



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΔΟΠΟΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ Γ. ΓΕΩΡΓΟΥΛΗ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Α. ΛΟΪΖΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2005

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο «Αξιολόγηση της Ολισθηρότητας Οδοστρωμάτων με Χρήση Εξελιγμένου Συστήματος» και με επιβλέποντα τον κ Α. Λοΐζο, πραγματοποιήθηκε στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του ΕΜΠ.

Είναι χαρά μου να απευθύνω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον κ Α. Λοΐζο, ο οποίος μου υπέδειξε και ανέθεσε, το πολύ ενδιαφέρον σε μένα, θέμα της Διπλωματικής Εργασίας και τον ευχαριστώ επίσης για την πολύτιμη καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της.

Θέλω να ευχαριστήσω επίσης και όλους όσους, με τη φιλική συνεργασία και την εν γένει υποστήριξή τους, συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία διερευνώνται οι δυνατότητες του συστήματος μέτρησης της ολισθηρότητας των οδοστρωμάτων, Grip Tester. Συγκεκριμένα, γίνεται μία προκαταρκτική προσπάθεια αξιοποίησης αυτών των δυνατοτήτων. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ολισθηρότητας επί της επιφάνειας του οδοστρώματος σε επιλεγμένο τμήμα της Εγνατίας Οδού. Η επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων ολισθηρότητας που συλλέχθηκαν γίνεται τόσο μεμονωμένα όσο και σε συνδυασμό με αντίστοιχες μετρήσεις υφής, λαμβάνοντας υπόψη τη διεθνή εμπειρία και πρακτική σε συναφή θέματα. Τα σχετικά αποτελέσματα περιλαμβάνονται στην παρούσα εργασία.

ABSTRACT

In the present Diploma Thesis, the capabilities of the Grip Tester System, which is used for the measurement of pavement skid resistance, are researched. Specifically, it concerns a first approach of these capabilities development. For this purpose skid resistance measurements were applied on the pavement surface of selected road section of Egnatia Odos. The collected skid resistance data is processed and analyzed, also in combination with texture measurements, taking into account the international experience and practice on the subject matter. The related results are discussed in the present study.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1. ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑ.....	2
1.1. Αντίσταση σε Ολίσθηση	2
1.2. Παράγοντες που Επηρεάζουν την Ολισθηρότητα	3
1.2.1. Υφή της Επιφάνειας του Οδοστρώματος	3
1.2.2 Άλλοι Παράγοντες.....	8
1.3 Η Ολισθηρότητα στο Γεωμετρικό Σχεδιασμό	9
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	
ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑΣ.....	11
2.1 Μοντέλα για τον Καθορισμό της Αντίστασης σε Ολίσθηση	11
2.1.1 Το Μοντέλο Penn State	11
2.1.2 Το Μοντέλο Rado	12
2.1.3 Το Διεθνές Πείραμα Ολισθηρότητας της PIARC.....	13
2.2 Συστήματα Μέτρησης Ολισθηρότητας	15
2.3 Εργαστηριακές Μέθοδοι Μέτρησης Ολισθηρότητας.....	22
2.4 Δείκτες και Όρια Ολισθηρότητας (Συντήρησης)	24
3. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑΣ	26
3.1. Γενικά.....	26
3.2 Συστήματα του Εργαστηρίου Οδοποιίας του ΕΜΠ.....	26
3.2.1 Σύστημα Grip Tester.....	26
3.2.2 Laser Profiler (LP)	31
3.3. Πεδίο Εφαρμογής των Μετρήσεων	34
4.ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΥΛΛΟΓΗΣ	36
4.1. Επεξεργασία Στοιχείων Ολισθηρότητας.....	36
4.1.1. Απεικόνιση Ολισθηρότητας.....	36
4.1.2. Σύγκριση Δεξιάς και Αριστερής Λωρίδας	45
4.1.3 Όρια Επέμβασης (Συντήρησης).....	49
4.1.4. Σύγκριση του Δείκτη GN στις μετρήσεις Νοεμβρίου 2004 και Μαΐου 2005	55
4.2. Επεξεργασία Στοιχείων Υφής	60
4.3. Αναγωγή του Δείκτη GN σε IFI	61
4.4 Ταξινόμηση Επιμέρους Τμημάτων ως προς την Ολισθηρότητα.....	64
5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΧΟΛΙΑ	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καλή αντιολισθηρή επιφάνεια είναι ένα από τα σημαντικότερα επιφανειακά χαρακτηριστικά του οδοστρώματος και έχει άμεση σχέση με την ασφάλεια του οχήματος τόσο κατά την οδήγηση όσο και κατά την πέδηση. Στα πλαίσια της βέλτιστης συντήρησης και λειτουργίας ενός οδικού δικτύου απαιτείται η διερεύνηση του συντελεστή ολίσθησης (πόσο και πώς μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου) και η διατήρησή του σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Η Παρούσα Διπλωματική Εργασία διερευνά τις δυνατότητες του συστήματος μέτρησης της ολισθηρότητας των οδοστρωμάτων. Επιπλέον γίνεται μια προκαταρκτική προσπάθεια αξιοποίησης αυτών των δυνατοτήτων, όσον αφορά στη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων ολισθηρότητας, που προέκυψαν από επιτόπου μετρήσεις σε τμήματα της Εγνατίας Οδού στη Βόρεια Ελλάδα.

Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται το φαινόμενο της ολισθηρότητας των οδοστρωμάτων, οι παράγοντες που την επηρεάζουν, καθώς και ο ρόλος της στον γεωμετρικό σχεδιασμό.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται τα θεωρητικά μοντέλα, οι εργαστηριακές μέθοδοι και τα συστήματα μέτρησης της ολισθηρότητας των οδοστρωμάτων και γίνεται αναφορά στα όρια επέμβασης (συντήρησης).

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται τα συστήματα του Εργαστηρίου Οδοποιίας του ΕΜΠ με τα οποία έγινε διερεύνηση επιφανειακών χαρακτηριστικών των οδοστρωμάτων σε τμήματα της Εγνατίας Οδού και παρέχονται πληροφορίες για το πεδίο εφαρμογής των σχετικών μετρήσεων.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων συλλογής με έμφαση στην ολισθηρότητα της επιφάνειας των υπό διερεύνηση οδοστρωμάτων, τόσο μεμονωμένα όσο και σε συνδυασμό με την αντίστοιχη υψή. Για την επεξεργασία και ανάλυση των υπόψη στοιχείων λαμβάνεται υπόψη η διεθνής εμπειρία και πρακτική σε συναφή θέματα.

Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια ανακεφαλαίωση των όσων προηγήθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια και αναπτύσσονται σχετικά σχόλια.

1. ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑ

1.1. Αντίσταση σε Ολίσθηση

Με τον όρο αντίσταση σε ολίσθηση εκφράζεται το φαινόμενο της τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ ενός κινούμενου ελαστικού και της επιφάνειας κύλισης του οδοστρώματος και αναφέρεται συνήθως σε περιπτώσεις υγρού οδοστρώματος. Διαφορετικά είναι το μέτρο της δύναμης η οποία αναπτύσσεται όταν ένα ελαστικό ολισθαίνει στην υγρή επιφάνεια ενός οδοστρώματος.

Για τον τυπικό χρήστη μιας οδού, ο όρος αντίσταση ολίσθησης ανάγεται σε ερωτήματα όπως: το όχημα θα σταματήσει εγκαίρως στην περίπτωση μιας απότομης πέδησης; μπορεί ένα ατύχημα να αποφευχθεί ή το όχημα θα ολισθήσει ανεξέλεγκτα με αποτέλεσμα τη σύγκρουσή του με διερχόμενα αυτοκίνητα; Δεν είναι επίσης ασύνηθες στην περίπτωση μια απότομης και γρήγορης πέδησης σε υγρό οδόστρωμα να εμφανιστεί το φαινόμενο της υδρολίσθησης.

Ο λόγος για τον οποίο η αντίσταση σε ολίσθηση αναφέρεται σε υγρό οδόστρωμα είναι ότι η πλειοψηφία των επιφανειών των οδοστρωμάτων παρέχει ένα ικανοποιητικό επίπεδο αντιολισθηρότητας, όταν αυτά είναι στεγνά. Συγκρίνοντας την οδική συμπεριφορά ενός οχήματος σε στεγνό οδόστρωμα με εκείνη σε βρεγμένο, παρατηρούμε ότι στην δεύτερη περίπτωση το στρώμα νερού το οποίο βρίσκεται ανάμεσα στο ελαστικό και την επιφάνεια κύλισης δρα σαν λιπαντικό, μειώνοντας την τριβή και αυξάνοντας την ολίσθηση, με αποτέλεσμα να υπάρχει αυξημένος κίνδυνος υδρολίσθησης, μικρό κράτημα των ελαστικών στο οδόστρωμα και να απαιτούνται μεγαλύτερες αποστάσεις πέδησης.

Η παρουσία του νερού το οποίο, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, δρα ως λιπαντικό μεταξύ της επιφάνειας κύλισης και του ελαστικού, σε συνδυασμό με το πώς μπορεί το φαινόμενο αυτό να περιοριστεί, είναι το κλειδί στην κατανόηση του φαινομένου της αντίστασης σε ολίσθηση. Προς αποφυγή των συνθηκών που αυξάνουν τον κίνδυνο ενός ατυχήματος οφειλόμενου στην ολίσθηση θα πρέπει να υπάρχει κάποια διαδικασία όπου το στρώμα του νερού να μειώνεται, τόσο ώστε να μπορεί να σπάσει, προκειμένου το ελαστικό του τροχού να έρχεται σε επαφή με τα αδρανή της επιφάνειας κύλισης.

Από τεχνική άποψη, η επιφάνεια ενός οδοστρώματος θεωρείται βρεγμένη όταν η ένταση της βροχόπτωσης ξεπεράσει τα 0,1 mm/h. Αυτή η βροχόπτωση δημιουργεί

έναν υμένα («φιλμ») νερού που ποικίλει σε πάχος από μερικά μικρά (μm) μέχρι μερικά χιλιοστά (mm) του μέτρου[1]. Η παρουσία ενός πολύ λεπτού φιλμ νερού έχει περιορισμένη επίδραση στο φαινόμενο της ολίσθησης, όταν το όχημα κινείται με μικρή ταχύτητα, καθώς το ελαστικό προλαβαίνει να διαπεράσει το φιλμ και έρχεται σε επαφή με τα αδρανή. Όμως, καθώς το πάχος του φιλμ αυξάνεται ο χρόνος επαφής ελαστικού-επιφάνειας επηρεάζεται από την ικανότητα να απομακρύνεται εγκαίρως το επιπλέον νερό. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς όσο αυξάνεται η ταχύτητα του οχήματος τόσο μειώνεται ο χρόνος επαφής, γεγονός που αποδεικνύει την πολύπλοκη αλληλεπίδραση που υπάρχει μεταξύ ελαστικού, επιφανειακής υφής, μικροϋφής των αδρανών, ταχύτητας του οχήματος και περιβαλλοντικών συνθηκών.

1.2. Παράγοντες Επίδρασης Ολίσθηρότητας

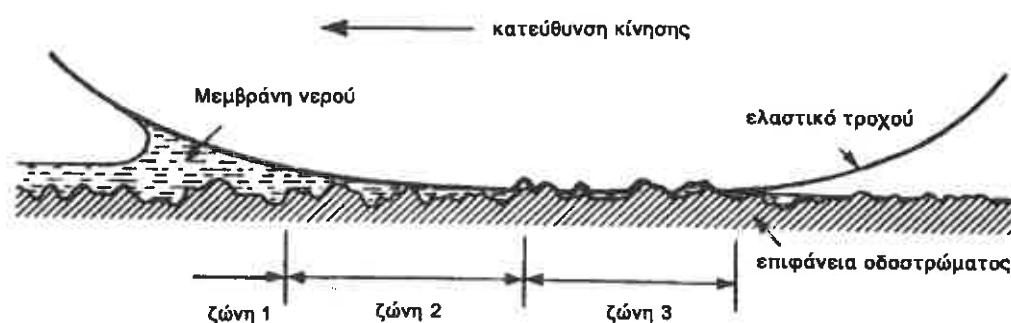
1.2.1. Υφή της Επιφάνειας του Οδοστρώματος

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η αντίσταση στην ολίσθηση αυξάνεται όσο αυξάνεται η επιφάνεια της ξηρής επαφής μεταξύ του ελαστικού και του οδοστρώματος. Σε αυτό συντελεί πρωτίστως η μικρο- και μακρο-υφή της επιφάνειας του οδοστρώματος. Η μικρο-υφή ορίζεται ως η απόκλιση της επιφάνειας ενός οδοστρώματος από μία επίπεδη επιφάνεια με χαρακτηριστικές διαστάσεις κατά μήκος της επιφάνειας από 1μm έως 0.5mm, ενώ η μακρο-υφή ορίζεται ως η απόκλιση της επιφάνειας ενός οδοστρώματος από μία επίπεδη επιφάνεια με μήκη κύματος από 0.5mm έως 50mm[2]. Η ύπαρξη μικρο-υφής συντελεί στην καταστροφή του λεπτού υδάτινου υμένα που δημιουργείται μεταξύ του ελαστικού και της επιφάνειας του οδοστρώματος, ενώ η μακρο-υφή υποβοηθά τη γρήγορη αποστράγγιση του ύδατος κάτω από το ελαστικό.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.1[3], η επιφάνεια επαφής οδοστρώματος και τροχού χωρίζεται σε τρεις ζώνες. Στο μπροστινό μέρος, έτσι όπως ορίζεται από την κίνηση του οχήματος, στη ζώνη 1 δημιουργείται μια μη διακοπτόμενη μεμβράνη νερού. Στη ζώνη 2, το νερό σκορπίζεται καθώς η μεμβράνη διακόπτεται από την τραχύτητα της επιφάνειας. Στη ζώνη 3, το νερό έχει απομακρυνθεί από την πίεση του ελαστικού αφήνοντας επαρκώς στεγνή την επιφάνεια επαφής. Για την επάρκεια των χαρακτηριστικών της ζώνης 3, εκτός από τη συμπεριφορά των ελαστικών, καθοριστική είναι και η αποστραγγιστική ικανότητα που παρέχει η μακροϋφή της επιφάνειας του οδοστρώματος. Μηδενισμός της περιοχής 3 έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία υδάτινου υμένα στη διεπιφάνεια ελαστικού και οδοστρώματος, με αποτέλεσμα να

μηδενίζεται ο συντελεστής τριβής και κατ' επέκταση η αντίσταση της επιφάνειας σε ολίσθηση. Πρόκειται για το φαινόμενο της υδρολίσθησης.

