται στις δύο διαφορετικές θερμοκρασίες 25°C και 5°C, είναι περίπου παράλληλες. Μεγαλύτερη κλίση παρουσιάζουν ορισμένες ευθείες που αντιστοιχούν σε υψηλά ποσοστά γαλακτώματος. Αυτό σημαίνει πως για κάθε αναλογία γαλακτώματος - τσιμέντου η μείωση του μέτρου δυσκαμψίας για την αλλαγή αυτή της θερμοκρασίας είναι περίπου ανάλογη του ποσοστού γαλακτώματος που περιέχει, καθώς το τσιμέντο δείχνει να επηρεάζεται λιγότερο από τη θερμοκρασία.

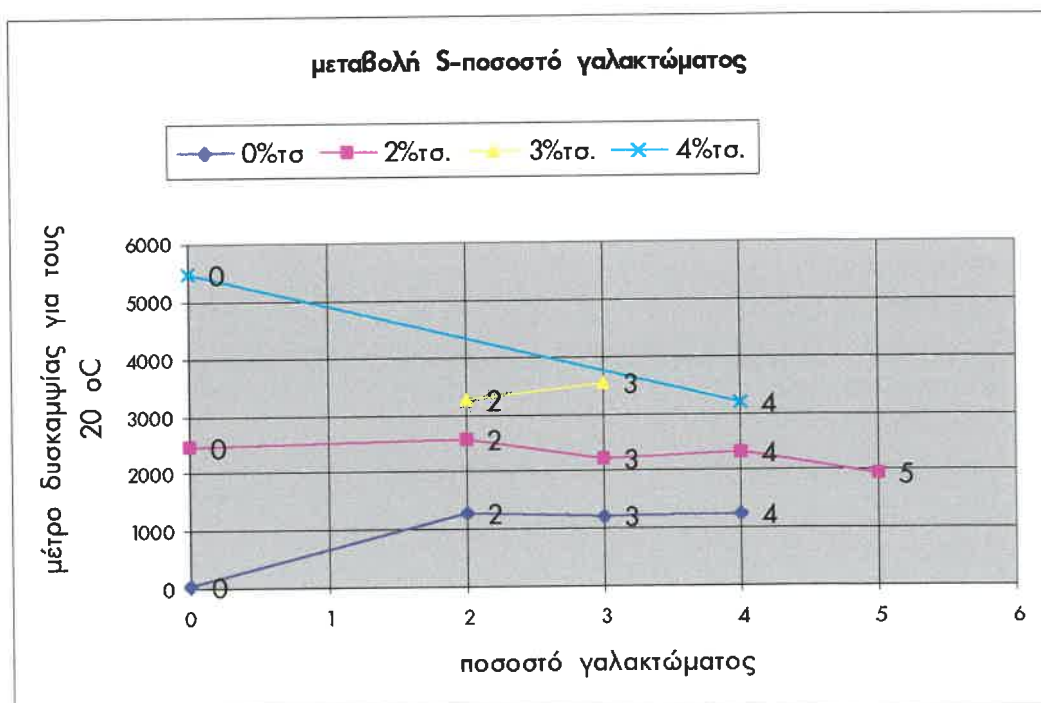
- Πιο συγκεκριμένα το πώς επηρεάζονται τα δοκίμια με γαλάκτωμα από την αύξηση των ποσοστών του τσιμέντου φαίνεται και στα παρακάτω σχήματα, όπου για σταθερό ποσοστό γαλακτώματος αυξάνει το αντίστοιχο του τσιμέντου και αντίστροφα για τα δύο επόμενα ζεύγη διαγραμμάτων.



- Για τους 20οC Παρατηρείται πως η συμβολή του γαλακτώματος στην αύξηση του μέτρου δυσκαμψίας είναι πολύ μικρή και ουσιαστικά δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα.



- Η βέλτιστη αναλογία αναζητείται για ποσοστό γαλακτώματος ανάμεσα σε 2% και 3% γιατί όπως φαίνεται το 3% ανεβάζει αρκετά τις τιμές του μέτρου δυσκαμψίας, πλησιάζοντας την αντίστοιχη ευθεία κοντά στα μέγιστα του 5%γαλ.-5%τσιμ.

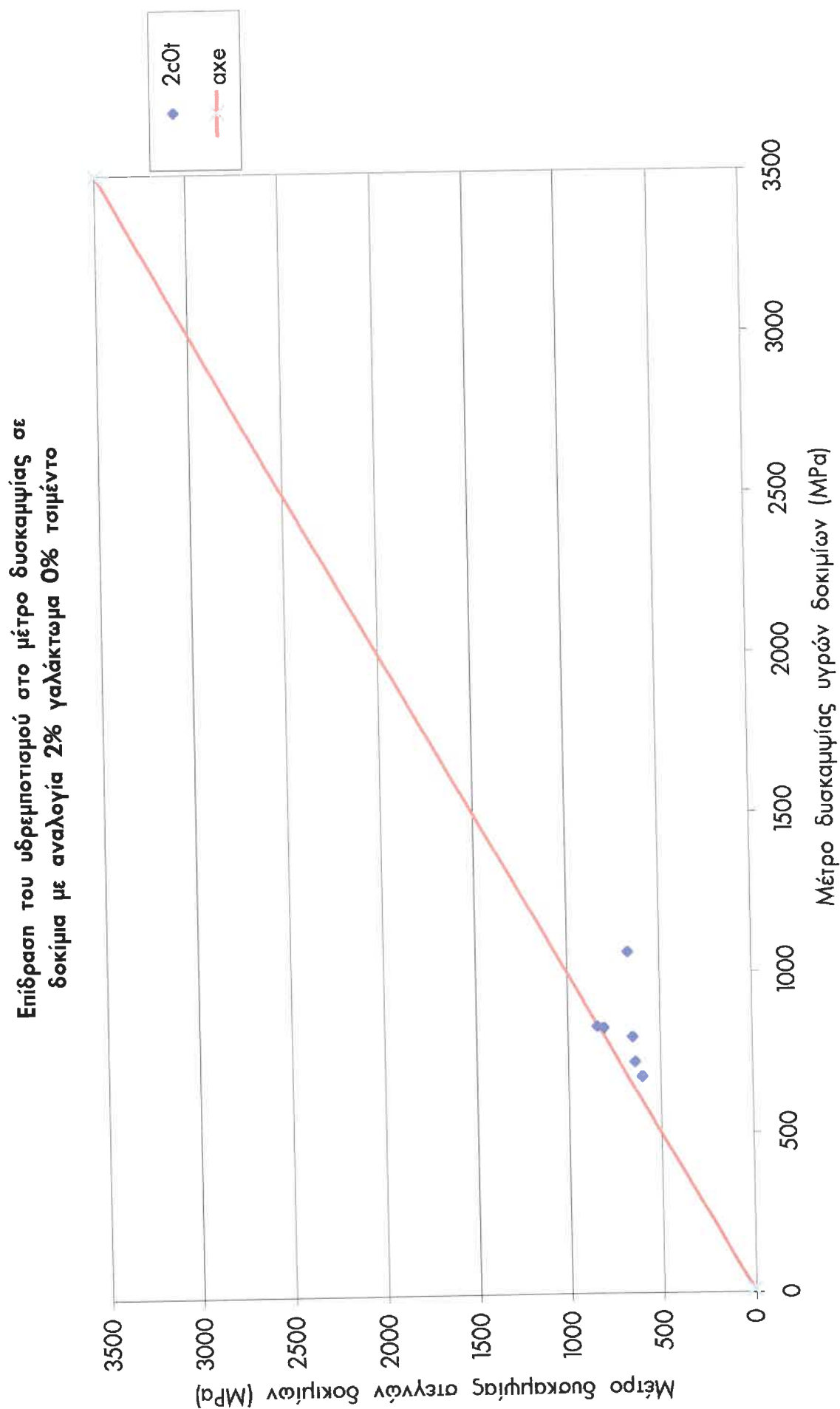


Όσον αφορά στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται πως για ποσοστό τσιμέντου ίσο με 2% τα σημεία που ορίζονται αντίστοιχα από 0,3,4 και 5% γαλάκτωμα βρίσκονται σχεδόν πάνω στην ίδια ευθεία εκτός από το σημείο που ορίζεται για ποσοστό γαλακτώματος 2%, πράγμα που σημαίνει πως αυτή η τιμή του μέτρου δυσκαμψίας πιθανότατα έχει προέλθει από εσφαλμένη μέτρηση που αποδίδεται σε κάποιον από τους παράγοντες που προαναφέρθηκαν στην αρχή του 3^{ου} κεφαλαίου.

3.2.2 Η επίδραση του υδρεμποτισμού στο μέτρο δυσκαμψίας

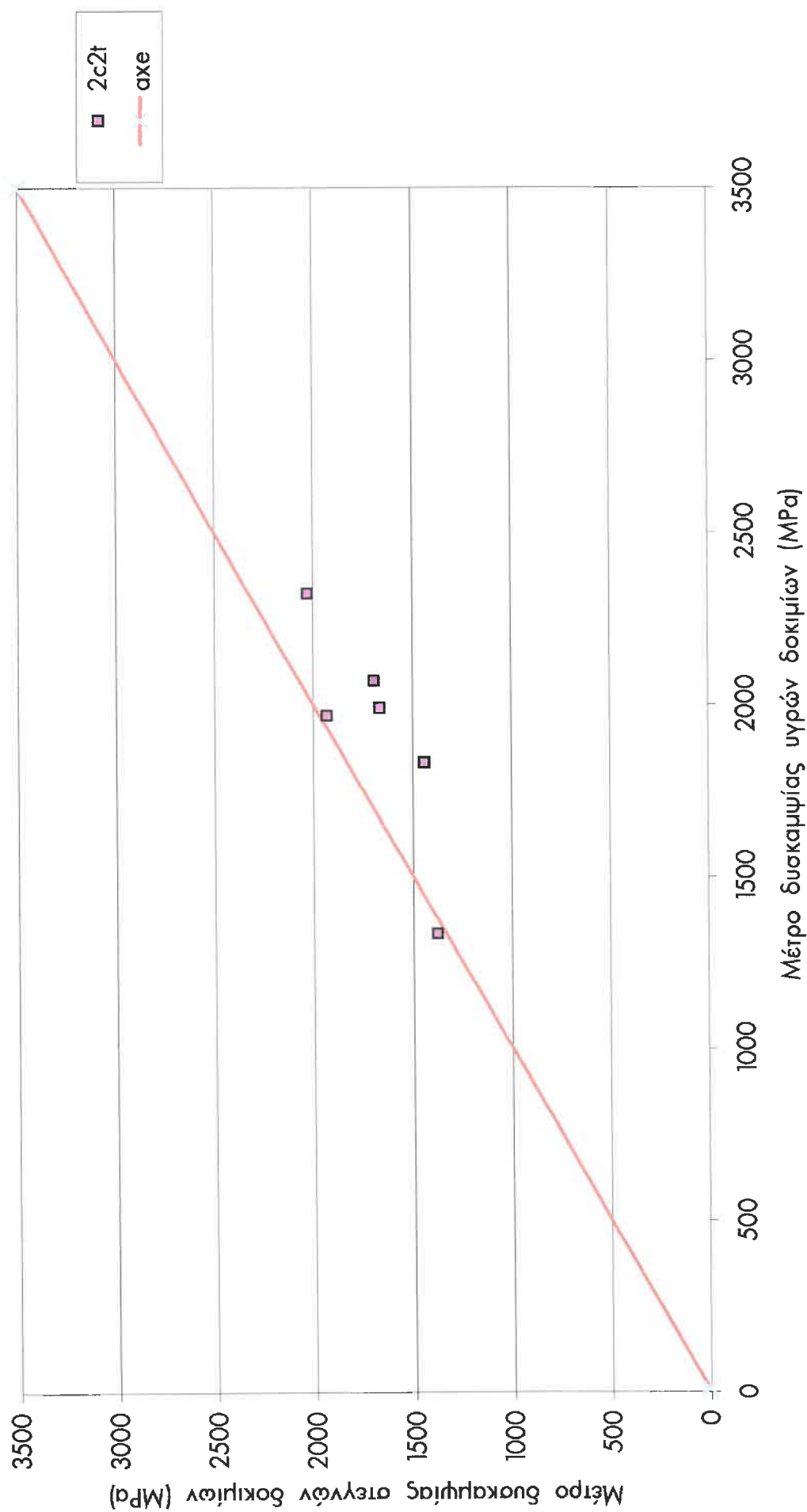
Η επίδραση του υδρεμποτισμού στο μέτρο δυσκαμψίας δείχνει, σύμφωνα με το διάγραμμα 3.2-13 παρακάτω σελίδας να είναι αρνητική. Όμως μετά από λεπτομερέστερη θεώρηση της επίδρασης αυτής σε κάθε είδος δοκιμίου, αντίθετα με αυτό που θα περίμενε κανείς, δεν φαίνεται σαφώς ότι το γαλάκτωμα επηρεάζεται από τον υδρεμποτισμό πολύ περισσότερο από ότι το τσιμέντο. Αυτό προκύπτει αν συγκρίνει κανείς για παράδειγμα την επίδραση αυτή στο 2,5%γαλ.2,5%τσιμ. όπου υπάρχει σαφής απόσταση από τη διαγώνιο ευθεία, που εκφράζει την ταύτιση των τιμών για ξηρά και υγρά δοκίμια, και στο 5%γαλ.2%τσιμ. η απόσταση αυτή δεν είναι από όσο φαίνεται μεγαλύτερη ενώ θα περίμενε κανείς το αντίθετο γιε ένα τόσο υψηλό ποσοστό γαλακτώματος.

Συμπερασματικά, δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί σαφώς αν η επίδραση του υδρεμποτισμού στους διάφορους συνδυασμούς τσιμέντου και γαλακτώματος εξαρτάται περισσότερο από την παρουσία του γαλακτώματος ή από την παρουσία του τσιμέντου στο μίγμα.



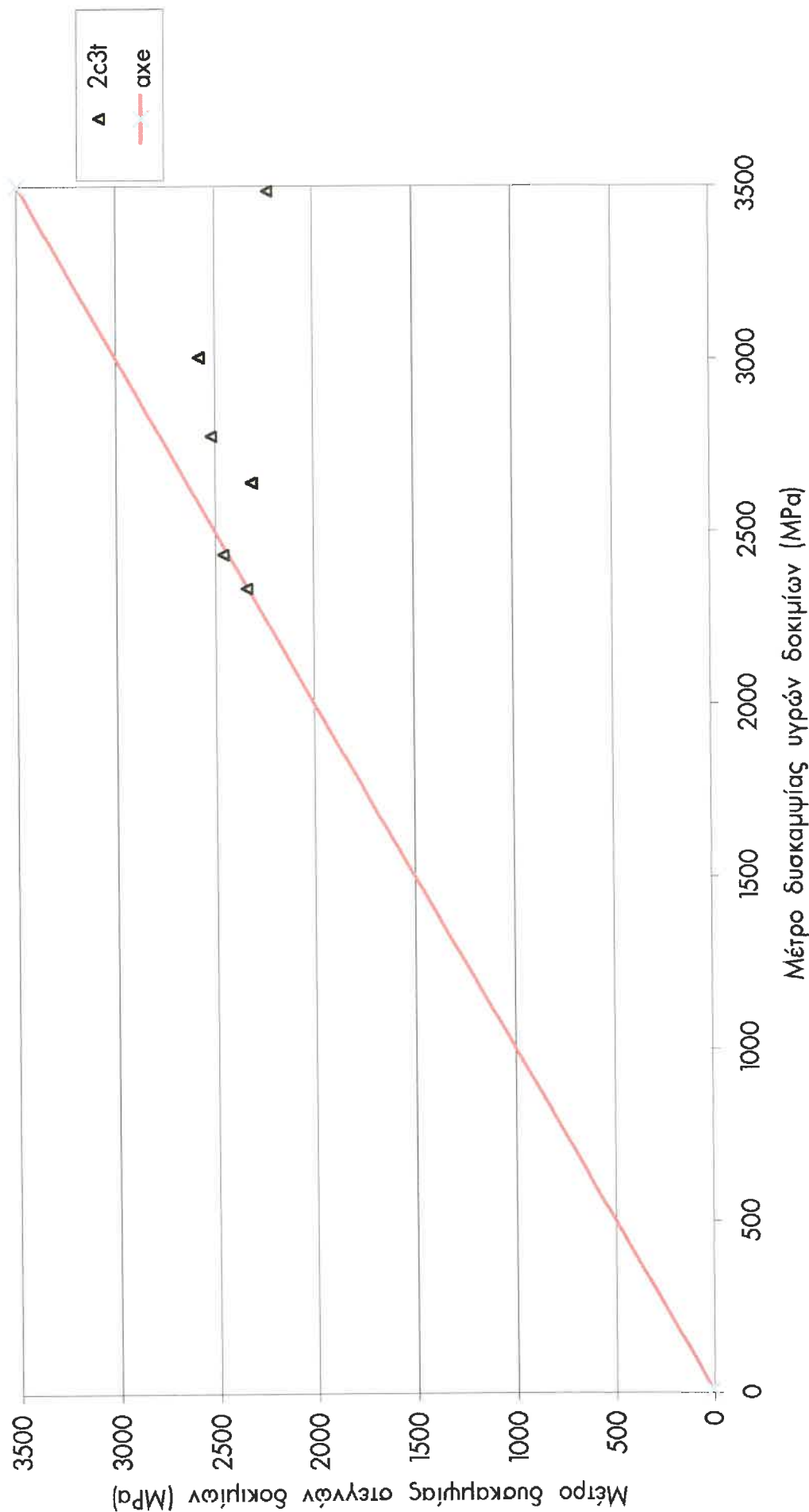
Διάγραμμα 3.2-1

Επίδραση του υδρεμποτισμού στο μέτρο δυσκαμψίας σε δοκίμια με αναλογία 2% γαλάκτωμα 2% τσιμέντο

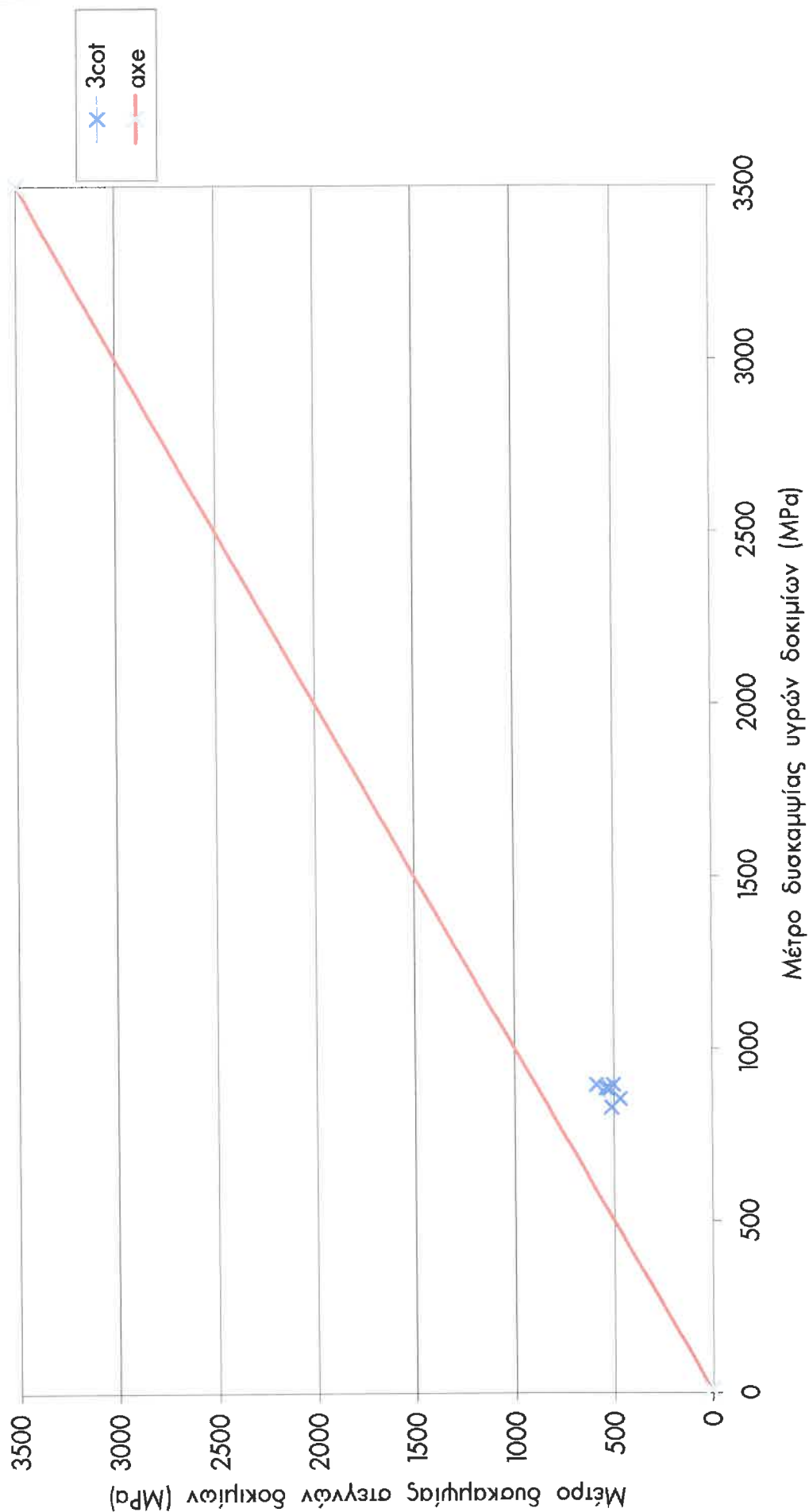


Διάγραμμα 3.2-2

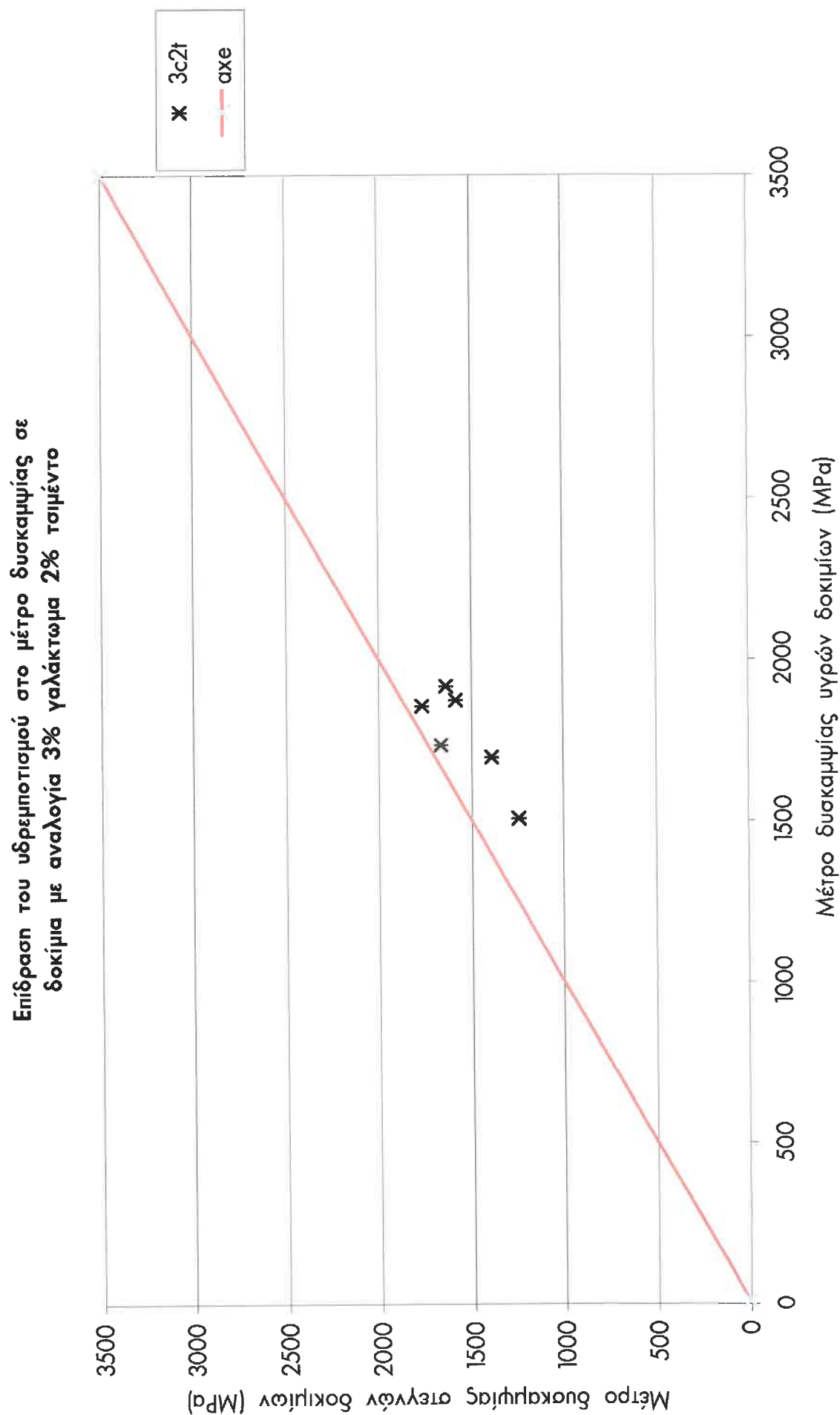
Επίδραση του υδρεμποτισμού στο μέτρο δυσκαμψίας σε δοκίμια με αναλογία 2% γαλάκτωμα 3% τσιμέντο

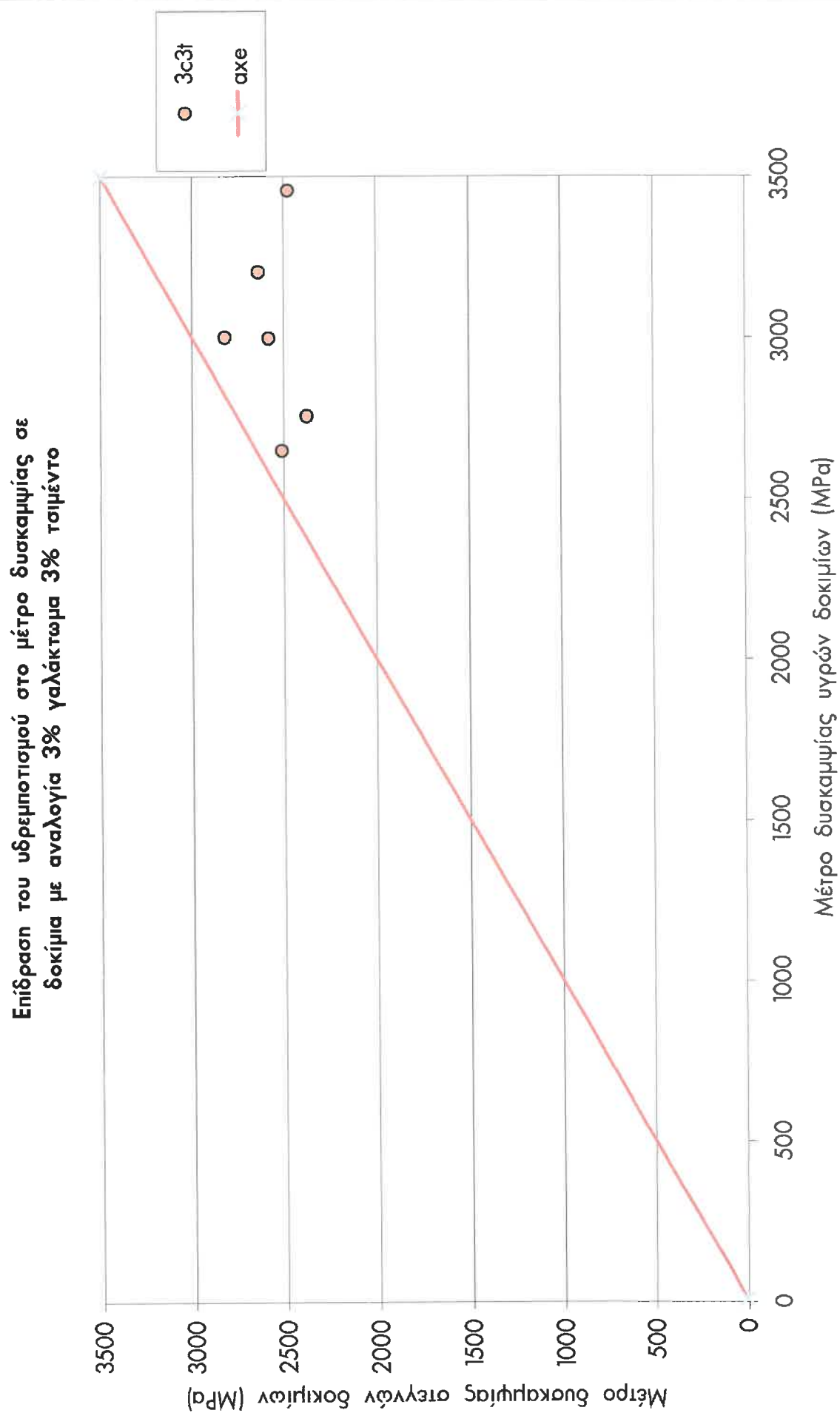


Επίδραση του υδρεμποτισμού στο μέτρο δυσκαμψίας σε δοκίμια με αναλογία 3% γαλάκτωμα 0% τσιμέντο

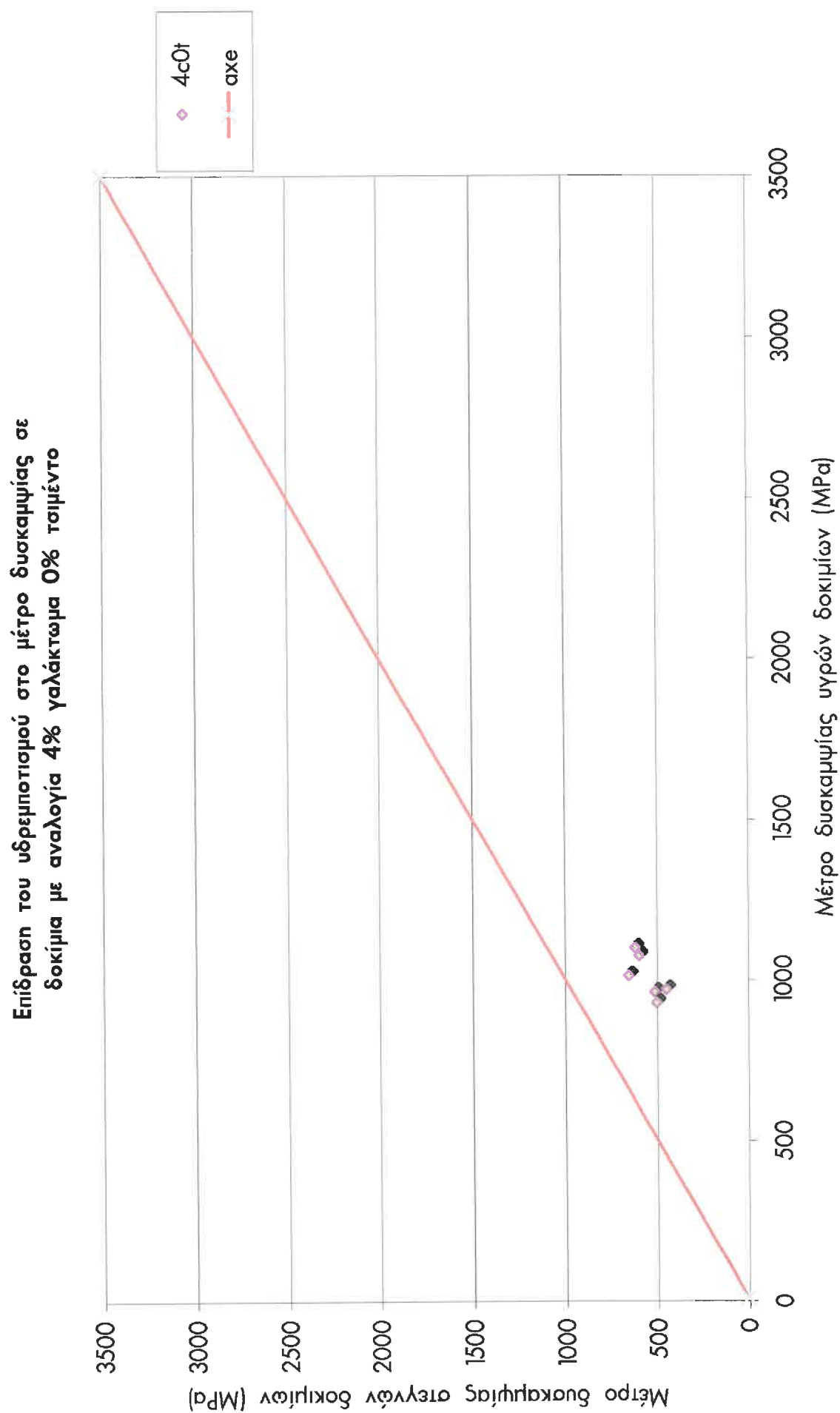


Διάγραμμα 3.2-4

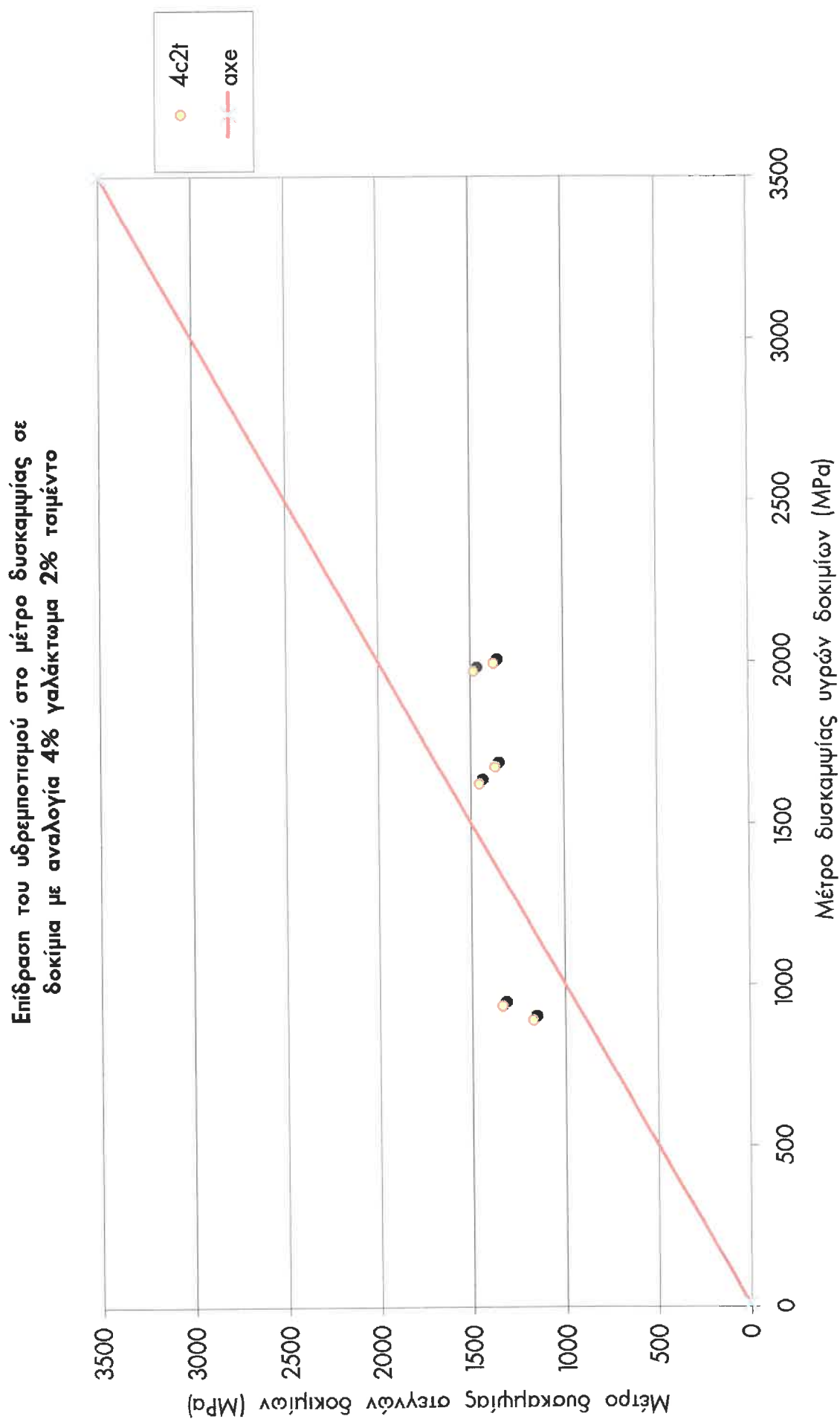




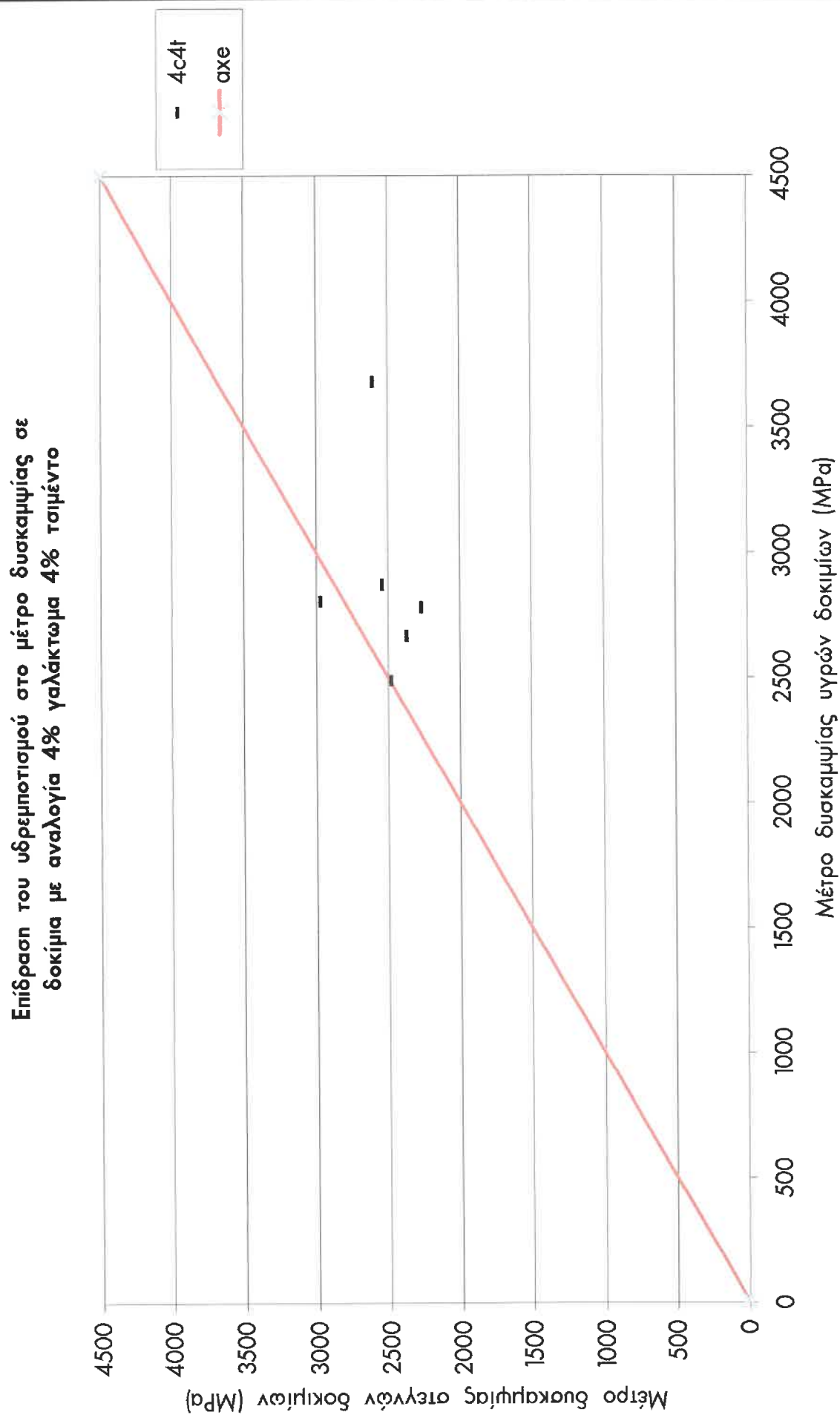
Διάγραμμα 3.2-6



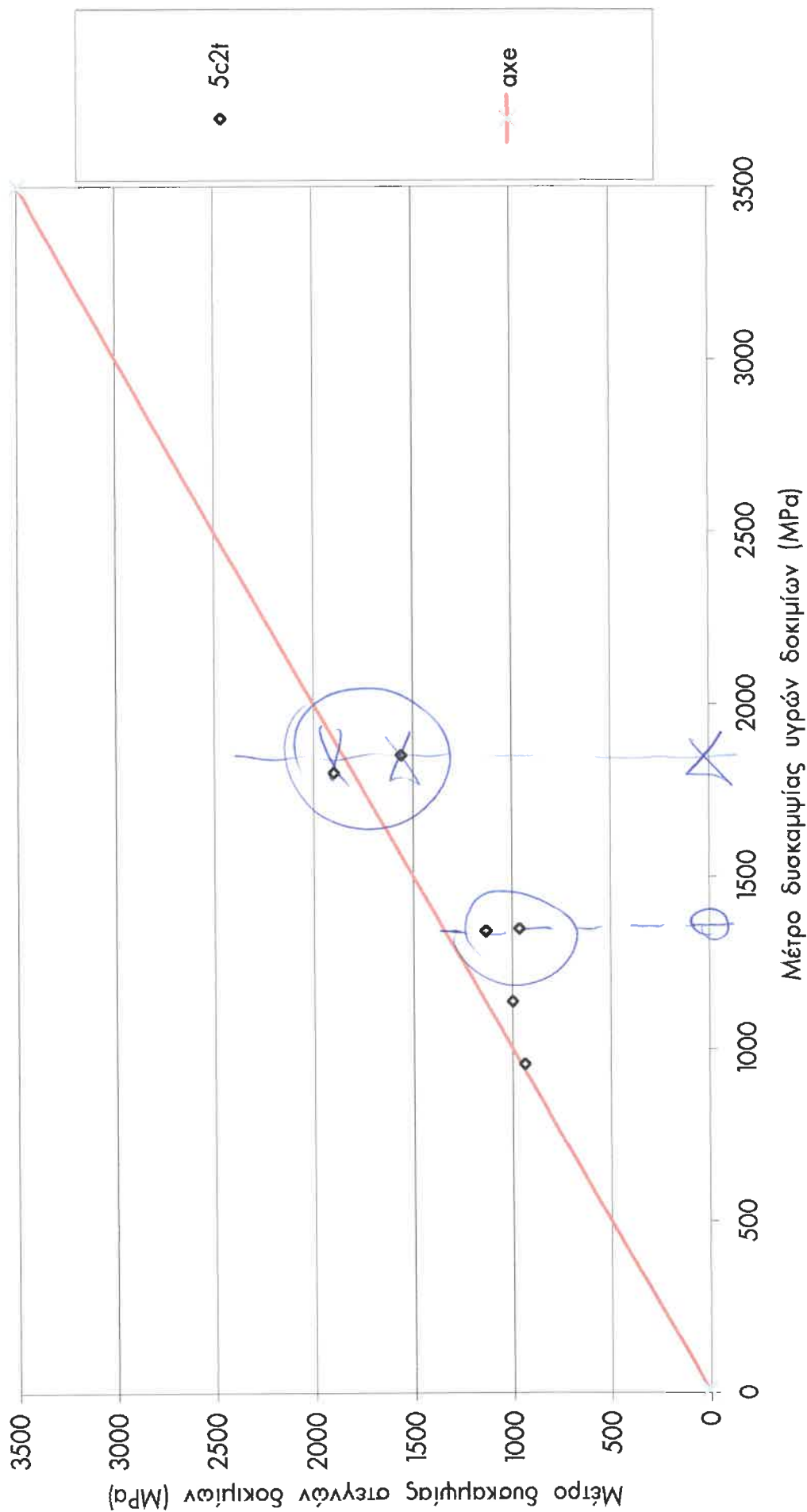
Διάγραμμα 3.2-7



Διάγραμμα 3.2-8

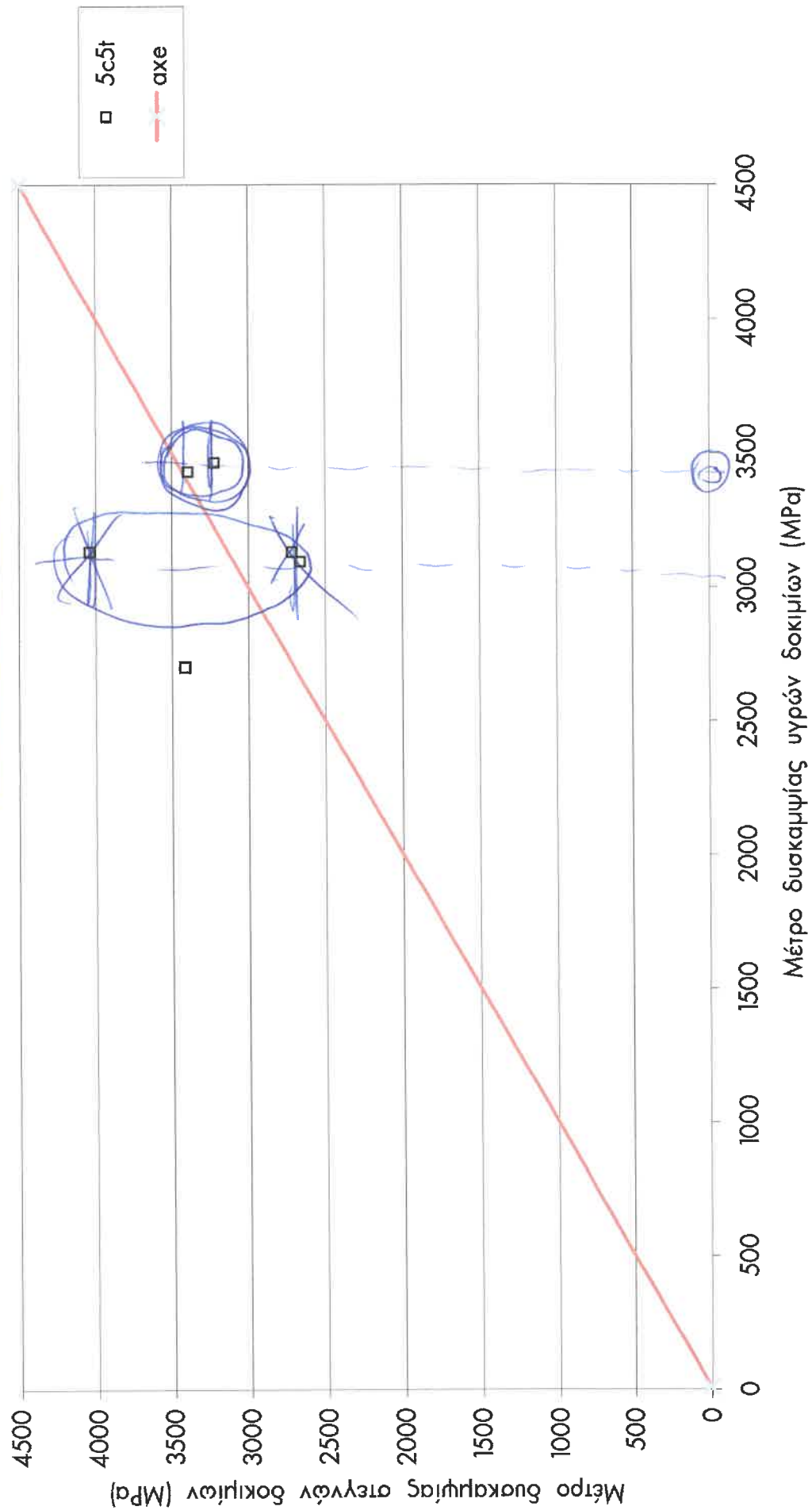


Επίδραση του υδρεμποτισμού στο μέτρο δυσκαμψίας σε δοκίμια με αναλογία 5% γαλάκτωμα 2% τσιμέντο