Η μικρο-υφή σχετίζεται με την αδρότητα της επιφάνειας των αδρανών, ενώ η μακρο-υφή συσχετίζεται με την τραχύτητα της επιφάνειας του οδοστρώματος λόγω προεξοχής των αδρανών από την επιφάνεια. Η συνύπαρξη ή μη των παραπάνω χαρακτηριστικών χαρακτηρίζει την επιφάνεια ως: τραχεία και αδρή (συνύπαρξη μικρο- και μακρο- υφής), τραχεία και λεία (ύπαρξη μόνο μακρο-υφής), ομαλή και αδρή (ύπαρξη μόνο μικρο-υφής) ή ομαλή και λεία (απουσία μικρο- και μακρο-υφής). Οι παραπάνω χαρακτηρισμοί επεξηγούνται σχηματικά στο Σχήμα 1.2.

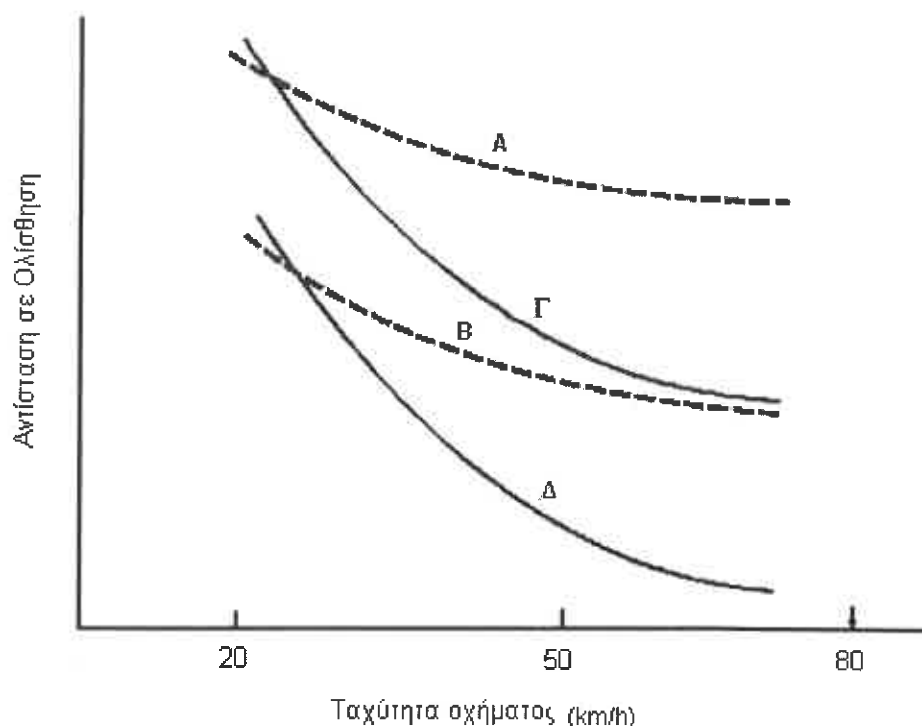


Σχήμα 1.1 Ζώνες της επιφάνειας επαφής τροχού-οδοστρώματος [3]

	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Υφή επιφάνειας	
		ΜακροΥφή	ΜικροΥφή
Α		Τραχεία	Αδρή
Β		Τραχεία	Λεία
Γ		Ομαλή	Αδρή
Δ		Ομαλή	Λεία

Σχήμα 1.2 Όροι που χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό της επιφανειακής υφής του οδοστρώματος[4]

Η επίδραση των παραπάνω ειδών υφής στο συντελεστή αντιολίσθησης¹, συναρτήσει της ταχύτητας του οχήματος, επεξηγείται στο Σχήμα 1.3



Σχήμα 1.3 Αντίσταση σε ολίσθηση υγρών επιφανειών (μετρηθείσα με λείο πέλμα ελαστικού) [4]

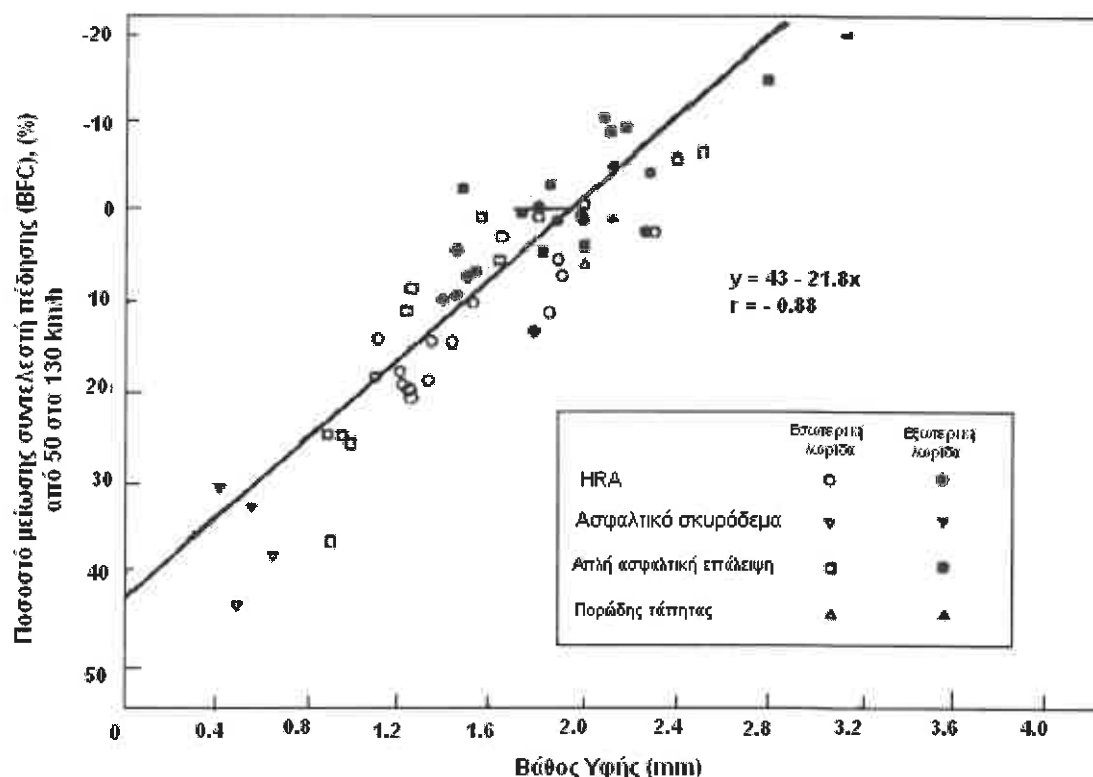
Είναι σαφές ότι με την αύξηση της ταχύτητας η αντιολισθητική ικανότητα^{II} της επιφάνειας μειώνεται και η μείωση αυτή είναι περισσότερο αισθητή στην περίπτωση απουσίας μακρο-υφής (καμπύλες Γ και Δ). Από το Σχήμα 1.3 εξάγεται επίσης το συμπέρασμα ότι σε χαμηλές ταχύτητες, έως 50km/h, η ύπαρξη μικρο-υφής μόνο, είναι ικανή να δώσει ικανοποιητικό συντελεστή ολισθηρότητας (αρχή της καμπύλης Γ). Σε υψηλές ταχύτητες, η ύπαρξη και μακρο-υφής είναι απολύτως αναγκαία για τη διατήρηση του συντελεστή ολισθηρότητας σε ικανοποιητικά επίπεδα (καμπύλη Α). Τέλος, η ύπαρξη μακρο-υφής μόνο δεν προσδίδει καλό συντελεστή ολισθηρότητας ακόμα και σε υψηλές ταχύτητες (καμπύλη Β).