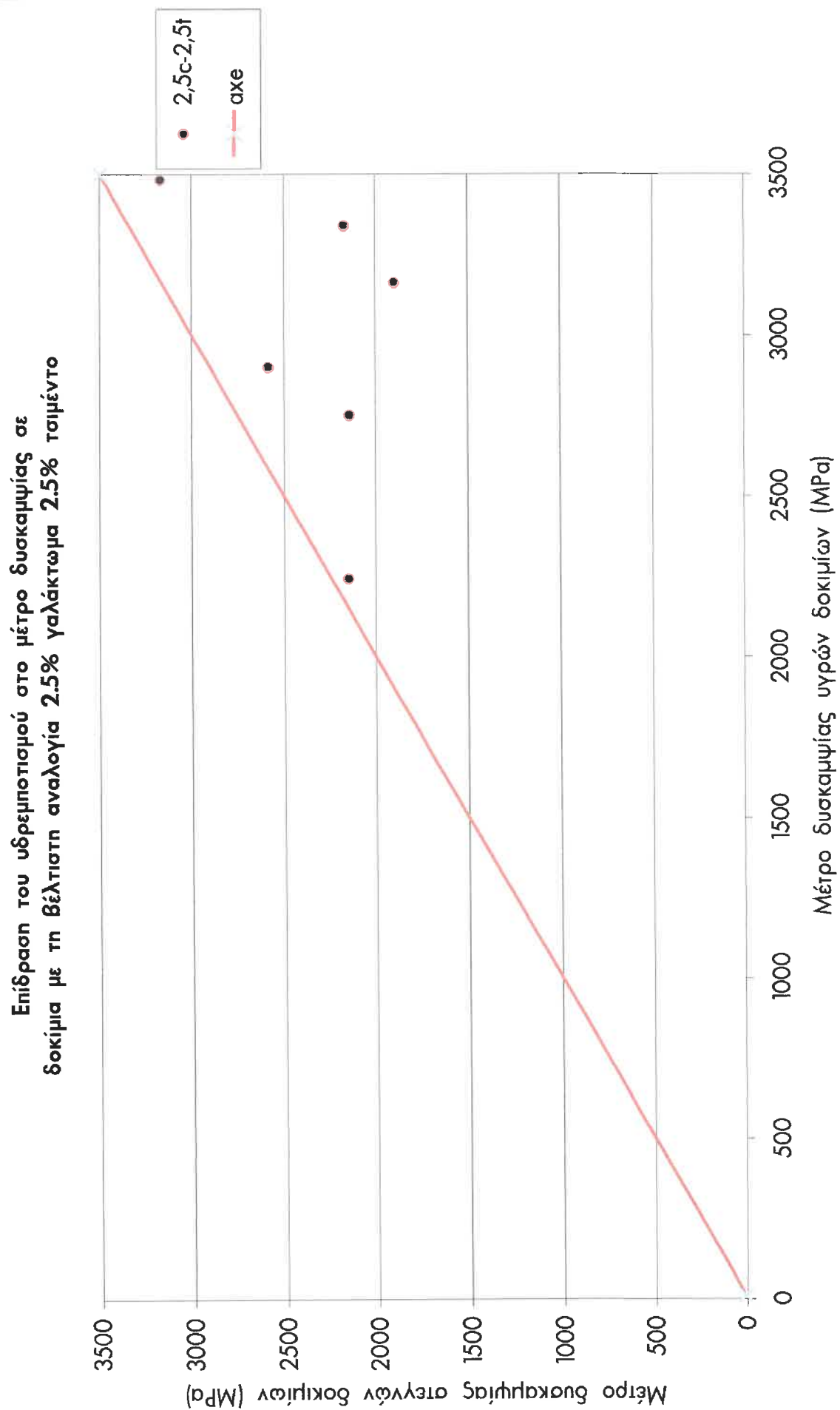


Διάγραμμα 3.2-10

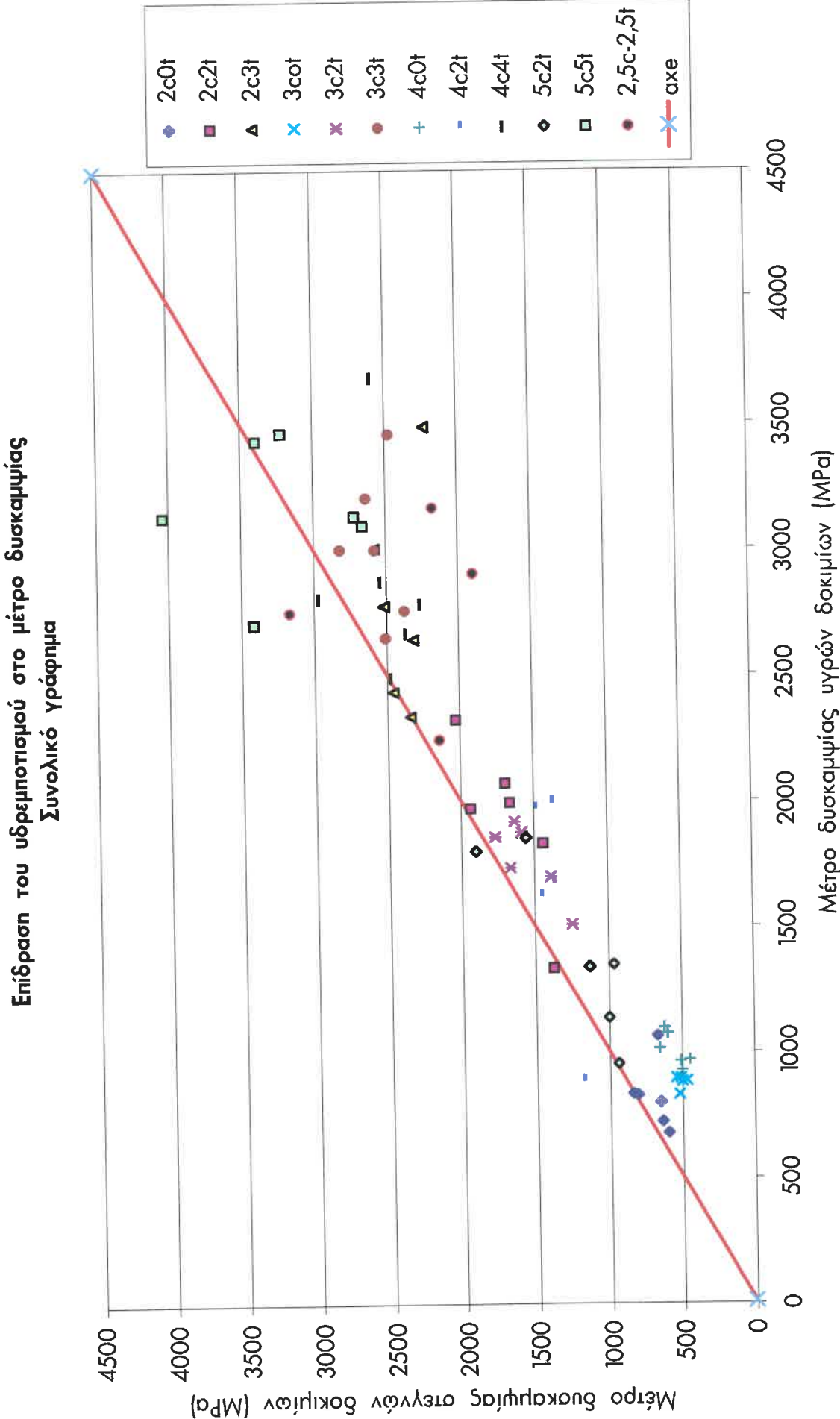
Επίδραση του υδρεμποτισμού στο μέτρο δυσκαμψίας σε δοκίμια με αναλογία 5% γαλάκτωμα 5% τσιμέντο



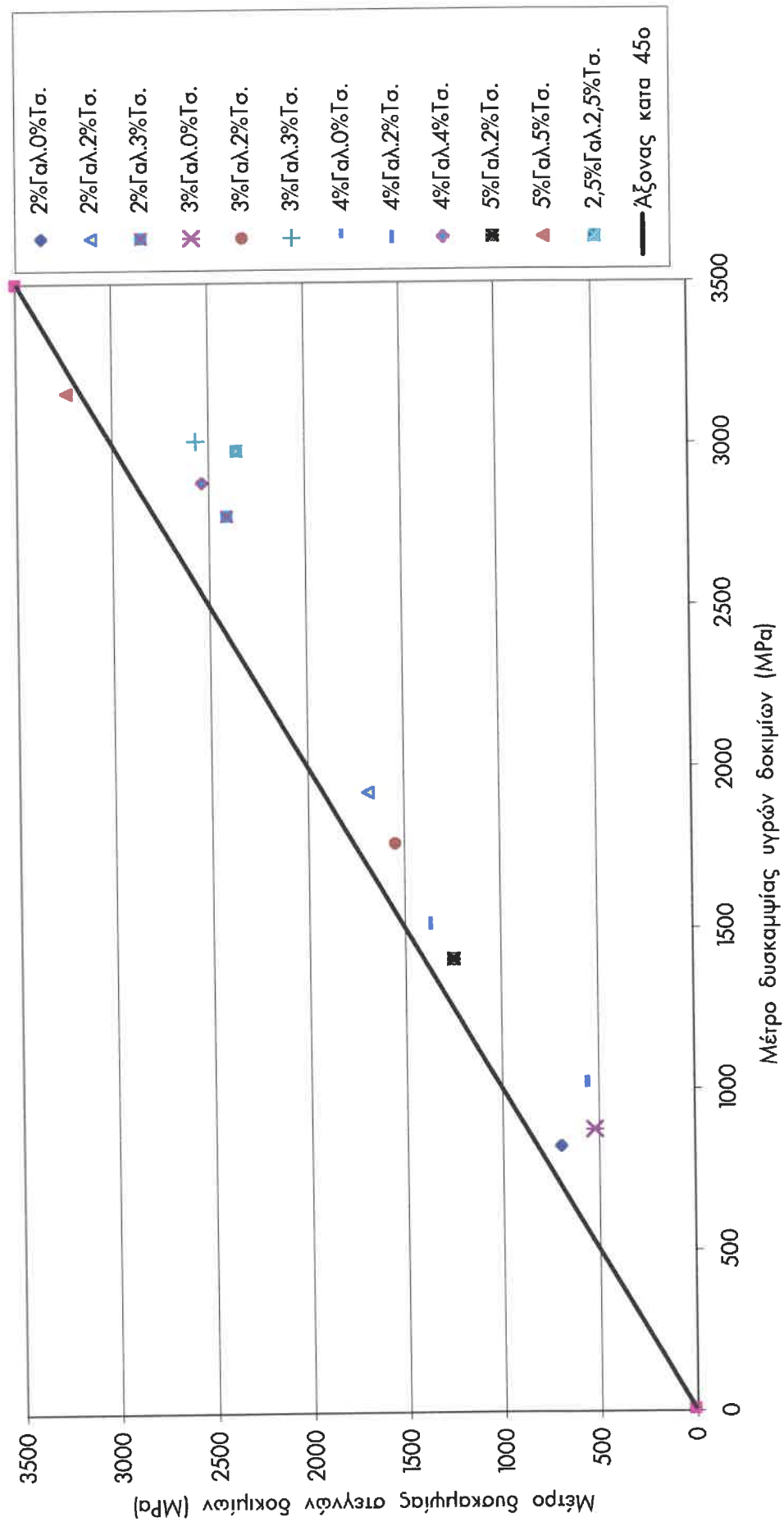
Διάγραμμα 3.2-11



Διάγραμμα 3.2-12



**Επίδραση του υδρεμποτισμού στο μέτρο δυσκαμψίας στο σύνολο των δοκιμών
- Μέσος όρος δυσκαμψιών**



3.3 Πίνακες αποτελεσμάτων δοκιμών MTS

Οι πίνακες αυτοί παρατίθενται αναλυτικά στα παραρτήματα 2 και 3 στο τέλος του εντύπου.

3.4 Σχολιασμός – συμπεράσματα δοκιμών MTS

3.4.1 RAMP test

Στις υπόλοιπες δοκιμές RAMP ο χρόνος εκτέλεσης των δοκιμών ήταν πολύ μικρότερος. Για κάθε δοκίμιο έγιναν δοκιμές με χρόνους επίτευξης μέγιστου φορτίου 1sec (σύμφωνα με τις προδιαγραφές) και 0,12sec (προκειμένου να συγκριθούν τα αποτελέσματα αυτών των δοκιμών με τα αντίστοιχα της δοκιμής NAT που είχε τον ίδιο χρόνο επίτευξης μέγιστου φορτίου). Το μέγιστο φορτίο ήταν ίσο με 3,9 KN για τα κυλινδρικά δοκίμια και 5 KN για τα πρισματικά, δηλαδή 0,5 Mpa.

1. Συγκρίνοντας τις καμπύλες που προκύπτουν για τους δύο αυτούς χρόνους στα διαγράμματα τάσεων – παραμορφώσεων των δοκιμών, παρατηρούνται τα εξής:

- σε όλα τα διαγράμματα φαίνεται ότι στην αρχή των δοκιμών οι δύο καμπύλες ουσιαστικά ταυτίζονται (εκτός από το δοκίμιο 7 που μάλλον οφείλεται σε κατασκευαστική ανωμαλία του δοκιμίου) ενώ όταν η τάση αρχίζει να ξεπερνά τα 0,2 Mpa οι κλίσεις των δύο καμπυλών διαφοροποιούνται, με την καμπύλη που αντιστοιχεί στη δοκιμή με χρόνο φόρτισης 1 sec να βρίσκεται πάντα κάτω από την άλλη καμπύλη, εκτός από μία περίπτωση στο δοκίμιο 6(διαγ/μα 3.4-6)όπου λόγω λανθασμένης επιβολής φορτίου, συμβαίνει το αντίθετο. Ωστόσο, ακόμη και σε αυτήν την περίπτωση ισχύει, όπως και για όλα τα άλλα δοκίμια, η κλίση της καμπύλης του 1sec είναι μικρότερη από αυτή της καμπύλης του 0,12sec, αφότου η τάση ξεπεράσει τα 0,2 Mpa. Σημειώνεται επίσης πως αυτή η κλίση είναι περίπου ίδια σε όλα τα δοκίμια.

- Η καμπύλη που αντιστοιχεί στη δοκιμή με χρόνο φόρτισης 0,12sec είναι σχεδόν ευθύγραμμη για όλα τα δοκίμια, πράγμα που ήταν αναμενόμενο, αφού για τόσο μικρό χρόνο φόρτισης αναμένεται σχεδόν ελαστική συμπεριφορά του δοκιμίου. Όσον αφορά στη φόρτιση με χρόνο 1sec παρουσιάζεται ελαφρός πιο καμπυλωμένη αλλά αρκετά ευθύγραμμη.

2. Παρατηρώντας τα 6 πρώτα διαγράμματα 3.4-1 έως 3.4-6 προκύπτουν εξής:

- Από τις καμπύλες στο διάγραμμα τάσεων- παραμορφώσεων προκύπτει ότι όλα τα κυλινδρικά δοκίμια για χρόνο φόρτισης 0.12 sec παρουσιάζουν περίπου το ίδιο μέτρο ελαστικότητας αφού έχουν την ίδια περίπου κλίση και τις ίδιες τιμές τάσης παρατηρούνται παρόμοιες τιμές παραμόρφωσης των δοκιμίων.

- Για χρόνο φόρτισης 1 sec ισχύει η ίδια παρατήρηση. Το μόνο δοκίμιο που ξεφεύγει από τη γενική αυτή παρατήρηση είναι το 1^ο (διάγ/μα 3.4-1), αλλά αυτό πιθανότατα οφείλεται σε κακή συμπύκνωση του δοκιμίου αφού ο αύξων αριθμός του φανερώνει ότι ήταν το πρώτο που κατασκευάστηκε.

Τα αποτελέσματα των δοκιμών MTS για τα πρισματικά δοκίμια (κατασκευάστηκαν όπως αναφέρεται στην παράγραφο 2.3.6) φαίνονται στα διαγράμματα 3.4-7 έως 3.4-10. Από τη μελέτη των διαγραμμάτων αυτών προκύπτουν για τα πρισματικά δοκίμια τα εξής:

- Στις καμπύλες που προκύπτουν για χρόνους φόρτισης 0,12 sec παρατηρούμε μεγάλη μεταβλητότητα στα αποτελέσματα ακόμα και μεταξύ των δοκιμίων 7-9 και 8-10, που έχουν προκύψει από την τομή του ίδιου πρισματικού δοκιμίου 100x100x400.

- Η ίδια παρατήρηση ισχύει και για τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν σε χρόνο 1 sec, και μάλιστα η μεταβλητότητα των αποτελεσμάτων είναι ακόμα μεγαλύτερη.

- Το γεγονός αυτό μπορεί να εξηγηθεί με τον εξής τρόπο. Η συμπύκνωση, που έγινε όπως περιγράφεται στην παράγραφο 2.3.6 έγινε κατά την οριζόντια έννοια, οπότε το υλικό στο καλούπι μπορεί να μην κατανεμηθεί ομοιογενώς και στη συνέχεια η συμπύκνωση να μην είναι καλή σε όλο το μήκος του δοκιμίου. Οπότε στη συνέχεια με την κοπή των δοκιμίων αυτά που προκύπτουν παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανομοιομορφία από τα αντίστοιχα κυλινδρικά, τα οποία δεν κόβονται.

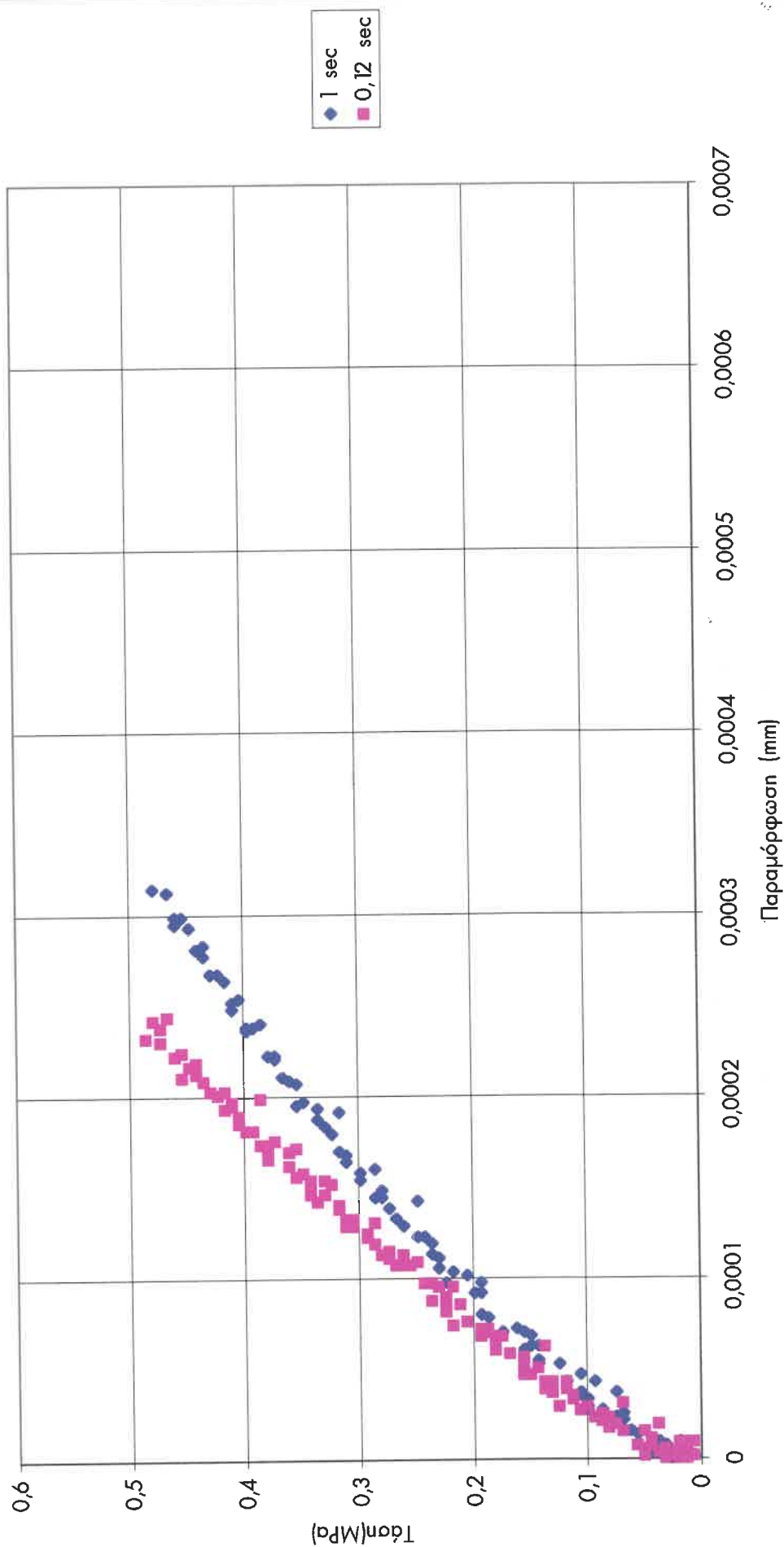
Τέλος, με τη βοήθεια των διαγραμμάτων που ακολουθούν, μπορούμε να κάνουμε μια σύγκριση των αποτελεσμάτων που αφορούν τα κυλινδρικά δοκίμια σε σχέση με τα πρισματικά.

- Στις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν σε χρόνο 0,12 sec τα πρισματικά δοκίμια παρουσιάζουν μεγαλύτερο μέτρο ελαστικότητας. Αυτό προκύπτει συγκρίνοντας τις κλίσεις των καμπυλών των πρισματικών δοκιμίων και των κυλινδρικών δοκιμίων . Στα διαγράμματα που προκύπτουν από τις επαναλαμβανόμενες φορτίσεις στην παράγραφο 3.4.2, βλέπουμε ότι οδηγούμαστε σε παρόμοια συμπεράσματα όταν συγκρίνουμε τις κλίσεις των ευθειών των

δοκιμών RAMP με τις ευθείς , που εκφράζουν την κλίση επαναφοράς –resilient modulus.

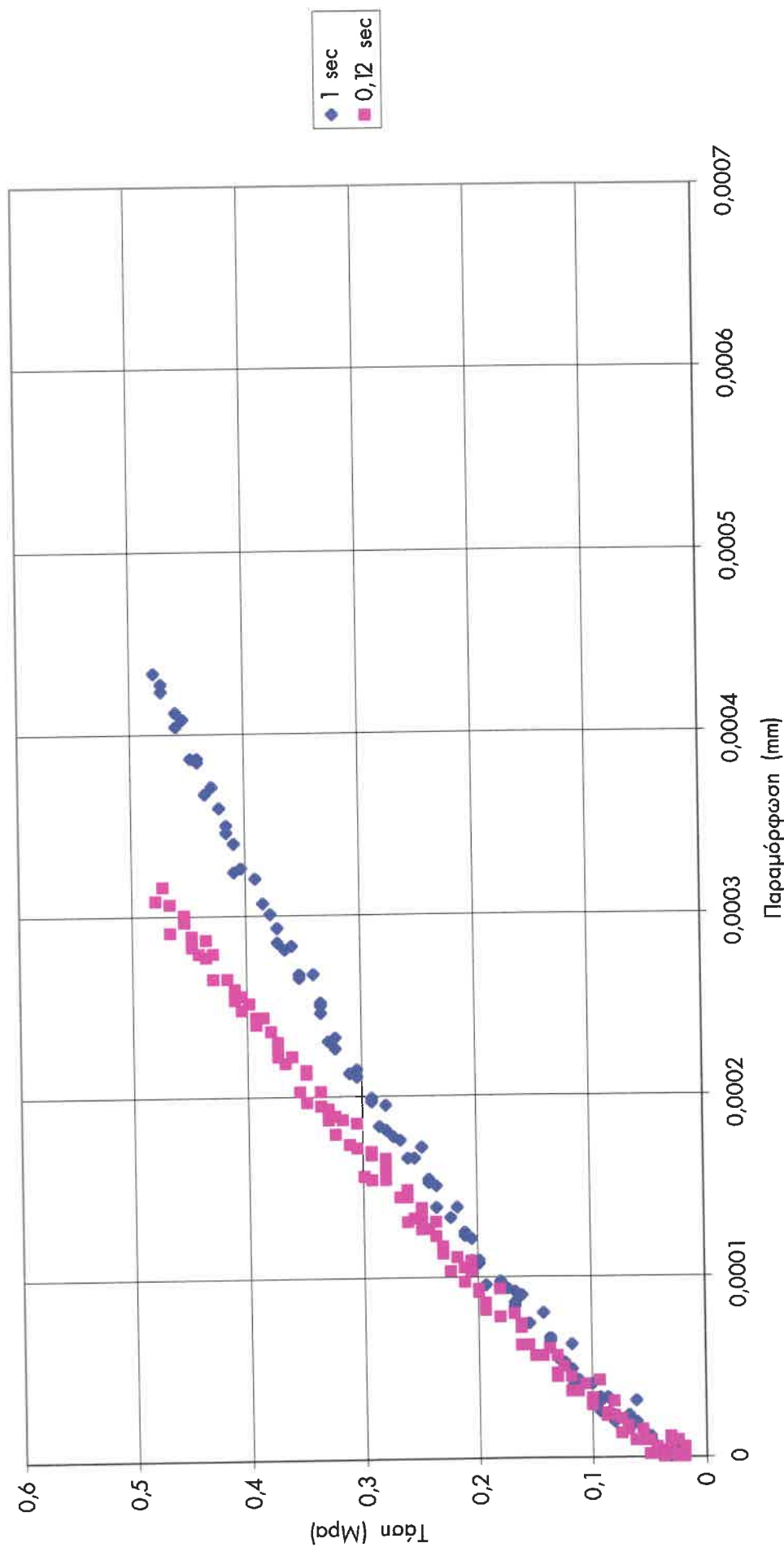
- Στις δοκιμές RAMP που γίνονται σε χρόνο 1 sec τα πρισματικά δοκίμια, είναι εμφανές ότι πάλι έχουν μεγαλύτερο μέτρο ελαστικότητας. Ωστόσο θα πρέπει να γίνει μια επιπλέον παρατήρηση. Τα πρισματικά δοκίμια 7 και 9 προέρχονται από την κοπή του ίδιου δοκιμίου καθώς και τα δοκίμια 8 και 10 από την κοπή ενός δοκιμίου. Αυτό μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό από τα αποτελέσματα των δοκιμών αφού αυτά τα δοκίμια ανά δύο παρουσιάζουν την ίδια συμπεριφορά ως προς την ελαστικότητά τους.(διαγράμματα 3.4-7 έως 10 και 3.4-17 έως 20).

Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων για φόρτιση σε 1 & 0,12 sec
Κυλινδρικό δοκίμιο 100x200 (1)

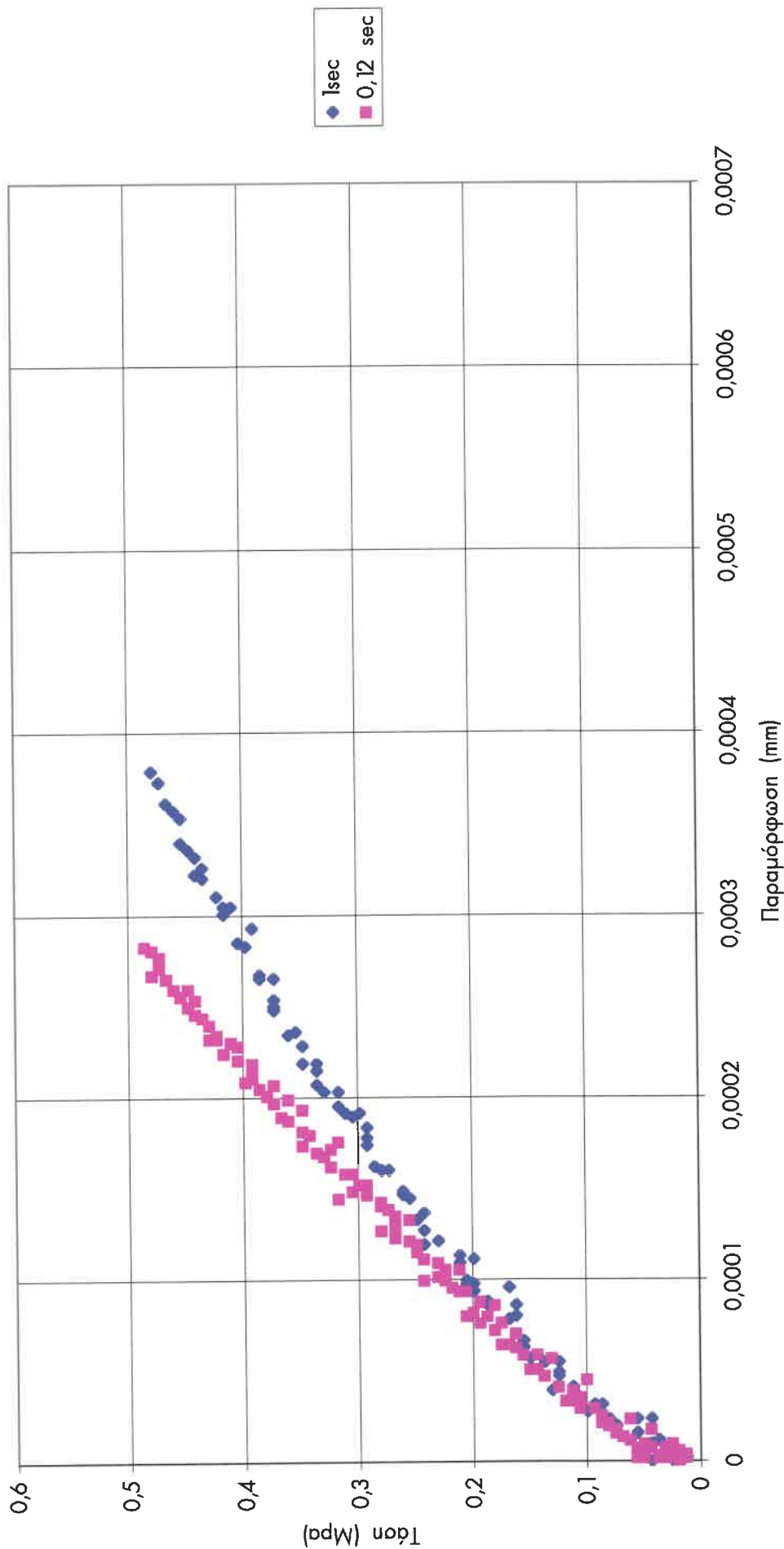


Διάγραμμα 3.4-1

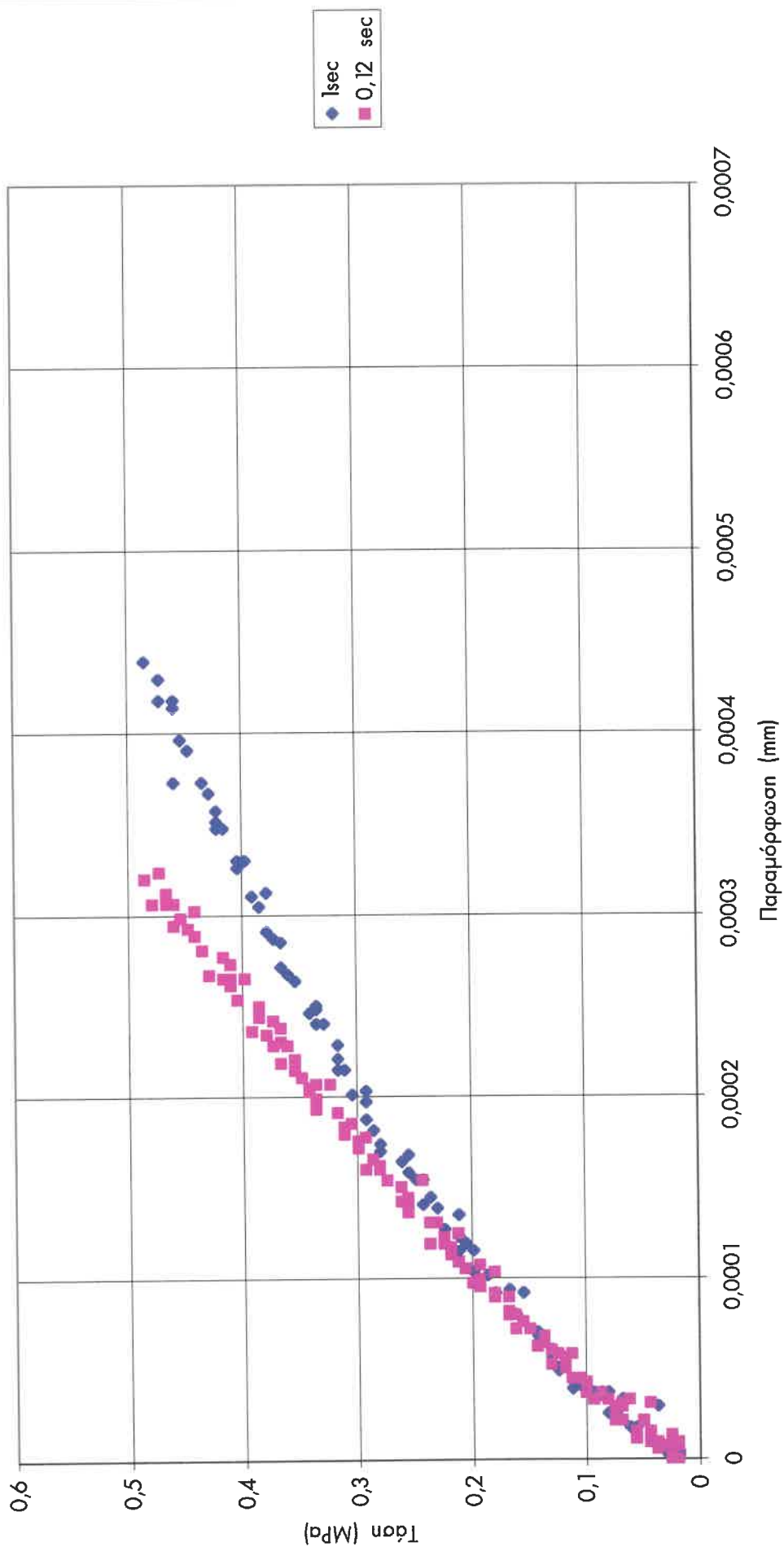
Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων για φόρτιση σε 1 & 0,12 sec
Κυλινδρικό δοκίμιο 100x200 (2)



Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων για φόρτιση σε 1 & 0,12 sec
Κυλινδρικό δοκίμιο 100x200 (3)

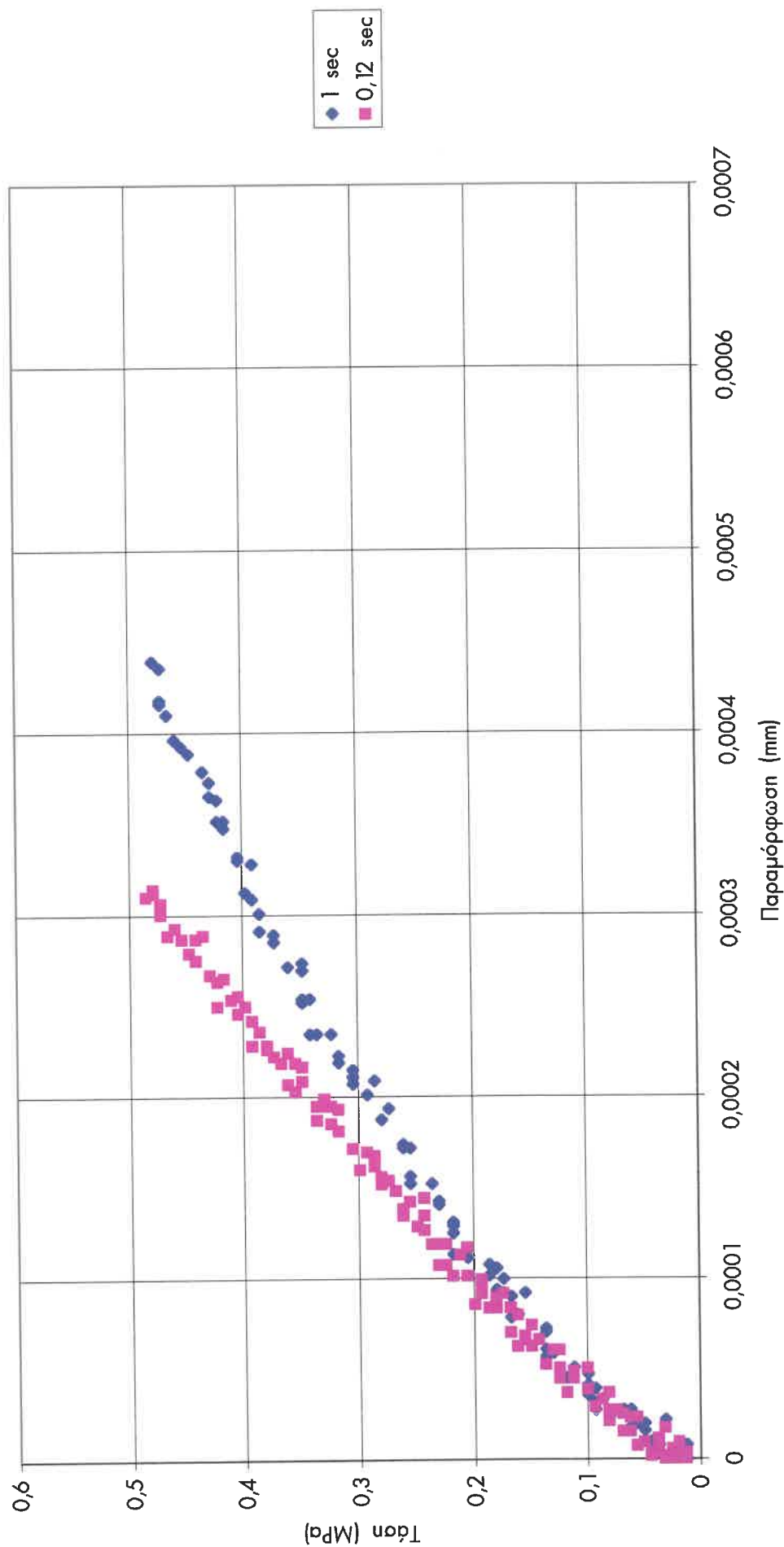


Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων για φόρτιση σε 1 & 0,12 sec
Κυλινδρικό δοκίμιο 100x200 (4)



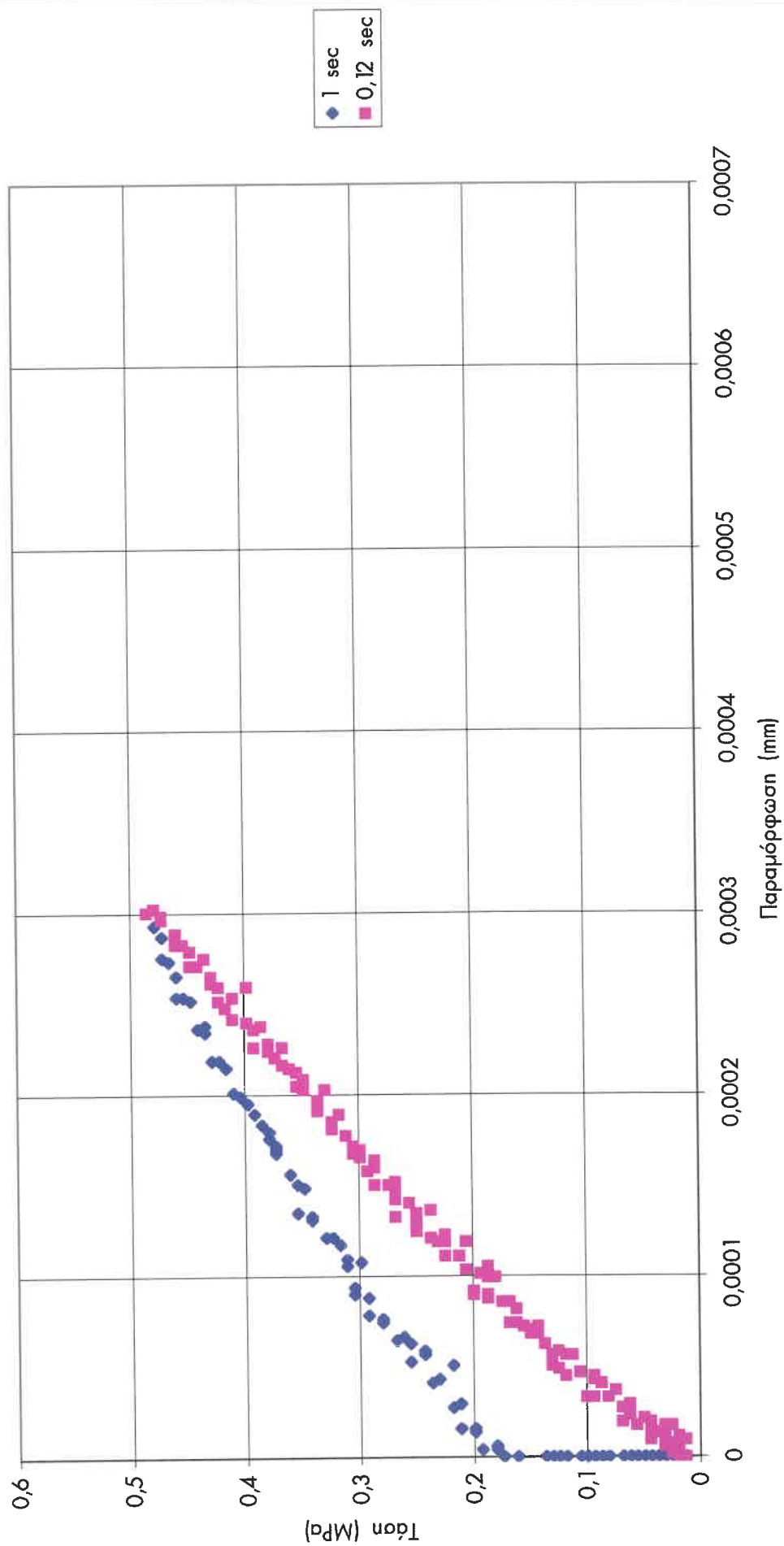
Διάγραμμα 3.4-4

Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων για φόρτιση σε 1 & 0,12 sec
Κυλινδρικό δοκίμιο 100x200 (5)



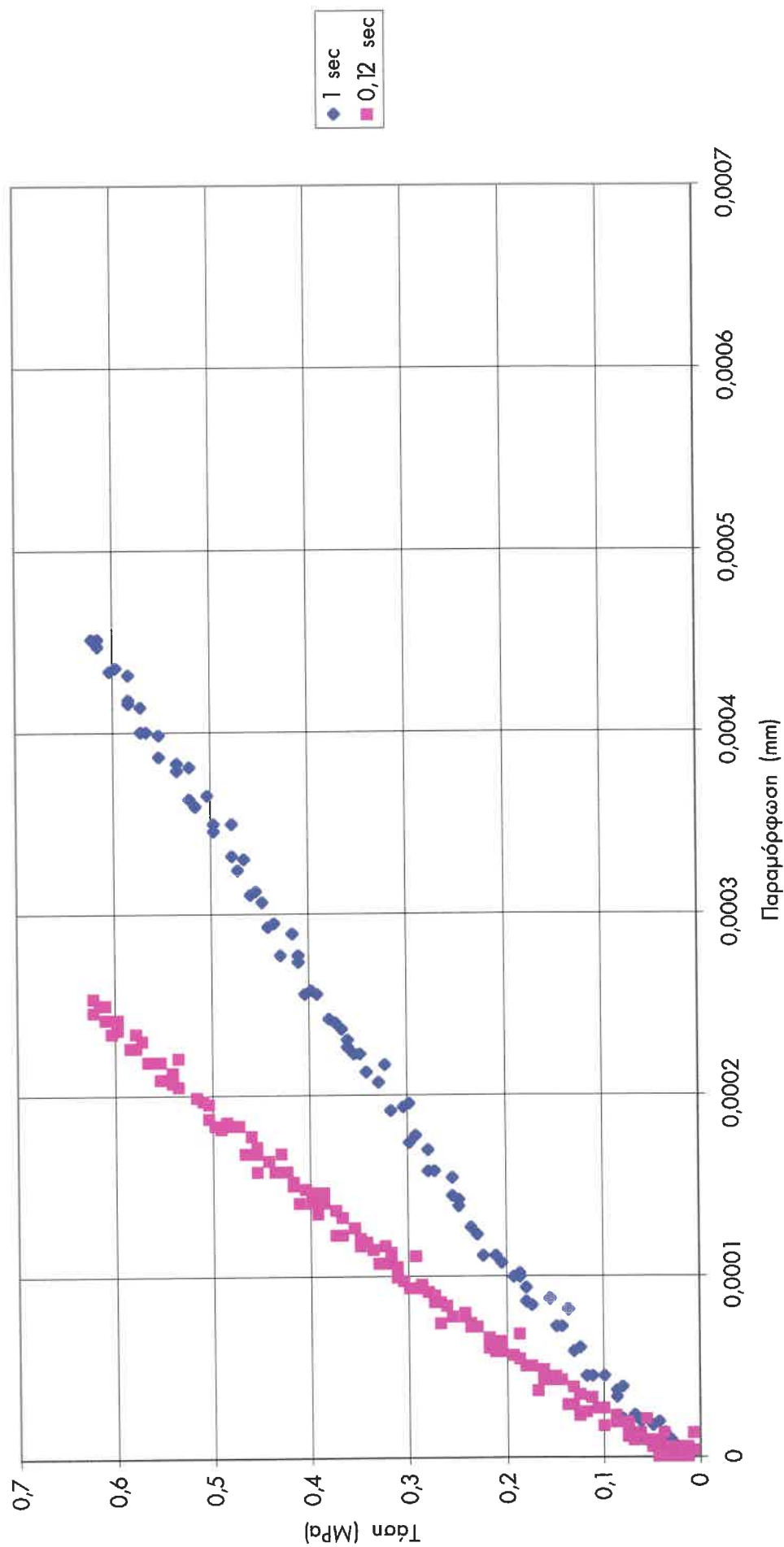
Διάγραμμα 3.4-5

Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων για φόρτιση σε 1 & 0,12 sec Κυλινδρικό δοκίμιο 100x200 (δ)



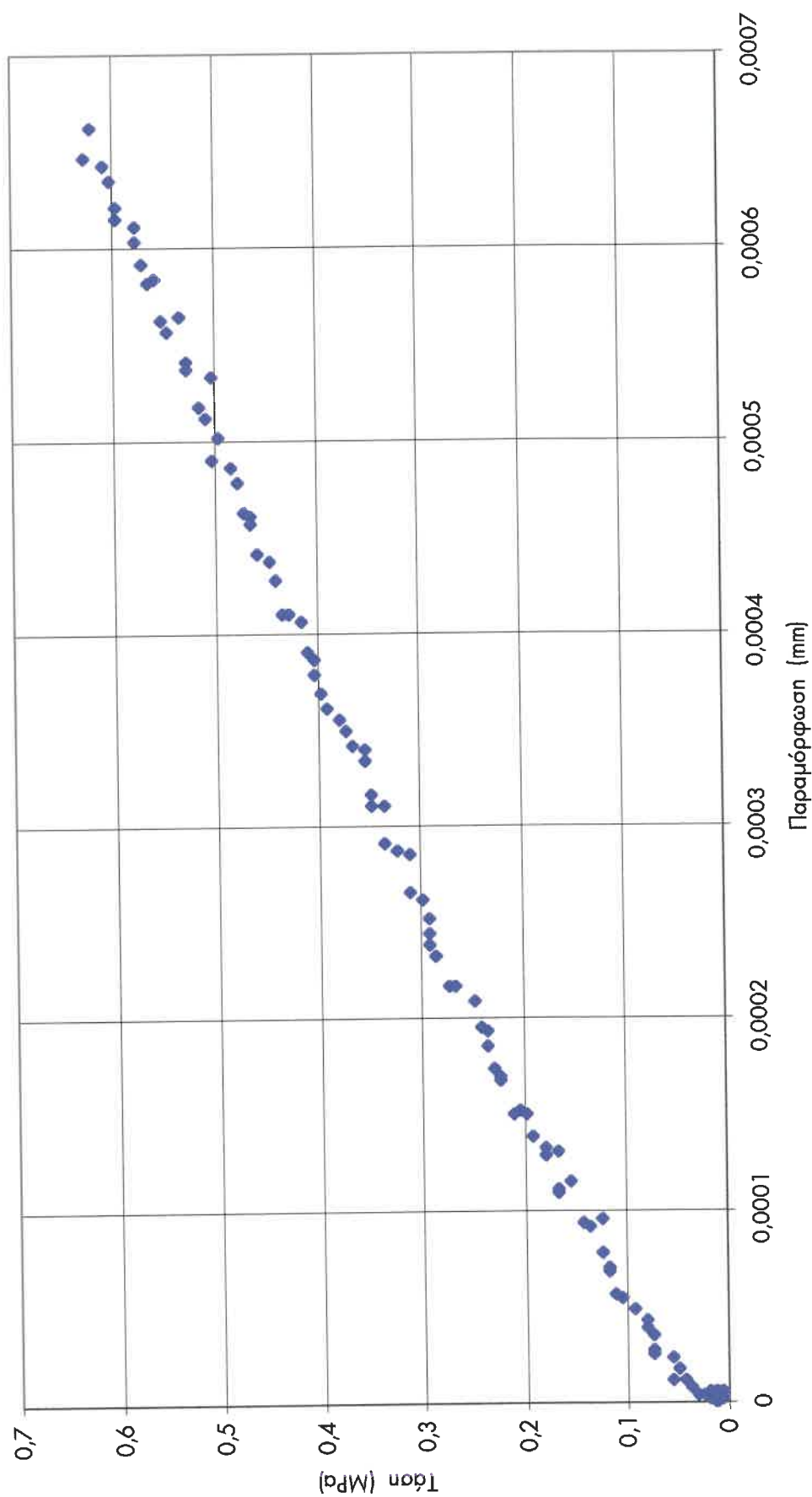
Διάγραμμα 3.4-6

Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων για φόρτιση σε 1 & 0,12 sec
Πρισματικό δοκίμιο 100x100x200 (7)



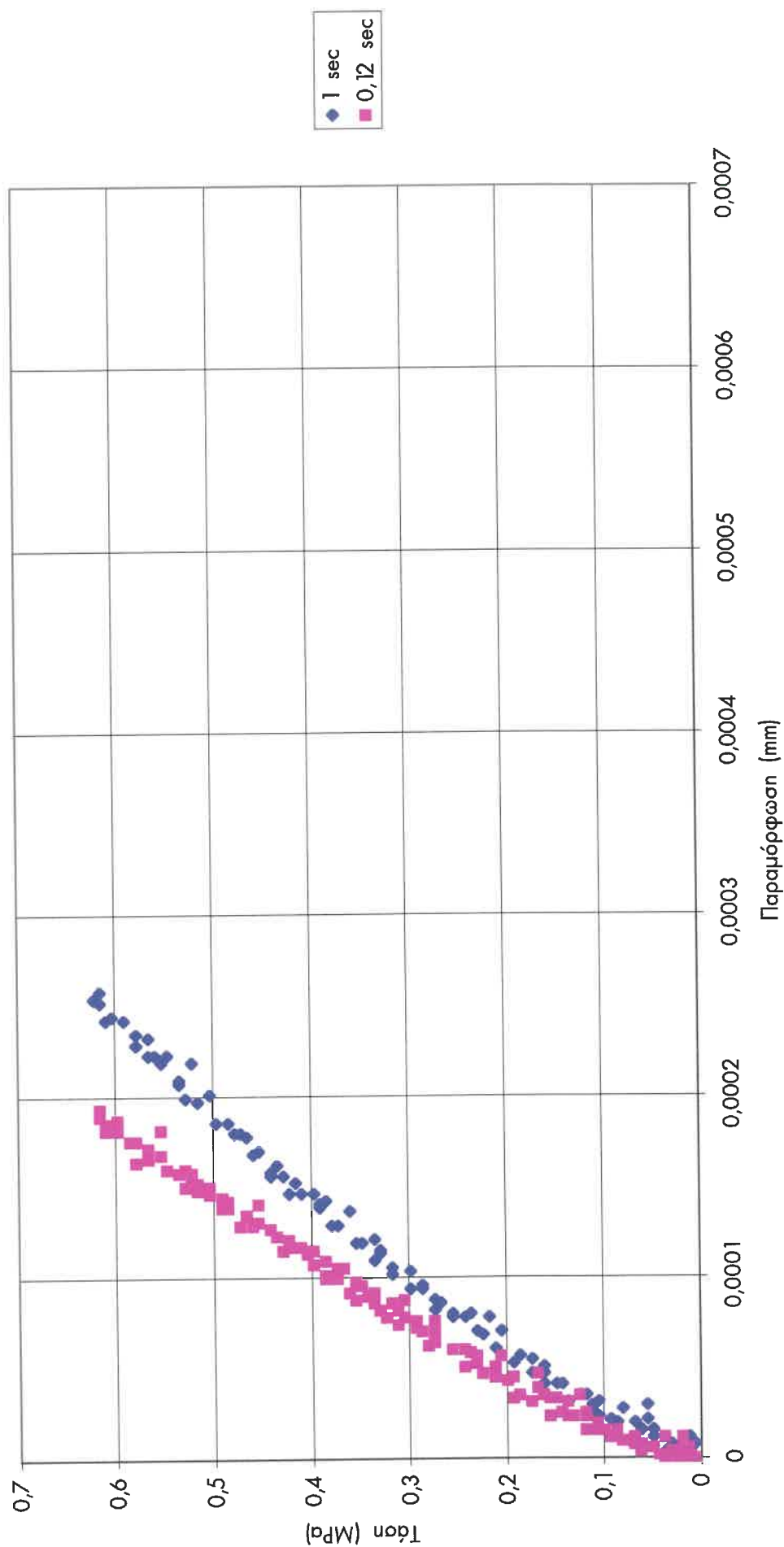
Διάγραμμα 3.4-7

Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων για φόρτιση σε 1 & 0,12 sec
Πρισματικό δοκίμιο 100x100x200 (8)



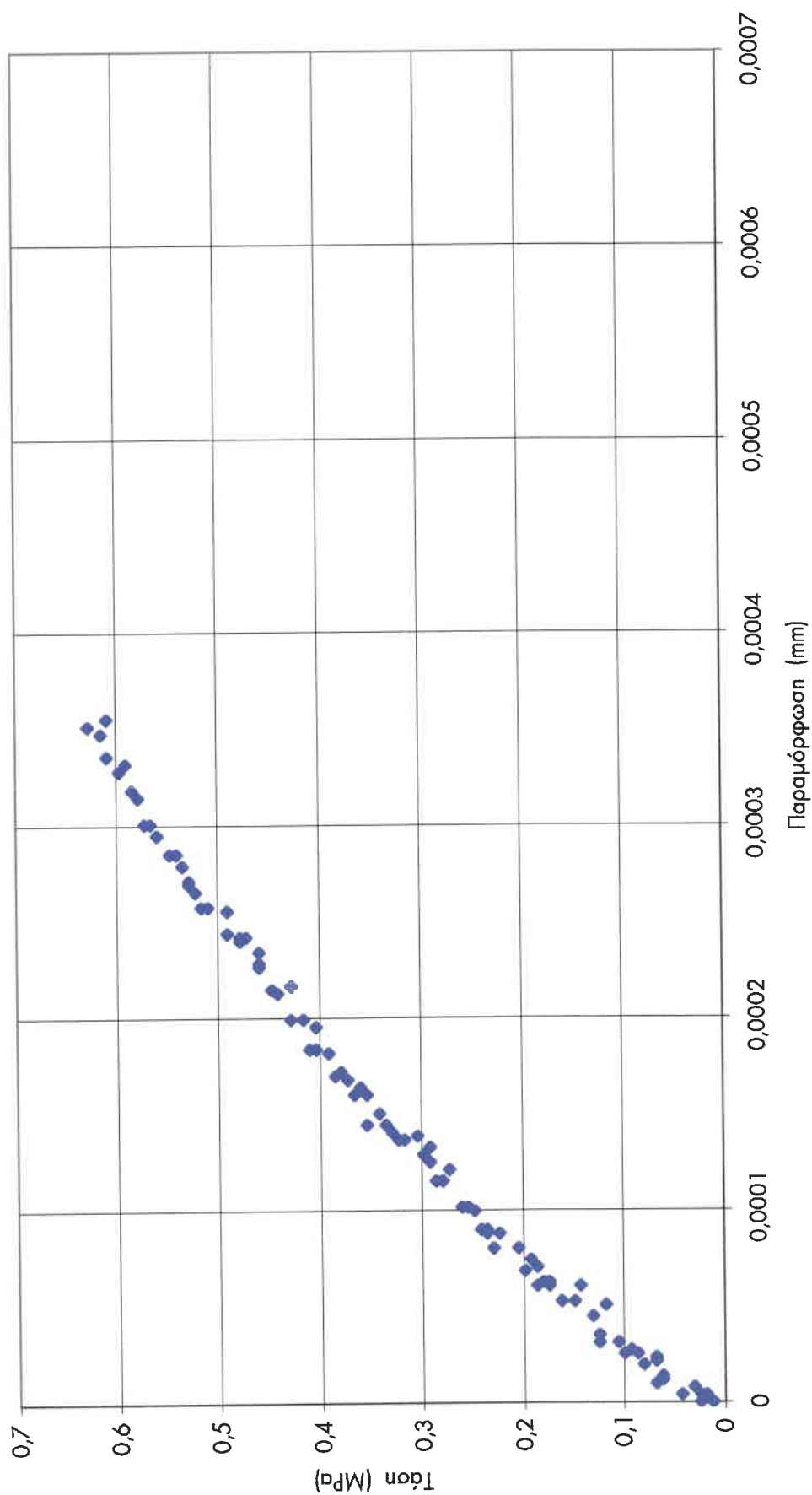
Διάγραμμα 3.4-8

Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων για φόρτιση σε 1 & 0,12 sec
Πρισματικό δοκίμιο 100x100x200 (9)



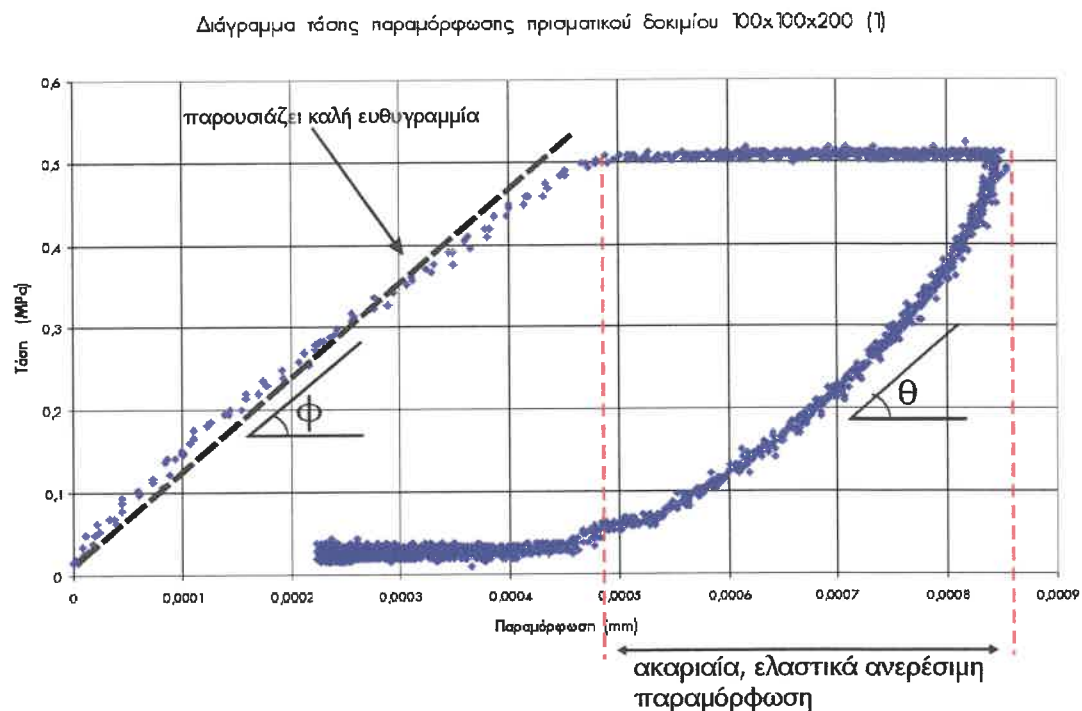
Διάγραμμα 3.4-9

Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων για φόρτιση σε 1 & 0,12 sec
Πρισματικό δοκίμιο 100x100x200 (10)



Διάγραμμα 3.4-10

Ξεκινώντας τις δοκιμές με τα πρισματικά δοκίμια, παρατηρήθηκε αρχικά κατά τη διάρκεια της πρώτης δοκιμής μία καθυστέρηση στην επαναφορά του δοκιμίου στην αρχική του κατάσταση κι έτσι κρίθηκε σκόπιμο να γίνει η δοκιμή, επιβολής φορτίου με σταθερή ταχύτητα, για ένα χρονικό διάστημα ικανό να καταγράψει αυτή την ισοελαστική συμπεριφορά. Έτσι καταγράφηκαν οι ενδείξεις της συσκευής για περίπου 70sec και προέκυψαν διαγράμματα τάσης παραμόρφωσης όπως το παρακάτω. Σ' αυτά παρατηρείται κατ' αρχήν

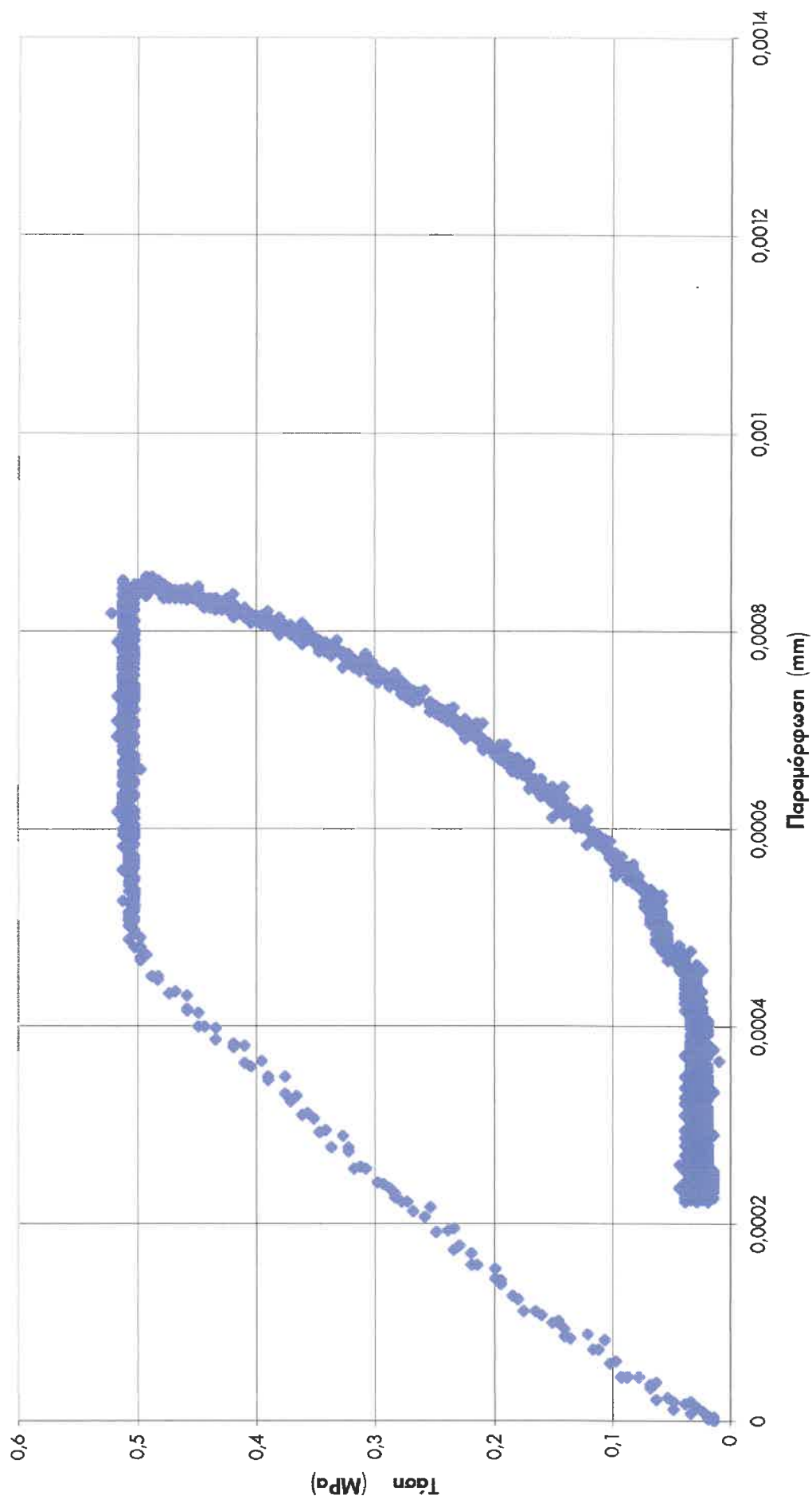


ευθύγραμμη μορφή των αποτελεσμάτων κατά την αύξηση της τάσης. Σε δεύτερη φάση, παρατηρείται φαινόμενο ερπυσμού μετά από την επίτευξη της μέγιστης τάσης. Ειδικότερα στο δεύτερο πρισματικό δοκίμιο, μετά το τέλος της επιβολής της τάσης, ενώ δηλαδή αρχίζει η μείωση αυτής, η παραμόρφωση εξακολουθεί να αυξάνει για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα, πριν αρχίσει το δοκίμιο να επανέρχεται ελαστικά στην αρχική του κατάσταση. Αυτό εξ' άλλου δείχνει την ισοελαστική συμπεριφορά του υλικού.

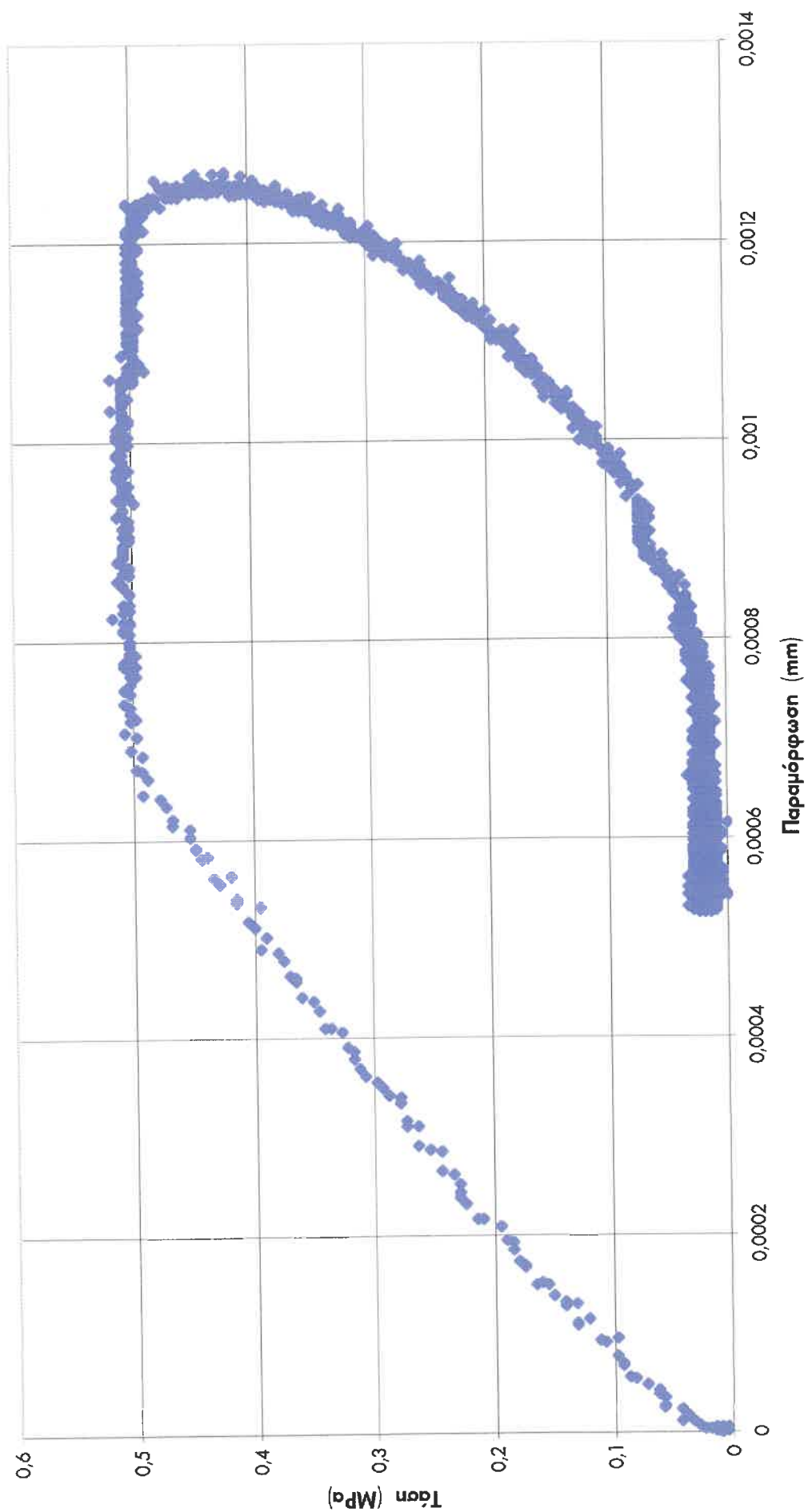
Παρατηρείται ακόμη πως κατά προσέγγιση οι κλίσεις που έχουν τα δύο σκέλη του διαγράμματος, δηλαδή κατά την επιβολή του φορτίου και κατά την επαναφορά του δοκιμίου αντίστοιχα, είναι περίπου ίσες. ($\phi = \theta$)

Τέλος δεν είναι δυνατόν να προσδιορισθεί ακριβώς πόση είναι η παραμένουσα παραμόρφωση, αφού για να γίνει αυτό θα χρειαζόταν μία καταγραφή ακόμη μεγαλύτερης διάρκειας.

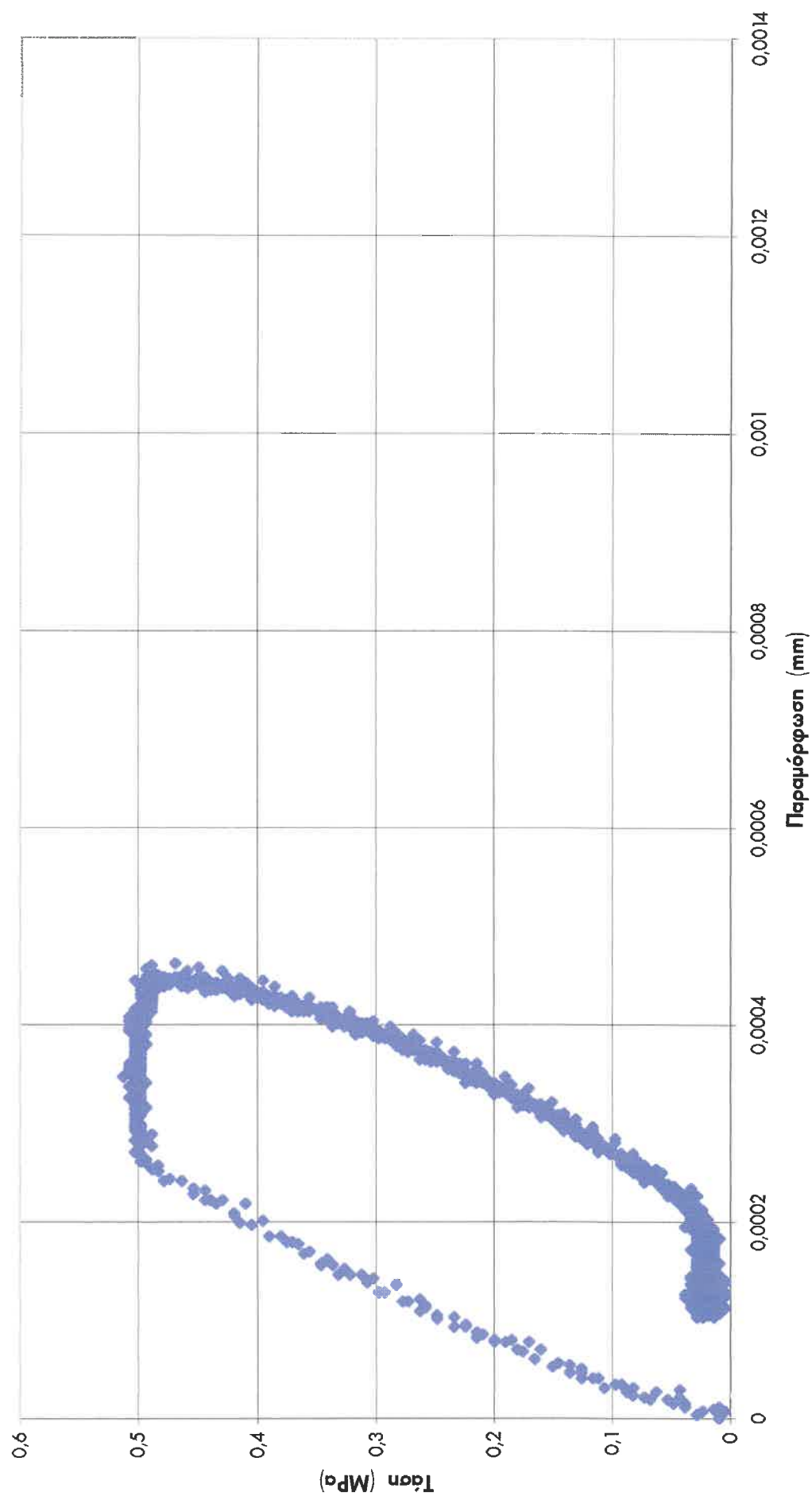
Διάγραμμα τάσης παραμόρφωσης πρισματικού δοκιμίου 100x100x200 (I)



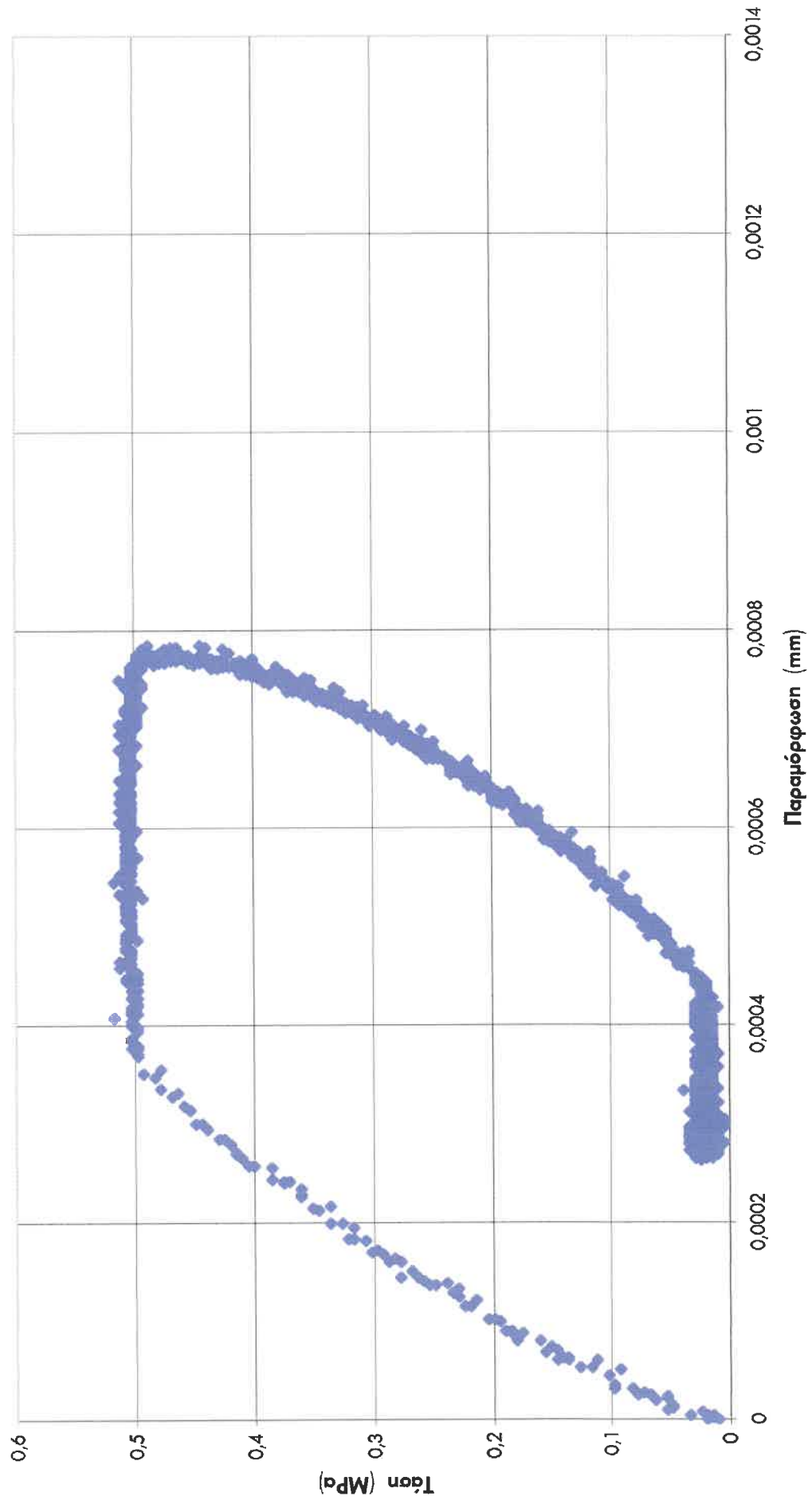
Διάγραμμα τάσης παραμόρφωσης πρισματικού δοκιμίου 100x100x200 (2)



Διάγραμμα τάσης παραμόρφωσης πρισματικού δοκιμίου 100x100x200 (3)



Διάγραμμα τάσης παραμόρφωσης πρισματικού δοκιμίου 100x100x200 (4)



3.4.2 Μονοαξονική δοκιμή με ημιτονοειδή δυναμική φόρτιση

Για αυτές τις μονοαξονικές δοκιμές με ημιτονοειδή φόρτιση μορφώθηκαν τα διαγράμματα 3.4-12 έως και 3.4-21. Τα διαγράμματα 3.4 - 12 ως και 3.4 - 17 αναφέρονται στα κυλινδρικά δοκίμια ενώ τα υπόλοιπα στα πρισματικά.

Σ' αυτά τα διαγράμματα παρατηρούνται μεγάλες παραμορφώσεις για τους πρώτους κύκλους φόρτισης όπως φαίνεται ξεκάθαρα από τους μεγάλους βρόχους υστέρησης, έπειτα οι παραμορφώσεις αυτές μικραίνουν (στενότεροι βρόχοι).

Για τα κυλινδρικά δοκίμια, παρατηρείται μία ομοιογένεια των δοκιμίων με εξαίρεση το πρώτο, που παρουσιάζει μικρότερη παραμόρφωση και μεγαλύτερη κλίση ευθείας, και το τέταρτο που παρουσιάζει μεγαλύτερη παραμόρφωση και μικρότερη κλίση ευθείας.

Το πρώτο δοκίμιο παρουσίασε παρόμοια συμπεριφορά και κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δοκιμής, δηλαδή του RAMP test. Οι ιδιότητες αυτές του δοκιμίου αποδίδονται στην κατασκευή του και συγκεκριμένα στη συμπίκνωσή του, που πιθανότατα να ήταν περισσότερη απ' ότι στα υπόλοιπα δοκίμια. Έτσι

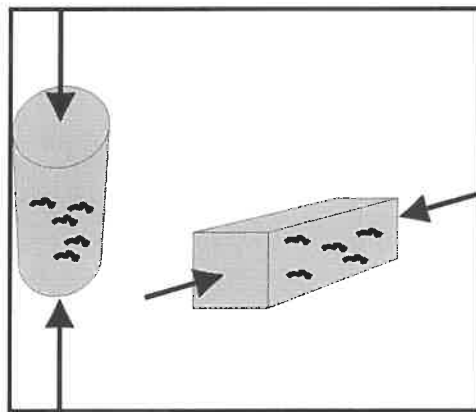
Ομοίως εξηγείται και η συμπεριφορά του τέταρτου δοκιμίου που παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη παραμόρφωση (0,004 αντί 0,0025). Σ' αυτό το δοκίμιο η συμπίκνωση πιθανόν να μην ήταν επαρκής.

Κατά τα άλλα, τα υπόλοιπα δοκίμια, δηλαδή τα 2,3,5,6 παρουσιάζουν περίπου τις ίδιες παραμορφώσεις καθώς και τις ίδιες κλίσεις ευθειών για τους αντίστοιχους κύκλους φόρτισης.