Η ύπαρξη καλής υφής του οδοστρώματος (μακρο- και μικρο-υφή) εκφράζεται συναρτήσει του βάθους υφής. Στο σχήμα 1.4 [3] φαίνεται η επίδραση του βάθους υφής, των επιφανειών των οδοστρωμάτων που κατασκευάστηκαν από διάφορα ασφαλτομίγματα, στη μείωση του συντελεστή ολίσθησης (BFC), όταν η ταχύτητα

¹ Ένας πιο δόκιμος όρος που χρησιμοποιείται είναι «Συντελεστής αντιολισθητικότητας»

^{II} Η αλλιώς «αντιολισθητικότητα του οδοστρώματος»

του οχήματος αυξάνει από 50km/h σε 130km/h. Χαρακτηριστική είναι η μείωση του συντελεστή πέδησης στην επιφάνεια που δημιουργείται από ασφαλτικό σκυρόδεμα. Από το ίδιο σχήμα φαίνεται ότι με ασφαλτικό σκυρόδεμα είναι αδύνατο να παραχθεί βάθος μακρο-υφής μεγαλύτερο από 0.8mm.



Σχήμα 1.4 Επίδραση βάθους υφής στη μείωση του συντελεστή πέδησης (BFC) με την αύξηση της ταχύτητας από 50 km/h σε 130 km/h [5]¹

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι θα πρέπει να γίνονται προσεκτικοί έλεγχοι σκληρότητας των αδρανών, τα οποία χρησιμοποιούνται στην κατασκευή στρώσεων κυκλοφορίας οδοστρωμάτων, κυρίως αντιολισθηρών. Τέτοιοι εργαστηριακοί έλεγχοι είναι: η Δοκιμή Προσδιορισμού του Δείκτη Αντίστασης σε Στίλβωση (PSV), Αντίσταση σε Τριβή και Κρούση κατά Los Angeles (LA) και Δοκιμή Προσδιορισμού του Δείκτη Αντίστασης σε Απότριψη (AAV).

Μέχρι σήμερα δεν έχει αναπτυχθεί κάποιο σύστημα μέτρησης της μικροϋφής. Το προφίλ της μικροϋφής της επιφάνειας ενός οδοστρώματος μπορεί να είναι παραπλανητικό. Εξαιτίας της δυσκολίας που υπάρχει στη μέτρηση της μικροϋφής, προτιμάται ένα υποκατάστατο. Σύμφωνα με μια έρευνα του Pennsylvania State University, υπάρχει μεγάλη συσχέτιση μεταξύ της παραμέτρου μ_o του μοντέλου Penn

State (αναλυτικά στο κεφάλαιο 2) και της τετραγωνικής ρίζας (RMS) του ύψους του προφίλ της μικροϋφής [6].

Διεθνώς έχουν γίνει προσπάθειες για την αποφυγή της ανάγκης μέτρησης της μικροϋφής, στην περίπτωση που είναι διαθέσιμες μετρήσεις της μακροϋφής. Μία μέτρηση σε οποιαδήποτε ταχύτητα ολίσθησης, μαζί με την παράμετρο της μακροϋφής, καθορίζει την αντίσταση σαν συνάρτηση της ταχύτητας ολίσθησης [6].

Ένας παραδοσιακός τρόπος μέτρησης της μακροϋφής της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι η στατική μέθοδος της «κηλίδας της άμμου» [7] (Sand Patch) (Σχήμα 1.5). Πρόκειται για μια ογκομετρική μέθοδο που βασίζεται στην εκτίμηση του όγκου των κενών της επιφάνειας του οδοστρώματος, όταν γνωστός όγκος διαβαθμισμένης άμμου διαστρώνεται και γεμίζει τα κενά έως τις κορυφές των κόκκων των αδρανών. Το βάθος υφής υπολογίζεται από τον όγκο της άμμου διά του εμβαδού της επιφάνειας της κηλίδας της άμμου που προκύπτει μετά τη διάστρωσή της. Το βάθος υφής που προκύπτει από την ογκομετρική μέθοδο ονομάζεται συνήθως «Mean Texture Depth» (MTD), έτσι όπως αυτό ορίζεται στον τρισδιάστατο χώρο. Επίσης, τα τελευταία χρόνια μικρές γυάλινες σφαίρες τείνουν να αντικαταστήσουν το υλικό της άμμου.



Σχήμα 1.5 Μέθοδος της κηλίδας άμμου (sand patch)

Αν και διεθνώς η μέθοδος της «κηλίδας της άμμου» είναι ευρέως διαδεδομένη, παρουσιάζει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε βρεγμένο οδόστρωμα
- δεν παρέχει ικανότητα αναπαραγωγής της επιφάνειας του οδοστρώματος
- είναι αργή ως προς την εφαρμογή της
- προϋποθέτει την ύπαρξη μέτρων σήμανσης αποκλεισμού της οδού από την οδική ασφάλεια

Δεδομένων των μειονεκτημάτων αυτών αναπτύχθηκαν διάφορες τεχνικές για τη βελτιστοποίηση της μέτρησης της μακροϋφής, όπως είναι τα υψηλής ταχύτητας συστήματα προφίλομέτρησης, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα άμεσης μέτρησης του βάθους υφής MPD της επιφάνειας του οδοστρώματος κατά μήκος μιας οδού. Ένα τέτοιο σύστημα είναι το 3 Laser Profiler (3LP) του εργαστηρίου Οδοποιίας του ΕΜΠ. Αναλυτική περιγραφή του περιέχεται σε επόμενο κεφάλαιο.