Όσον αφορά στα πρισματικά δοκίμια (7-10) πρέπει κατ' αρχήν να σημειωθεί πως τα δοκίμια 7 και 9 προήλθαν από το ίδιο πρίσμα διαστάσεων 10X10X20, ομοίως και τα 8 και 10 από ένα άλλο πρίσμα. Η εμφανής ανομοιογένεια που παρουσιάζουν τα διαγράμματα των πρισματικών δοκιμίων αποδίδεται κυρίως στον τρόπο συμπίκνωσής τους. Όπως περιγράφηκε και στην παράγραφο 2.3.6 η εφαρμογή φορτίου για τη συμπίκνωση του δοκιμίου δεν είναι ομοιόμορφη με αποτέλεσμα κατά τη μεγάλη διάσταση του πρίσματος, δηλαδή τα 20cm, να δημιουργούνται ανομοιογένειες στην πυκνότητα του δοκιμίου. Έτσι το δοκίμιο 7 παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερες παραμορφώσεις από το 9 που πιθανόν να δημιουργήθηκε από το πιο συμπαγές τμήμα του αρχικού πρίσματος. Το δοκίμιο 8 αστοχεί από τον πρώτο κύκλο φόρτισης, ενώ το δοκίμιο 10 είναι το μόνο που δίνει τα ίδια περίπου αποτελέσματα με το 7.

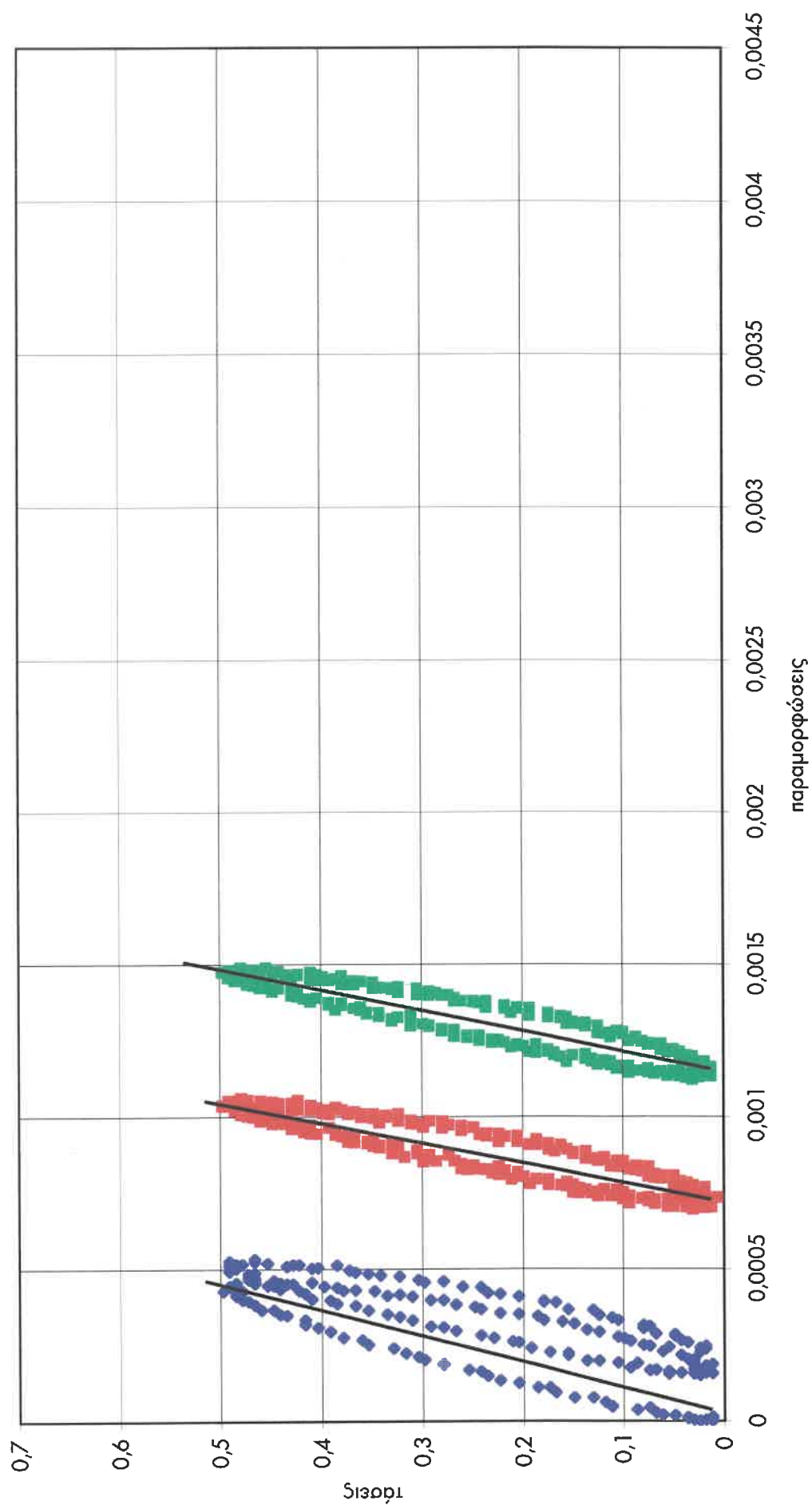
Συγκριτικά με τα κυλινδρικά, τα πρισματικά δοκίμια παρουσίασαν εντονότερες κλίσεις ευθειών και συνεπώς μεγαλύτερο μέτρο ελαστικότητας.

Όπως και στα δοκίμια από τσιμέντο έτσι και σε αυτά, η διαφορά αυτή των δύο δοκιμίων αποδίδεται στη δημιουργία πολύ μικρών ρωγμών παράλληλα με την επιφάνεια έδρασης της ηλεκτρόσφυρας που στα μεν κυλινδρικά είναι κάθετες στην διεύθυνση επιβολής φορτίου, στα δε πρισματικά παράλληλες. Αυτό έχει σαν συνέπεια κατά την επιβολή του φορτίου στο κυλινδρικό δοκίμιο να προκαλείται αρχικά το κλείσιμο αυτών των ρωγμών και έπειτα να παραμορφώνει ελαστικά το δοκίμιο. Αντίθετα, στο πρισματικό οι παράλληλες προς το φορτίο ρωγμές δεν επηρεάζουν την ελαστική συμπεριφορά του δοκιμίου αφού δεν είναι δυνατόν να κλείσουν.

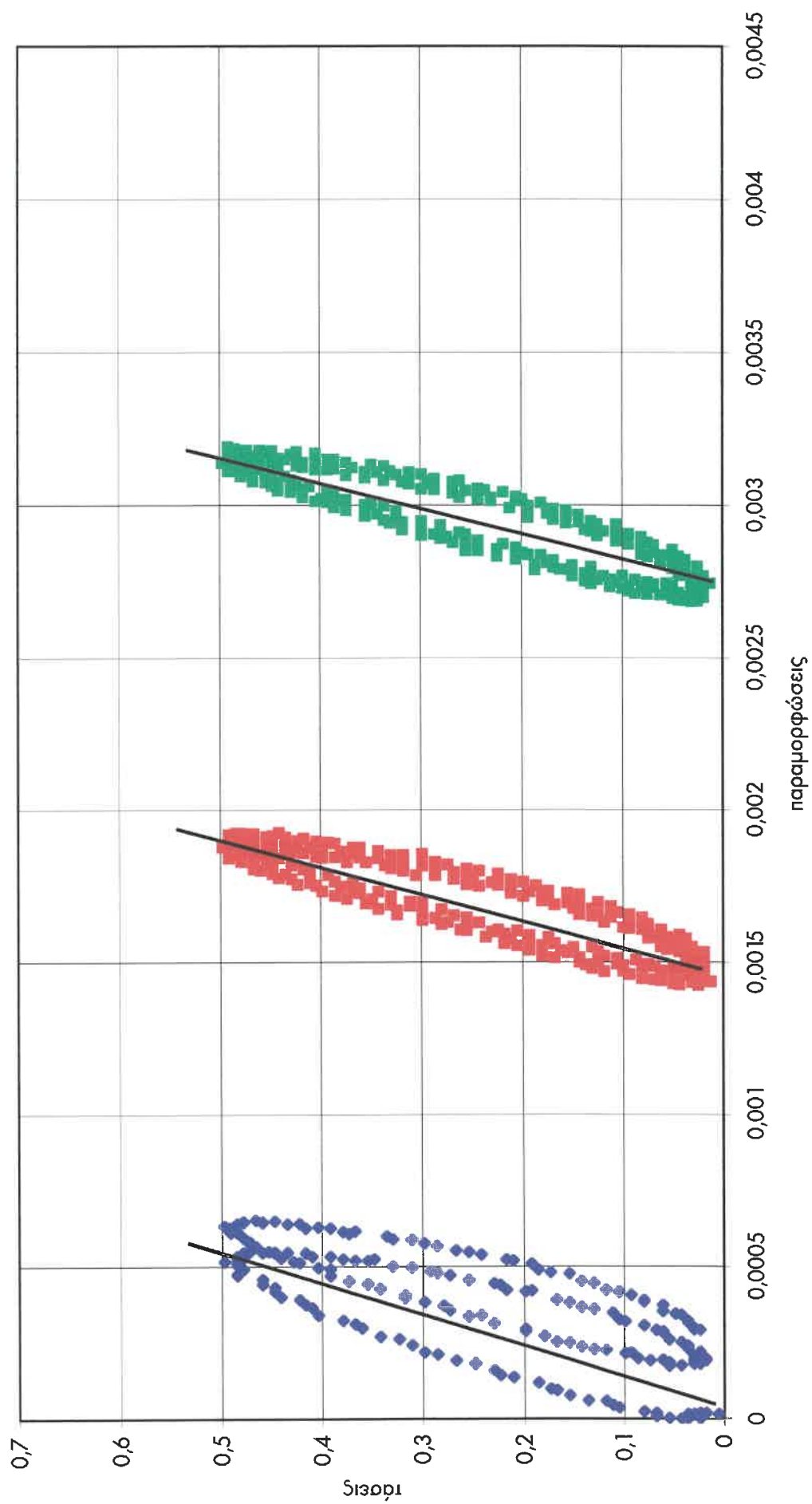


Εικόνα 3.4-1 Σχηματική απεικόνιση των ρωγμών που δημιουργούνται κατά τη συμπίκνωση με ηλεκτρόσφυρα

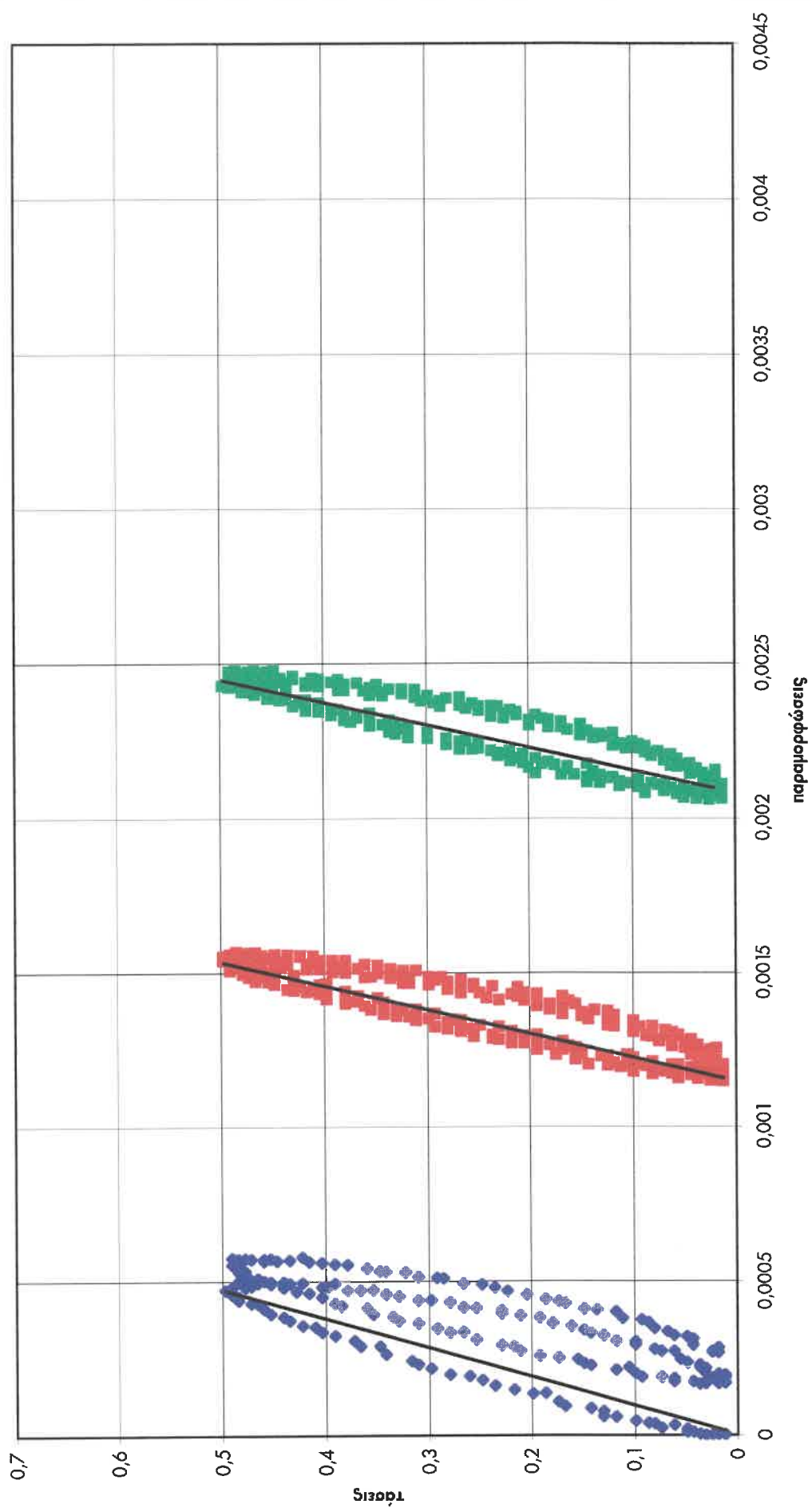
διάγραμμα τασεων-παραμορφώσεων 1ου δοκιμίου

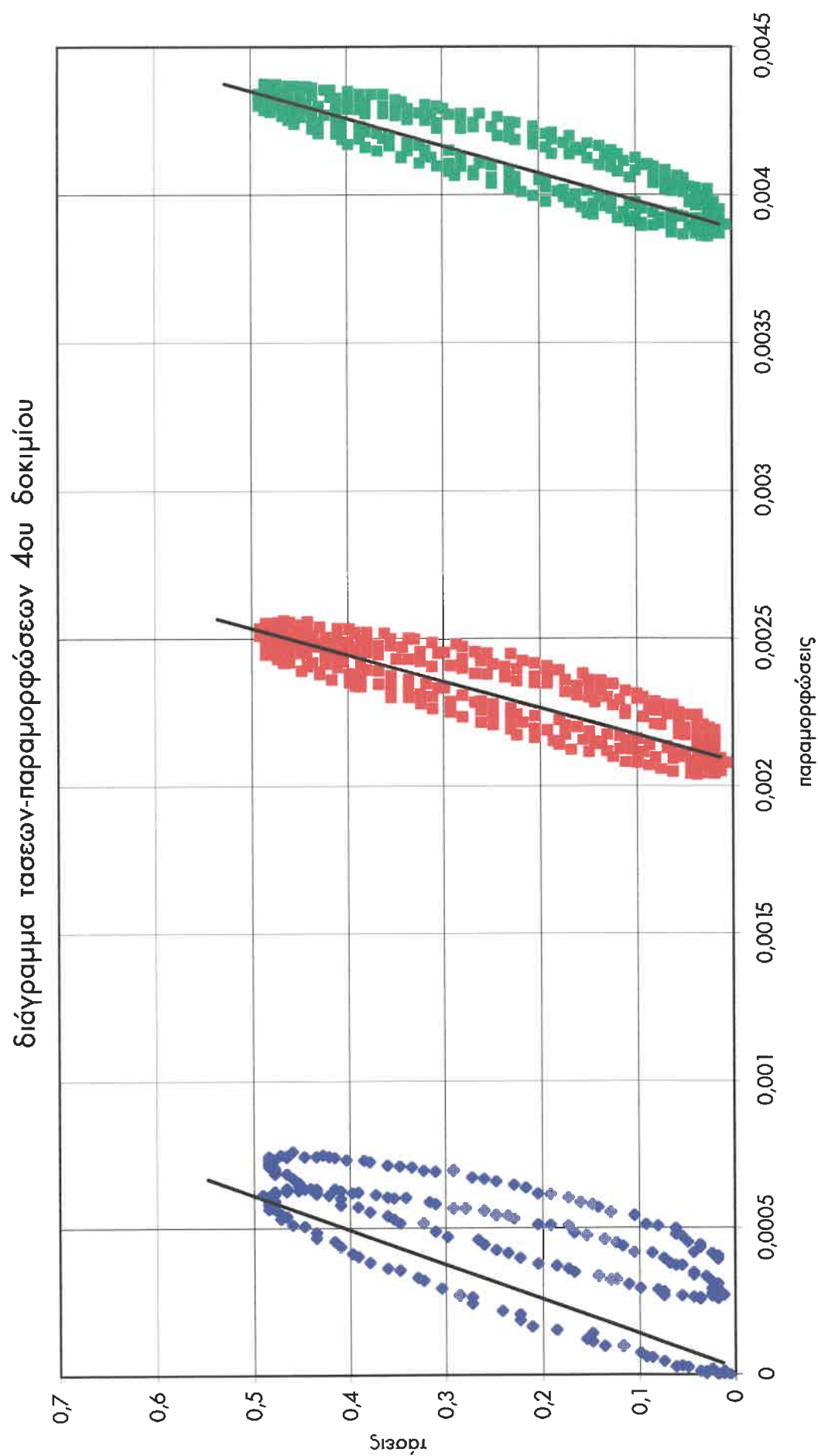


διάγραμμα τασεων-παραμορφώσεων 2ου δοκιμίου

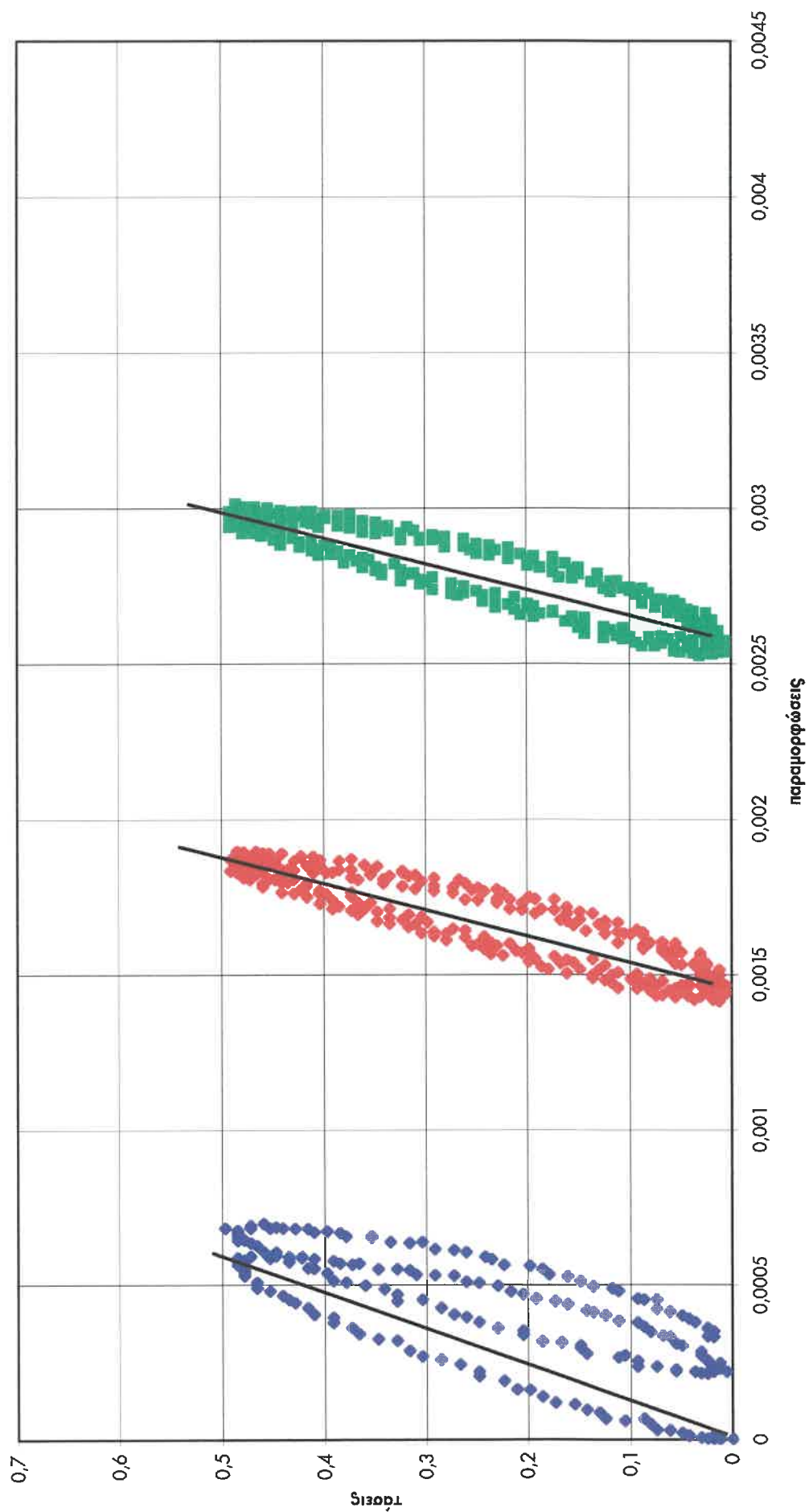


διάγραμμα τασεων-παραμορφωσεων 3ου δοκιμίου

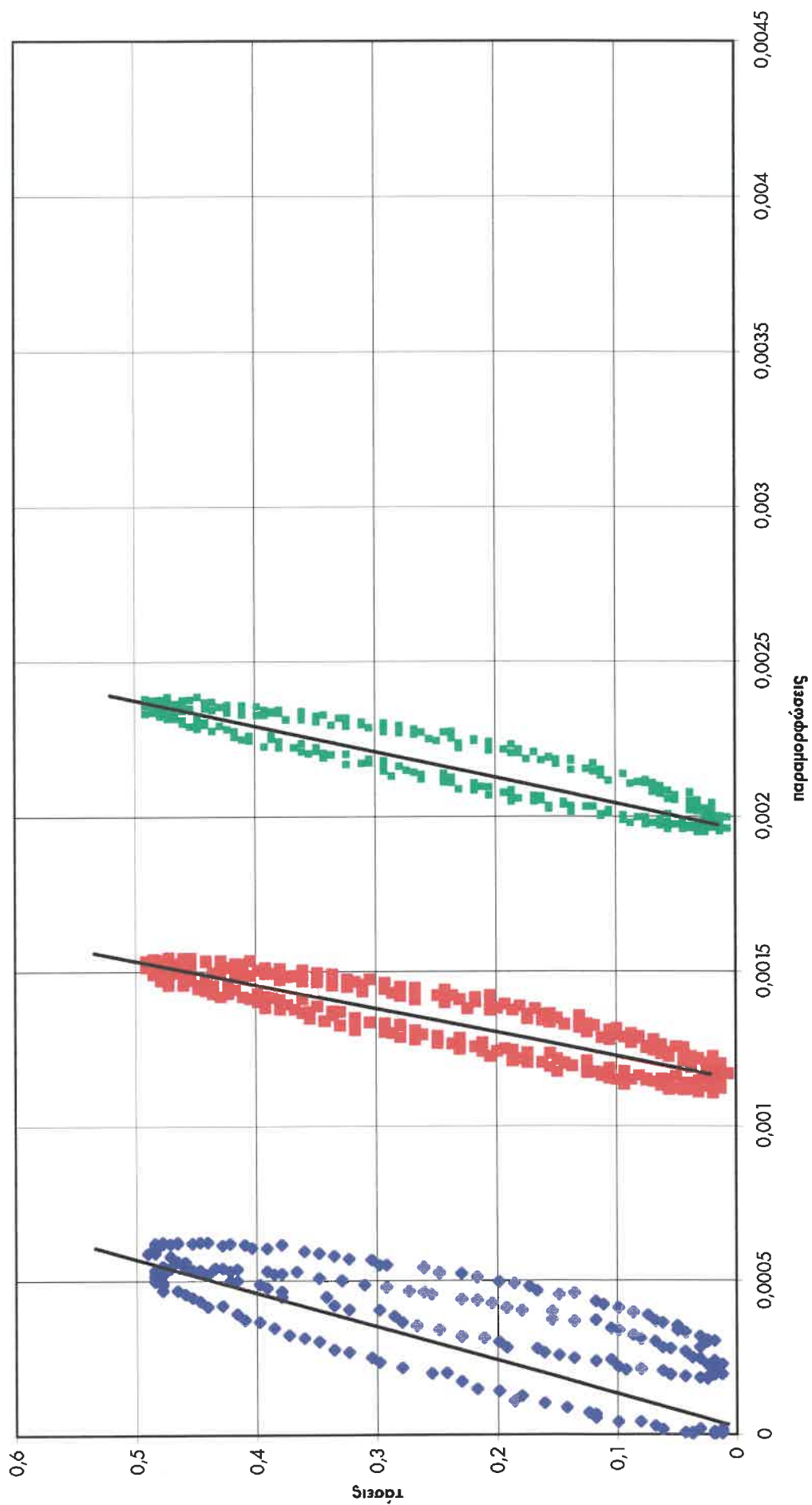




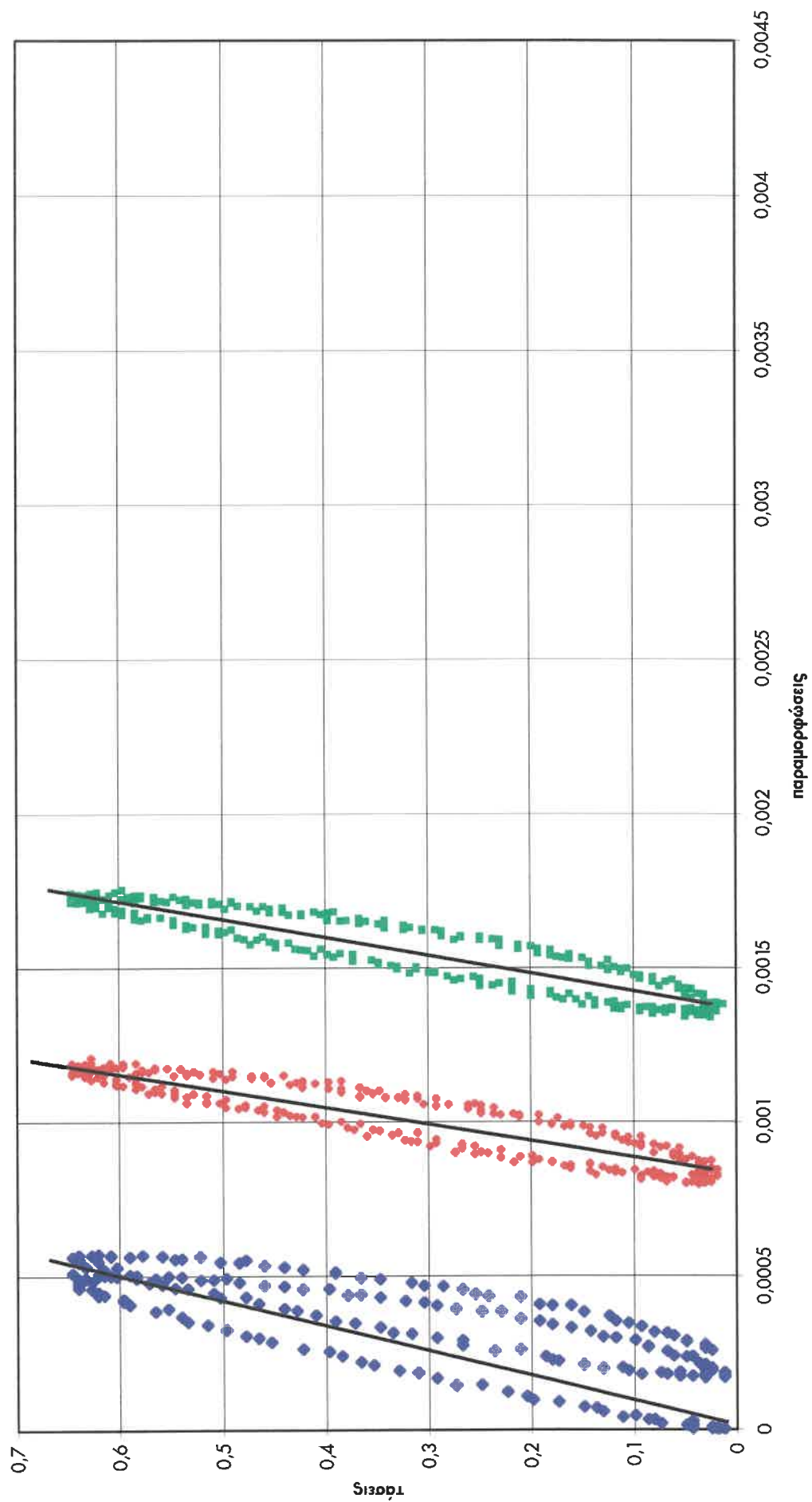
διάγραμμα τασων-παραμορφώσεων 5ου δοκιμίου



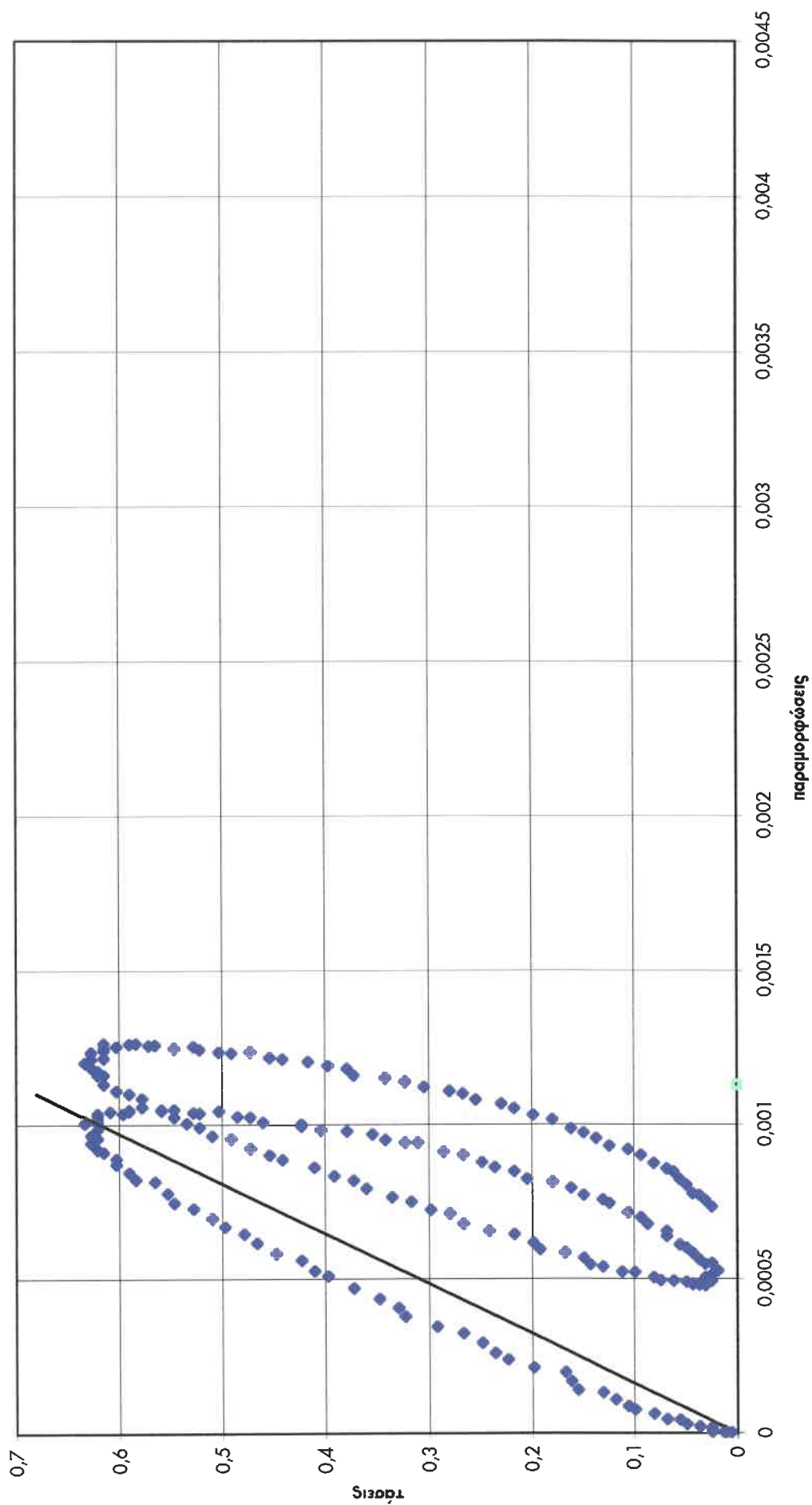
διάγραμμα τασεων-παραμορφώσεων δοκιδίου



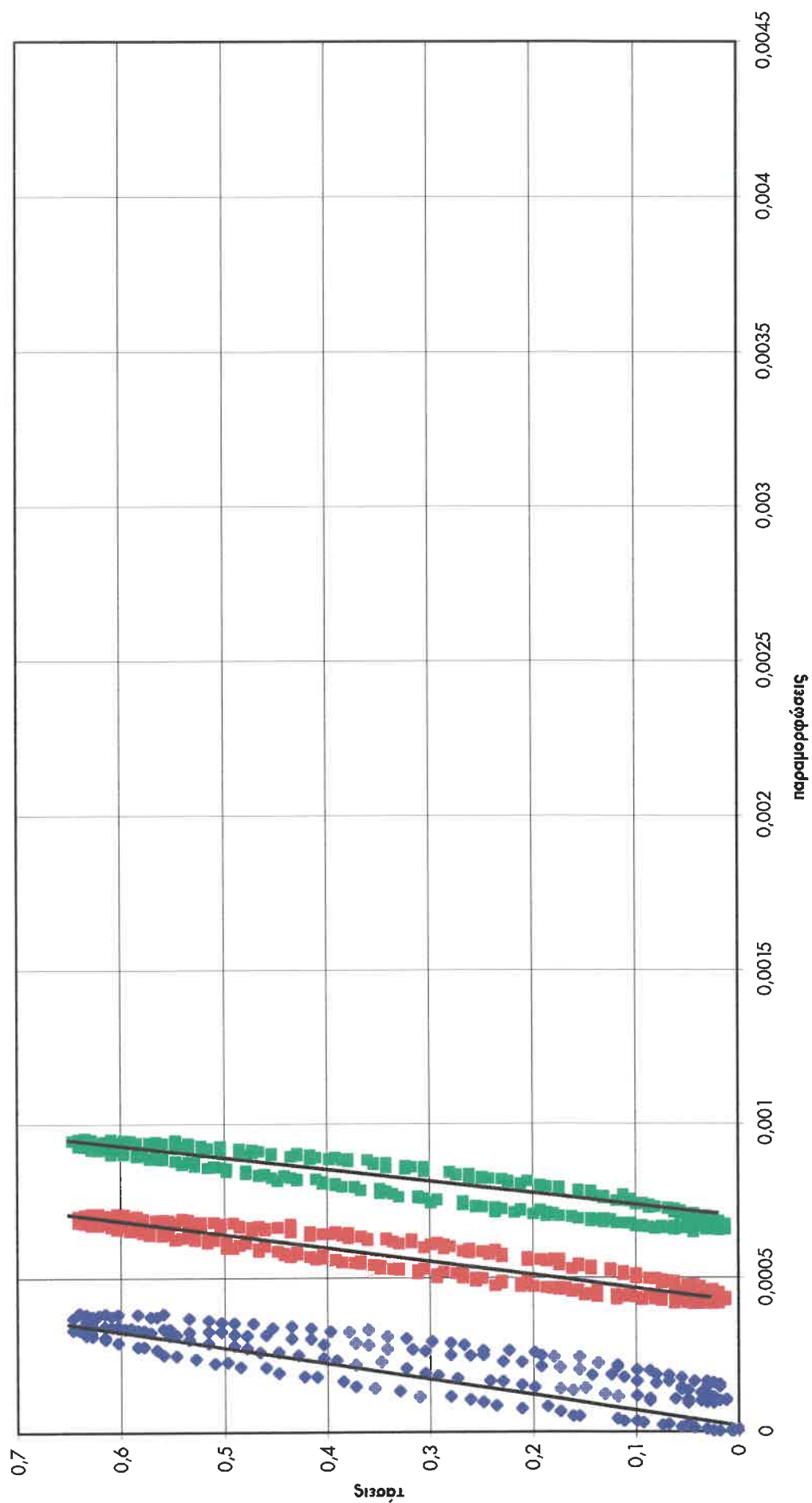
διάγραμμα τασεων-παραμορφώσεων 7ου δοκιμίου



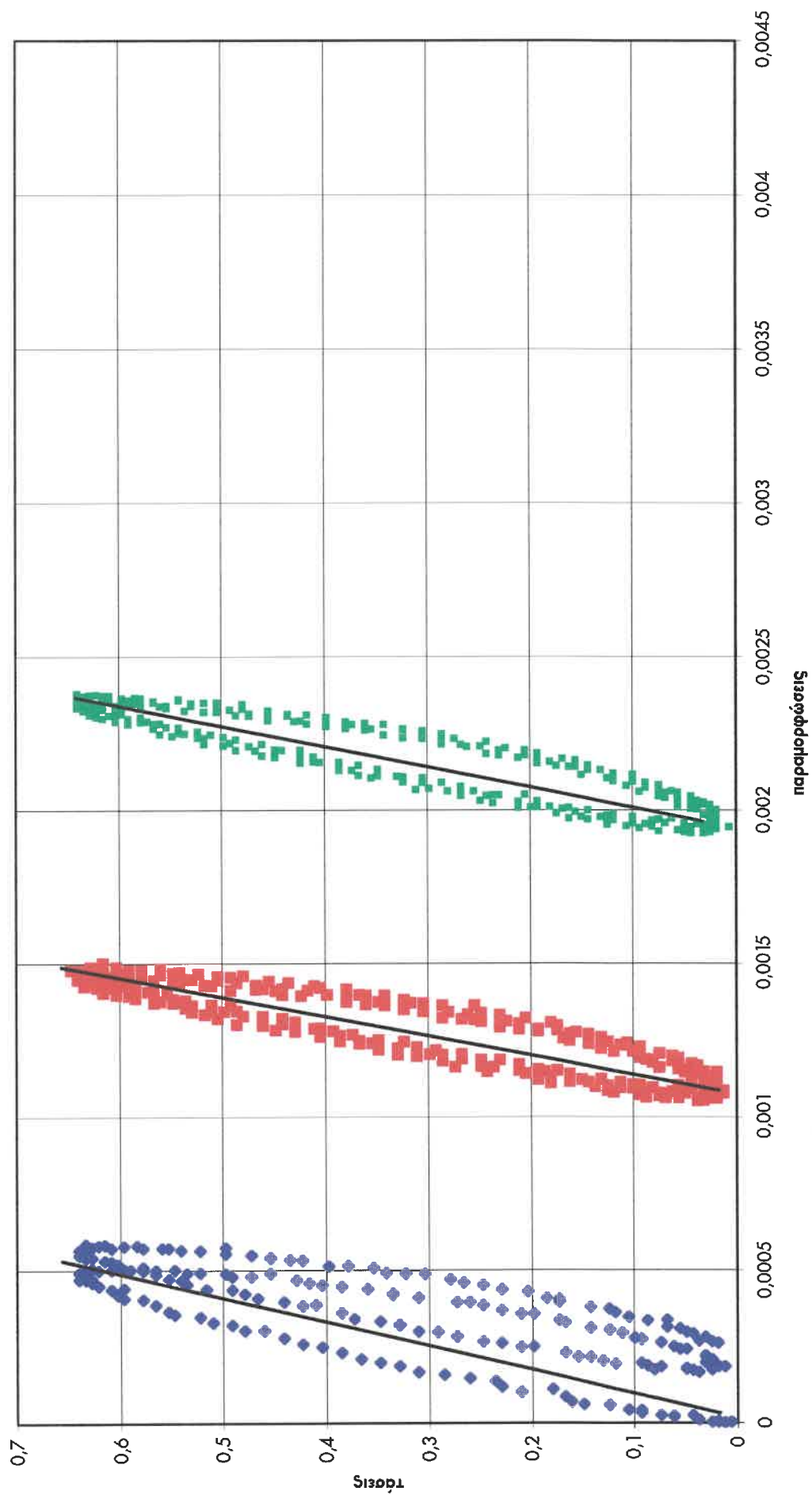
διάγραμμα τασων-παραμορφώσεων 8ου δοκιμίου -1ος κύκλου



διάγραμμα τασεων-παραμορφώσεων 9ου δοκιμίου

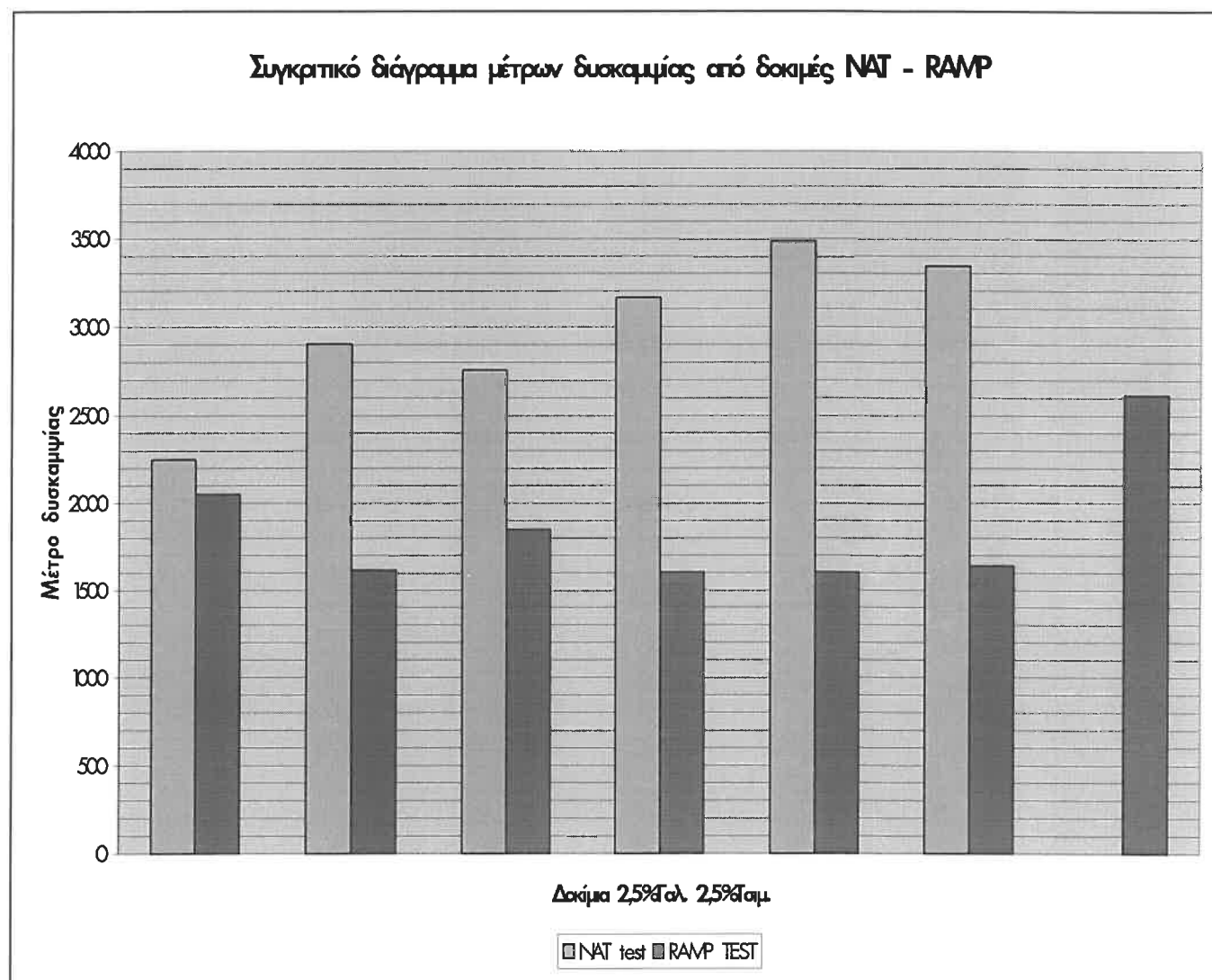


διάγραμμα τασων-παραμορφώσεων 10ου δοκιμίου



3.4.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων NAT-RAMP

Προκειμένου να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των δυο αυτών δοκιμών κατά την διάρκεια των δοκιμών στο μηχάνημα MTS πραγματοποιήσαμε στιγμιαία φόρτιση, φροντίζοντας να ασκηθεί το μέγιστο φορτίο σε χρόνο 0,12 sec. Αυτός ο χρόνος είναι άλλωστε και ο απαιτούμενος χρόνος για την επίτευξη του μέγιστου φορτίου και από τη συσκευή NAT ώστε να μετρηθεί το μέτρο δυσκαμψίας του δοκιμίου. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα μέτρα δυσκαμψίας, που μετρήθηκαν από τη συσκευή NAT σε δοκίμια Marshall και τα μέτρα δυσκαμψίας, που μετρήθηκαν από τη συσκευή MTS σε κυλινδρικά δοκίμια διαστάσεων 100 mm x 100 mm x 200 mm μέσα σε χρόνο 0,12sec.



Παρατηρούμε ότι οι τιμές των μέτρων δυσκαμψίας, που παίρνουμε από τη δοκιμή RAMP είναι πολύ μικρότερες από τις τιμές των μέτρων δυσκαμψίας που δίνουν οι δοκιμές NAT. Τα μεγέθη επομένως δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα και η

διαφορά μεταξύ των τιμών εκτός από μεγάλη έχει και μεγάλη μεταβλητότητα οπότε δε μπορεί να βγει αξιόπιστο συμπέρασμα. Θα απαιτηθεί μεγαλύτερος αριθμός δοκιμών για να βγουν πιο ασφαλή συμπεράσματα.

Οι διαφορές αυτές θα μπορούσαν να αποδοθούν στις ακόλουθες αιτίες: α. Στη δοκιμή NAT πραγματοποιείται δοκιμή σε έμμεσο εφελκυσμό ενώ στο RAMP test έχουμε δοκιμή καθαρής θλίψης. β. Οι διαφορετικές διαστάσεις των δοκιμίων διαφοροποιούν τις συνθήκες του πειράματος και γ. ο τρόπος συμπίκνωσης των δοκιμίων για τις δυο αυτές δοκιμές ήταν πολύ διαφορετικός πράγμα που μπορεί να έπαιξε σημαντικό ρόλο στις διαφορές που παρουσιάζονται.

Εξαιτίας των παραπάνω λόγων καταλήγουμε ότι τα αποτελέσματα αυτών των δυο δοκιμών -υπό τις συνθήκες που αυτές πραγματοποιήθηκαν- δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα.

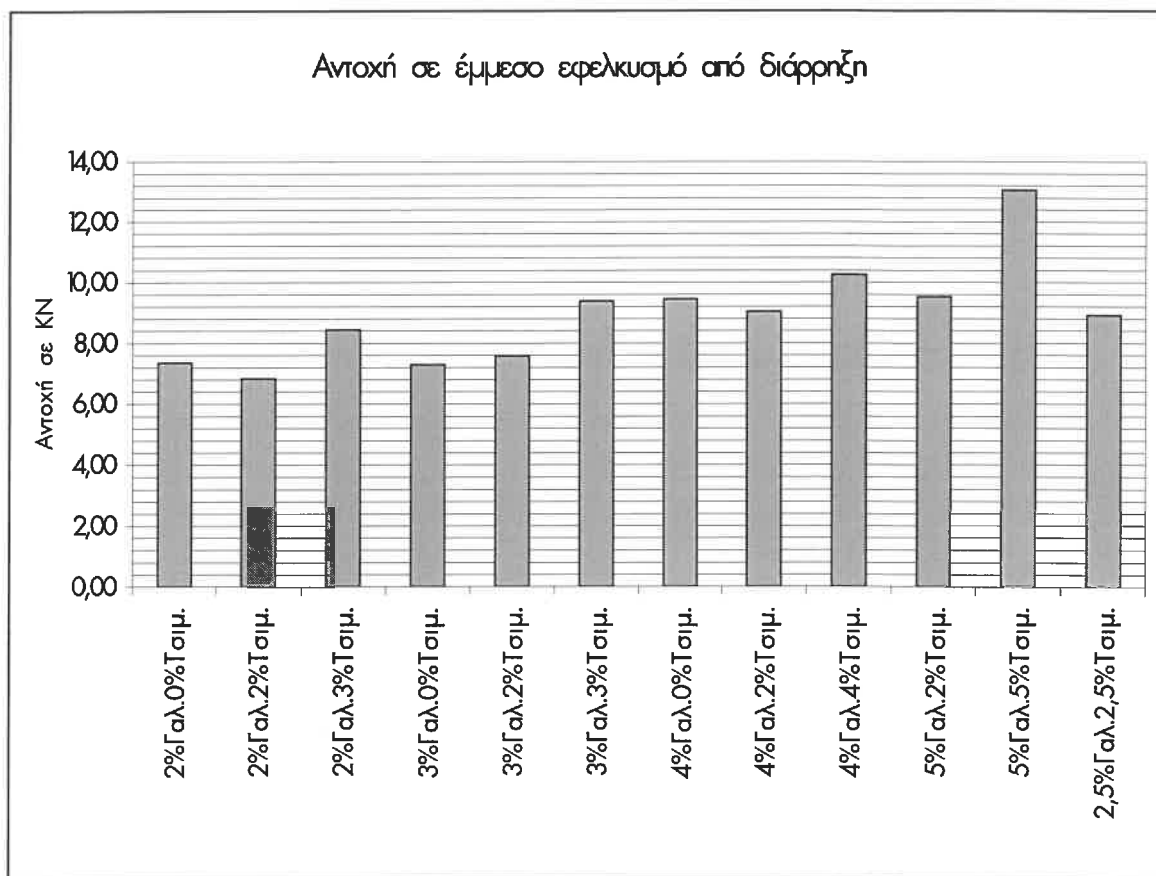
Για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος συνιστώνται τα ακόλουθα: α. Δοκιμές επί δοκιμίων που παρασκευάστηκαν με τον ίδιο τρόπο συμπίκνωσης και β. δοκιμές καθαρής θλίψης και καθαρού εφελκυσμού επί δοκιμίων που έχουν συμπτυκνωθεί κατά τον ίδιο τρόπο.

3.5 Αποτελέσματα δοκιμής αντοχής σε έμμεσο εφελκυσμό από διάρρηξη

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα αποτελέσματα της δοκιμής αυτής.

	Αντοχή σε KN	χρόνος σε μέση αντοχή	
2%Γαλ.0%Τσιμ.-1	8,43	23	7,36 2%Γαλ.0%Τσιμ.
2%Γαλ.0%Τσιμ.-2	6,81	21	
2%Γαλ.0%Τσιμ.-3	6,83	24	
2%Γαλ.2%Τσιμ.-1	6,57	20	6,84 2%Γαλ.2%Τσιμ.
2%Γαλ.2%Τσιμ.-2	6,09	17	
2%Γαλ.2%Τσιμ.-3	7,85	21	
2%Γαλ.3%Τσιμ.-1	8,32	23	8,44 2%Γαλ.3%Τσιμ.
2%Γαλ.3%Τσιμ.-2	8,35	20	
2%Γαλ.3%Τσιμ.-3	8,66	16	
3%Γαλ.0%Τσιμ.-1	7,45	35	7,29 3%Γαλ.0%Τσιμ.
3%Γαλ.0%Τσιμ.-2	6,80	37	
3%Γαλ.0%Τσιμ.-3	7,62	29	
3%Γαλ.2%Τσιμ.-1	7,07	23	7,58 3%Γαλ.2%Τσιμ.
3%Γαλ.2%Τσιμ.-2	7,62	26	
3%Γαλ.2%Τσιμ.-3	8,06	22	
3%Γαλ.3%Τσιμ.-1	10,14	24	9,38 3%Γαλ.3%Τσιμ.
3%Γαλ.3%Τσιμ.-2	8,76	22	
3%Γαλ.3%Τσιμ.-3	9,23	20	
4%Γαλ.0%Τσιμ.-1	9,48	40	9,45 4%Γαλ.0%Τσιμ.
4%Γαλ.0%Τσιμ.-2	10,17	45	
4%Γαλ.0%Τσιμ.-3	8,69	33	
4%Γαλ.2%Τσιμ.-1	8,11	27	9,03 4%Γαλ.2%Τσιμ.
4%Γαλ.2%Τσιμ.-2	9,43	28	
4%Γαλ.2%Τσιμ.-3	9,54	27	
4%Γαλ.4%Τσιμ.-1	9,51	26	10,25 4%Γαλ.4%Τσιμ.
4%Γαλ.4%Τσιμ.-2	9,46	30	
4%Γαλ.4%Τσιμ.-3	11,79	23	
5%Γαλ.2%Τσιμ.-1			9,52 5%Γαλ.2%Τσιμ.
5%Γαλ.2%Τσιμ.-2			
5%Γαλ.2%Τσιμ.-3	9,52	29	
5%Γαλ.5%Τσιμ.-1	14,18	28	13,06 5%Γαλ.5%Τσιμ.
5%Γαλ.5%Τσιμ.-2	12,46	30	
5%Γαλ.5%Τσιμ.-3	12,54	32	
2,5%Γαλ.2,5%Τσιμ.-1	9,30	28	8,91 2,5%Γαλ.2,5%Τσιμ.
2,5%Γαλ.2,5%Τσιμ.-2	8,68	20	
2,5%Γαλ.2,5%Τσιμ.-3	8,74	18	

3.6 Σχολιασμός – συμπεράσματα δοκιμής αντοχής σε έμμεσο εφελκυσμό από διάρρηξη



Στη συγκεκριμένη δοκιμή για σταθερό ποσοστό γαλακτώματος η προσθήκη 2% τσιμέντου δεν δείχνει να επηρεάζει σημαντικά την αντοχή σε έμμεσο εφελκυσμό από διάρρηξη. Αντίθετα η μετάβαση από δοκίμια που περιέχουν 2%τσιμ. σε δοκίμια που περιέχουν 3%τσιμ. , με σταθερό πάντα ποσοστό γαλακτώματος, παρουσιάζει μία αισθητή βελτίωση στα αποτελέσματα της δοκιμής. Πολύ πιο έντονη γίνεται αυτή η διαφορά στα δοκίμια που περιέχουν 5%τσιμ. Συμπερασματικά, η παρουσία 2% τσιμέντου στο μίγμα του δοκιμίου δεν δείχνει ικανή να δώσει μια σημαντική αύξηση της αντοχής σε έμμεσο εφελκυσμό από διάρρηξη.

4 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. G. Engbers - J.P. Smallegange "The development of Emulscment: a base material with a future", Reflective cracking in pavements, edited by L. Franken, E. Beuving, A.A.A. Molenaar, 1996, Published by E& FN Spon, 2-6 Boundary Row, SE1 8HN London.
2. R. Miro Recasens, F.E. Perez Jimenez and S.Castillo Aguilar "Mixed recycling with emulsion and cement of asphalt pavements. Design procedures and improvements achieved", Materials and structures, vol. 33, 2000, pp 324-330.
3. A.A Loudon & Partners consulting engineers "Cold deep in place recycling-technical recommendations and application specifications", ALP-August 1995.
4. Wirtgen "Wirtgen old recycling Manual ", Wirtgen Gmbh Hohner Strabe 2 D- 53578,1988
5. Paul Favretti, Jean Martin Croteau, Keith Davidson "Deep cold in place recycling with emulsion-cement".
6. Μέθοδος υπολογισμού της σχέσεως υγρασίας-πυκνότητας εδαφών με τη χρησιμοποίηση κόπανου βάρους 4,54Kgr. και ύψους πτώσεως 457mm(Proctor τροποποιημένη μέθοδος).
7. Wirtgen cold recycling: "Job reports and references about executed jobs.", Wirtgen Gmbh Hohner Strabe 2 D- 53578,1994.
8. Gembloux- Faculte Universitaire des sciences agronomigues "Le recyclage en voiries Communales et provinciales.", Gembloux faculte Universitaire des sciences astronomique,1998.
9. BSI Standards "Determination of the indirect tensile stiffness modulus of bituminous materials", Draft for development DD 213:1993
10. Γ. Μίντσης, Χ. Ταξιλάρης, Α. Προίος, Α.Φυλακτάκης "Πειραματική και υποδειγματική της ψυχρής σε βάθος επί τόπιας ανακύκλωσης οδοστρωμάτων", Υποπρόγραμμα 2 ΜΕΤΡΟ 2.3, Υπουργείο ανάπτυξης Γενική γραμματεία έρευνας και τεχνολογίας – Επιχειρησιακό πρόγραμμα έρευνας και τεχνολογίας, Ανάδοχος Δωρική Α.Τ.Ε. Ιούλιος 1999,pp.3-22.
11. CEN- European committee for standardization "Unbound and hydraulically bound mixtures. Test method for the determination of the modulus of elasticity of hydraulically bound mixtures", 1999 Ref. No pr EN 13286-43:1999E.

-
12. CEN- European committee for standardization "Bituminous mixtures- Test methods for hot mix asphalt- Part 23: Determination of the indirect tensile strength of bituminous specimens" 1999 Ref. No pr EN 12697-23: 1999E.
 13. Σ. Κόλιας - Α. Λοίζος "Σημειώσεις Οδοστρωμάτων". Ε.Μ.Π. Αθήνα 1999.
 14. Σ. Κόλιας - Α. Λοίζος "Σημειώσεις στα Ειδικά Θέματα Οδοστρωμάτων", Ε.Μ.Π. Αθήνα 1997.
 15. World Highways-Routes du Monde May-June 2000 "Recycling - Gaining Momentum", May-June 2000 pp 67-73.
 16. Νικολαΐδης Αθ.Φ. "Οδοποιία, Οδοστρώματα - Υλικά ελέγχου ποιότητας", 1996.
 17. Βαγδάτης Γ. "Μηχανικές ιδιότητες κατεργασμένων με τσιμέντο μιγμάτων από θρυμματισμένο ασφαλτόμιγμα και θραυστό αμμοχάλικο." Οκτώβριος 1992.
 18. Σ. Κόλιας "Σκυρόδεμα-υπενθύμιση βασικών αρχών τεχνολογίας σκυροδέματος". ΕΜΠ Αθήνα 1996.
 19. Σ. Κόλιας "Γενικές αρχές υπολογισμού εύκαμπτων οδοστρωμάτων". ΕΜΠ Αθήνα.
 20. Σ. Κόλιας - Α. Λοίζος "Άσφαλτος". ΕΜΠ σημειώσεις ακαδημαϊκού έτους 2000.
 21. Σ. Δέδες " Επίδραση προέλευσης αδρανούς και ποσοστού τσιμέντου στα μηχανικά χαρακτηριστικά κατεργασμένων θραυστών αμμοχάλικων." Ιούλιος 1997.
 22. Γ. Αργυρίου-Ν. Γκορόγιας " Μελέτη σύνθεσης ασφαλτομιγμάτων με γαλάκτωμα βασισμένη στη διερεύνηση των μηχανικών τους χαρακτηριστικών." Οκτώβριος 1997.
 23. "Προδιαγραφές εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής Ε 105-86", Υπουργείο περιβάλλοντος χωροταξίας και δημοσίων έργων Διεύθυνση ερευνών εδαφών (ΕΚΙ), Φ.Ε.Κ. υπ' αρ. 955/86, Τεύχος δεύτερο, Αθήνα 1986.
 24. Jean Girouy "Le point sur le retraitement en place a froid des anciennes chaussées" Bulletin des laboratoires des ponts et Chaussées, 212, Novembre - Decembre 1997, Ref. 4173, pp. 5-23.

Παράρτημα 2
Αποτελέσματα δοκιμών επαναλαμβανόμενη
δυναμικής ημιτονοειδούς φόρτισης
στη συσκευή MTS

SHRP Equipment
Corporation

Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα

0,5 Hz

Έναρξη

Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec											
2	0	372.033	0,042196	0,473687	0,000421957	1122,6	932.805	624.578	0,66957	338.051	-0,0001875
4	1	371.487	0,035554	0,472992	0,000355543	1330,3	1190,3	594.128	0,49914	265.257	-0,00022657
6	2	372.777	0,034196	0,474635	0,000341961	1388	1263,8	573,96	0,45417	244.263	-0,00026758
8	3	371.718	0,033817	0,473285	0,000338172	1399,5	1283,3	558.403	0,43513	235.151	-0,00029493
10	4	372.009	0,033408	0,473657	0,000334081	1417,8	1303,7	557.177	0,42738	231.407	-0,00032813
12	5	37.196	0,033298	0,473594	0,000332983	1422,3	1311,7	549.836	0,41918	227.424	-0,00033594
14	6	37.142	0,033288	0,472907	0,000332877	1420,7	1314,6	538.588	0,40969	222.785	-0,00035938
16	7	37.163	0,033199	0,473174	0,000331987	1425,3	1319,9	537,78	0,40743	221.675	-0,00037696
18	8	371.759	0,033131	0,473338	0,00033131	1428,7	1324,7	535.004	0,40386	219.917	-0,00039258
78	9	371.483	0,033081	0,472986	0,000330814	1429,8	1327,1	532.018	0,40089	218.453	-0,00041797
80	39	370.005	0,033946	0,471105	0,000339458	1387,8	1302,9	478.043	0,36691	201.487	-0,00074415
82	40	37.332	0,033448	0,475326	0,000334477	1421,1	1331,6	496.481	0,37286	204.484	-0,00073633
84	41	372.506	0,033404	0,47429	0,000334042	1419,9	1329,9	497.316	0,37395	205.032	-0,00074805
86	42	374.439	0,033516	0,476751	0,000335155	1422,5	1333	496.615	0,37256	204.334	-0,00075977
88	43	372.866	0,033436	0,474747	0,000334358	1419,9	1331,4	493.365	0,37056	203.327	-0,00076954
90	44	373.335	0,033515	0,475345	0,00033515	1418,3	1327,9	498,39	0,37534	205.728	-0,00077735
92	45	374.092	0,033568	0,476309	0,000335683	1418,9	1328,4	498.771	0,37548	205.799	-0,0007793
94	46	372.664	0,033539	0,474491	0,000335392	1414,7	1323,9	498.847	0,37681	206.469	-0,00079493

SHRP Equipment

Corporation

Automatic Testing

System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα

10 Hz

Έναρξη

Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνη παραμόρφωση
sec											
0,1	0	310.319	0,023246	0,39511	0,000232464	1699,7	1563,3	667,02	0,42667	231.066	-0,00014453
0,2	1	295.031	0,018881	0,37565	0,00018881	1989,5	1839,7	757,525	0,41177	223.804	-0,00016992
0,3	2	296.426	0,018146	0,37742	0,000181461	2079,9	1942,7	742,781	0,38234	209.236	-0,000191406
0,4	3	29.944	0,017876	0,38126	0,000178756	2132,9	2001,6	736,731	0,36808	202.075	-0,000208984
0,5	4	301.968	0,017734	0,38448	0,000177344	2168	2038,4	738,404	0,36226	199.132	-0,000214843
0,6	5	302.742	0,017596	0,38546	0,000175963	2190,6	2065	731,188	0,35409	194.987	-0,000222656
0,7	6	304.394	0,017574	0,38757	0,000175739	2205,4	2086,4	714,499	0,34246	18.904	-0,00025
0,8	7	306.308	0,017553	0,39	0,000175531	2221,9	2102,4	718,609	0,3418	188.703	-0,000251953
0,9	8	307.401	0,017563	0,3914	0,000175634	2228,5	2108	722,857	0,34292	189.276	-0,000259765
3,9	9	309.084	0,017553	0,39354	0,000175533	2242	2118,8	732,727	0,34582	190.762	-0,000269531
4	39	335.913	0,018568	0,4277	0,000185676	2303,5	2200,8	680,088	0,30902	171.723	-0,000345703
4,1	40	335.254	0,018519	0,42686	0,000185186	2305	2200	688,008	0,31274	173.665	-0,000345703
4,2	41	336.362	0,018441	0,42827	0,000184406	2322,4	2215,3	697,387	0,31481	174.746	-0,000347656
4,3	42	336.625	0,018551	0,4286	0,000185512	2310,4	2206,8	684,027	0,30996	172.215	-0,000355469
4,4	43	337.602	0,0185	0,42985	0,000185003	2323,5	2212,6	709,21	0,32054	177.726	-0,000351562
4,5	44	338.263	0,018647	0,43069	0,000186469	2309,7	2206,3	683,306	0,3097	172.079	-0,000355469
4,6	45	338.025	0,018449	0,43039	0,00018449	2332,8	2226,5	696,339	0,31275	173.672	-0,000353515
4,7	46	33.844	0,018589	0,43092	0,000185886	2318,2	2217,1	677,095	0,3054	169.826	-0,000351562
4,8	47	338.631	0,018678	0,43116	0,000186781	2308,4	2204,9	683,276	0,30989	172.175	-0,000365234
4,9	48	340.403	0,018681	0,43342	0,000186814	2320	2211,9	700,21	0,31657	175.664	-0,000363281

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο	Αξονική μετατόπιση	Τάση	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus	Storage modulus	Loss modulus	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec	none	kN	mm	MPa	none	MPa	MPa	MPa	none	none	none
0,0665	0	296.392	0,021264	0,37738	0,000212641	1774,7	1675,3	585.527	0,3495	192.644	-0,00015429
0,133	1	261.694	0,016253	0,3332	0,000162525	2050,1	1922,2	712.831	0,37084	203.466	-0,00017578
0,1995	2	265.255	0,015581	0,33773	0,000155808	2167,6	2036,1	743.46	0,36513	200.588	-0,000207028
0,266	3	266.263	0,015206	0,33902	0,000152057	2229,5	2104,8	735,24	0,34931	19.255	-0,000218746
0,3325	4	269.272	0,01502	0,34285	0,0001502	2282,6	2156,8	747.462	0,34657	191.146	-0,000232418
0,399	5	271.772	0,015019	0,34603	0,00015019	2304	2179,9	745.827	0,34214	188.878	-0,000242184
0,4655	6	273.853	0,014943	0,34868	0,000149429	2333,4	2214,1	736.645	0,33271	184.027	-0,00024609
0,532	7	276.864	0,015051	0,35252	0,000150508	2342,2	2221,7	741.556	0,33378	184.581	-0,000259762
0,5985	8	277.374	0,014975	0,35316	0,000149753	2358,3	2240,6	735.637	0,32832	181.758	-0,000261715
25.935	9	278.008	0,015018	0,35397	0,000150177	2357	2239,2	735.886	0,32864	181.925	-0,000271481
2,66	39	31.806	0,016586	0,40497	0,000165858	2441,7	2341,5	692.218	0,29563	164.694	-0,000349606
27.265	40	320.951	0,01659	0,40865	0,0001659	2463,2	2358,2	711.693	0,3018	167.938	-0,000359372
2,793	41	321.493	0,016642	0,40934	0,000166421	2459,7	2354,4	711.82	0,30234	168.219	-0,000355465
28.595	42	323.011	0,016714	0,41127	0,000167137	2460,7	2359,8	697.453	0,29556	164.656	-0,000351559
2,926	43	322.061	0,016661	0,41006	0,000166613	2461,2	2359,2	701.071	0,29717	165.501	-0,000355465
29.925	44	323.753	0,016755	0,41222	0,000167551	2460,2	2355,9	708.889	0,3009	167.465	-0,000353512
30.59	45	325.808	0,016834	0,41483	0,000168337	2464,3	2359,7	710.404	0,30106	167.549	-0,000355465
31.255	46	325.849	0,016816	0,41488	0,000168164	2467,2	2362,6	710.645	0,30079	167.408	-0,000357419
3.192	47	327.196	0,016918	0,4166	0,000169175	2462,5	2361	699.695	0,29635	165.073	-0,000365231
32.585	48	329.156	0,016959	0,41909	0,000169587	2471,3	2367,6	708.137	0,29909	166.514	-0,000361325

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3.13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent none	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
sec	none										
2	0	370.677	0,052994	0,47196	0,000529941	890.589	728.339	512.514	0,70368	351.331	-0,00020508
4	1	369.552	0,045017	0,47053	0,000450165	1045,2	913.356	508.225	0,55644	290.932	-0,00029102
6	2	371.023	0,043855	0,4724	0,000438545	1077,2	959,2	490,2	0,51105	270.693	-0,00034571
8	3	37.169	0,043532	0,47325	0,000435315	1087,1	976.239	478.371	0,49002	261.055	-0,00040235
10	4	369.434	0,043264	0,47038	0,000432636	1087,2	976.006	479.058	0,49084	261.434	-0,00045117
12	5	37.146	0,043194	0,47296	0,000431937	1095	988,55	470.882	0,47634	254.701	-0,00049219
14	6	370.953	0,043171	0,47231	0,000431705	1094,1	989.791	466.136	0,47094	252.178	-0,00053321
16	7	370.753	0,043075	0,47206	0,000430749	1095,9	995.667	457.866	0,45986	246.958	-0,00057618
18	8	371.656	0,043169	0,47321	0,00043169	1096,2	995,15	459.641	0,46188	247.913	-0,00060743
78	9	371.167	0,043159	0,47259	0,000431588	1095	996,95	452.873	0,45426	244.303	-0,00064649
80	39	372.614	0,045262	0,47443	0,000452621	1048,2	974.165	386.884	0,39714	216.602	-0,00148633
82	40	371.228	0,044002	0,47266	0,000440016	1074,2	992.024	412.047	0,41536	22.556	-0,00150977
84	41	37.13	0,043906	0,47275	0,00043906	1076,7	994.279	413.261	0,41564	225.697	-0,00153321
86	42	370.685	0,043842	0,47197	0,000438422	1076,5	992.209	417.632	0,42091	228.268	-0,00155469
88	43	371.565	0,04399	0,47309	0,000439899	1075,5	992.152	415.013	0,4183	226.993	-0,00157813

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο	Αξονική μετατόπιση	Τάση	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus	Storage modulus	Loss modulus	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec	none	kN	mm	MPa	none	MPa	MPa	MPa	none	none	none
0,1	0	298.323	0,031663	0,37984	0,000316625	1199,6	1097,8	483,612	0,44051	237,741	-0,000208985
0,2	1	28.331	0,024582	0,36072	0,000245824	1467,4	1346,6	583,141	0,43306	234,157	-0,000246095
0,3	2	284.854	0,023184	0,36269	0,00023184	1564,4	1449	589,66	0,40694	221,435	-0,000283204
0,4	3	285.983	0,022507	0,36412	0,000225074	1617,8	1506,8	588,851	0,39079	21,345	-0,000302735
0,5	4	289.006	0,02232	0,36797	0,000223197	1648,7	1540,1	588,421	0,38207	209,105	-0,000320313
0,6	5	290.513	0,022172	0,36989	0,00022172	1668,3	1560,6	589,629	0,37782	206,975	-0,000335938
0,7	6	293.541	0,022226	0,37375	0,00022226	1681,6	1580,3	574,915	0,36381	199,921	-0,000353517
0,8	7	294.629	0,021999	0,37513	0,000219985	1705,3	1606,6	571,763	0,35589	195,903	-0,000365235
0,9	8	296.622	0,0221	0,37767	0,000220995	1709	1608,2	578,03	0,35942	197,694	-0,000376954
3,9	9	297.465	0,021954	0,37875	0,000219535	1725,2	1628,8	568,585	0,34908	192,429	-0,000382814
4	39	328.335	0,023586	0,41805	0,000235855	1772,5	1689,7	535,332	0,31682	175,792	-0,000490238
4,1	40	3.283	0,023384	0,418	0,000233838	1787,6	1701,9	546,825	0,32131	178,125	-0,000494138
4,2	41	329.705	0,023448	0,41979	0,00023448	1790,3	1704,3	548,251	0,32169	178,322	-0,000498048
4,3	42	328.943	0,023485	0,41882	0,00023485	1783,4	1697,1	547,959	0,32288	178,942	-0,000501958

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3.13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο	Αξονική μετατόπιση	Τάση	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus	Storage modulus	Loss modulus	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec	none	kN	mm	MPa	none	MPa	MPa	MPa	none	none	none
0,0665	0	283.218	0,02927	0,3606	0,000292702	1232	1161,2	411.573	0,35444	195.162	-0,000187501
0,133	1	245.282	0,021177	0,3123	0,000211773	1474,7	1371,7	541.475	0,39475	215.415	-0,000251954
0,1995	2	249.558	0,019839	0,31775	0,00019839	1601,6	1498,3	566.042	0,3778	206.964	-0,000283204
0,266	3	253.193	0,019237	0,32238	0,000192365	1675,9	1570,6	584,54	0,37218	204.141	-0,000310548
0,3325	4	254.285	0,018868	0,32377	0,00018868	1716	1610	593.665	0,36874	202.409	-0,000333985
0,399	5	257.954	0,018821	0,32844	0,000188206	1745,1	1646,5	578.316	0,35124	193.535	-0,000347657
0,4655	6	258.908	0,018762	0,32965	0,000187618	1757	1655,9	587.586	0,35485	195.373	-0,000373048
0,532	7	261.842	0,018727	0,33339	0,00018727	1780,3	1684,3	576.529	0,3423	188.958	-0,000371095
0,5985	8	263.747	0,018667	0,33581	0,000186674	1798,9	1698,7	592.018	0,34851	192.139	-0,000396481
25.935	9	265.998	0,018681	0,33868	0,00018681	1813	1717,7	579.876	0,33759	186.539	-0,000390631
2,66	39	306.999	0,020814	0,39088	0,000208141	1878	1794,8	552.661	0,30792	171.147	-0,000511721
27.265	40	308.656	0,020763	0,39299	0,000207631	1892,8	1804,4	571.686	0,31684	175.801	-0,000500001
2.793	41	309.822	0,0208	0,39448	0,000208	1896,5	1809,7	567.295	0,31347	174.049	-0,000503911
28.595	42	311.454	0,020866	0,39656	0,000208663	1900,5	1816,7	557.873	0,30708	170.704	-0,000505861

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3.13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο	Αξονική μετατόπιση	Τάση	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus	Storage modulus	Loss modulus	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec	none	kN	mm	MPa	none	MPa	MPa	MPa	none	none	none
2	0	370.816	0,04621	0,47214	0,000462103	1021,7	847,514	570,636	0,67331	339,526	-0,00019531
4	1	372.975	0,039045	0,47489	0,000390446	1216,3	1071,8	574,856	0,53633	282,058	-0,00026757
6	2	371.252	0,037861	0,47269	0,000378605	1248,5	1115,2	561,451	0,50348	267,242	-0,00032226
8	3	372.488	0,037439	0,47427	0,000374394	1266,8	1142,5	547,047	0,4788	255,849	-0,00034961
10	4	371.496	0,037276	0,473	0,000372758	1268,9	1148,8	538,85	0,46904	251,285	-0,00038867
12	5	371.608	0,037072	0,47315	0,000370717	1276,3	1160	532,203	0,45878	246,446	-0,00043359
14	6	372.561	0,036987	0,47436	0,00036987	1282,5	1169,6	526,2	0,4499	242,231	-0,00045898
16	7	373.081	0,036899	0,47502	0,000368985	1287,4	1173	530,468	0,45223	24,334	-0,00048632
18	8	371.205	0,036965	0,47263	0,000369646	1278,6	1166,5	523,62	0,44889	241,749	-0,00051953
78	9	371.356	0,036879	0,47283	0,00036879	1282,1	1173,3	516,898	0,44056	237,762	-0,00054492
80	39	37,249	0,038249	0,47427	0,000382493	1239,9	1158,1	442,924	0,38245	209,292	-0,00119336
82	40	37,158	0,037122	0,47311	0,000371222	1274,5	1178,1	486,188	0,41269	224,256	-0,00121875
84	41	371.487	0,037019	0,47299	0,000370188	1277,7	1183,7	481,004	0,40635	221,145	-0,00123242
86	42	372.507	0,037177	0,47429	0,00037177	1275,8	1182,9	477,773	0,40389	219,934	-0,00124805
88	43	373.216	0,037132	0,47519	0,000371316	1279,8	1185,2	482,711	0,40727	221,597	-0,00126953

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3.13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη

Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
sec	none										
0,1	0	306.431	0,026755	0,39016	0,000267545	1458,3	1342,2	570.209	0,42483	230.174	-0,000158203
0,2	1	290.758	0,021023	0,3702	0,000210234	1760,9	1627,6	672.059	0,41291	224.361	-0,000195313
0,3	2	293.754	0,019974	0,37402	0,000199739	1872,5	1743,1	684.097	0,39246	214.279	-0,000228516
0,4	3	294.362	0,019642	0,37479	0,000196423	1908,1	1787,3	668.088	0,3738	204.955	-0,000244141
0,5	4	297.183	0,019246	0,37839	0,000192463	1966	1845	679.221	0,36815	202.111	-0,000263672
0,6	5	297.225	0,019178	0,37844	0,000191782	1973,3	1855,3	672.205	0,36233	199.168	-0,000269532
0,7	6	301.163	0,019153	0,38345	0,000191531	2002,1	1887,5	667.521	0,35366	194.765	-0,000277344
0,8	7	30.343	0,019025	0,38634	0,000190254	2030,7	1912,5	682.641	0,35694	196.436	-0,000302735
0,9	8	30.305	0,019025	0,38586	0,000190251	2028,1	1915,8	665.794	0,34754	191.643	-0,000300782
3,9	9	305.049	0,019019	0,3884	0,000190193	2042,1	1931,8	662.069	0,34272	189.174	-0,000312501
4	39	333.256	0,020189	0,42432	0,000201886	2101,8	2011,3	609.867	0,30322	168.682	-0,000392579
4,1	40	333.423	0,020088	0,42453	0,000200884	2113,3	2016,9	630.966	0,31284	173.717	-0,000392579
4,2	41	337.002	0,020132	0,42908	0,00020132	2131,4	2035,7	631.305	0,31011	172.294	-0,000388673
4,3	42	333.603	0,020206	0,42476	0,000202063	2102,1	2005,7	629.374	0,3138	174.218	-0,000396485
4,4	43	335.192	0,02018	0,42678	0,000201802	2114,8	2020	626.339	0,31008	172.273	-0,000400391

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v,3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο	Αξονική μετατόπιση	Τάση	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus	Storage modulus	Loss modulus	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec	none	kN	mm	MPa	none	MPa	MPa	MPa	none	none	none
0,0665	0	286.451	0,024768	0,36472	0,000247679	1472,6	1389,9	486.302	0,34987	192.835	-0,000164063
0,133	1	25.474	0,01825	0,32435	0,0001825	1777,2	1658,4	638.879	0,38523	210.682	-0,000210938
0,1995	2	259.746	0,017234	0,33072	0,00017234	1919	1795,5	677.328	0,37724	206.685	-0,000251954
0,266	3	261.504	0,01671	0,33296	0,000167096	1992,6	1868,7	691.702	0,37015	203.121	-0,000259767
0,3325	4	264.495	0,01654	0,33677	0,000165403	2036	1921,5	673.386	0,35046	193.133	-0,000275392
0,399	5	266.436	0,016429	0,33924	0,000164293	2064,8	1951,4	675.103	0,34597	190.839	-0,000285157
0,4655	6	270.118	0,016362	0,34392	0,00016362	2102	1989,6	678.008	0,34077	188.177	-0,000296876
0,532	7	272.248	0,016348	0,34664	0,000163478	2120,4	2008,5	679.556	0,33833	186.924	-0,000302735
0,5985	8	273.068	0,016316	0,34768	0,000163158	2130,9	2022,6	670.843	0,33167	183.494	-0,000312501
25.935	9	276.369	0,016425	0,35188	0,00016425	2142,4	2037,6	661.734	0,32476	179.917	-0,000318361
2,66	39	316.314	0,018019	0,40274	0,000180192	2235,1	2146,8	622.114	0,28979	161.612	-0,000412111
27.265	40	318.229	0,018106	0,40518	0,000181055	2237,9	2145,1	637.926	0,29739	165.622	-0,000414064
2.793	41	317.552	0,018012	0,40432	0,000180115	2244,8	2147,8	652.642	0,30386	169.021	-0,000414064
28.595	42	31.994	0,018153	0,40736	0,000181532	2244	2149,4	644.621	0,2999	166.941	-0,000416017
2.926	43	319.152	0,018204	0,40636	0,000182043	2232,2	2136,8	645.697	0,30218	168.139	-0,00041797

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη

Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
sec	none			MPa							
2	0	371.044	0,05824	0,47243	0,000582397	811,18	640.602	497.637	0,77683	37.841	-0,00029297
4	1	368.875	0,046553	0,46967	0,000465533	1008,9	857.43	531.648	0,62005	318.009	-0,00039258
6	2	371.234	0,044904	0,47267	0,000449044	1052,6	913.873	522.332	0,57156	297.505	-0,00048437
8	3	369.963	0,044151	0,47105	0,000441513	1066,9	933.308	516.928	0,55387	289.806	-0,00054883
10	4	370.608	0,043871	0,47187	0,000438712	1075,6	948.453	507.27	0,53484	281.396	-0,00060547
12	5	371.568	0,043547	0,4731	0,000435471	1086,4	960.973	506.747	0,52733	278.039	-0,00066992
14	6	37.118	0,043424	0,4726	0,000434244	1088,3	966.769	499.816	0,517	273.388	-0,00072656
16	7	369.351	0,043297	0,47027	0,000432968	1086,2	966.07	496.437	0,51387	271.974	-0,000777343
18	8	370.171	0,043214	0,47132	0,00043214	1090,7	973.07	492.614	0,50625	268.507	-0,000835937
78	9	37.212	0,043149	0,4738	0,000431491	1098,1	982.878	489.555	0,49808	264.771	-0,000876953
80	39	370.275	0,045175	0,47145	0,000451748	1043,6	961.176	406.527	0,42295	229.258	-0,00211133
82	40	370.403	0,04316	0,47161	0,000431597	1092,7	996.308	448.762	0,45043	24.248	-0,00214258
84	41	371.387	0,043095	0,47286	0,000430946	1097,3	999.336	453.136	0,45344	243.913	-0,0021836
86	42	370.229	0,043186	0,47139	0,000431864	1091,5	992.26	454.807	0,45836	246.246	-0,00221094
88	43	371.181	0,04328	0,4726	0,000432803	1092	993.918	452.217	0,45498	244.648	-0,00225196

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος sec	Περίοδος none	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent none	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
0,1005	0	294.727	0,031797	0,37526	0,000317967	1180,2	1076,6	483,44	0,44904	241.818	-0,00020312
0,2005	1	279.316	0,02407	0,35564	0,000240697	1477,5	1349,3	602,022	0,44617	240.449	-0,000025
0,3005	2	284.401	0,022557	0,36211	0,000225574	1605,3	1481,9	617,144	0,41645	226.093	-0,0002832
0,4005	3	285.014	0,022079	0,36289	0,000220793	1643,6	1529,6	601,459	0,39322	214.657	-0,00030078
0,5005	4	287.108	0,021697	0,36556	0,000216966	1684,9	1574,2	600,507	0,38147	208.801	-0,00032422
0,6005	5	289.178	0,02158	0,36819	0,0002158	1706,2	1597,8	598,499	0,37459	205.353	-0,00033789
0,7005	6	292.038	0,021471	0,37183	0,000214705	1731,8	1628,2	590,011	0,36236	199.186	-0,00035547
0,8005	7	294.499	0,021367	0,37497	0,000213673	1754,9	1654	586,282	0,35446	195.171	-0,00036523
0,9005	8	295.197	0,021387	0,37586	0,000213871	1757,4	1661,1	573,722	0,34538	190.541	-0,00036719
38.995	9	295.547	0,021252	0,3763	0,000212522	1770,7	1670,3	587,715	0,35187	193.854	-0,00039063
40.005	39	327.267	0,022885	0,41669	0,000228849	1820,8	1741,3	532,253	0,30567	169.968	-0,00050781
41.005	40	328.119	0,022655	0,41777	0,000226549	1844,1	1758,8	554,449	0,31525	174.975	-0,00050391
42.005	41	327.53	0,022841	0,41702	0,000228413	1825,7	1740	553,005	0,31782	176.314	-0,00050586
43.005	42	328.776	0,022864	0,41861	0,000228637	1830,9	1745,8	551,851	0,31611	175.423	-0,00051953
44.005	43	330.455	0,022831	0,42075	0,000228308	1842,9	1754,7	563,456	0,32112	178.029	-0,00051563

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
0,0665	0	280.757	0,029187	0,35747	0,00029187	1224,8	1153,8	410.709	0,35595	195.931	-0,00020313
0,133	1	244.911	0,020716	0,31183	0,00020716	1505,3	1400,9	550.739	0,39314	214.615	-0,00026758
0,1995	2	246.878	0,019586	0,31434	0,00019586	1604,9	1498,8	573.988	0,38298	209.557	-0,00030079
0,266	3	250.874	0,018836	0,31942	0,00018836	1695,8	1593,3	580.582	0,36438	200.208	-0,00032618
0,3325	4	253.003	0,018415	0,32213	0,00018415	1749,3	1646,6	590.704	0,35874	197.351	-0,00036133
0,399	5	256.402	0,018321	0,32646	0,00018321	1781,9	1683,3	584.574	0,34727	191.508	-0,00035938
0,4655	6	25.922	0,018179	0,33005	0,00018179	1815,6	1721,1	578.093	0,33589	185.664	-0,000375
0,532	7	261.868	0,018155	0,33342	0,00018155	1836,6	1738,8	591.172	0,33999	187.775	-0,00038086
0,5985	8	263.381	0,018189	0,33535	0,00018189	1843,7	1747,1	588.807	0,33702	186.246	-0,00039844
25.935	9	265.489	0,018269	0,33803	0,00018269	1850,3	1757,1	579.886	0,33003	182.644	-0,00040625
2,66	39	307.439	0,020253	0,39144	0,00020253	1932,8	1855,5	541.136	0,29165	16.259	-0,00051172
27.265	40	310.12	0,020351	0,39486	0,00020351	1940,3	1855,9	565.941	0,30494	169.585	-0,00052149
2.793	41	310.742	0,02028	0,39565	0,00020280	1950,9	1870,3	555.118	0,29681	165.316	-0,0005293
28.595	42	311.208	0,0203	0,39624	0,00020297	1952	1865	576.065	0,30888	171.648	-0,00052735
2.926	43	312.483	0,020291	0,39787	0,00020291	1960,8	1875,8	571.085	0,30445	169.329	-0,0005293