1.2.2 Άλλοι Παράγοντες

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα το συντελεστή ολίσθηρότητας είναι: το πέλμα (ίχνος) του ελαστικού (λείο ή ανάγλυφο) Όσο πιο λεία είναι η επιφάνεια του ελαστικού τόσο περισσότερο μειώνεται η αντίσταση ολίσθησης με την αύξηση της ταχύτητας του οχήματος που κινείται επί λείας επιφάνειας οδοστρώματος.

Οι καιρικές συνθήκες είναι ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την μεταβλητότητα της αντίστασης σε ολίσθηση. Έχει καταγραφεί ότι η επιφάνεια του οδοστρώματος παρουσιάζει μεγαλύτερη αντίσταση σε ολίσθηση κατά τους χειμερινούς μήνες έναντι των θερινών μηνών. Το γεγονός έχει αποδοθεί στην αναμενόμενη καθαρότητα της επιφάνειας των οδοστρωμάτων κατά τους χειμερινούς μήνες [3].

Επίσης, έχει παρατηρηθεί πως συνήθως τα δύο πρώτα χρόνια μετά την κατασκευή ενός οδοστρώματος η αντίσταση σε ολίσθηση αυξάνεται καθώς το συνδετικό της ασφάλτου φθείρεται και στη συνέχεια μειώνεται λόγω της λείανσης των αδρανών.

Τέλος, μια ακόμη συνιστώσα που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την αξιολόγηση ενός οδοστρώματος όσον αφορά την αντίσταση σε ολίσθηση είναι τόσο ο

κυκλοφοριακός φόρτος της οδού (ή της λωρίδας κυκλοφορίας) όσο και η σύνθεση της κυκλοφορίας (π.χ ποσοστό βαρέων οχημάτων).

1.3 Η Ολισθηρότητα στο Γεωμετρικό Σχεδιασμό

Μία απλουστευμένη θεώρηση της κατασκευής του οχήματος και της κατανομής των δυνάμεων που ασκούνται κατά την κίνησή του είναι η μάζα του οχήματος να θεωρείται συγκεντρωμένη στο κέντρο βάρους του και να αγνοείται παντελώς το πραγματικό σύστημα δυνάμεων, που εφαρμόζεται στα διάφορα μέρη του οχήματος, όπως στους τροχούς κλπ. Αυτός ο τρόπος διερεύνησης της δυναμικής της κίνησης των οχημάτων είναι τυπικός για όλους τους μέχρι σήμερα ισχύοντες κανονισμούς οδοποιίας.

Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα, μία από τις βασικές παραμέτρους της ασφάλειας κατά την κυκλοφορία των οχημάτων αποτελεί η ολισθηρότητα της υγρής επιφάνειας της οδού (πρόσφυση του οδοστρώματος).

Από την πρόσφυση του οδοστρώματος, που εκφράζεται με τον συντελεστή τριβής ολίσθησης, εξαρτάται η μέγιστη τιμή των δυνάμεων της προώθησης και της πέδησης καθώς και των εγκάρσιων δυνάμεων που ασκούνται στα ελαστικά των τροχών των αυτοκινήτων και οι οποίες επενεργούν στο οδόστρωμα ως δυνάμεις αντίδρασης.

Η σχέση που προέκυψε ύστερα από ανάλυση και δίνει το μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή εφαιπτομενικής τριβής είναι:

$$\max f_T = 0.241 \cdot (V/100)^2 - 0.721 \cdot (V/100) + 0.708 \quad [8]$$

όπου: V = ταχύτητα οχήματος (km/h)

Όσον αφορά την ασφάλεια της κυκλοφορίας των οχημάτων θα πρέπει να εξασφαλίζεται πάντοτε η ύπαρξη των τιμών του συντελεστή τριβής σύμφωνα με την παραπάνω σχέση στα οδοστρώματα, είτε πρόκειται για κατασκευή νέων είτε για την ανακατασκευή ή βελτίωση παλαιότερων οδών.

Εκτός από τον υπολογισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής του συντελεστή εφαιπτομενικής τριβής σε συνάρτηση με την ταχύτητα πρέπει να επιλεγεί ο συντελεστής εκμετάλλευσης n της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής του συντελεστή εγκάρσιας τριβής.

Σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία αυτή η τιμή κυμαίνεται κατά κανόνα μεταξύ 40% και 50% [8]. Αυτό σημαίνει ότι στην εφαιπτομενική κατεύθυνση διατίθεται το 92% έως το 87% της τιμής του συντελεστή εφαιπτομενικής τριβής κατά την κίνηση του οχήματος σε

καμπύλες, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά την επιτάχυνση, την επιβράδυνση, την πέδηση ή άλλους αναγκαίους ελιγμούς του οχήματος.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή εγκάρσιας τριβής $f_{R\text{επιτρ}}$ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\max f_{R\text{επιτρ}} = n * 0.925 * \max f_{T\text{επιτρ}} \quad [8]$$

όπου: $\max f_{R\text{επιτρ}}$ = μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής εγκάρσιας τριβής

$\max f_{T\text{επιτρ}}$ = μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής εφαπτομενικής τριβής

n = συντελεστής εκμετάλλευσης της τιμής του συντελεστή εγκάρσιας τριβής

Ο συντελεστής μείωσης 0,925 έχει σχέση με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των ελαστικών.

Για τον υπολογισμό των ελάχιστων ακτίνων των κυκλικών τόξων στην οδοποιία εφαρμόζεται η σχέση:

$$\min R = V_e^2 / \{127 * (\max f_R + q)\} \quad [8]$$

όπου: $\max f_R = n * 0,925 * \max f_T$

V_e = ταχύτητα μελέτης (km/h)

q = επίκλιση της οδού

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει, ότι η ολισθηρότητα, μέσω του συντελεστή εγκάρσιας τριβής, παίζει σημαντικό ρόλο στη γεωμετρική χάραξη των οδών και ειδικότερα στη χάραξη της ακτίνας των οριζόντιων καμπυλών.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑΣ

2.1 Καθορισμός της Αντίστασης σε Ολίσθηση

Πρώτος ο Moyer το 1934 υποστήριξε ότι καθώς αυξάνεται η ταχύτητα ενός οχήματος η αντίσταση σε ολίσθηση μειώνεται [4]. Πιο συγκεκριμένα, η αντίσταση σε ολίσθηση μειώνεται καθώς η σχετική ταχύτητα της επιφάνειας του ελαστικού προς την επιφάνεια του οδοστρώματος αυξάνεται. Αυτή η σχετική ταχύτητα ονομάζεται ταχύτητα ολίσθησης. Υπάρχουν διάφορα προσομοιώματα ή διαφορετικά «μοντέλα» για τον καθορισμό της αντίστασης σε ολίσθηση. Κάποια από αυτά τα μοντέλα περιγράφονται στο παρόν κεφάλαιο.