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec											
2	0	370.512	0,055317	0,47175	0,00055317	852.813	692.524	497.695	0,71867	357.036	-0,00024805
4	1	371.637	0,045388	0,47318	0,000453882	1042,5	909.041	510.392	0,56146	293.125	-0,00033203
6	2	371.027	0,043744	0,47241	0,00043744	1079,9	958.795	496.957	0,51831	273.983	-0,00038672
8	3	369.963	0,043044	0,47105	0,00043044	1094,4	978.252	490,53	0,50144	266.308	-0,00044531
10	4	369.657	0,042732	0,47066	0,000427318	1101,4	990.999	480.703	0,48507	258.766	-0,00049023
12	5	371.263	0,042558	0,47271	0,000425575	1110,8	1005,6	471.809	0,4692	251.359	-0,0005332
14	6	371.482	0,042424	0,47299	0,000424239	1114,9	1009	474.211	0,46997	251.721	-0,00057617
16	7	370.526	0,042466	0,47177	0,000424661	1110,9	1006,4	470,41	0,46741	250.519	-0,00061133
18	8	370.959	0,042372	0,47232	0,000423724	1114,7	1012,9	465.444	0,45953	246.804	-0,00064062
78	9	371.864	0,042253	0,47347	0,000422534	1120,6	1018,8	466.562	0,45795	246.054	-0,00067969
80	39	3.721	0,043766	0,47377	0,00043766	1082,5	1008,9	392.412	0,38896	212.539	-0,00147461
82	40	371.057	0,042401	0,47245	0,000424012	1114,2	1029	427.494	0,41547	225.612	-0,00149219
84	41	369.933	0,042365	0,47101	0,000423648	1111,8	1025,7	428,9	0,41814	226.915	-0,00151563
86	42	369.419	0,042427	0,47036	0,000424269	1108,6	1022,7	427.879	0,41837	227.028	-0,00154883
88	43	37.123	0,042503	0,47267	0,00042503	1112,1	1026,3	428.201	0,41722	226.467	-0,0015625

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent none	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
sec	none										
0,1	0	296.133	0,031312	0,37705	0,000313121	1204,2	1104,6	479.529	0,43414	234.673	-0,000175781
0,2	1	279.182	0,023804	0,35547	0,000238038	1493,3	1370,4	593.211	0,43286	234.061	-0,000251953
0,3	2	282.746	0,022584	0,36	0,000225836	1594,1	1475,2	604,01	0,40944	222.659	-0,000265625
0,4	3	283.274	0,021956	0,36068	0,000219556	1642,8	1529,4	599.759	0,39217	214.134	-0,000291016
0,5	4	287.023	0,02169	0,36545	0,0002169	1684,9	1576,1	595.499	0,37783	206.978	-0,000306641
0,6	5	289.292	0,021413	0,36834	0,000214128	1720,2	1614,7	593.145	0,36735	201.706	-0,000322266
0,7	6	290.585	0,021394	0,36998	0,000213937	1729,4	1628	583.603	0,35849	197.221	-0,000339844
0,8	7	294	0,021325	0,37433	0,000213246	1755,4	1652,9	591.157	0,35766	196.799	-0,00034961
0,9	8	295.831	0,021322	0,37666	0,000213215	1766,6	1666,6	585.868	0,35153	193.682	-0,000353516
3,9	9	29.456	0,021275	0,37505	0,000212754	1762,8	1661,8	588.196	0,35395	194.916	-0,000361329
4	39	328.783	0,022649	0,41862	0,000226493	1848,3	1763,8	552.43	0,31321	173.911	-0,000476563
4,1	40	327.368	0,022697	0,41682	0,000226968	1836,5	1751,5	552.144	0,31524	174.971	-0,000478516
4,2	41	328.444	0,022607	0,41819	0,000226065	1849,9	1761,8	563.914	0,32008	177.486	-0,000472657
4,3	42	32.847	0,02271	0,41822	0,000227104	1841,5	1755,3	556.867	0,31724	176.013	-0,000484376
4,4	43	330.218	0,022691	0,42045	0,000226912	1852,9	1766,5	559.307	0,31662	17.569	-0,000488282

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec	none			MPa	none	MPa	MPa	MPa	none	none	none
0,0665	0	279.388	0,027312	0,35573	0,00027312	1302,5	1230	428.283	0,34819	191.975	-0,000197266
0,133	1	245.142	0,020037	0,31213	0,000200369	1557,8	1452,6	562.557	0,38727	211.699	-0,000240235
0,1995	2	24.978	0,018879	0,31803	0,000188786	1684,6	1581,1	581.339	0,36768	201.873	-0,000275391
0,266	3	251.656	0,018348	0,32042	0,000183476	1746,4	1644,9	586.552	0,35658	196.253	-0,00029297
0,3325	4	25.466	0,018054	0,32424	0,000180543	1795,9	1694,3	595.469	0,35145	193.639	-0,000312501
0,399	5	256.504	0,017999	0,32659	0,000179991	1814,5	1718,9	581.121	0,33808	186.791	-0,000322266
0,4655	6	259.641	0,017833	0,33059	0,00017833	1853,8	1758,1	588.011	0,33447	184.934	-0,000341798
0,532	7	261.516	0,017825	0,33297	0,00017825	1868	1768,6	601.188	0,33992	187.739	-0,000341798
0,5985	8	262.778	0,017864	0,33458	0,000178635	1873	1776,6	593.185	0,3339	184.639	-0,000361329
25.935	9	266.697	0,017888	0,33957	0,000178883	1898,3	1803,4	592.616	0,32861	18.191	-0,000376954
2,66	39	307.424	0,020035	0,39143	0,000200348	1953,7	1874,8	549.622	0,29316	16.339	-0,000460939
27.265	40	309.705	0,019909	0,39433	0,00019909	1980,7	1894,9	576.597	0,30429	169.247	-0,000468751
2.793	41	309.874	0,019924	0,39454	0,000199241	1980,2	1896,8	568.907	0,29994	16.696	-0,000464845
28.595	42	31.221	0,020158	0,39752	0,000201582	1972	1890,4	561.461	0,29701	16.542	-0,000468751
2.926	43	314.063	0,020139	0,39988	0,000201385	1985,6	1903,8	564.031	0,29626	165.024	-0,000466798

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent none	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
sec	none										
2	0	371.015	0,051151	0,47239	0,000511511	923,52	756,943	529,081	0,69897	349,524	-0,00022852
4	1	370.622	0,042172	0,47189	0,000421718	1118,97	984,749	531,384	0,53961	283,519	-0,00028321
6	2	370.856	0,040445	0,47219	0,000404454	1167,47	1044,52	521,517	0,49929	265,325	-0,00035547
8	3	369.992	0,03989	0,47109	0,000398896	1180,98	1069	501,952	0,46955	251,526	-0,00038087
10	4	372.172	0,039552	0,47386	0,000395521	1198,07	1090,4	496,4	0,45525	244,772	-0,00041602
12	5	370.519	0,039359	0,47176	0,000393591	1198,61	1091,74	494,74	0,45317	243,785	-0,00045313
14	6	371.311	0,039313	0,47277	0,000393127	1202,58	1098,5	489,401	0,44552	240,139	-0,00047852
16	7	37.124	0,039101	0,47268	0,000391012	1208,86	1105,44	489,22	0,44256	238,721	-0,00051172
18	8	370.919	0,038986	0,47227	0,000389856	1211,39	1110,46	484,088	0,43593	23,554	-0,00053712
78	9	370.977	0,03919	0,47234	0,000391903	1205,25	1108,3	473,603	0,42732	231,382	-0,00055665
80	39	371.096	0,040044	0,47249	0,000400437	1179,95	1101,51	423,033	0,38405	210,093	-0,00115821
82	40	371.388	0,038995	0,47287	0,000389953	1212,62	1126,92	447,789	0,39736	216,708	-0,00117774
84	41	369.878	0,039084	0,47094	0,000390838	1204,96	1119,83	444,855	0,39725	216,655	-0,00118751
86	42	371.121	0,039126	0,47253	0,000391256	1207,72	1122,56	445,469	0,39683	216,449	-0,00120899
88	43	370.419	0,039147	0,47163	0,000391465	1204,79	1119,16	446,076	0,39858	217,312	-0,00122266

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3.13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent none	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
sec	none										
0,1	0	303.371	0,028135	0,38627	0,000281348	1372,9	1267,5	527,481	0,41615	225,946	-0,00016602
0,2	1	285.342	0,021997	0,36331	0,000219971	1651,6	1525,8	632,218	0,41434	225,063	-0,00021094
0,3	2	288.491	0,020934	0,36732	0,000209337	1754,7	1632,2	643,957	0,39452	215,304	-0,00023633
0,4	3	290.557	0,020552	0,36995	0,000205519	1800,1	1688,3	624,358	0,36981	202,949	-0,00025196
0,5	4	292.468	0,020225	0,37238	0,00020225	1841,2	1733,2	621,407	0,35854	197,247	-0,0002793
0,6	5	293.883	0,020149	0,37418	0,00020149	1857,1	1750,9	619,004	0,35354	194,704	-0,00028516
0,7	6	297.464	0,020086	0,37874	0,000200862	1885,6	1780,3	621,224	0,34894	19,236	-0,00029493
0,8	7	299.739	0,020169	0,38164	0,000201686	1892,3	1788,9	616,798	0,34479	190,237	-0,00030469
0,9	8	301.487	0,020032	0,38387	0,000200316	1916,3	1816,9	609,246	0,33533	185,377	-0,0003125
3,9	9	300.788	0,020119	0,38298	0,000201192	1903,5	1806,4	600,43	0,3324	183,868	-0,00032227
4	39	330.125	0,02138	0,42033	0,000213795	1966	1882,5	567,025	0,30121	167,628	-0,00041602
4,1	40	331.629	0,021217	0,42224	0,000212166	1990,2	1902,6	583,765	0,30682	170,572	-0,00041602
4,2	41	333.459	0,021279	0,42457	0,00021279	1995,3	1907,6	585,07	0,30671	170,514	-0,00041407
4,3	42	332.973	0,021392	0,42396	0,000213915	1981,9	1895,5	578,705	0,3053	169,776	-0,00041407
4,4	43	330.798	0,021329	0,42119	0,000213286	1974,7	1888,9	575,884	0,30488	169,553	-0,00042188

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος sec	Περίοδος none	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent none	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
0,0665	0	285.164	0,025167	0,36308	0,000251671	1442,7	1366,5	462,759	0,33866	18,709	-0,00017188
0,133	1	252.706	0,018828	0,32176	0,000188282	1708,9	1602,3	594,196	0,37085	203,471	-0,00020703
0,1995	2	256.026	0,017736	0,32598	0,000177356	1838	1729,9	621,059	0,35901	197,488	-0,00024024
0,266	3	257.092	0,017324	0,32734	0,000173244	1889,5	1784,9	619,979	0,34736	191,549	-0,00027149
0,3325	4	260.957	0,017181	0,33226	0,000171807	1933,9	1834,1	613,447	0,33448	184,939	-0,00027344
0,399	5	263.097	0,017068	0,33499	0,000170677	1962,7	1865,3	610,459	0,32727	181,215	-0,00028907
0,4655	6	265.019	0,0169	0,33743	0,000169	1996,6	1898,7	617,786	0,32538	180,239	-0,00029492
0,532	7	267.148	0,017046	0,34014	0,000170457	1995,5	1898,7	614,021	0,3234	17,921	-0,00030664
0,5985	8	268.953	0,017052	0,34244	0,000170521	2008,2	1914,2	607,157	0,31718	175,981	-0,0003086
25,935	9	270.622	0,016947	0,34457	0,000169469	2033,2	1937,3	617,077	0,31852	176,679	-0,00032227
2,66	39	313.966	0,018895	0,39975	0,00018895	2115,7	2033,7	583,073	0,2867	159,977	-0,0004043
27,265	40	314.893	0,018853	0,40093	0,000188527	2126,7	2038,6	605,546	0,29704	165,433	-0,00041016
2,793	41	314.815	0,018888	0,40083	0,000188881	2122,2	2032,5	610,275	0,30026	167,128	-0,00041016
28,595	42	317.058	0,01901	0,40369	0,000190095	2123,6	2037,3	599,5	0,29427	163,975	-0,00040821
2,926	43	316.916	0,019026	0,40351	0,000190259	2120,8	2033,6	602,067	0,29606	16,492	-0,00040821

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent none	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
sec	none										
2	0	488.542	0,046295	0,48852	0,000462949	1055,2	886,54	572,351	0,6456	328,463	-0,00019336
4	1	486.755	0,038502	0,48674	0,000385023	1264,2	1130,2	566,375	0,50113	266,166	-0,00025781
6	2	486.467	0,037083	0,48645	0,000370834	1311,8	1191,1	549,488	0,46131	247,645	-0,00029297
8	3	488.504	0,036698	0,48849	0,000366979	1331,1	1213,6	546,736	0,45049	242,513	-0,00032617
10	4	488.073	0,036403	0,48806	0,000364029	1340,7	1227,6	538,98	0,43905	237,04	-0,00035352
12	5	486.396	0,036318	0,48638	0,000363183	1339,2	1231,5	526,157	0,42724	231,343	-0,00036719
14	6	487.829	0,036267	0,48781	0,000362667	1345,1	1239,1	523,392	0,42241	228,998	-0,00039258
16	7	485.746	0,036189	0,48573	0,000361893	1342,2	1236,9	521,109	0,4213	228,459	-0,00041797
18	8	488.523	0,036154	0,48851	0,000361539	1351,2	1248,3	517,252	0,41438	225,081	-0,00043555
78	9	487.786	0,036206	0,48777	0,000362058	1347,2	1245,1	514,479	0,4132	224,505	-0,00045117
80	39	487.068	0,037335	0,48705	0,000373348	1304,6	1221,8	457,224	0,37422	205,169	-0,0008418
82	40	487.431	0,036596	0,48741	0,000365955	1331,9	1242,2	480,639	0,38694	211,536	-0,00084766
84	41	487.612	0,036715	0,48759	0,000367145	1328,1	1239,5	476,886	0,38474	210,439	-0,00084961
86	42	488.632	0,036782	0,48861	0,000367815	1328,4	1238,2	481,252	0,38868	212,399	-0,00085938
88	43	487.409	0,036846	0,48739	0,00036846	1322,8	1235,3	473,027	0,38292	209,529	-0,00087891
90	44	486.715	0,036705	0,4867	0,00036705	1326	1237,7	475,82	0,38445	210,294	-0,00089649

SHRP Equipment
Corporation

Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο	Αξονική μετατόπιση	Τάση	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus	Storage modulus	Loss modulus	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec	none	kN	mm	MPa	none	MPa	MPa	MPa	none	none	none
0,1	0	410.754	0,028349	0,41074	0,000283485	1448,89	1324,94	586,348	0,44255	238,716	-0,00016601
0,2	1	39.342	0,02254	0,39341	0,000225402	1745,35	1603,87	688,377	0,4292	232,289	-0,00021484
0,3	2	394.301	0,021469	0,39429	0,00021469	1836,54	1703,61	685,988	0,40267	21,933	-0,00023633
0,4	3	399.051	0,020931	0,39904	0,000209314	1906,4	1770,8	706,139	0,39877	217,406	-0,00026172
0,5	4	401.396	0,02073	0,40138	0,0002073	1936,24	1810,01	687,665	0,37992	20,803	-0,00027343
0,6	5	401.532	0,02054	0,40152	0,000205399	1954,82	1834,72	674,621	0,3677	201,883	-0,00028515
0,7	6	405.405	0,02064	0,40539	0,000206395	1964,15	1845,53	672,234	0,36425	200,142	-0,00029297
0,8	7	406.525	0,02037	0,40651	0,000205367	1979,43	1862,17	671,171	0,36042	198,204	-0,00030273
0,9	8	410.412	0,020421	0,4104	0,000204208	2009,7	1892,19	677,127	0,35785	196,899	-0,00032617
3,9	9	410.671	0,020372	0,41066	0,000203717	2015,82	1901,27	669,864	0,35233	194,086	-0,00032617
4	39	443.623	0,021269	0,44361	0,000212687	2085,73	1988,78	628,487	0,31602	175,374	-0,00041601
4,1	40	443.326	0,021121	0,44331	0,00021121	2098,91	1996,84	646,55	0,32379	179,412	-0,00041601
4,2	41	444.611	0,021193	0,4446	0,000211932	2097,82	1997,17	642,01	0,32146	178,205	-0,00042578
4,3	42	444.062	0,02111	0,44405	0,000211097	2103,51	1998,49	656,339	0,32842	181,811	-0,00042773

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3,13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο	Αξονική μετατόπιση	Τάση	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus	Storage modulus	Loss modulus	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec	none	kN	mm	MPa	none	MPa	MPa	MPa	none	none	none
0,0665	0	385.982	0,025228	0,38597	0,000252283	1529,9	1438,9	519.734	0,3612	198.597	-0,00016406
0,133	1	353.702	0,019451	0,35369	0,000194513	1818,3	1694,5	659.598	0,38926	212.691	-0,00020703
0,1995	2	359.281	0,018534	0,35927	0,000185336	1938,5	1814	683.322	0,37669	206.406	-0,00023242
0,266	3	360.803	0,017954	0,36079	0,000179537	2009,6	1887,6	689.336	0,36519	200.615	-0,00025391
0,3325	4	363.816	0,017864	0,3638	0,000178637	2036,5	1917,4	686.496	0,35804	196.996	-0,00026367
0,399	5	367.813	0,017788	0,3678	0,000177875	2067,7	1950,8	685.443	0,35136	193.594	-0,0002793
0,4655	6	370.697	0,017743	0,37068	0,000177432	2089,2	1972,4	688.547	0,34909	192.434	-0,00028321
0,532	7	372.882	0,017669	0,37287	0,00017669	2110,3	1993,2	693.202	0,34779	191.769	-0,00030469
0,5985	8	375.586	0,017629	0,37557	0,000176289	2130,4	2013,3	696.605	0,346	190.854	-0,00031055
25.935	9	377.611	0,0177	0,3776	0,000176996	2133,4	2019	689.154	0,34134	188.466	-0,00031641
2,66	39	426.968	0,019186	0,42695	0,000191857	2225,4	2124,7	661.637	0,3114	172.965	-0,00039649
27.265	40	428.593	0,019208	0,42858	0,00019208	2231,3	2122,5	688.008	0,32415	179.599	-0,00040625
2.793	41	429.432	0,019273	0,42942	0,000192731	2228,1	2121,7	680.328	0,32066	177.79	-0,00040625
28.595	42	431.622	0,019312	0,43161	0,000193122	2234,9	2127,7	684.004	0,32148	178.218	-0,00040625
2.926	43	431.709	0,019341	0,43169	0,000193413	2232	2128,7	671.176	0,3153	175.002	-0,00041992

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3.13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο kN	Αξονική μετατόπιση mm	Τάση MPa	Ανηγμένη Παραμόρφωση none	Complex modulus MPa	Storage modulus MPa	Loss modulus MPa	Loss tangent none	Φάση (φ) none	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση none
sec	none										
2	0	4.899	0,031066	0,48988	0,000310664	1576,9	1384	755.672	0,546	286.344	-0,00011328
4	1	4.894	0,027621	0,48938	0,000276213	1771,8	1632	689,6	0,42254	229.059	-0,0001543
6	2	488.628	0,027104	0,48861	0,000271041	1802,7	1678,6	657.227	0,39152	213.815	-0,00015821
8	3	487.998	0,026919	0,48798	0,000269185	1812,8	1694,8	643,28	0,37955	207.844	-0,0001836
10	4	489.088	0,026737	0,48907	0,000267371	1829,2	1714,3	637.996	0,37216	204.131	-0,00020117
12	5	48.906	0,026743	0,48904	0,000267433	1828,7	1716,8	629.827	0,36687	201.465	-0,00021289
14	6	488.493	0,026638	0,48848	0,000266378	1833,8	1724,4	623.962	0,36185	198.929	-0,0002168
16	7	49.053	0,026657	0,49051	0,000266567	1840,1	1733	618.741	0,35704	196.487	-0,00023242
18	8	489.747	0,026697	0,48973	0,000266969	1834,4	1730,6	608.346	0,35153	193.678	-0,00023828
78	9	488.174	0,026804	0,48816	0,000268041	1821,2	1716,6	608.353	0,3544	195.141	-0,00025391
80	39	488.152	0,027948	0,48813	0,000279477	1746,6	1657,1	552.045	0,33315	184.253	-0,0004375
82	40	487.948	0,027646	0,48793	0,000276463	1764,9	1674,6	557.367	0,33284	184.095	-0,00044532
84	41	489.325	0,027683	0,48931	0,000276828	1767,6	1677,7	556,32	0,33159	183.452	-0,00044922
86	42	488.619	0,027667	0,4886	0,000276674	1766	1674,9	559.888	0,33429	18.484	-0,00045508
88	43	489.467	0,027617	0,48945	0,000276166	1772,3	1680,7	562.531	0,33471	185.058	-0,00046485

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3.13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο	Αξονική μετατόπιση	Τάση	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus	Storage modulus	Loss modulus	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec	none	kN	mm	MPa	none	MPa	MPa	MPa	none	none	none
0,1	0	421.296	0,020542	0,42128	0,000205421	2050,8	1916	731.263	0,38166	208.898	-0,00010742
0,2	1	404.777	0,017135	0,40476	0,000171346	2362,3	2226,9	788.161	0,35393	194.904	-0,000125
0,3	2	40.687	0,01663	0,40686	0,000166302	2446,5	2311,9	800.299	0,34617	190.942	-0,00016016
0,4	3	410.033	0,016395	0,41002	0,000163949	2500,9	2373,2	789.009	0,33247	183.905	-0,00016406
0,5	4	411.294	0,016355	0,41128	0,000163547	2514,7	2394,6	768.116	0,32078	17.785	-0,00016992
0,6	5	413.392	0,016357	0,41338	0,000163572	2527,2	2408,6	764.964	0,31759	176.195	-0,00017774
0,7	6	414.978	0,016269	0,41496	0,000162692	2550,6	2435,7	756.796	0,31071	172.603	-0,00017774
0,8	7	416.557	0,016277	0,41654	0,000162769	2559,1	2445,9	752.663	0,30772	171.044	-0,00020117
0,9	8	419.314	0,016294	0,4193	0,000162943	2573,3	2462,6	746.507	0,30313	168.639	-0,00019922
3,9	9	420.808	0,016306	0,42079	0,000163061	2580,6	2470,3	746,3	0,30211	168.099	-0,00020117
4	39	447.762	0,016975	0,44775	0,000169746	2637,7	2541,1	707.369	0,27837	155.556	-0,00025781
4,1	40	449.348	0,016788	0,44933	0,000167879	2676,5	2574,9	730.477	0,28369	158.381	-0,00025977
4,2	41	448.947	0,016888	0,44893	0,000168877	2658,3	2556,9	727.267	0,28443	158.775	-0,00025781
4,3	42	449.575	0,016911	0,44956	0,000169111	2658,4	2560,2	715,9	0,27963	156.227	-0,00025781
4,4	43	448.245	0,016867	0,44823	0,000168673	2657,4	2556,9	723,67	0,28302	158.027	-0,00025781

SHRP Equipment
Corporation
Automatic Testing
System v.3.13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΔΟΚΙΜΗΣ

Συχνότητα
0,5 Hz

Πληροφορίες

Έναρξη
Δεδομένων

Χρόνος	Περίοδος	Αξονικό φορτίο	Αξονική μετατόπιση	Τάση	Ανηγμένη Παραμόρφωση	Complex modulus	Storage modulus	Loss modulus	Loss tangent	Φάση (φ)	Ανηγμένη μόνιμη παραμόρφωση
sec	none	kN	mm	MPa	none	MPa	MPa	MPa	none	none	none
0,0665	0	400.844	0,018716	0,40083	0,000187163	2141,6	2039	654.921	0,3212	178.068	-0,00011914
0,133	1	3,68	0,015047	0,36799	0,000150473	2445,5	2319,8	773.967	0,33363	184.503	-0,00013281
0,1995	2	370.165	0,014496	0,37015	0,000144963	2553,4	2427,7	791.333	0,32596	180.539	-0,00016015
0,266	3	374.109	0,014365	0,3741	0,000143647	2604,3	2486,2	775.249	0,31182	173.186	-0,0001621
0,3325	4	376.502	0,014238	0,37649	0,000142376	2644,3	2526,8	779.549	0,30851	171.457	-0,00016796
0,399	5	379.916	0,014339	0,3799	0,000143387	2649,5	2537,6	761.653	0,30014	167.067	-0,00017382
0,4655	6	382.184	0,014345	0,38217	0,000143446	2664,2	2560	737.869	0,28823	160.786	-0,00017968
0,532	7	384.992	0,014405	0,38498	0,000144049	2672,5	2561,7	761.649	0,29732	165.583	-0,00018945
0,5985	8	386.712	0,014284	0,3867	0,000142841	2707,2	2594,5	773.039	0,29796	165.917	-0,00019531
25.935	9	389.407	0,014417	0,38939	0,000144165	2701	2589,7	767.564	0,2964	165.096	-0,00019921
2,66	39	435.507	0,015689	0,43549	0,000156888	2775,8	2682,5	713.765	0,26608	149.003	-0,00025195
27,265	40	438.046	0,015764	0,43803	0,000157644	2778,6	2678,2	740.113	0,27635	154.479	-0,00025976
2,793	41	438.723	0,015756	0,43871	0,000157563	2784,3	2688,4	724.554	0,26951	150.835	-0,00025586
28.595	42	440.379	0,015778	0,44036	0,000157782	2791	2692	736.501	0,27359	153.01	-0,00026562
2.926	43	440.794	0,015791	0,44078	0,000157913	2791,3	2692,2	737.173	0,27382	153.135	-0,00025781

Παράρτημα 3
Αποτελέσματα δοκιμών RAMP test
στη συσκευή MTS

RAMP_RESULT 1 - 1sec

-File started

on

Mon

11 Sep 2000

15:39:16

sensit 0,0488281 0,0488281 0,0001953

Χρόνος	Αξον. μετατ.	Δύναμη	Παραμόρφ.	Ανηγμ. Παραμ.	Ανηγμ. Παραμ.	Τάση
sec	mm	KNt	mm			MPa
0	-62,5488	-0,0976562	0,261915	0	0	0,012434
0,01	-62,5488	-0,0488281	0,261719	0,000196	1,96E-06	0,006217
0,02	-62,5	-0,0976562	0,261719	0,000196	1,96E-06	0,012434
0,03	-62,5	-0,146484	0,262305	-0,00039	-3,9E-06	0,0186509
0,04	-62,5488	-0,146484	0,260938	0,000977	9,77E-06	0,0186509
0,05	-62,5	-0,195312	0,261915	0	0	0,0248679
0,06	-62,5	-0,244141	0,261719	0,000196	1,96E-06	0,031085
0,07	-62,5	-0,244141	0,261329	0,000586	5,86E-06	0,031085
0,08	-62,5	-0,244141	0,261133	0,000782	7,82E-06	0,031085
0,09	-62,5488	-0,292969	0,260938	0,000977	9,77E-06	0,037302
0,1	-62,5488	-0,341797	0,261524	0,000391	3,91E-06	0,0435189
0,11	-62,5	-0,439453	0,260548	0,001367	1,367E-05	0,0559529
0,12	-62,5488	-0,488281	0,260352	0,001563	1,563E-05	0,0621699
0,13	-62,5	-0,439453	0,260548	0,001367	1,367E-05	0,0559529
0,14	-62,5	-0,537109	0,259766	0,002149	2,149E-05	0,0683868
0,15	-62,5	-0,537109	0,259376	0,002539	2,539E-05	0,0683868
0,16	-62,5488	-0,585937	0,259571	0,002344	2,344E-05	0,0746038
0,17	-62,5488	-0,585937	0,258204	0,003711	3,711E-05	0,0746038
0,18	-62,5	-0,683593	0,25918	0,002735	2,735E-05	0,0870378
0,19	-62,5	-0,78125	0,25918	0,002735	2,735E-05	0,0994718
0,2	-62,5	-0,78125	0,258985	0,00293	2,93E-05	0,0994718
0,21	-62,5488	-0,78125	0,258594	0,003321	3,321E-05	0,0994718
0,22	-62,5	-0,830078	0,258204	0,003711	3,711E-05	0,1056888
0,23	-62,5488	-0,830078	0,258399	0,003516	3,516E-05	0,1056888
0,24	-62,5488	-0,732421	0,257618	0,004297	4,297E-05	0,0932547
0,25	-62,5	-0,830078	0,257227	0,004688	4,688E-05	0,1056888
0,26	-62,5488	-0,927734	0,257618	0,004297	4,297E-05	0,1181228
0,27	-62,5488	-0,976562	0,256641	0,005274	5,274E-05	0,1243397
0,28	-62,5488	-1,12305	0,256446	0,005469	5,469E-05	0,1429912
0,29	-62,5488	-1,12305	0,256641	0,005274	5,274E-05	0,1429912
0,3	-62,5488	-1,17187	0,255079	0,006836	6,836E-05	0,1492071
0,31	-62,5488	-1,17187	0,255665	0,00625	6,25E-05	0,1492071
0,32	-62,5488	-1,12305	0,255665	0,00625	6,25E-05	0,1429912
0,33	-62,5488	-1,2207	0,25586	0,006055	6,055E-05	0,1554244
0,34	-62,5488	-1,2207	0,254883	0,007032	7,032E-05	0,1554244
0,35	-62,5488	-1,26953	0,254688	0,007227	7,227E-05	0,1616416
0,36	-62,5	-1,36719	0,254883	0,007032	7,032E-05	0,174076
0,37	-62,5	-1,46484	0,254102	0,007813	7,813E-05	0,1865092
0,38	-62,5488	-1,46484	0,254102	0,007813	7,813E-05	0,1865092
0,39	-62,5488	-1,51367	0,253907	0,008008	8,008E-05	0,1927265
0,4	-62,5488	-1,51367	0,252149	0,009766	9,766E-05	0,1927265
0,41	-62,5488	-1,51367	0,252735	0,00918	9,18E-05	0,1927265
0,42	-62,5488	-1,5625	0,252735	0,00918	9,18E-05	0,1989437
0,43	-62,5488	-1,61133	0,251758	0,010157	0,0001016	0,2051609
0,44	-62,5488	-1,61133	0,251758	0,010157	0,0001016	0,2051609
0,45	-62,5976	-1,70898	0,251563	0,010352	0,0001035	0,2175941
0,46	-62,5488	-1,75781	0,252149	0,009766	9,766E-05	0,2238113
0,47	-62,5488	-1,80664	0,251368	0,010547	0,0001055	0,2300285
0,48	-62,5488	-1,80664	0,250782	0,011133	0,0001113	0,2300285
0,49	-62,5488	-1,85547	0,250587	0,011328	0,0001133	0,2362458
0,5	-62,5488	-1,85547	0,250001	0,011914	0,0001191	0,2362458
0,51	-62,5488	-1,9043	0,24961	0,012305	0,0001231	0,242463
0,52	-62,5488	-1,95312	0,24961	0,012305	0,0001231	0,248679
0,53	-62,4511	-1,95312	0,247657	0,014258	0,0001426	0,248679

RAMP_RESULT 1_0,12sec

File started on Mon 11 Sep 2000 15:39:16

sensit	0,0488281	0,0488281	0,0001953			
Χρόνος	Αξον. μετατ.	Δύναμη	Παραμόρφ.	Ανηγμ. Παραμ.	Ανηγμ. Παραμ.	Τάση
sec	mm	KNt	mm			MPa
0	-62,5488	-0,146484	0,236719	0	0	0,0186509
0,001	-62,5	-0,0488281	0,235743	0,000976	9,76E-06	0,006217
0,002	-62,5976	-0,0976562	0,23711	-0,000391	-3,91E-06	0,012434
0,003	-62,5976	-0,146484	0,236719	0	0	0,0186509
0,004	-62,5976	-0,0976562	0,237696	-0,000977	-9,77E-06	0,012434
0,005	-62,5976	-0,0976562	0,236915	-0,000196	-1,96E-06	0,012434
0,006	-62,5976	-0,0488281	0,236915	-0,000196	-1,96E-06	0,006217
0,007	-62,5976	-0,146484	0,237696	-0,000977	-9,77E-06	0,0186509
0,008	-62,5976	-0,0976562	0,236719	0	0	0,012434
0,009	-62,5976	-0,146484	0,236133	0,000586	5,86E-06	0,0186509
0,01	-62,5976	-0,0976562	0,236915	-0,000196	-1,96E-06	0,012434
0,011	-62,5976	-0,195312	0,236524	0,000195	1,95E-06	0,0248679
0,012	-62,5976	-0,146484	0,236719	0	0	0,0186509
0,013	-62,5976	-0,244141	0,236719	0	0	0,031085
0,014	-62,5976	-0,146484	0,236133	0,000586	5,86E-06	0,0186509
0,015	-62,5976	-0,244141	0,237305	-0,000586	-5,86E-06	0,031085
0,016	-62,5976	-0,195312	0,236329	0,00039	3,9E-06	0,0248679
0,017	-62,5976	-0,292969	0,236329	0,00039	3,9E-06	0,037302
0,018	-62,5976	-0,244141	0,236524	0,000195	1,95E-06	0,031085
0,019	-62,5488	-0,341797	0,235938	0,000781	7,81E-06	0,0435189
0,02	-62,5488	-0,292969	0,234766	0,001953	1,953E-05	0,037302
0,021	-62,5976	-0,390625	0,236133	0,000586	5,86E-06	0,0497359
0,022	-62,5976	-0,341797	0,235547	0,001172	1,172E-05	0,0435189
0,023	-62,6465	-0,390625	0,236524	0,000195	1,95E-06	0,0497359
0,024	-62,5976	-0,390625	0,235157	0,001562	1,562E-05	0,0497359
0,025	-62,5976	-0,439453	0,235938	0,000781	7,81E-06	0,0559529
0,026	-62,5976	-0,439453	0,235938	0,000781	7,81E-06	0,0559529
0,027	-62,5976	-0,537109	0,235157	0,001562	1,562E-05	0,0683868
0,028	-62,5976	-0,537109	0,233594	0,003125	3,125E-05	0,0683868
0,029	-62,5976	-0,634765	0,234962	0,001757	1,757E-05	0,0808208
0,03	-62,5976	-0,585937	0,234766	0,001953	1,953E-05	0,0746038
0,031	-62,5976	-0,634765	0,234766	0,001953	1,953E-05	0,0808208
0,032	-62,5976	-0,634765	0,234376	0,002343	2,343E-05	0,0808208
0,033	-62,5976	-0,683593	0,23418	0,002539	2,539E-05	0,0870378
0,034	-62,5976	-0,683593	0,234571	0,002148	2,148E-05	0,0870378
0,035	-62,6953	-0,732421	0,234376	0,002343	2,343E-05	0,0932547
0,036	-62,5976	-0,78125	0,23379	0,002929	2,929E-05	0,0994718
0,037	-62,5976	-0,830078	0,233985	0,002734	2,734E-05	0,1056888
0,038	-62,5976	-0,878906	0,233399	0,00332	3,32E-05	0,1119058
0,039	-62,5976	-0,927734	0,232422	0,004297	4,297E-05	0,1181228
0,04	-62,5976	-0,878906	0,233204	0,003515	3,515E-05	0,1119058
0,041	-62,5976	-0,927734	0,232813	0,003906	3,906E-05	0,1181228
0,042	-62,5976	-0,976562	0,23379	0,002929	2,929E-05	0,1243397
0,043	-62,5976	-1,02539	0,232422	0,004297	4,297E-05	0,1305567
0,044	-62,5976	-1,02539	0,233008	0,003711	3,711E-05	0,1305567
0,045	-62,5976	-1,07422	0,232813	0,003906	3,906E-05	0,1367739
0,046	-62,5	-1,07422	0,232422	0,004297	4,297E-05	0,1367739
0,047	-62,5976	-1,07422	0,230469	0,00625	6,25E-05	0,1367739
0,048	-62,5976	-1,17187	0,232032	0,004687	4,687E-05	0,1492071
0,049	-62,5976	-1,12305	0,231641	0,005078	5,078E-05	0,1429912
0,05	-62,6465	-1,2207	0,232032	0,004687	4,687E-05	0,1554244
0,051	-62,5976	-1,2207	0,231055	0,005664	5,664E-05	0,1554244
0,052	-62,5976	-1,31836	0,23086	0,005859	5,859E-05	0,1678588
0,053	-62,5976	-1,2207	0,231641	0,005078	5,078E-05	0,1554244

0,114	-62,6465	-3,17383	0,217774	0,018945	0,0001895	0,4041046
0,115	-62,6465	-3,17383	0,218165	0,018554	0,0001855	0,4041046
0,116	-62,6465	-3,22265	0,217188	0,019531	0,0001953	0,4103205
0,117	-62,6465	-3,22265	0,216993	0,019726	0,0001973	0,4103205
0,118	-62,6465	-3,27148	0,217383	0,019336	0,0001934	0,4165378
0,119	-62,6465	-3,32031	0,216602	0,020117	0,0002012	0,422755
0,12	-62,6465	-3,27148	0,216407	0,020312	0,0002031	0,4165378
0,121	-62,6465	-3,36914	0,216407	0,020312	0,0002031	0,4289722
0,122	-62,6465	-3,41797	0,215821	0,020898	0,000209	0,4351895
0,123	-62,5976	-3,51562	0,21504	0,021679	0,0002168	0,4476226
0,124	-62,6465	-3,4668	0,21543	0,021289	0,0002129	0,4414067
0,125	-62,6465	-3,4668	0,214844	0,021875	0,0002188	0,4414067
0,126	-62,6465	-3,56445	0,215626	0,021093	0,0002109	0,4538399
0,127	-62,6465	-3,56445	0,214258	0,022461	0,0002246	0,4538399
0,128	-62,6953	-3,61328	0,214454	0,022265	0,0002227	0,4600571
0,129	-62,6465	-3,61328	0,214454	0,022265	0,0002227	0,4600571
0,13	-62,6465	-3,71094	0,213672	0,023047	0,0002305	0,4724916
0,131	-62,6465	-3,66211	0,212305	0,024414	0,0002441	0,4662743
0,132	-62,6953	-3,71094	0,213672	0,023047	0,0002305	0,4724916
0,133	-62,6465	-3,71094	0,212891	0,023828	0,0002383	0,4724916
0,134	-62,6953	-3,80859	0,213477	0,023242	0,0002324	0,4849247
0,135	-62,6953	-3,75976	0,212501	0,024218	0,0002422	0,4787075

0,54	-63,0371	-2,24609	0,260352	0,01836	0,0001836	0,2859811
0,55	-63,0371	-2,19726	0,260548	0,018164	0,0001816	0,2797638
0,56	-63,0859	-2,19726	0,25918	0,019532	0,0001953	0,2797638
0,57	-62,9882	-2,29492	0,25879	0,019922	0,0001992	0,2921983
0,58	-63,0371	-2,29492	0,258985	0,019727	0,0001973	0,2921983
0,59	-63,0859	-2,39258	0,257618	0,021094	0,0002109	0,3046327
0,6	-63,0371	-2,39258	0,257227	0,021485	0,0002149	0,3046327
0,61	-63,0859	-2,44141	0,257423	0,021289	0,0002129	0,31085
0,62	-63,0371	-2,53906	0,256055	0,022657	0,0002266	0,3232832
0,63	-63,0371	-2,53906	0,255469	0,023243	0,0002324	0,3232832
0,64	-63,0371	-2,58789	0,255665	0,023047	0,0002305	0,3295004
0,65	-63,0371	-2,63672	0,254102	0,02461	0,0002461	0,3357176
0,66	-63,0859	-2,63672	0,253712	0,025	0,00025	0,3357176
0,67	-63,0371	-2,63672	0,253516	0,025196	0,000252	0,3357176
0,68	-63,0859	-2,68555	0,251954	0,026758	0,0002676	0,3419348
0,69	-63,0371	-2,7832	0,252149	0,026563	0,0002656	0,354368
0,7	-63,0371	-2,7832	0,251954	0,026758	0,0002676	0,354368
0,71	-63,0859	-2,83203	0,250391	0,028321	0,0002832	0,3605853
0,72	-63,0859	-2,88086	0,250587	0,028125	0,0002813	0,3668025
0,73	-63,0859	-2,92969	0,250196	0,028516	0,0002852	0,3730197
0,74	-63,0371	-2,92969	0,249415	0,029297	0,000293	0,3730197
0,75	-63,0371	-2,97851	0,248633	0,030079	0,0003008	0,3792357
0,76	-63,0859	-3,02734	0,248048	0,030664	0,0003066	0,3854529
0,77	-63,0371	-3,02734	0,248048	0,030664	0,0003066	0,3854529
0,78	-63,0859	-3,07617	0,24668	0,032032	0,0003203	0,3916701
0,79	-63,0859	-3,17383	0,246094	0,032618	0,0003262	0,4041046
0,8	-63,0371	-3,22265	0,24629	0,032422	0,0003242	0,4103205
0,81	-63,0859	-3,22265	0,244727	0,033985	0,0003399	0,4103205
0,82	-63,0859	-3,27148	0,244141	0,034571	0,0003457	0,4165378
0,83	-63,0371	-3,27148	0,243751	0,034961	0,0003496	0,4165378
0,84	-63,0859	-3,32031	0,242774	0,035938	0,0003594	0,422755
0,85	-63,0859	-3,41797	0,241993	0,036719	0,0003672	0,4351895
0,86	-63,0859	-3,36914	0,241602	0,03711	0,0003711	0,4289722
0,87	-63,0859	-3,4668	0,240235	0,038477	0,0003848	0,4414067
0,88	-63,0859	-3,51562	0,24004	0,038672	0,0003867	0,4476226
0,89	-63,1347	-3,4668	0,24004	0,038672	0,0003867	0,4414067
0,9	-63,0859	-3,56445	0,237891	0,040821	0,0004082	0,4538399
0,91	-63,0859	-3,61328	0,238282	0,04043	0,0004043	0,4600571
0,92	-63,0859	-3,61328	0,237501	0,041211	0,0004121	0,4600571
0,93	-63,0859	-3,71094	0,236329	0,042383	0,0004238	0,4724916
0,94	-63,0859	-3,71094	0,235938	0,042774	0,0004277	0,4724916
0,95	-63,1347	-3,75976	0,235352	0,04336	0,0004336	0,4787075

0,054	-63,1347	-1,26953	0,213282	0,007422	7,422E-05	0,1616416
0,055	-63,1347	-1,41601	0,212891	0,007813	7,813E-05	0,180292
0,056	-63,1347	-1,31836	0,212696	0,008008	8,008E-05	0,1678588
0,057	-63,1347	-1,51367	0,212501	0,008203	8,203E-05	0,1927265
0,058	-63,1836	-1,51367	0,21211	0,008594	8,594E-05	0,1927265
0,059	-63,1347	-1,51367	0,212501	0,008203	8,203E-05	0,1927265
0,06	-63,1836	-1,41601	0,211329	0,009375	9,375E-05	0,180292
0,061	-63,1347	-1,5625	0,211329	0,009375	9,375E-05	0,1989437
0,062	-63,1836	-1,5625	0,211524	0,00918	9,18E-05	0,1989437
0,063	-63,1347	-1,61133	0,210352	0,010352	0,0001035	0,2051609
0,064	-63,1836	-1,61133	0,209766	0,010938	0,0001094	0,2051609
0,065	-63,1836	-1,66016	0,210938	0,009766	9,766E-05	0,2113781
0,066	-63,1836	-1,66016	0,210157	0,010547	0,0001055	0,2113781
0,067	-63,1347	-1,75781	0,210352	0,010352	0,0001035	0,2238113
0,068	-63,1347	-1,70898	0,209571	0,011133	0,0001113	0,2175941
0,069	-63,1347	-1,80664	0,208985	0,011719	0,0001172	0,2300285
0,07	-63,1347	-1,80664	0,209376	0,011328	0,0001133	0,2300285
0,071	-63,1836	-1,85547	0,208399	0,012305	0,0001231	0,2362458
0,072	-63,1347	-1,85547	0,207618	0,013086	0,0001309	0,2362458
0,073	-63,1836	-1,9043	0,208008	0,012696	0,000127	0,242463
0,074	-63,1836	-1,95312	0,208008	0,012696	0,000127	0,248679
0,075	-63,1836	-1,95312	0,207422	0,013282	0,0001328	0,248679
0,076	-63,1347	-2,00195	0,207422	0,013282	0,0001328	0,2548962
0,077	-63,0859	-1,95312	0,206836	0,013868	0,0001387	0,248679
0,078	-63,1836	-2,05078	0,207618	0,013086	0,0001309	0,2611134
0,079	-63,1836	-2,05078	0,206251	0,014453	0,0001445	0,2611134
0,08	-63,1836	-2,09961	0,206251	0,014453	0,0001445	0,2673306
0,081	-63,1836	-2,05078	0,20586	0,014844	0,0001484	0,2611134
0,082	-63,1836	-2,19726	0,205274	0,01543	0,0001543	0,2797638
0,083	-63,1836	-2,19726	0,204102	0,016602	0,000166	0,2797638
0,084	-63,1836	-2,29492	0,205274	0,01543	0,0001543	0,2921983
0,085	-63,0859	-2,19726	0,204688	0,016016	0,0001602	0,2797638
0,086	-63,1836	-2,34375	0,205079	0,015625	0,0001563	0,2984155
0,087	-63,1836	-2,29492	0,203907	0,016797	0,000168	0,2921983
0,088	-63,1836	-2,39258	0,203516	0,017188	0,0001719	0,3046327
0,089	-63,1836	-2,29492	0,203711	0,016993	0,0001699	0,2921983
0,09	-63,1836	-2,44141	0,203321	0,017383	0,0001738	0,31085
0,091	-63,1836	-2,39258	0,202149	0,018555	0,0001856	0,3046327
0,092	-63,1836	-2,53906	0,202735	0,017969	0,0001797	0,3232832
0,093	-63,1836	-2,49023	0,201954	0,01875	0,0001875	0,3170659
0,094	-63,1836	-2,58789	0,201954	0,01875	0,0001875	0,3295004
0,095	-63,2324	-2,53906	0,201758	0,018946	0,0001895	0,3232832
0,096	-63,2324	-2,63672	0,201172	0,019532	0,0001953	0,3357176
0,097	-63,2324	-2,58789	0,201368	0,019336	0,0001934	0,3295004
0,098	-63,1836	-2,73437	0,200977	0,019727	0,0001973	0,3481508
0,099	-63,1836	-2,63672	0,200391	0,020313	0,0002031	0,3357176
0,1	-63,1836	-2,7832	0,200391	0,020313	0,0002031	0,354368
0,101	-63,1836	-2,73437	0,199415	0,021289	0,0002129	0,3481508
0,102	-63,1836	-2,83203	0,198438	0,022266	0,0002227	0,3605853
0,103	-63,1836	-2,73437	0,199219	0,021485	0,0002149	0,3481508
0,104	-63,1836	-2,88086	0,198829	0,021875	0,0002188	0,3668025
0,105	-63,1836	-2,88086	0,198829	0,021875	0,0002188	0,3668025
0,106	-63,1836	-2,92969	0,198438	0,022266	0,0002227	0,3730197
0,107	-63,1836	-2,92969	0,197657	0,023047	0,0002305	0,3730197
0,108	-63,1347	-2,92969	0,198243	0,022461	0,0002246	0,3730197
0,109	-63,1836	-2,97851	0,197071	0,023633	0,0002363	0,3792357
0,11	-63,1836	-3,02734	0,19629	0,024414	0,0002441	0,3854529
0,111	-63,1836	-3,07617	0,19668	0,024024	0,0002402	0,3916701
0,112	-63,1836	-3,07617	0,19629	0,024414	0,0002441	0,3916701
0,113	-63,2324	-3,125	0,195508	0,025196	0,000252	0,3978874

RAMP_RESULT 3.4sec

File started on Mon 11 Sep 2000 15:39:16

sensit	0,0488281	0,0488281	0,0001953			
Χρόνος	Αξον. μετατ.	Δύναμη	Παραμόρφ.	Ανηγμ. Παραμ.	Ανηγμ. Παραμ.	Τάση
sec	mm	KNt	mm			MPa
0	-62,207	-0,195312	0,316602	0	0	0,0248679
0,01	-62,207	-0,146484	0,316993	-0,000391	-3,91E-06	0,0186509
0,02	-62,207	-0,0976562	0,316798	-0,000196	-1,96E-06	0,012434
0,03	-62,207	-0,146484	0,316993	-0,000391	-3,91E-06	0,0186509
0,04	-62,207	-0,195312	0,317188	-0,000586	-5,86E-06	0,0248679
0,05	-62,207	-0,244141	0,316016	0,000586	5,86E-06	0,031085
0,06	-62,207	-0,292969	0,316407	0,000195	1,95E-06	0,037302
0,07	-62,207	-0,341797	0,316602	0	0	0,0435189
0,08	-62,207	-0,341797	0,314259	0,002343	2,343E-05	0,0435189
0,09	-62,207	-0,292969	0,31543	0,001172	1,172E-05	0,037302
0,1	-62,207	-0,341797	0,315626	0,000976	9,76E-06	0,0435189
0,11	-62,207	-0,439453	0,314259	0,002343	2,343E-05	0,0559529
0,12	-62,1093	-0,439453	0,31504	0,001562	1,562E-05	0,0559529
0,13	-62,207	-0,585937	0,31504	0,001562	1,562E-05	0,0746038
0,14	-62,207	-0,585937	0,314649	0,001953	1,953E-05	0,0746038
0,15	-62,207	-0,634765	0,314259	0,002343	2,343E-05	0,0808208
0,16	-62,207	-0,634765	0,314259	0,002343	2,343E-05	0,0808208
0,17	-62,2558	-0,683593	0,314063	0,002539	2,539E-05	0,0870378
0,18	-62,207	-0,683593	0,313477	0,003125	3,125E-05	0,0870378
0,19	-62,207	-0,732421	0,313477	0,003125	3,125E-05	0,0932547
0,2	-62,207	-0,78125	0,313868	0,002734	2,734E-05	0,0994718
0,21	-62,2558	-0,878906	0,312696	0,003906	3,906E-05	0,1119058
0,22	-62,2558	-0,878906	0,312501	0,004101	4,101E-05	0,1119058
0,23	-62,2558	-1,02539	0,312696	0,003906	3,906E-05	0,1305567
0,24	-62,207	-0,976562	0,31172	0,004882	4,882E-05	0,1243397
0,25	-62,207	-0,976562	0,311915	0,004687	4,687E-05	0,1243397
0,26	-62,207	-0,976562	0,311915	0,004687	4,687E-05	0,1243397
0,27	-62,207	-0,976562	0,311134	0,005468	5,468E-05	0,1243397
0,28	-62,1582	-1,07422	0,311134	0,005468	5,468E-05	0,1367739
0,29	-62,207	-1,17187	0,310938	0,005664	5,664E-05	0,1492071
0,3	-62,2558	-1,2207	0,310352	0,00625	6,25E-05	0,1554244
0,31	-62,207	-1,2207	0,309962	0,00664	6,64E-05	0,1554244
0,32	-62,2558	-1,2207	0,309962	0,00664	6,64E-05	0,1554244
0,33	-62,207	-1,26953	0,308009	0,008593	8,593E-05	0,1616416
0,34	-62,2558	-1,26953	0,308595	0,008007	8,007E-05	0,1616416
0,35	-62,2558	-1,31836	0,30879	0,007812	7,812E-05	0,1678588
0,36	-62,207	-1,31836	0,307032	0,00957	9,57E-05	0,1678588
0,37	-62,207	-1,46484	0,308009	0,008593	8,593E-05	0,1865092
0,38	-62,207	-1,46484	0,307813	0,008789	8,789E-05	0,1865092
0,39	-62,2558	-1,5625	0,307227	0,009375	9,375E-05	0,1989437
0,4	-62,207	-1,61133	0,306837	0,009765	9,765E-05	0,2051609
0,41	-62,2558	-1,61133	0,306641	0,009961	9,961E-05	0,2051609
0,42	-62,2558	-1,5625	0,306837	0,009765	9,765E-05	0,1989437
0,43	-62,3535	-1,5625	0,30547	0,011132	0,0001113	0,1989437
0,44	-62,2558	-1,66016	0,305274	0,011328	0,0001133	0,2113781
0,45	-62,2558	-1,66016	0,305665	0,010937	0,0001094	0,2113781
0,46	-62,2558	-1,80664	0,304493	0,012109	0,0001211	0,2300285
0,47	-62,2558	-1,80664	0,304493	0,012109	0,0001211	0,2300285
0,48	-62,2558	-1,9043	0,304688	0,011914	0,0001191	0,242463
0,49	-62,2558	-1,9043	0,303907	0,012695	0,000127	0,242463
0,5	-62,3047	-1,9043	0,30293	0,013672	0,0001367	0,242463
0,51	-62,2558	-1,95312	0,303321	0,013281	0,0001328	0,248679
0,52	-62,2558	-2,00195	0,302149	0,014453	0,0001445	0,2548962
0,53	-62,2558	-2,05078	0,301759	0,014843	0,0001484	0,2611134

RAMP_RESULT 3_0.12sec

.File started on Mon 11 Sep 2000 15:39:16

sensit	0,0488281	0,0488281	0,0001953			
Χρόνος	Αξον. μετα.	Δύναμη	Παραμόρφ.	Ανηγμ. Παραμ.	Ανηγμ. Παραμ.	Τάση
sec	mm	KNt	mm			MPa
0	-62,3047	-0,146484	0,278907	0	0	0,0186509
0,001	-62,3047	-0,146484	0,279493	-0,000586	-5,86E-06	0,0186509
0,002	-62,3047	-0,195312	0,279493	-0,000586	-5,86E-06	0,0248679
0,003	-62,3535	-0,0976562	0,278516	0,000391	3,91E-06	0,012434
0,004	-62,3047	-0,195312	0,279884	-0,000977	-9,77E-06	0,0248679
0,005	-62,3047	-0,0976562	0,279102	-0,000195	-1,95E-06	0,012434
0,006	-62,3535	-0,292969	0,278516	0,000391	3,91E-06	0,037302
0,007	-62,2558	-0,146484	0,278712	0,000195	1,95E-06	0,0186509
0,008	-62,3047	-0,195312	0,279298	-0,000391	-3,91E-06	0,0248679
0,009	-62,3047	-0,195312	0,278712	0,000195	1,95E-06	0,0248679
0,01	-62,3047	-0,292969	0,279298	-0,000391	-3,91E-06	0,037302
0,011	-62,2558	-0,146484	0,278516	0,000391	3,91E-06	0,0186509
0,012	-62,3047	-0,244141	0,279688	-0,000781	-7,81E-06	0,031085
0,013	-62,3047	-0,244141	0,278516	0,000391	3,91E-06	0,031085
0,014	-62,3047	-0,292969	0,278712	0,000195	1,95E-06	0,037302
0,015	-62,3047	-0,244141	0,278712	0,000195	1,95E-06	0,031085
0,016	-62,3047	-0,390625	0,278321	0,000586	5,86E-06	0,0497359
0,017	-62,3047	-0,341797	0,277149	0,001758	1,758E-05	0,0435189
0,018	-62,3047	-0,390625	0,278712	0,000195	1,95E-06	0,0497359
0,019	-62,3047	-0,341797	0,278126	0,000781	7,81E-06	0,0435189
0,02	-62,3047	-0,439453	0,278712	0,000195	1,95E-06	0,0559529
0,021	-62,3047	-0,390625	0,27793	0,000977	9,77E-06	0,0497359
0,022	-62,3047	-0,488281	0,277735	0,001172	1,172E-05	0,0621699
0,023	-62,3047	-0,439453	0,278126	0,000781	7,81E-06	0,0559529
0,024	-62,3047	-0,537109	0,27754	0,001367	1,367E-05	0,0683868
0,025	-62,3047	-0,488281	0,276563	0,002344	2,344E-05	0,0621699
0,026	-62,3047	-0,585937	0,277344	0,001563	1,563E-05	0,0746038
0,027	-62,3047	-0,585937	0,277149	0,001758	1,758E-05	0,0746038
0,028	-62,3047	-0,634765	0,276759	0,002148	2,148E-05	0,0808208
0,029	-62,3047	-0,683593	0,276759	0,002148	2,148E-05	0,0870378
0,03	-62,3047	-0,683593	0,276368	0,002539	2,539E-05	0,0870378
0,031	-62,4023	-0,634765	0,276954	0,001953	1,953E-05	0,0808208
0,032	-62,3047	-0,732421	0,275977	0,00293	2,93E-05	0,0932547
0,033	-62,3047	-0,732421	0,275977	0,00293	2,93E-05	0,0932547
0,034	-62,3047	-0,830078	0,275977	0,00293	2,93E-05	0,1056888
0,035	-62,3047	-0,830078	0,275391	0,003516	3,516E-05	0,1056888
0,036	-62,3047	-0,78125	0,274415	0,004492	4,492E-05	0,0994718
0,037	-62,3047	-0,878906	0,275587	0,00332	3,32E-05	0,1119058
0,038	-62,3047	-0,878906	0,275001	0,003906	3,906E-05	0,1119058
0,039	-62,3047	-0,927734	0,275587	0,00332	3,32E-05	0,1181228
0,04	-62,3535	-0,878906	0,275001	0,003906	3,906E-05	0,1119058
0,041	-62,3047	-1,07422	0,274219	0,004688	4,688E-05	0,1367739
0,042	-62,3047	-0,976562	0,274805	0,004102	4,102E-05	0,1243397
0,043	-62,3047	-1,12305	0,273829	0,005078	5,078E-05	0,1429912
0,044	-62,3047	-1,02539	0,273243	0,005664	5,664E-05	0,1305567
0,045	-62,3047	-1,17187	0,273829	0,005078	5,078E-05	0,1492071
0,046	-62,3047	-1,12305	0,273048	0,005859	5,859E-05	0,1429912
0,047	-62,3047	-1,2207	0,273048	0,005859	5,859E-05	0,1554244
0,048	-62,2558	-1,26953	0,272657	0,00625	6,25E-05	0,1616416
0,049	-62,3047	-1,26953	0,272657	0,00625	6,25E-05	0,1616416
0,05	-62,3047	-1,2207	0,273048	0,005859	5,859E-05	0,1554244
0,051	-62,3047	-1,31836	0,272462	0,006445	6,445E-05	0,1678588
0,052	-62,3535	-1,26953	0,271876	0,007031	7,031E-05	0,1616416
0,053	-62,3047	-1,36719	0,272462	0,006445	6,445E-05	0,174076

0,114	-62,3535	-3,27148	0,256446	0,022461	0,0002246	0,4165378
0,115	-62,4023	-3,22265	0,25586	0,023047	0,0002305	0,4103205
0,116	-62,3535	-3,32031	0,255665	0,023242	0,0002324	0,422755
0,117	-62,3535	-3,32031	0,255469	0,023438	0,0002344	0,422755
0,118	-62,3535	-3,36914	0,255665	0,023242	0,0002324	0,4289722
0,119	-62,3535	-3,36914	0,254883	0,024024	0,0002402	0,4289722
0,12	-62,3535	-3,41797	0,254493	0,024414	0,0002441	0,4351895
0,121	-62,3535	-3,4668	0,254298	0,024609	0,0002461	0,4414067
0,122	-62,3535	-3,4668	0,253516	0,025391	0,0002539	0,4414067
0,123	-62,3535	-3,51562	0,25293	0,025977	0,0002598	0,4476226
0,124	-62,4023	-3,51562	0,253907	0,025	0,00025	0,4476226
0,125	-62,4023	-3,61328	0,25293	0,025977	0,0002598	0,4600571
0,126	-62,4023	-3,56445	0,253321	0,025586	0,0002559	0,4538399
0,127	-62,3535	-3,66211	0,252344	0,026563	0,0002656	0,4662743
0,128	-62,4023	-3,71094	0,251758	0,027149	0,0002715	0,4724916
0,129	-62,3535	-3,75976	0,252149	0,026758	0,0002676	0,4787075
0,13	-62,4023	-3,71094	0,251173	0,027734	0,0002773	0,4724916
0,131	-62,4023	-3,80859	0,250587	0,02832	0,0002832	0,4849247
0,132	-62,3535	-3,75976	0,250782	0,028125	0,0002813	0,4787075

0,54	-62,8418	-2,19726	0,269727	0,016992	0,00016992	0,2797638
0,55	-62,7929	-2,19726	0,269337	0,017382	0,00017382	0,2797638
0,56	-62,8418	-2,24609	0,268555	0,018164	0,00018164	0,2859811
0,57	-62,8418	-2,29492	0,267969	0,01875	0,0001875	0,2921983
0,58	-62,8418	-2,29492	0,267969	0,01875	0,0001875	0,2921983
0,59	-62,7929	-2,29492	0,266993	0,019726	0,00019726	0,2921983
0,6	-62,8906	-2,29492	0,266407	0,020312	0,00020312	0,2921983
0,61	-62,8418	-2,39258	0,266602	0,020117	0,00020117	0,3046327
0,62	-62,8418	-2,44141	0,265235	0,021484	0,00021484	0,31085
0,63	-62,8418	-2,49023	0,264649	0,02207	0,0002207	0,3170659
0,64	-62,8418	-2,49023	0,265235	0,021484	0,00021484	0,3170659
0,65	-62,7929	-2,49023	0,263868	0,022851	0,00022851	0,3170659
0,66	-62,8418	-2,63672	0,262696	0,024023	0,00024023	0,3357176
0,67	-62,8418	-2,58789	0,262696	0,024023	0,00024023	0,3295004
0,68	-62,8418	-2,63672	0,261915	0,024804	0,00024804	0,3357176
0,69	-62,8906	-2,63672	0,261719	0,025	0,00025	0,3357176
0,7	-62,8906	-2,68555	0,26211	0,024609	0,00024609	0,3419348
0,71	-62,8906	-2,7832	0,260352	0,026367	0,00026367	0,354368
0,72	-62,8418	-2,83203	0,259962	0,026757	0,00026757	0,3605853
0,73	-62,8418	-2,88086	0,259571	0,027148	0,00027148	0,3668025
0,74	-62,9394	-2,88086	0,258204	0,028515	0,00028515	0,3668025
0,75	-62,8906	-2,92969	0,258008	0,028711	0,00028711	0,3730197
0,76	-62,8418	-2,97851	0,257618	0,029101	0,00029101	0,3792357
0,77	-62,8418	-2,97851	0,255469	0,03125	0,0003125	0,3792357
0,78	-62,8418	-3,02734	0,256251	0,030468	0,00030468	0,3854529
0,79	-62,8906	-3,07617	0,255665	0,031054	0,00031054	0,3916701
0,8	-62,8906	-3,125	0,253712	0,033007	0,00033007	0,3978874
0,81	-62,8906	-3,17383	0,254102	0,032617	0,00032617	0,4041046
0,82	-62,8906	-3,17383	0,253712	0,033007	0,00033007	0,4041046
0,83	-62,8906	-3,27148	0,251954	0,034765	0,00034765	0,4165378
0,84	-62,8906	-3,32031	0,251954	0,034765	0,00034765	0,422755
0,85	-62,8906	-3,32031	0,251563	0,035156	0,00035156	0,422755
0,86	-62,8906	-3,32031	0,250977	0,035742	0,00035742	0,422755
0,87	-62,8906	-3,36914	0,250001	0,036718	0,00036718	0,4289722
0,88	-62,8418	-3,61328	0,249415	0,037304	0,00037304	0,4600571
0,89	-62,8906	-3,41797	0,249415	0,037304	0,00037304	0,4351895
0,9	-62,8906	-3,51562	0,247657	0,039062	0,00039062	0,4476226
0,91	-62,8906	-3,56445	0,247071	0,039648	0,00039648	0,4538399
0,92	-62,8906	-3,56445	0,247071	0,039648	0,00039648	0,4538399
0,93	-62,8906	-3,61328	0,245313	0,041406	0,00041406	0,4600571
0,94	-62,8906	-3,61328	0,244923	0,041796	0,00041796	0,4600571
0,95	-62,8906	-3,71094	0,244923	0,041796	0,00041796	0,4724916
0,96	-62,8906	-3,71094	0,243751	0,042968	0,00042968	0,4724916
0,97	-62,8906	-3,80859	0,242774	0,043945	0,00043945	0,4849247

0,0585	-62,9394	-1,51367	0,216993	0,009961	0,00009961	0,1927265
0,0595	-62,9394	-1,51367	0,216211	0,010743	0,00010743	0,1927265
0,0605	-62,8906	-1,5625	0,217188	0,009766	0,00009766	0,1989437
0,0615	-62,9394	-1,61133	0,216407	0,010547	0,00010547	0,2051609
0,0625	-62,9394	-1,70898	0,215626	0,011328	0,00011328	0,2175941
0,0635	-62,9394	-1,66016	0,216016	0,010938	0,00010938	0,2113781
0,0645	-62,9394	-1,70898	0,215235	0,011719	0,00011719	0,2175941
0,0655	-62,9394	-1,66016	0,214454	0,0125	0,000125	0,2113781
0,0665	-62,9394	-1,75781	0,21504	0,011914	0,00011914	0,2238113
0,0675	-62,8906	-1,75781	0,214649	0,012305	0,00012305	0,2238113
0,0685	-62,9394	-1,85547	0,21504	0,011914	0,00011914	0,2362458
0,0695	-62,9394	-1,80664	0,213868	0,013086	0,00013086	0,2300285
0,0705	-62,9882	-1,80664	0,213868	0,013086	0,00013086	0,2300285
0,0715	-62,9882	-1,85547	0,213868	0,013086	0,00013086	0,2362458
0,0725	-62,8906	-2,00195	0,213282	0,013672	0,00013672	0,2548962
0,0735	-62,9394	-1,9043	0,211524	0,01543	0,0001543	0,242463
0,0745	-62,9394	-2,00195	0,213086	0,013868	0,00013868	0,2548962
0,0755	-62,9394	-2,00195	0,212501	0,014453	0,00014453	0,2548962
0,0765	-62,9882	-2,05078	0,212696	0,014258	0,00014258	0,2611134
0,0775	-62,8906	-2,05078	0,211915	0,015039	0,00015039	0,2611134
0,0785	-62,9394	-2,14844	0,211524	0,01543	0,0001543	0,2735479
0,0795	-62,9394	-2,05078	0,211915	0,015039	0,00015039	0,2611134
0,0805	-62,9394	-2,19726	0,210938	0,016016	0,00016016	0,2797638
0,0815	-62,9394	-2,19726	0,210743	0,016211	0,00016211	0,2797638
0,0825	-62,9882	-2,29492	0,210938	0,016016	0,00016016	0,2921983
0,0835	-62,9394	-2,24609	0,210352	0,016602	0,00016602	0,2859811
0,0845	-62,9394	-2,29492	0,20918	0,017774	0,00017774	0,2921983
0,0855	-62,9394	-2,34375	0,209766	0,017188	0,00017188	0,2984155
0,0865	-62,9394	-2,34375	0,209376	0,017578	0,00017578	0,2984155
0,0875	-62,9394	-2,34375	0,209766	0,017188	0,00017188	0,2984155
0,0885	-62,9394	-2,39258	0,208399	0,018555	0,00018555	0,3046327
0,0895	-62,9394	-2,44141	0,208985	0,017969	0,00017969	0,31085
0,0905	-62,9394	-2,44141	0,208594	0,01836	0,0001836	0,31085
0,0915	-62,9394	-2,49023	0,207813	0,019141	0,00019141	0,3170659
0,0925	-62,9394	-2,53906	0,206251	0,020703	0,00020703	0,3232832
0,0935	-62,9394	-2,63672	0,207618	0,019336	0,00019336	0,3357176
0,0945	-62,8906	-2,68555	0,206641	0,020313	0,00020313	0,3419348
0,0955	-62,9394	-2,63672	0,207032	0,019922	0,00019922	0,3357176
0,0965	-62,9394	-2,63672	0,206251	0,020703	0,00020703	0,3357176
0,0975	-62,9882	-2,73437	0,20586	0,021094	0,00021094	0,3481508
0,0985	-62,9394	-2,68555	0,206446	0,020508	0,00020508	0,3419348
0,0995	-62,9882	-2,7832	0,205469	0,021485	0,00021485	0,354368
0,1005	-62,9394	-2,7832	0,204883	0,022071	0,00022071	0,354368
0,1015	-62,9394	-2,88086	0,205079	0,021875	0,00021875	0,3668025
0,1025	-62,9394	-2,83203	0,204102	0,022852	0,00022852	0,3605853
0,1035	-62,8906	-2,88086	0,203126	0,023828	0,00023828	0,3668025
0,1045	-62,9394	-2,88086	0,203907	0,023047	0,00023047	0,3668025
0,1055	-62,9882	-2,97851	0,203516	0,023438	0,00023438	0,3792357
0,1065	-62,9394	-2,92969	0,204102	0,022852	0,00022852	0,3730197
0,1075	-62,9882	-3,02734	0,20254	0,024414	0,00024414	0,3854529
0,1085	-62,9394	-2,92969	0,202735	0,024219	0,00024219	0,3730197
0,1095	-62,9394	-3,07617	0,203321	0,023633	0,00023633	0,3916701
0,1105	-62,9394	-3,02734	0,201954	0,025	0,00025	0,3854529
0,1115	-62,9882	-3,125	0,200391	0,026563	0,00026563	0,3978874
0,1125	-62,9394	-3,17383	0,201563	0,025391	0,00025391	0,4041046
0,1135	-62,9394	-3,22265	0,200782	0,026172	0,00026172	0,4103205
0,1145	-62,9882	-3,22265	0,200391	0,026563	0,00026563	0,4103205
0,1155	-62,9882	-3,27148	0,200391	0,026563	0,00026563	0,4165378
0,1165	-62,9394	-3,22265	0,19961	0,027344	0,00027344	0,4103205
0,1175	-62,9882	-3,36914	0,200196	0,026758	0,00026758	0,4289722
0,1185	-62,9882	-3,27148	0,199219	0,027735	0,00027735	0,4165378
0,1195	-62,9394	-3,41797	0,198829	0,028125	0,00028125	0,4351895
0,1205	-62,9394	-3,41797	0,198829	0,028125	0,00028125	0,4351895
0,1215	-62,9882	-3,4668	0,198047	0,028907	0,00028907	0,4414067

0,54	-62,6465	-2,00195	0,375196	0,017188	0,00017188	0,2548962
0,55	-62,6465	-2,05078	0,375196	0,017188	0,00017188	0,2611134
0,56	-62,6465	-2,05078	0,375001	0,017383	0,00017383	0,2611134
0,57	-62,6953	-2,14844	0,373048	0,019336	0,00019336	0,2735479
0,58	-62,6465	-2,19726	0,373634	0,01875	0,0001875	0,2797638
0,59	-62,6465	-2,19726	0,373634	0,01875	0,0001875	0,2797638
0,6	-62,6465	-2,24609	0,371485	0,020899	0,00020899	0,2859811
0,61	-62,6953	-2,29492	0,372267	0,020117	0,00020117	0,2921983
0,62	-62,6465	-2,39258	0,371681	0,020703	0,00020703	0,3046327
0,63	-62,6465	-2,39258	0,37129	0,021094	0,00021094	0,3046327
0,64	-62,6465	-2,39258	0,370899	0,021485	0,00021485	0,3046327
0,65	-62,6953	-2,49023	0,370509	0,021875	0,00021875	0,3170659
0,66	-62,6953	-2,49023	0,370118	0,022266	0,00022266	0,3170659
0,67	-62,6465	-2,53906	0,368946	0,023438	0,00023438	0,3232832
0,68	-62,6953	-2,68555	0,368946	0,023438	0,00023438	0,3419348
0,69	-62,6953	-2,63672	0,368946	0,023438	0,00023438	0,3357176
0,7	-62,5976	-2,73437	0,367188	0,025196	0,00025196	0,3481508
0,71	-62,6953	-2,68555	0,366993	0,025391	0,00025391	0,3419348
0,72	-62,6953	-2,73437	0,366993	0,025391	0,00025391	0,3481508
0,73	-62,6953	-2,73437	0,365431	0,026953	0,00026953	0,3481508
0,74	-62,6953	-2,73437	0,36504	0,027344	0,00027344	0,3481508
0,75	-62,6953	-2,83203	0,365235	0,027149	0,00027149	0,3605853
0,76	-62,6953	-2,92969	0,363868	0,028516	0,00028516	0,3730197
0,77	-62,6953	-2,92969	0,363477	0,028907	0,00028907	0,3730197
0,78	-62,6953	-3,02734	0,363282	0,029102	0,00029102	0,3854529
0,79	-62,6953	-3,02734	0,362306	0,030078	0,00030078	0,3854529
0,8	-62,6953	-3,07617	0,361524	0,03086	0,0003086	0,3916701
0,81	-62,6953	-3,125	0,361134	0,03125	0,0003125	0,3978874
0,82	-62,6953	-3,07617	0,359571	0,032813	0,00032813	0,3916701
0,83	-62,6953	-3,17383	0,359376	0,033008	0,00033008	0,4041046
0,84	-62,6953	-3,17383	0,359181	0,033203	0,00033203	0,4041046
0,85	-62,6953	-3,27148	0,357227	0,035157	0,00035157	0,4165378
0,86	-62,6953	-3,27148	0,357618	0,034766	0,00034766	0,4165378
0,87	-62,6953	-3,32031	0,357227	0,035157	0,00035157	0,422755
0,88	-62,6953	-3,32031	0,356056	0,036328	0,00036328	0,422755
0,89	-62,6953	-3,36914	0,35586	0,036524	0,00036524	0,4289722
0,9	-62,7441	-3,36914	0,355079	0,037305	0,00037305	0,4289722
0,91	-62,7441	-3,41797	0,354493	0,037891	0,00037891	0,4351895
0,92	-62,6953	-3,51562	0,353517	0,038867	0,00038867	0,4476226
0,93	-62,7441	-3,56445	0,353126	0,039258	0,00039258	0,4538399
0,94	-62,7929	-3,61328	0,352735	0,039649	0,00039649	0,4600571
0,95	-62,7441	-3,66211	0,351368	0,041016	0,00041016	0,4662743
0,96	-62,6953	-3,71094	0,350782	0,041602	0,00041602	0,4724916
0,97	-62,7441	-3,71094	0,350587	0,041797	0,00041797	0,4724916
0,98	-62,6953	-3,71094	0,348829	0,043555	0,00043555	0,4724916
0,99	-62,6953	-3,75976	0,348438	0,043946	0,00043946	0,4787075

0,054	-62,7441	-1,26953	0,339845	0,008007	8,007E-05	0,1616416
0,055	-62,6953	-1,36719	0,338673	0,009179	9,179E-05	0,174076
0,056	-62,7441	-1,31836	0,339454	0,008398	8,398E-05	0,1678588
0,057	-62,6953	-1,46484	0,339454	0,008398	8,398E-05	0,1865092
0,058	-62,6953	-1,41601	0,339454	0,008398	8,398E-05	0,180292
0,059	-62,7441	-1,51367	0,338673	0,009179	9,179E-05	0,1927265
0,06	-62,7929	-1,41601	0,338868	0,008984	8,984E-05	0,180292
0,061	-62,7441	-1,5625	0,339259	0,008593	8,593E-05	0,1989437
0,062	-62,7441	-1,51367	0,338087	0,009765	9,765E-05	0,1927265
0,063	-62,6953	-1,61133	0,337696	0,010156	0,00010156	0,2051609
0,064	-62,7441	-1,51367	0,337891	0,009961	0,00009961	0,1927265
0,065	-62,7441	-1,70898	0,337696	0,010156	0,00010156	0,2175941
0,066	-62,6953	-1,61133	0,336134	0,011718	0,00011718	0,2051609
0,067	-62,7441	-1,75781	0,33711	0,010742	0,00010742	0,2238113
0,068	-62,7441	-1,66016	0,336524	0,011328	0,00011328	0,2113781
0,069	-62,7441	-1,80664	0,33711	0,010742	0,00010742	0,2300285
0,07	-62,7441	-1,75781	0,335938	0,011914	0,00011914	0,2238113
0,071	-62,7441	-1,85547	0,335938	0,011914	0,00011914	0,2362458
0,072	-62,7441	-1,80664	0,335938	0,011914	0,00011914	0,2300285
0,073	-62,7441	-1,9043	0,335157	0,012695	0,00012695	0,242463
0,074	-62,7441	-1,9043	0,333399	0,014453	0,00014453	0,242463
0,075	-62,7441	-1,95312	0,334962	0,01289	0,0001289	0,248679
0,076	-62,7441	-1,9043	0,334376	0,013476	0,00013476	0,242463
0,077	-62,7441	-2,05078	0,334376	0,013476	0,00013476	0,2611134
0,078	-62,7441	-2,00195	0,333595	0,014257	0,00014257	0,2548962
0,079	-62,7441	-2,05078	0,333985	0,013867	0,00013867	0,2611134
0,08	-62,7441	-2,05078	0,333985	0,013867	0,00013867	0,2611134
0,081	-62,7441	-2,09961	0,333009	0,014843	0,00014843	0,2673306
0,082	-62,7441	-2,14844	0,332423	0,015429	0,00015429	0,2735479
0,083	-62,7441	-2,19726	0,332618	0,015234	0,00015234	0,2797638
0,084	-62,7441	-2,19726	0,332227	0,015625	0,00015625	0,2797638
0,085	-62,7929	-2,24609	0,331056	0,016796	0,00016796	0,2859811
0,086	-62,7441	-2,24609	0,331641	0,016211	0,00016211	0,2859811
0,087	-62,8906	-2,29492	0,33086	0,016992	0,00016992	0,2921983
0,088	-62,7441	-2,34375	0,331837	0,016015	0,00016015	0,2984155
0,089	-62,7929	-2,29492	0,33086	0,016992	0,00016992	0,2921983
0,09	-62,7441	-2,39258	0,330665	0,017187	0,00017187	0,3046327
0,091	-62,7441	-2,39258	0,330665	0,017187	0,00017187	0,3046327
0,092	-62,7441	-2,49023	0,329688	0,018164	0,00018164	0,3170659
0,093	-62,6953	-2,58789	0,327931	0,019921	0,00019921	0,3295004
0,094	-62,7441	-2,53906	0,329298	0,018554	0,00018554	0,3232832
0,095	-62,7441	-2,49023	0,328516	0,019336	0,00019336	0,3170659
0,096	-62,7929	-2,63672	0,329102	0,01875	0,0001875	0,3357176
0,097	-62,7929	-2,53906	0,328321	0,019531	0,00019531	0,3232832
0,098	-62,7441	-2,63672	0,328321	0,019531	0,00019531	0,3357176
0,099	-62,7441	-2,58789	0,328321	0,019531	0,00019531	0,3295004
0,1	-62,7929	-2,7832	0,32754	0,020312	0,00020312	0,354368
0,101	-62,7929	-2,73437	0,326954	0,020898	0,00020898	0,3481508
0,102	-62,7441	-2,83203	0,327149	0,020703	0,00020703	0,3605853
0,103	-62,7929	-2,73437	0,326173	0,021679	0,00021679	0,3481508
0,104	-62,7929	-2,83203	0,325391	0,022461	0,00022461	0,3605853
0,105	-62,7929	-2,7832	0,325977	0,021875	0,00021875	0,354368
0,106	-62,7441	-2,92969	0,325587	0,022265	0,00022265	0,3730197
0,107	-62,7929	-2,88086	0,325977	0,021875	0,00021875	0,3668025
0,108	-62,7441	-2,97851	0,325196	0,022656	0,00022656	0,3792357
0,109	-62,7929	-2,97851	0,325001	0,022851	0,00022851	0,3792357
0,11	-62,7441	-3,07617	0,325001	0,022851	0,00022851	0,3916701
0,111	-62,7929	-3,02734	0,32422	0,023632	0,00023632	0,3854529
0,112	-62,7929	-3,125	0,322852	0,025	0,00025	0,3978874
0,113	-62,7929	-3,07617	0,323634	0,024218	0,00024218	0,3916701

RAMP_RESULT

6_1 sec

. File

started

on

Mon

11 Sep 2000

15:39:16

sensit

0,0488281

0,0488281

0,0001953

Χρόνος	Αξον. μετατ.	Δύναμη	Παραμόρφ.	Ανηγμ. Παραμ.	Ανηγμ. Παραμ.	Τάση
sec	mm	KNt	mm			MPa
0	-63,2812	-0,146484	0,399806	0	0	0,0186509
0,0095	-63,2812	-0,146484	0,399806	0	0	0,0186509
0,0195	-63,2812	-0,146484	0,399806	0	0	0,0186509
0,0295	-63,2812	-0,097656	0,399806	0	0	0,012434
0,0395	-63,2812	-0,097656	0,399806	0	0	0,012434
0,0495	-63,2812	-0,146484	0,399806	0	0	0,0186509
0,0595	-63,2812	-0,146484	0,399806	0	0	0,0186509
0,0695	-63,2812	-0,195312	0,399806	0	0	0,0248679
0,0795	-63,2812	-0,244141	0,399806	0	0	0,031085
0,0895	-63,2812	-0,292969	0,399806	0	0	0,037302
0,0995	-63,2812	-0,390625	0,399806	0	0	0,0497359
0,1095	-63,1836	-0,341797	0,399806	0	0	0,0435189
0,1195	-63,2812	-0,390625	0,399806	0	0	0,0497359
0,1295	-63,2812	-0,439453	0,399806	0	0	0,0559529
0,1395	-63,2324	-0,488281	0,399806	0	0	0,0621699
0,1495	-63,2812	-0,537109	0,399806	0	0	0,0683868
0,1595	-63,2812	-0,537109	0,399806	0	0	0,0683868
0,1695	-63,2812	-0,634765	0,399806	0	0	0,0808208
0,1795	-63,2812	-0,683593	0,399806	0	0	0,0870378
0,1895	-63,2812	-0,732421	0,399806	0	0	0,0932547
0,1995	-63,2812	-0,732421	0,399806	0	0	0,0932547
0,2095	-63,2812	-0,732421	0,399806	0	0	0,0932547
0,2195	-63,2812	-0,78125	0,399806	0	0	0,0994718
0,2295	-63,2812	-0,78125	0,399806	0	0	0,0994718
0,2395	-63,2812	-0,830078	0,399806	0	0	0,1056888
0,2495	-63,2812	-0,927734	0,399806	0	0	0,1181228
0,2595	-63,33	-0,976562	0,399806	0	0	0,1243397
0,2695	-63,2812	-0,976562	0,399806	0	0	0,1243397
0,2795	-63,33	-1,02539	0,399806	0	0	0,1305567
0,2895	-63,2812	-1,02539	0,399806	0	0	0,1305567
0,2995	-63,2812	-1,07422	0,399806	0	0	0,1367739
0,3095	-63,2812	-1,07422	0,399806	0	0	0,1367739
0,3195	-63,2812	-1,07422	0,399806	0	0	0,1367739
0,3295	-63,2324	-1,07422	0,399806	0	0	0,1367739
0,3395	-63,2812	-1,26953	0,399806	0	0	0,1616416
0,3495	-63,33	-1,36719	0,399806	0	0	0,174076
0,3595	-63,2812	-1,36719	0,399806	0	0	0,174076
0,3695	-63,2812	-1,36719	0,399806	0	0	0,174076
0,3795	-63,2812	-1,36719	0,399806	0	0	0,174076
0,3895	-63,2812	-1,41601	0,399415	0,000391	3,91E-06	0,180292
0,3995	-63,2812	-1,41601	0,39922	0,000586	5,86E-06	0,180292
0,4095	-63,2812	-1,51367	0,399415	0,000391	3,91E-06	0,1927265
0,4195	-63,2812	-1,5625	0,398439	0,001367	1,367E-05	0,1989437
0,4295	-63,2812	-1,5625	0,398243	0,001563	1,563E-05	0,1989437
0,4395	-63,2812	-1,66016	0,398243	0,001563	1,563E-05	0,2113781
0,4495	-63,2324	-1,66016	0,396876	0,00293	2,93E-05	0,2113781
0,4595	-63,33	-1,70898	0,397071	0,002735	2,735E-05	0,2175941
0,4695	-63,33	-1,70898	0,397071	0,002735	2,735E-05	0,2175941
0,4795	-63,2812	-1,70898	0,394728	0,005078	5,078E-05	0,2175941
0,4895	-63,2812	-1,80664	0,395509	0,004297	4,297E-05	0,2300285
0,4995	-63,33	-1,85547	0,395704	0,004102	4,102E-05	0,2362458
0,5095	-63,33	-1,9043	0,394142	0,005664	0,00005664	0,242463
0,5195	-63,33	-2,00195	0,394532	0,005274	0,00005274	0,2548962
0,5295	-63,3789	-1,9043	0,393946	0,00586	5,86E-05	0,242463