2.1.1 Το Μοντέλο Penn State

Το Μοντέλο Penn State [6] περιγράφει τη σχέση μεταξύ της τριβής (μ) και της ταχύτητας ολίσθησης (S) με μια εκθετική συνάρτηση :

$$\mu = \mu_0 e^{(PNG/100)S}$$

όπου το μ_0 είναι το σημείο τομής της τριβής σε μηδενική ταχύτητα και το PNG ορίζεται από την εξίσωση :

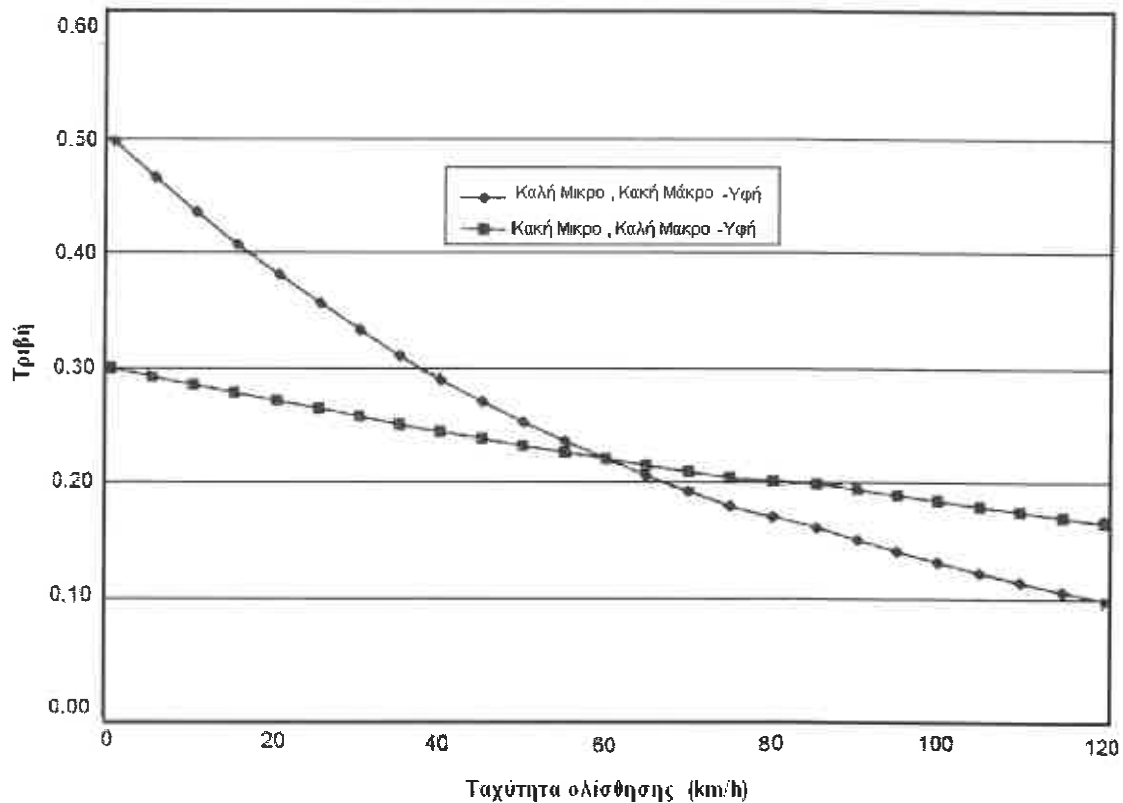
$$PNG = - (100/\mu) (d\mu/ds)$$

Έχει αποδειχθεί ότι το PNG σχετίζεται άμεσα με τη μακρο-υφή και ότι το μ_0 μπορεί να προβλεφθεί από τη μικρο-υφή.

Νεότερες εκδοχές του μοντέλου Penn State αντικατέστησαν τον όρο PNG/100 με μια σταθερά ταχύτητας S_p :

$$\mu = \mu_0 e^{(S/S_p)}$$

Το Σχήμα 2.1 αναπαριστά το μοντέλο Penn State για δύο περιπτώσεις που έχουν το ίδιο επίπεδο τριβής στα 60 km/h, αλλά συμπεριφέρονται πολύ διαφορετικά σε άλλες ταχύτητες, εξαιτίας των διαφορών που έχουν στην υφή, με αποτέλεσμα να αλλάζουν οι τιμές για το PNG και το S_p . Από το παράδειγμα αυτό προκύπτει η ανάγκη καθορισμού περισσότερων της μιας τιμών, όπως για παράδειγμα την αντίσταση στα 60km/h, προκειμένου να περιγράψουμε την αντίσταση ολίσθησης της επιφάνειας κύλισης ενός οδοστρώματος.



Σχήμα 2.1 Μοντέλο Penn State [6]

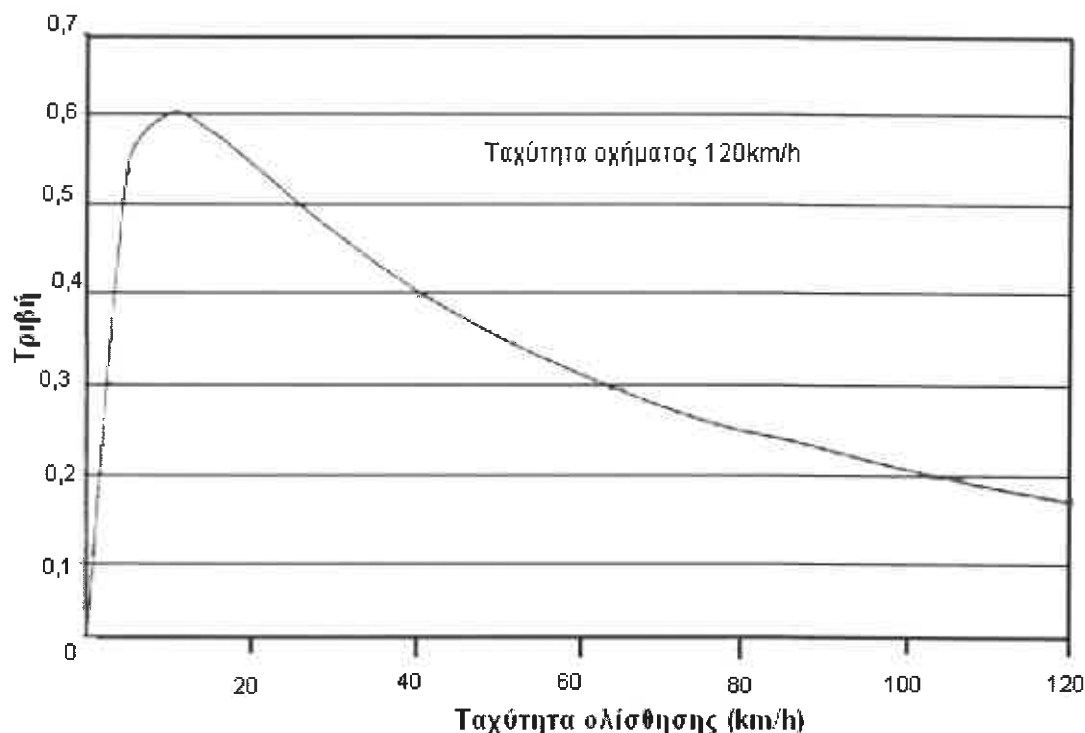
2.1.2 Το Μοντέλο Rado

Καθώς ένα ελαστικό προχωρά από την κατάσταση ελεύθερης κύλισης στην κατάσταση του μπλοκαρισμένου τροχού κατά τη διαδικασία της πέδησης, η αντίσταση αυξάνει από το μηδέν σε μία μέγιστη τιμή και μετά μειώνεται για να φτάσει στην αντίσταση του μπλοκαρισμένου τροχού. Τα συστήματα αντιμπλοκαρίσματος των φρένων ελευθερώνουν τα φρένα, έτσι ώστε, να επιχειρήσουν να λειτουργήσουν κοντά στο επίπεδο της μέγιστης τριβής (αντίστασης). Το τμήμα της καμπύλης της τριβής ολίσθησης (Σχήμα 2.2) με την ανοδική πορεία εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του ελαστικού, ενώ το τμήμα μετά το μέγιστο εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του οδοστρώματος. Αυτή η συμπεριφορά προσομοιώνεται όπως φαίνεται παρακάτω :

$$\mu(S) = \mu_{\text{peak}} e^{-[\ln(S/S_{\text{peak}})/C]^2} \quad [6]$$

όπου το μ_{peak} είναι η μέγιστη τιμή της τριβής, S_{peak} είναι η ταχύτητα ολίσθησης στο ανώτερο σημείο (τυπικά περίπου το 15% της ταχύτητας του οχήματος) και το C είναι ένας συντελεστής που σχετίζεται με την τραχύτητα της υφής. Το Σχήμα 2.2 είναι μία

γραφική παράσταση της παραπάνω εξίσωσης με κάποιες τυπικές τιμές: $\mu_{\text{peak}}=0.6$, $S_{\text{peak}}=15\text{km/h}$, $C=0.5$, με το όχημα να έχει ταχύτητα 120km/h .



Σχήμα 2.2 Μοντέλο του Rado [6]

Τα δύο αυτά μοντέλα μπορούν να συσχετιστούν με την διαδικασία πέδησης ενός οχήματος σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Κατά την αρχή της διαδικασίας της πέδησης η τριβή (αντίσταση) ακολουθεί το μοντέλο του Rado μέχρι τη στιγμή που οι τροχοί είναι πλήρως ακινητοποιημένοι. Αν η πέδηση συνεχίσει και μετά από αυτό το σημείο, η ταχύτητα του οχήματος (η οποία τότε είναι ίση με την ταχύτητα ολίσθησης) μειώνεται και η τριβή ακολουθεί το μοντέλο Penn State, μέχρι το όχημα να σταματήσει. Αντιθέτως, όταν χρησιμοποιείται το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος των φρένων, η τριβή ακολουθεί το μοντέλο του Rado μέχρι να φτάσει σε ένα προκαθορισμένο ποσοστό ολίσθησης, και κατά τη διάρκεια αυτού του χρόνου η ταχύτητα του οχήματος μειώνεται δραματικά. Το φρένο τότε απελευθερώνεται και η τριβή πέφτει στο μηδέν [6].

2.1.3 Το Διεθνές Πείραμα Ολισθηρότητας της PIARC

Το Διεθνές Πείραμα για τη Σύγκριση και την Εναρμόνιση της Υφής με τις Μετρήσεις της Αντίστασης σε Ολίσθηση (International PIARC Experiment to Compare and Harmonize Texture and Skid Resistance Measurements), πραγματοποιήθηκε στο Βέλγιο και την

Ισπανία το Φθινόπωρο του 1992. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με διάφορα όργανα μέτρησης ολισθηρότητας σε τρεις ταχύτητες: 30, 60 και 90km/h με δύο επαναλήψεις σε κάθε ταχύτητα. Όλες οι μετρήσεις υφής έγιναν σε στεγνή επιφάνεια. Επίσης, οι μετρήσεις μικρο-υφής έγιναν πριν και μετά τις μετρήσεις ολισθηρότητας. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να αποδειχθεί ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά κατά τη διάρκεια των μετρήσεων [6],[9].

Πραγματοποιήθηκαν 51 διαφορετικές μετρήσεις υφής και ολισθηρότητας από τους συμμετέχοντες από 14 Χώρες. Οι θέσεις όπου έγιναν οι μετρήσεις είναι 54 στο σύνολο: 28 στο Βέλγιο και 26 στην Ισπανία. Τα αποτελέσματα εισήχθησαν σε βάση δεδομένων, η οποία περιλάμβανε περιγραφή των οργάνων, χαρακτηριστικά των τοποθεσιών, καιρικές συνθήκες, μετρήσεις υφής και μετρήσεις αντίστασης σε ολίσθηση.

Το μοντέλο του Rado για ταχύτητες ολίσθησης κάτω από το μέγιστο και το μοντέλο Penn State είναι όμοια και εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του οδοστρώματος. Επειδή το μοντέλο Penn State είναι λιγότερο περίπλοκο, επιλέχθηκε σαν βάση για την ανάλυση των πειραματικών δεδομένων και την εξέλιξη του Διεθνούς Δείκτη Τριβής (International Friction Index -IFI). Η διαδικασία εναρμόνισης επιτρέπει τη μέτρηση της αντίστασης ολίσθησης με οποιαδήποτε μεθοδολογία και το αποτέλεσμα εξάγεται σε μια κοινή κλίμακα.

Το IFI αποτελείται από δύο αριθμούς που περιγράφουν την αντίσταση σε ολίσθηση ενός οδοστρώματος: τη σταθερά της ταχύτητας (S_p) και τον αριθμό της τριβής (F60). Χρησιμοποιώντας αυτές τις δύο παραμέτρους μπορεί να προβλεφθεί μια τιμή αντίστασης σε ολίσθηση για οποιαδήποτε συσκευή, σε οποιαδήποτε ταχύτητα ολίσθησης χρησιμοποιώντας μία διαδικασία η οποία περιγράφεται σαν το «μοντέλο-PIARC». Η σταθερά της ταχύτητας έχει γραμμική συσχέτιση με το αποτέλεσμα της μέτρησης της μακρο-υφής (TX) :

$$S_p = a + b \text{ TX} \quad [6],[9]$$

Οι σταθερές a και b έχουν καθοριστεί για κάθε τύπο μέτρησης της μακρο-υφής (TX) που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα.