RAMP_RESULT 6_0,12sec

· File

started

on

Mon

11 Sep 2000

15:39:16

sensit	0,0488281	0,0488281	0,0001953			
Χρόνος	Αξον. μετατ.	Δύναμη	Παραμόρφ.	Ανηγμ. Παραμ.	Ανηγμ. Παραμ.	Τάση
sec	mm	KNt	mm			MPa
0	-63,33	-0,146484	0,365626	0	0	0,0186509
0,001	-63,3789	-0,146484	0,365235	0,000391	3,91E-06	0,0186509
0,002	-63,2812	-0,097656	0,364649	0,000977	9,77E-06	0,012434
0,003	-63,3789	-0,097656	0,365626	0	0	0,012434
0,004	-63,3789	-0,146484	0,36504	0,000586	5,86E-06	0,0186509
0,005	-63,3789	-0,146484	0,36504	0,000586	5,86E-06	0,0186509
0,006	-63,33	-0,146484	0,365431	0,000195	1,95E-06	0,0186509
0,007	-63,3789	-0,146484	0,364649	0,000977	9,77E-06	0,0186509
0,008	-63,3789	-0,195312	0,363868	0,001758	1,758E-05	0,0248679
0,009	-63,33	-0,195312	0,365431	0,000195	1,95E-06	0,0248679
0,01	-63,33	-0,146484	0,364454	0,001172	1,172E-05	0,0186509
0,011	-63,3789	-0,195312	0,36504	0,000586	5,86E-06	0,0248679
0,012	-63,3789	-0,195312	0,364845	0,000781	7,81E-06	0,0248679
0,013	-63,33	-0,244141	0,364454	0,001172	1,172E-05	0,031085
0,014	-63,3789	-0,244141	0,36504	0,000586	5,86E-06	0,031085
0,015	-63,33	-0,341797	0,364259	0,001367	1,367E-05	0,0435189
0,016	-63,33	-0,244141	0,363868	0,001758	1,758E-05	0,031085
0,017	-63,3789	-0,341797	0,364649	0,000977	9,77E-06	0,0435189
0,018	-63,33	-0,292969	0,364259	0,001367	1,367E-05	0,037302
0,019	-63,3789	-0,390625	0,363477	0,002149	2,149E-05	0,0497359
0,02	-63,33	-0,341797	0,363673	0,001953	1,953E-05	0,0435189
0,021	-63,3789	-0,439453	0,363868	0,001758	1,758E-05	0,0559529
0,022	-63,3789	-0,341797	0,364259	0,001367	1,367E-05	0,0435189
0,023	-63,3789	-0,488281	0,363282	0,002344	2,344E-05	0,0621699
0,024	-63,3789	-0,488281	0,363087	0,002539	2,539E-05	0,0621699
0,025	-63,3789	-0,537109	0,363673	0,001953	1,953E-05	0,0683868
0,026	-63,3789	-0,488281	0,362696	0,00293	2,93E-05	0,0621699
0,027	-63,33	-0,585937	0,361915	0,003711	3,711E-05	0,0746038
0,028	-63,3789	-0,537109	0,362892	0,002734	2,734E-05	0,0683868
0,029	-63,3789	-0,732421	0,362306	0,00332	3,32E-05	0,0932547
0,03	-63,3789	-0,634765	0,362306	0,00332	3,32E-05	0,0808208
0,031	-63,3789	-0,78125	0,362306	0,00332	3,32E-05	0,0994718
0,032	-63,33	-0,683593	0,361524	0,004102	4,102E-05	0,0870378
0,033	-63,3789	-0,78125	0,362306	0,00332	3,32E-05	0,0994718
0,034	-63,33	-0,732421	0,361329	0,004297	4,297E-05	0,0932547
0,035	-63,4277	-0,830078	0,360938	0,004688	4,688E-05	0,1056888
0,036	-63,2812	-0,732421	0,361134	0,004492	0,00004492	0,0932547
0,037	-63,3789	-0,927734	0,361134	0,004492	0,00004492	0,1181228
0,038	-63,3789	-0,878906	0,359962	0,005664	0,00005664	0,1119058
0,039	-63,3789	-0,976562	0,360743	0,004883	4,883E-05	0,1243397
0,04	-63,3789	-0,927734	0,359962	0,005664	0,00005664	0,1181228
0,041	-63,3789	-1,02539	0,360548	0,005078	5,078E-05	0,1305567
0,042	-63,3789	-0,976562	0,359767	0,005859	0,00005859	0,1243397
0,043	-63,3789	-1,07422	0,359376	0,00625	6,25E-05	0,1367739
0,044	-63,3789	-1,02539	0,359962	0,005664	0,00005664	0,1305567
0,045	-63,33	-1,12305	0,35879	0,006836	6,836E-05	0,1429912
0,046	-63,3789	-1,12305	0,358399	0,007227	7,227E-05	0,1429912
0,047	-63,3789	-1,17187	0,35879	0,006836	6,836E-05	0,1492071
0,048	-63,3789	-1,17187	0,358595	0,007031	7,031E-05	0,1492071
0,049	-63,3789	-1,2207	0,358399	0,007227	7,227E-05	0,1554244
0,05	-63,3789	-1,26953	0,358204	0,007422	7,422E-05	0,1616416
0,051	-63,3789	-1,26953	0,357423	0,008203	8,203E-05	0,1616416
0,052	-63,3789	-1,31836	0,358204	0,007422	7,422E-05	0,1678588
0,053	-63,3789	-1,31836	0,357032	0,008594	8,594E-05	0,1678588

0,114	-63,3789	-3,125	0,339649	0,025977	0,00025977	0,3978874
0,115	-63,4277	-3,27148	0,340821	0,024805	0,00024805	0,4165378
0,116	-63,4277	-3,22265	0,340235	0,025391	0,00025391	0,4103205
0,117	-63,4765	-3,32031	0,340431	0,025195	0,00025195	0,422755
0,118	-63,3789	-3,32031	0,339649	0,025977	0,00025977	0,422755
0,119	-63,4277	-3,36914	0,339063	0,026563	0,00026563	0,4289722
0,12	-63,4277	-3,36914	0,339454	0,026172	0,00026172	0,4289722
0,121	-63,4277	-3,4668	0,338477	0,027149	0,00027149	0,4414067
0,122	-63,4277	-3,41797	0,338087	0,027539	0,00027539	0,4351895
0,123	-63,4765	-3,51562	0,338477	0,027149	0,00027149	0,4476226
0,124	-63,4277	-3,51562	0,337696	0,02793	0,0002793	0,4476226
0,125	-63,4277	-3,56445	0,337306	0,02832	0,0002832	0,4538399
0,126	-63,4277	-3,61328	0,337306	0,02832	0,0002832	0,4600571
0,127	-63,4277	-3,61328	0,33672	0,028906	0,00028906	0,4600571
0,128	-63,33	-3,61328	0,337306	0,02832	0,0002832	0,4600571
0,129	-63,4765	-3,71094	0,335938	0,029688	0,00029688	0,4724916
0,13	-63,4277	-3,71094	0,335743	0,029883	0,00029883	0,4724916
0,131	-63,4277	-3,80859	0,335548	0,030078	0,00030078	0,4849247
0,132	-63,4277	-3,75976	0,335352	0,030274	0,00030274	0,4787075

0,54	-65,3808	-2,7832	0,263282	0,022266	0,00022266	0,354368
0,55	-65,3808	-2,83203	0,262891	0,022657	0,00022657	0,3605853
0,56	-65,3808	-2,83203	0,262501	0,023047	0,00023047	0,3605853
0,57	-65,4297	-2,88086	0,261915	0,023633	0,00023633	0,3668025
0,58	-65,3808	-2,92969	0,261524	0,024024	0,00024024	0,3730197
0,59	-65,3808	-2,97851	0,261329	0,024219	0,00024219	0,3792357
0,6	-65,3808	-3,07617	0,259962	0,025586	0,00025586	0,3916701
0,61	-65,3808	-3,125	0,259766	0,025782	0,00025782	0,3978874
0,62	-65,3808	-3,17383	0,259962	0,025586	0,00025586	0,4041046
0,63	-65,4297	-3,22265	0,258204	0,027344	0,00027344	0,4103205
0,64	-65,4297	-3,22265	0,257813	0,027735	0,00027735	0,4103205
0,65	-65,3808	-3,36914	0,257813	0,027735	0,00027735	0,4289722
0,66	-65,3808	-3,27148	0,256641	0,028907	0,00028907	0,4165378
0,67	-65,4297	-3,41797	0,256055	0,029493	0,00029493	0,4351895
0,68	-65,4297	-3,4668	0,256251	0,029297	0,00029297	0,4414067
0,69	-65,4297	-3,51562	0,254883	0,030665	0,00030665	0,4476226
0,7	-65,3808	-3,56445	0,254298	0,03125	0,0003125	0,4538399
0,71	-65,4297	-3,61328	0,254493	0,031055	0,00031055	0,4600571
0,72	-65,4297	-3,71094	0,253126	0,032422	0,00032422	0,4724916
0,73	-65,4297	-3,66211	0,25254	0,033008	0,00033008	0,4662743
0,74	-65,3808	-3,75976	0,252344	0,033204	0,00033204	0,4787075
0,75	-65,4297	-3,75976	0,250587	0,034961	0,00034961	0,4787075
0,76	-65,4297	-3,90625	0,250587	0,034961	0,00034961	0,4973592
0,77	-65,4297	-3,90625	0,250977	0,034571	0,00034571	0,4973592
0,78	-65,4297	-3,95508	0,249024	0,036524	0,00036524	0,5035764
0,79	-65,4297	-4,05273	0,24961	0,035938	0,00035938	0,5160096
0,8	-65,4297	-4,10156	0,249219	0,036329	0,00036329	0,5222268
0,81	-65,4297	-4,10156	0,247462	0,038086	0,00038086	0,5222268
0,82	-65,3808	-4,19922	0,247657	0,037891	0,00037891	0,5346613
0,83	-65,4297	-4,19922	0,247266	0,038282	0,00038282	0,5346613
0,84	-65,4297	-4,3457	0,246876	0,038672	0,00038672	0,5533117
0,85	-65,4297	-4,3457	0,245704	0,039844	0,00039844	0,5533117
0,86	-65,4297	-4,44336	0,245508	0,04004	0,0004004	0,5657462
0,87	-65,4297	-4,49219	0,245508	0,04004	0,0004004	0,5719634
0,88	-65,4297	-4,49219	0,244141	0,041407	0,00041407	0,5719634
0,89	-65,4297	-4,58984	0,243751	0,041797	0,00041797	0,5843966
0,9	-65,4297	-4,58984	0,243946	0,041602	0,00041602	0,5843966
0,91	-65,4785	-4,58984	0,242383	0,043165	0,00043165	0,5843966
0,92	-65,4297	-4,6875	0,241993	0,043555	0,00043555	0,596831
0,93	-65,4297	-4,73633	0,242188	0,04336	0,0004336	0,6030483
0,94	-65,4297	-4,83398	0,240821	0,044727	0,00044727	0,6154814
0,95	-65,4785	-4,83398	0,24043	0,045118	0,00045118	0,6154814
0,96	-65,4785	-4,88281	0,24043	0,045118	0,00045118	0,6216987

0,054	-65,2343	-1,66016	0,316602	0,00586	5,86E-05	0,2113781
0,055	-65,2832	-1,61133	0,316016	0,006446	6,446E-05	0,2051609
0,056	-65,1855	-1,70898	0,315821	0,006641	6,641E-05	0,2175941
0,057	-65,2343	-1,70898	0,316407	0,006055	6,055E-05	0,2175941
0,058	-65,1855	-1,80664	0,315235	0,007227	7,227E-05	0,2300285
0,059	-65,1855	-1,85547	0,31504	0,007422	7,422E-05	0,2362458
0,06	-65,1855	-1,85547	0,315235	0,007227	7,227E-05	0,2362458
0,061	-65,1855	-1,9043	0,314649	0,007813	7,813E-05	0,242463
0,062	-65,1855	-1,9043	0,314454	0,008008	8,008E-05	0,242463
0,063	-65,2343	-2,00195	0,314649	0,007813	7,813E-05	0,2548962
0,064	-65,1855	-2,05078	0,314063	0,008399	8,399E-05	0,2611134
0,065	-65,2343	-2,09961	0,31504	0,007422	7,422E-05	0,2673306
0,066	-65,2343	-2,09961	0,313868	0,008594	8,594E-05	0,2673306
0,067	-65,2343	-2,14844	0,313477	0,008985	8,985E-05	0,2735479
0,068	-65,2343	-2,14844	0,313868	0,008594	8,594E-05	0,2735479
0,069	-65,1855	-2,19726	0,313282	0,00918	9,18E-05	0,2797638
0,07	-65,1855	-2,29492	0,311329	0,011133	0,00011133	0,2921983
0,071	-65,1855	-2,29492	0,313087	0,009375	9,375E-05	0,2921983
0,072	-65,1855	-2,24609	0,312891	0,009571	9,571E-05	0,2859811
0,073	-65,2343	-2,34375	0,313087	0,009375	9,375E-05	0,2984155
0,074	-65,1855	-2,44141	0,312501	0,009961	9,961E-05	0,31085
0,075	-65,2343	-2,44141	0,311915	0,010547	0,00010547	0,31085
0,076	-65,1367	-2,39258	0,312696	0,009766	9,766E-05	0,3046327
0,077	-65,2343	-2,49023	0,31172	0,010742	0,00010742	0,3170659
0,078	-65,2343	-2,49023	0,311134	0,011328	0,00011328	0,3170659
0,079	-65,2343	-2,58789	0,31172	0,010742	0,00010742	0,3295004
0,08	-65,2343	-2,53906	0,310743	0,011719	0,00011719	0,3232832
0,081	-65,2343	-2,68555	0,310548	0,011914	0,00011914	0,3419348
0,082	-65,2343	-2,63672	0,310938	0,011524	0,00011524	0,3357176
0,083	-65,2343	-2,73437	0,310352	0,01211	0,0001211	0,3481508
0,084	-65,2343	-2,73437	0,310743	0,011719	0,00011719	0,3481508
0,085	-65,2343	-2,88086	0,310157	0,012305	0,00012305	0,3668025
0,086	-65,2343	-2,7832	0,309766	0,012696	0,00012696	0,354368
0,087	-65,2343	-2,92969	0,310157	0,012305	0,00012305	0,3730197
0,088	-65,2343	-2,88086	0,30918	0,013282	0,00013282	0,3668025
0,089	-65,2343	-3,02734	0,307813	0,014649	0,00014649	0,3854529
0,09	-65,2343	-2,92969	0,30879	0,013672	0,00013672	0,3730197
0,091	-65,2343	-3,07617	0,308985	0,013477	0,00013477	0,3916701
0,092	-65,2343	-3,02734	0,308399	0,014063	0,00014063	0,3854529
0,093	-65,2343	-3,125	0,308399	0,014063	0,00014063	0,3978874
0,094	-65,2343	-3,125	0,307813	0,014649	0,00014649	0,3978874
0,095	-65,2343	-3,22265	0,308399	0,014063	0,00014063	0,4103205
0,096	-65,2343	-3,17383	0,307618	0,014844	0,00014844	0,4041046
0,097	-65,2343	-3,27148	0,307227	0,015235	0,00015235	0,4165378
0,098	-65,2343	-3,27148	0,307423	0,015039	0,00015039	0,4165378
0,099	-65,2343	-3,32031	0,306641	0,015821	0,00015821	0,422755
0,1	-65,2832	-3,36914	0,305665	0,016797	0,00016797	0,4289722
0,101	-65,2343	-3,41797	0,306641	0,015821	0,00015821	0,4351895
0,102	-65,2832	-3,4668	0,306055	0,016407	0,00016407	0,4414067
0,103	-65,2343	-3,56445	0,306641	0,015821	0,00015821	0,4538399
0,104	-65,2343	-3,56445	0,305665	0,016797	0,00016797	0,4538399
0,105	-65,1367	-3,56445	0,305274	0,017188	0,00017188	0,4538399
0,106	-65,2343	-3,66211	0,305665	0,016797	0,00016797	0,4662743
0,107	-65,2832	-3,61328	0,304688	0,017774	0,00017774	0,4600571
0,108	-65,2343	-3,71094	0,304102	0,01836	0,0001836	0,4724916
0,109	-65,2343	-3,75976	0,304102	0,01836	0,0001836	0,4787075
0,11	-65,2343	-3,85742	0,304298	0,018164	0,00018164	0,491142
0,111	-65,2343	-3,80859	0,303907	0,018555	0,00018555	0,4849247
0,112	-65,2343	-3,90625	0,304102	0,01836	0,0001836	0,4973592
0,113	-65,2343	-3,95508	0,30293	0,019532	0,00019532	0,5035764

RAMP_RESULT

8_1 sec

File

started

on

Mon

11 Sep 2000

15:39:16

sensit

0,0488281

0,0488281

0,0001953

Χρόνος sec	Αξον. μετατ. mm	Δύναμη KNt	Παραμόρφ. mm	Ανηγμ. Παραμ.	Ανηγμ. Παραμ.	Τάση MPa
0	-64,5996	-0,097656	0,312501	0	0	0,012434
0,01	-64,5996	-0,048828	0,313087	-0,000586	-5,86E-06	0,006217
0,02	-64,5996	-0,048828	0,312305	0,000196	1,96E-06	0,006217
0,03	-64,6484	-0,097656	0,313087	-0,000586	-5,86E-06	0,012434
0,04	-64,5996	-0,146484	0,313087	-0,000586	-5,86E-06	0,0186509
0,05	-64,6484	-0,146484	0,312696	-0,000195	-1,95E-06	0,0186509
0,06	-64,5996	-0,195312	0,31211	0,000391	3,91E-06	0,0248679
0,07	-64,5507	-0,292969	0,31172	0,000781	7,81E-06	0,037302
0,08	-64,5996	-0,244141	0,31211	0,000391	3,91E-06	0,031085
0,09	-64,5996	-0,341797	0,311329	0,001172	1,172E-05	0,0435189
0,1	-64,5996	-0,390625	0,310743	0,001758	1,758E-05	0,0497359
0,11	-64,5996	-0,439453	0,311329	0,001172	1,172E-05	0,0559529
0,12	-64,6484	-0,439453	0,310157	0,002344	2,344E-05	0,0559529
0,13	-64,5996	-0,585937	0,309766	0,002735	2,735E-05	0,0746038
0,14	-64,5996	-0,585937	0,309962	0,002539	2,539E-05	0,0746038
0,15	-64,5996	-0,585937	0,308985	0,003516	3,516E-05	0,0746038
0,16	-64,6484	-0,634765	0,308204	0,004297	4,297E-05	0,0808208
0,17	-64,6972	-0,634765	0,308595	0,003906	3,906E-05	0,0808208
0,18	-64,6484	-0,732421	0,307618	0,004883	4,883E-05	0,0932547
0,19	-64,6484	-0,830078	0,307032	0,005469	5,469E-05	0,1056888
0,2	-64,6484	-0,878906	0,306837	0,005664	5,664E-05	0,1119058
0,21	-64,6484	-0,927734	0,305665	0,006836	6,836E-05	0,1181228
0,22	-64,6484	-0,927734	0,30547	0,007031	7,031E-05	0,1181228
0,23	-64,6484	-0,976562	0,304688	0,007813	7,813E-05	0,1243397
0,24	-64,6484	-0,976562	0,30293	0,009571	0,00009571	0,1243397
0,25	-64,6484	-1,07422	0,303321	0,00918	9,18E-05	0,1367739
0,26	-64,6484	-1,12305	0,303126	0,009375	9,375E-05	0,1429912
0,27	-64,6972	-1,2207	0,300977	0,011524	0,00011524	0,1554244
0,28	-64,6484	-1,31836	0,301563	0,010938	0,00010938	0,1678588
0,29	-64,6484	-1,31836	0,301368	0,011133	0,00011133	0,1678588
0,3	-64,6484	-1,41601	0,29961	0,012891	0,00012891	0,180292
0,31	-64,6972	-1,31836	0,299415	0,013086	0,00013086	0,1678588
0,32	-64,6484	-1,41601	0,29922	0,013281	0,00013281	0,180292
0,33	-64,6484	-1,51367	0,298634	0,013867	0,00013867	0,1927265
0,34	-64,6484	-1,5625	0,297462	0,015039	0,00015039	0,1989437
0,35	-64,6484	-1,61133	0,297266	0,015235	0,00015235	0,2051609
0,36	-64,5996	-1,66016	0,297462	0,015039	0,00015039	0,2113781
0,37	-64,6484	-1,75781	0,295704	0,016797	0,00016797	0,2238113
0,38	-64,6484	-1,75781	0,295509	0,016992	0,00016992	0,2238113
0,39	-64,6484	-1,80664	0,295118	0,017383	0,00017383	0,2300285
0,4	-64,6972	-1,85547	0,293946	0,018555	0,00018555	0,2362458
0,41	-64,6972	-1,85547	0,293165	0,019336	0,00019336	0,2362458
0,42	-64,6972	-1,9043	0,29297	0,019531	0,00019531	0,242463
0,43	-64,6484	-1,95312	0,291602	0,020899	0,00020899	0,248679
0,44	-64,6484	-2,09961	0,290821	0,02168	0,0002168	0,2673306
0,45	-64,7461	-2,14844	0,290821	0,02168	0,0002168	0,2735479
0,46	-64,6972	-2,24609	0,289259	0,023242	0,00023242	0,2859811
0,47	-64,6972	-2,29492	0,288673	0,023828	0,00023828	0,2921983
0,48	-64,6972	-2,29492	0,288087	0,024414	0,00024414	0,2921983
0,49	-64,7461	-2,29492	0,287305	0,025196	0,00025196	0,2921983
0,5	-64,6972	-2,34375	0,286329	0,026172	0,00026172	0,2984155
0,51	-64,6972	-2,44141	0,285938	0,026563	0,00026563	0,31085
0,52	-64,6972	-2,44141	0,283985	0,028516	0,00028516	0,31085
0,53	-64,6972	-2,53906	0,28379	0,028711	0,00028711	0,3232832

RAMP_RESULT 8_0,12 sec
File started

on

Mon 11 Sep 2000

15:39:16

sensit	0,0488281	0,0488281	0,0001953			
Χρόνος	Αξόν. μεταρ.	Δύναμη	Παραμόρφ.	Ανηγμ. Παραμ.	Ανηγμ. Παραμ.	Τάση
sec	mm	KNi	mm			MPa
0,003	-64,7949	-0,097656	0,263477	-0,263282	-0,00263282	0,012434
0,004	-64,6484	0	0,262696	-0,262501	-0,00262501	0
0,005	-64,7461	-0,097656	0,262891	-0,262696	-0,00262696	0,012434
0,006	-64,7461	-0,048828	0,263087	-0,262892	-0,00262892	0,006217
0,007	-64,7461	-0,097656	0,263087	-0,262892	-0,00262892	0,012434
0,008	-64,7461	-0,048828	0,261915	-0,26172	-0,0026172	0,006217
0,009	-64,7461	-0,097656	0,263477	-0,263282	-0,00263282	0,012434
0,01	-64,7461	-0,048828	0,262696	-0,262501	-0,00262501	0,006217
0,011	-64,7949	-0,097656	0,263087	-0,262892	-0,00262892	0,012434
0,012	-64,7461	-0,048828	0,262696	-0,262501	-0,00262501	0,006217
0,013	-64,7461	-0,146484	0,262696	-0,262501	-0,00262501	0,012434
0,014	-64,7461	-0,048828	0,263087	-0,262892	-0,00262892	0,006217
0,015	-64,7461	-0,195312	0,262501	-0,262306	-0,00262306	0,0186509
0,016	-64,7461	-0,146484	0,26211	-0,261915	-0,00261915	0,006217
0,017	-64,7949	-0,244141	0,262696	-0,262501	-0,00262501	0,0248679
0,018	-64,7461	-0,048828	0,262501	-0,262306	-0,00262306	0,0186509
0,019	-64,7949	-0,292969	0,261329	-0,261134	-0,00261134	0,031085
0,02	-64,7461	-0,195312	0,261915	-0,26172	-0,0026172	0,006217
0,021	-64,7461	-0,341797	0,261719	-0,261524	-0,00261524	0,037302
0,022	-64,7461	-0,292969	0,262696	-0,262501	-0,00262501	0,0248679
0,023	-64,7949	-0,341797	0,261524	-0,261329	-0,00261329	0,0435189
0,024	-64,7461	-0,390625	0,261329	-0,261134	-0,00261134	0,037302
0,025	-64,7949	-0,439453	0,261719	-0,261524	-0,00261524	0,0435189
0,026	-64,7461	-0,341797	0,260938	-0,260743	-0,00260743	0,0497359
0,027	-64,7461	-0,488281	0,260352	-0,260157	-0,00260157	0,0559529
0,028	-64,7949	-0,488281	0,261133	-0,260938	-0,00260938	0,0435189
0,029	-64,7461	-0,585937	0,260157	-0,259962	-0,00259962	0,0621699
0,03	-64,7949	-0,537109	0,260352	-0,260157	-0,00260157	0,0621699
0,031	-64,7461	-0,634765	0,259962	-0,259767	-0,00259767	0,0746038
0,032	-64,7949	-0,585937	0,259962	-0,259767	-0,00259767	0,0683868
0,033	-64,7461	-0,683593	0,260157	-0,259962	-0,00259962	0,0808208
0,034	-64,7949	-0,683593	0,259376	-0,259181	-0,00259181	0,0746038
0,035	-64,7461	-0,732421	0,25879	-0,258595	-0,00258595	0,0870378
0,036	-64,7949	-0,78125	0,259571	-0,259376	-0,00259376	0,0870378
0,037	-64,7461	-0,830078	0,25879	-0,258595	-0,00258595	0,0932547
0,038	-64,7949	-0,878906	0,257423	-0,257228	-0,00257228	0,0994718
0,039	-64,7461	-0,878906	0,258399	-0,258204	-0,00258204	0,1056888
0,04	-64,7949	-0,878906	0,258204	-0,258009	-0,00258009	0,1119058
0,041	-64,7461	-0,927734	0,258204	-0,258009	-0,00258009	0,1119058
0,042	-64,7461	-1,07422	0,257618	-0,257423	-0,00257423	0,1119058
0,043	-64,7461	-1,02539	0,256837	-0,256642	-0,00256642	0,1181228
0,044	-64,7949	-1,07422	0,257618	-0,257423	-0,00257423	0,1367739
0,045	-64,6972	-1,12305	0,256251	-0,256056	-0,00256056	0,1305567
0,046	-64,7949	-1,17187	0,256055	-0,25586	-0,0025586	0,1367739
0,047	-64,7461	-1,12305	0,256837	-0,256642	-0,00256642	0,1429912
0,048	-64,7461	-1,26953	0,256055	-0,25586	-0,0025586	0,1492071
0,049	-64,7949	-1,2207	0,255274	-0,255079	-0,00255079	0,1429912
0,05	-64,7949	-1,26953	0,25586	-0,255665	-0,00255665	0,1616416
0,051	-64,7461	-1,2207	0,255079	-0,254884	-0,00254884	0,1554244
0,052	-64,7461	-1,36719	0,25586	-0,255665	-0,00255665	0,1616416
0,053	-64,7461	-1,31836	0,254298	-0,254103	-0,00254103	0,1554244
0,054	-64,6972	-1,41601	0,254102	-0,253907	-0,00253907	0,174076
0,055	-64,7949	-1,41601	0,254298	-0,254103	-0,00254103	0,1678588
0,056	-64,7949	-1,51367	0,254102	-0,253907	-0,00253907	0,180292
						0,180292
						0,1927265

0,117	-64,8437	-3,75976	0,232227	-0,232032	-0,00232032	0,4787075
0,118	-64,8437	-3,80859	0,232032	-0,231837	-0,00231837	0,4849247
0,119	-64,8437	-3,85742	0,231446	-0,231251	-0,00231251	0,491142
0,12	-64,8925	-3,90625	0,231446	-0,231251	-0,00231251	0,4973592
0,121	-64,8437	-3,95508	0,230079	-0,229884	-0,00229884	0,5035764
0,122	-64,8437	-4,0039	0,230079	-0,229884	-0,00229884	0,5097924
0,123	-64,8437	-4,05273	0,229883	-0,229688	-0,00229688	0,5160096
0,124	-64,8925	-4,10156	0,229297	-0,229102	-0,00229102	0,5222268
0,125	-64,8437	-4,10156	0,227344	-0,227149	-0,00227149	0,5222268
0,126	-64,8437	-4,15039	0,228321	-0,228126	-0,00228126	0,5284441
0,127	-64,8925	-4,19922	0,22754	-0,227345	-0,00227345	0,5346613
0,128	-64,7949	-4,19922	0,22793	-0,227735	-0,00227735	0,5346613
0,129	-64,8925	-4,24804	0,226758	-0,226563	-0,00226563	0,5408773
0,13	-64,7461	-4,44336	0,226368	-0,226173	-0,00226173	0,5657462
0,131	-64,8925	-4,29687	0,226368	-0,226173	-0,00226173	0,5470945
0,132	-64,8437	-4,49219	0,225977	-0,225782	-0,00225782	0,5719634
0,133	-64,8925	-4,44336	0,22461	-0,224415	-0,00224415	0,5657462
0,134	-64,8437	-4,49219	0,225196	-0,225001	-0,00225001	0,5719634
0,135	-64,8925	-4,49219	0,224219	-0,224024	-0,00224024	0,5719634
0,136	-64,8437	-4,58984	0,223829	-0,223634	-0,00223634	0,5843966
0,137	-64,8925	-4,54101	0,223243	-0,223048	-0,00223048	0,5781794
0,138	-64,8925	-4,6875	0,223047	-0,222852	-0,00222852	0,596831
0,139	-64,8437	-4,58984	0,223243	-0,223048	-0,00223048	0,5843966
0,14	-64,8437	-4,73633	0,222071	-0,221876	-0,00221876	0,6030483
0,141	-64,8437	-4,6875	0,221485	-0,22129	-0,0022129	0,596831
0,142	-64,8925	-4,88281	0,222071	-0,221876	-0,00221876	0,6216987
0,143	-64,7949	-4,83398	0,220704	-0,220509	-0,00220509	0,6154814
0,144	-64,8925	-4,93164	0,219336	-0,219141	-0,00219141	0,6279159
0,145	-64,8437	-4,88281	0,220118	-0,219923	-0,00219923	0,6216987

0,58	-65,2832	-2,92969	0,354493	0,012891	0,00012891	0,37301972
0,59	-65,2832	-2,97851	0,354493	0,012891	0,00012891	0,37923567
0,6	-65,2832	-3,02734	0,353126	0,014258	0,00014258	0,3854529
0,61	-65,332	-3,07617	0,353517	0,013867	0,00013867	0,39167013
0,62	-65,2832	-3,07617	0,353321	0,014063	0,00014063	0,39167013
0,63	-65,2832	-3,125	0,352735	0,014649	0,00014649	0,39788736
0,64	-65,332	-3,22265	0,352735	0,014649	0,00014649	0,41032054
0,65	-65,2832	-3,27148	0,352149	0,015235	0,00015235	0,41653777
0,66	-65,2832	-3,32031	0,352735	0,014649	0,00014649	0,422755
0,67	-65,332	-3,36914	0,351759	0,015625	0,00015625	0,42897223
0,68	-65,3808	-3,4668	0,351563	0,015821	0,00015821	0,44140669
0,69	-65,2832	-3,4668	0,351759	0,015625	0,00015625	0,44140669
0,7	-65,3808	-3,41797	0,351173	0,016211	0,00016211	0,43518946
0,71	-65,332	-3,56445	0,350392	0,016992	0,00016992	0,45383987
0,72	-65,2832	-3,61328	0,350587	0,016797	0,00016797	0,4600571
0,73	-65,332	-3,66211	0,34961	0,017774	0,00017774	0,46627433
0,74	-65,332	-3,75976	0,349415	0,017969	0,00017969	0,47870751
0,75	-65,332	-3,71094	0,349415	0,017969	0,00017969	0,47249156
0,76	-65,332	-3,80859	0,348829	0,018555	0,00018555	0,48492474
0,77	-65,332	-3,90625	0,348829	0,018555	0,00018555	0,4973592
0,78	-65,332	-3,90625	0,348829	0,018555	0,00018555	0,4973592
0,79	-65,2832	-3,95508	0,347267	0,020117	0,00020117	0,50357643
0,8	-65,332	-4,05273	0,347657	0,019727	0,00019727	0,51600961
0,81	-65,2832	-4,15039	0,347462	0,019922	0,00019922	0,52844407
0,82	-65,332	-4,10156	0,345509	0,021875	0,00021875	0,52222684
0,83	-65,332	-4,19922	0,346485	0,020899	0,00020899	0,5346613
0,84	-65,332	-4,19922	0,346681	0,020703	0,00020703	0,5346613
0,85	-65,332	-4,29687	0,345118	0,022266	0,00022266	0,54709448
0,86	-65,332	-4,3457	0,345509	0,021875	0,00021875	0,55331171
0,87	-65,2343	-4,44336	0,345118	0,022266	0,00022266	0,56574617
0,88	-65,332	-4,39453	0,345118	0,022266	0,00022266	0,55952894
0,89	-65,332	-4,44336	0,344142	0,023242	0,00023242	0,56574617
0,9	-65,4297	-4,54101	0,343946	0,023438	0,00023438	0,57817935
0,91	-65,332	-4,54101	0,344532	0,022852	0,00022852	0,57817935
0,92	-65,332	-4,63867	0,343165	0,024219	0,00024219	0,59061381
0,93	-65,2343	-4,73633	0,34297	0,024414	0,00024414	0,60304827
0,94	-65,332	-4,78515	0,343165	0,024219	0,00024219	0,60926422
0,95	-65,332	-4,83398	0,342188	0,025196	0,00025196	0,61548145
0,96	-65,332	-4,83398	0,341602	0,025782	0,00025782	0,61548145
0,97	-65,332	-4,88281	0,341993	0,025391	0,00025391	0,62169868

0,058	-65,332	-1,80664	0,351954	0,005273	5,273E-05	0,2300285
0,059	-65,332	-1,80664	0,351563	0,005664	0,00005664	0,2300285
0,06	-65,332	-1,85547	0,351368	0,005859	0,00005859	0,2362458
0,061	-65,332	-1,9043	0,352149	0,005078	5,078E-05	0,242463
0,062	-65,2832	-1,9043	0,351173	0,006054	0,00006054	0,242463
0,063	-65,3808	-1,9043	0,351173	0,006054	0,00006054	0,242463
0,064	-65,332	-2,00195	0,351173	0,006054	0,00006054	0,2548962
0,065	-65,332	-2,00195	0,351173	0,006054	0,00006054	0,2548962
0,066	-65,332	-2,14844	0,34961	0,007617	7,617E-05	0,2735479
0,067	-65,332	-2,14844	0,350782	0,006445	6,445E-05	0,2735479
0,068	-65,332	-2,14844	0,350196	0,007031	7,031E-05	0,2735479
0,069	-65,332	-2,19726	0,350977	0,00625	6,25E-05	0,2797638
0,07	-65,332	-2,24609	0,350196	0,007031	7,031E-05	0,2859811
0,071	-65,332	-2,29492	0,34961	0,007617	7,617E-05	0,2921983
0,072	-65,332	-2,29492	0,350001	0,007226	7,226E-05	0,2921983
0,073	-65,332	-2,39258	0,349415	0,007812	7,812E-05	0,3046327
0,074	-65,332	-2,39258	0,348438	0,008789	8,789E-05	0,3046327
0,075	-65,332	-2,44141	0,349806	0,007421	7,421E-05	0,31085
0,076	-65,332	-2,44141	0,349024	0,008203	8,203E-05	0,31085
0,077	-65,332	-2,53906	0,349415	0,007812	7,812E-05	0,3232832
0,078	-65,3808	-2,49023	0,348634	0,008593	8,593E-05	0,3170659
0,079	-65,332	-2,63672	0,348634	0,008593	8,593E-05	0,3357176
0,08	-65,332	-2,58789	0,349024	0,008203	8,203E-05	0,3295004
0,081	-65,332	-2,68555	0,348243	0,008984	8,984E-05	0,3419348
0,082	-65,332	-2,63672	0,348048	0,009179	9,179E-05	0,3357176
0,083	-65,332	-2,7832	0,348438	0,008789	8,789E-05	0,354368
0,084	-65,332	-2,73437	0,347657	0,00957	9,57E-05	0,3481508
0,085	-65,332	-2,88086	0,346681	0,010546	0,00010546	0,3668025
0,086	-65,332	-2,7832	0,347462	0,009765	9,765E-05	0,354368
0,087	-65,3808	-2,92969	0,347267	0,00996	9,96E-05	0,3730197
0,088	-65,3808	-2,83203	0,348048	0,009179	9,179E-05	0,3605853
0,089	-65,332	-3,02734	0,347267	0,00996	9,96E-05	0,3854529
0,09	-65,332	-2,92969	0,346681	0,010546	0,00010546	0,3730197
0,091	-65,332	-3,02734	0,347071	0,010156	0,00010156	0,3854529
0,092	-65,332	-3,02734	0,34629	0,010937	0,00010937	0,3854529
0,093	-65,332	-3,125	0,345704	0,011523	0,00011523	0,3978874
0,094	-65,332	-3,125	0,346485	0,010742	0,00010742	0,3978874
0,095	-65,4297	-3,17383	0,345899	0,011328	0,00011328	0,4041046
0,096	-65,332	-3,22265	0,345509	0,011718	0,00011718	0,4103205
0,097	-65,3808	-3,32031	0,345509	0,011718	0,00011718	0,422755
0,098	-65,332	-3,32031	0,345118	0,012109	0,00012109	0,422755
0,099	-65,332	-3,36914	0,345704	0,011523	0,00011523	0,4289722
0,1	-65,332	-3,41797	0,344923	0,012304	0,00012304	0,4351895
0,101	-65,332	-3,4668	0,344532	0,012695	0,00012695	0,4414067
0,102	-65,332	-3,4668	0,344532	0,012695	0,00012695	0,4414067
0,103	-65,3808	-3,56445	0,344142	0,013085	0,00013085	0,4538399
0,104	-65,3808	-3,56445	0,343165	0,014062	0,00014062	0,4538399
0,105	-65,332	-3,61328	0,344337	0,01289	0,0001289	0,4600571
0,106	-65,3808	-3,66211	0,343751	0,013476	0,00013476	0,4662743
0,107	-65,3808	-3,71094	0,344337	0,01289	0,0001289	0,4724916
0,108	-65,332	-3,80859	0,34336	0,013867	0,00013867	0,4849247
0,109	-65,3808	-3,80859	0,34297	0,014257	0,00014257	0,4849247
0,11	-65,332	-3,85742	0,34336	0,013867	0,00013867	0,491142
0,111	-65,3808	-3,85742	0,342774	0,014453	0,00014453	0,491142
0,112	-65,332	-3,95508	0,342188	0,015039	0,00015039	0,5035764
0,113	-65,3808	-3,95508	0,342579	0,014648	0,00014648	0,5035764
0,114	-65,3808	-4,05273	0,342384	0,014843	0,00014843	0,5160096
0,115	-65,332	-4,05273	0,341993	0,015234	0,00015234	0,5160096
0,116	-65,3808	-4,10156	0,341993	0,015234	0,00015234	0,5222268
0,117	-65,3808	-4,10156	0,341407	0,01582	0,0001582	0,5222268
0,118	-65,3808	-4,15039	0,342188	0,015039	0,00015039	0,5284441
0,119	-65,3808	-4,15039	0,341212	0,016015	0,00016015	0,5284441
0,12	-65,4297	-4,19922	0,341407	0,01582	0,0001582	0,5346613
0,121	-65,332	-4,29687	0,341212	0,016015	0,00016015	0,5470945

RAMP_RESULT

10_1 sec

File

started

on

Mon

11 Sep 2000

15:39:16

sensit

0,048828

0,0488281

0,00019531

Χρόνος sec	Αξον. μετατ. mm	Δύναμη KNt	Παραμόρφ. mm	Ανηγμ. Παραμ.	Ανηγμ. Παραμ.	Τάση
0	-65,1367	-0,097656	0,35254	0	0	0,01243397
0,01	-65,1367	-0,146484	0,352345	0,000195	1,95E-06	0,01865092
0,02	-65,1367	-0,146484	0,352149	0,000391	3,91E-06	0,01865092
0,03	-65,1367	-0,195312	0,352149	0,000391	3,91E-06	0,0248679
0,04	-65,1367	-0,195312	0,35254	0	0	0,0248679
0,05	-65,0879	-0,244141	0,351759	0,000781	7,81E-06	0,031085
0,06	-65,1367	-0,244141	0,351759	0,000781	7,81E-06	0,031085
0,07	-65,1367	-0,341797	0,352149	0,000391	3,91E-06	0,04351895
0,08	-65,1367	-0,488281	0,351368	0,001172	1,172E-05	0,06216987
0,09	-65,1367	-0,488281	0,351173	0,001367	1,367E-05	0,06216987
0,1	-65,1367	-0,537109	0,351563	0,000977	9,77E-06	0,06838684
0,11	-65,1367	-0,537109	0,350392	0,002148	2,148E-05	0,06838684
0,12	-65,1855	-0,537109	0,350196	0,002344	2,344E-05	0,06838684
0,13	-65,1367	-0,634765	0,350587	0,001953	1,953E-05	0,08082079
0,14	-65,0879	-0,683593	0,350001	0,002539	2,539E-05	0,08703776
0,15	-65,1367	-0,732421	0,349806	0,002734	2,734E-05	0,09325474
0,16	-65,1367	-0,78125	0,350001	0,002539	2,539E-05	0,09947184
0,17	-65,2343	-0,830078	0,349415	0,003125	3,125E-05	0,10568881
0,18	-65,1367	-0,976562	0,349024	0,003516	3,516E-05	0,12433974
0,19	-65,1367	-0,976562	0,349415	0,003125	3,125E-05	0,12433974
0,2	-65,0879	-0,927734	0,347462	0,005078	5,078E-05	0,11812276
0,21	-65,1367	-1,02539	0,348048	0,004492	0,00004492	0,13055671
0,22	-65,1367	-1,02539	0,348048	0,004492	0,00004492	0,13055671
0,23	-65,1855	-1,12305	0,346485	0,006055	6,055E-05	0,14299117
0,24	-65,1367	-1,17187	0,347267	0,005273	5,273E-05	0,14920712
0,25	-65,1855	-1,26953	0,347267	0,005273	5,273E-05	0,16164158
0,26	-65,1367	-1,36719	0,346485	0,006055	6,055E-05	0,17407604
0,27	-65,1855	-1,41601	0,34629	0,00625	6,25E-05	0,18029199
0,28	-65,1855	-1,36719	0,34629	0,00625	6,25E-05	0,17407604
0,29	-65,1855	-1,46484	0,346485	0,006055	6,055E-05	0,18650922
0,3	-65,1367	-1,46484	0,345509	0,007031	7,031E-05	0,18650922
0,31	-65,1367	-1,51367	0,345118	0,007422	7,422E-05	0,19272645
0,32	-65,1855	-1,5625	0,345704	0,006836	6,836E-05	0,19894368
0,33	-65,0879	-1,61133	0,344532	0,008008	8,008E-05	0,20516091
0,34	-65,1367	-1,75781	0,343751	0,008789	8,789E-05	0,22381132
0,35	-65,1855	-1,80664	0,344532	0,008008	8,008E-05	0,23002855
0,36	-65,1855	-1,85547	0,343751	0,008789	8,789E-05	0,23624578
0,37	-65,1367	-1,85547	0,343556	0,008984	8,984E-05	0,23624578
0,38	-65,1367	-1,9043	0,343556	0,008984	8,984E-05	0,24246301
0,39	-65,1855	-1,95312	0,342579	0,009961	0,00009961	0,24867896
0,4	-65,1855	-2,00195	0,342384	0,010156	0,00010156	0,25489619
0,41	-65,1855	-2,05078	0,342384	0,010156	0,00010156	0,26111342
0,42	-65,1855	-2,14844	0,340431	0,012109	0,00012109	0,27354788
0,43	-65,1855	-2,19726	0,341016	0,011524	0,00011524	0,27976383
0,44	-65,1367	-2,24609	0,341016	0,011524	0,00011524	0,28598106
0,45	-65,2343	-2,29492	0,339259	0,013281	0,00013281	0,29219829
0,46	-65,1855	-2,29492	0,34004	0,0125	0,000125	0,29219829
0,47	-65,1855	-2,34375	0,339649	0,012891	0,00012891	0,29841552
0,48	-65,1367	-2,39258	0,338673	0,013867	0,00013867	0,30463275
0,49	-65,1855	-2,49023	0,338868	0,013672	0,00013672	0,31706593
0,5	-65,1855	-2,53906	0,338868	0,013672	0,00013672	0,32328316
0,51	-65,1855	-2,58789	0,338477	0,014063	0,00014063	0,32950039
0,52	-65,2343	-2,63672	0,338087	0,014453	0,00014453	0,33571762
0,53	-65,1855	-2,68555	0,337501	0,015039	0,00015039	0,34193485
0,54	-65,1855	-2,7832	0,338087	0,014453	0,00014453	0,35436803
0,55	-65,1855	-2,7832	0,336524	0,016016	0,00016016	0,35436803
0,56	-65,1855	-2,83203	0,336134	0,016406	0,00016406	0,36058526
0,57	-65,1855	-2,88086	0,336524	0,016016	0,00016016	0,36680249