Η μετρηθείσα τιμή της αντίστασης σε ολίσθηση, σε κάποια ταχύτητα ολίσθησης, FRS μετατρέπεται σε μέτρηση ολισθηρότητας με ταχύτητα 60km/h (FR60) σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{FR60} = \text{FRS} \cdot \exp[(S-60)/S_p] \quad [6],[9]$$

όπου το FRS είναι η αντίσταση σε ολίσθηση που διαβάζει το μηχάνημα σε κάποια ταχύτητα ολίσθησης S. Το S παίρνει τις ακόλουθες τιμές ανάλογα με το είδος της συσκευής:

$S = \text{Ταχύτητα του οχήματος (V) για μπλοκαρισμένο τροχό}$

$S = V * \text{ποσοστό της ολίσθησης}/100$ για συσκευές σταθερής ολίσθησης

$S = V * \sin a$ για συσκευές πλευρικής τριβής, $a = \text{γωνία ολίσθησης}$

Ο αριθμός της αντίστασης F(60) καθορίζεται ως εξής :

$$F60 = A + B \text{ FR60} + C \text{ TX} \quad [6],[9]$$

όπου A, B και C καθορίστηκαν για αυτή τη συσκευή στο πείραμα και έχουν καταγραφεί στο ASTM Standard Practice E-1960. Η τιμή του C είναι πάντα μηδέν όταν η αντίσταση μετράται με λείο τροχό. Όμως, ο όρος C TX βρέθηκε ότι είναι σημαντικός για τροχούς με αυλακώσεις γιατί είναι σχετικά αναίσθητοι στη μακρο-υφή.

Οι δύο παράμετροι που συνιστούν το IFI (F60 και S_p) είναι επαρκείς για να περιγράψουν την αντίσταση σε συνάρτηση με την ταχύτητα ολίσθησης χρησιμοποιώντας την εξίσωση :

$$F(S) = F60 e^{(60 - S)S_p} \quad [6],[9]$$

Όπου F(S) είναι η αντίσταση σε ολίσθηση σε ταχύτητα ολίσθησης S και F60 η αντίσταση ολίσθησης στα 60km/h.

Έτσι λοιπόν, όταν οι παράμετροι του IFI, F60 και S_p , είναι γνωστές η τιμή της αντίστασης σε ολίσθηση της επιφάνειας κύλισης ενός οδοστρώματος μπορεί να προβλεφθεί σε οποιαδήποτε ταχύτητα ολίσθησης. Ο σκοπός του IFI ήταν να επιτρέψει μια εύκολη σύγκριση των μετρήσεων που έγιναν με διαφορετικά όργανα μέτρησης με τη μετατροπή τους σε μια κοινή κλίμακα.

2.2 Συστήματα Μέτρησης Ολισθηρότητας

Σε κάθε Ευρωπαϊκή χώρα χρησιμοποιείται τουλάχιστον μία συσκευή για τη μέτρηση της αντίστασης σε ολίσθηση. Κάποιες χώρες έχουν αναπτύξει τις δικές τους συσκευές, ενώ άλλες χρησιμοποιούν συσκευές που έχουν αναπτυχθεί αλλού. Οι πιο πρόσφατες εξελίξεις έγιναν πριν τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο και συνεχίστηκαν τη δεκαετία του

1950. Στη Μεγάλη Βρετανία για παράδειγμα, συσκευές όπως το Pendulum Tester (Βρετανικό Εκκρεμές) και τα πρώτα οχήματα πλευρικής δύναμης κατασκευάστηκαν εκείνη την περίοδο, αλλά οι περισσότερες συσκευές που χρησιμοποιούνται σήμερα αναπτύχθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1960 και τη δεκαετία του 1970 [2].

Η κινητήρια δύναμη πίσω από την εξέλιξη των συσκευών μέτρησης της αντίστασης σε ολίσθηση, ήταν η ανάγκη της αιτιολόγησης του αυξημένου αριθμού των ατυχημάτων σε συγκεκριμένα σημεία του οδικού δικτύου κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Την ίδια στιγμή, σημειώνονταν σημαντικές εξελίξεις στην τεχνολογία με στόχο την επισταμένη διερεύνηση σε θέματα ολίσθηρότητας οδοστρωμάτων σε νέες αλλά και υφιστάμενες οδούς.

Πολλά είδη συσκευών κατασκευάστηκαν και εξελίχθηκαν σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες, για παράδειγμα: MuMeter, Skidometer, SCRIM, ASTM Skid Trailer, Odoliograph, Grip Tester, Stradograph και άλλα. Στον Πίνακα 2.1 φαίνονται οι συσκευές που χρησιμοποιούνται σε διάφορες χώρες.

Device	Operational Mode	% Slip (yaw angle)	Speed ¹ (km/h)	Country ²
ASTM E-274 Trailer	Locked wheel	100	30–90	United States
British Portable Tester	Slider	100	10	United Kingdom
Diagonal Braked Vehicle (DBV)	Locked wheel	100	65	U.S. (NASA)
DFTester	Slider	100	0–90	Japan
DWW Trailer	Fixed slip	86	30–90	The Netherlands
Griptester	Fixed slip	14.5	30–90	Scotland
IMAG	Variable fixed slip	0–100	30–90	France
Japanese Skid Tester	Locked wheel	100	30–90	Japan
Komatsu Skid Tester	Variable fixed slip	10–30	30–60	Japan
LCPC Adhera	Locked wheel	100	40–90	France
MuMeter	Side force	13 (7.5°)	20–80	United Kingdom
Norsemeter Oscar	Variable slip, fixed slip	0–90	30–90	Norway
Norsemeter ROAR	Variable slip, fixed slip	0–90	30–90	Norway
Norsemeter SALTAR	Variable slip	0–90	30–60	Norway
Odoliograph	Side force	34 (20°)	30–90	Belgium
Polish SRT-3	Locked wheel	100	30–90	Japan
Runway Friction Tester	Fixed slip	15	30–90	United States
Saab Friction Tester (SFT)	Fixed slip	15	30–90	Sweden
SCRIM	Side force	34 (20°)	30–90	United Kingdom
Skidometer BV-8	Locked wheel	100	30–90	Sweden
Skidometer BV-11	Fixed slip	20	30–90	Sweden
Stradograph	Side force	21 (12°)	30–90	Denmark
Stuttgarter Reibungsmesser (SRM)	Locked wheel, fixed slip	100, 20	30–90	Germany

Note: DWW = Dienst Weg- en Waterbouwkunde friction tester; IMAG = Instrument de Mesure Automatique de Glissement; SCRIM = Sideway-Force Coefficient Routine Investigation Machine; LCPC = Laboratoire Central des Ponts et Chaussées; ROAR = Road Analyzer and Recorder; SALTAR = Salt Analyzer and Recorder.

¹Typical speed range—many devices can operate outside the listed range (1 km/h = 0.6 mph); ²The country of manufacture—many devices are also used in other countries.

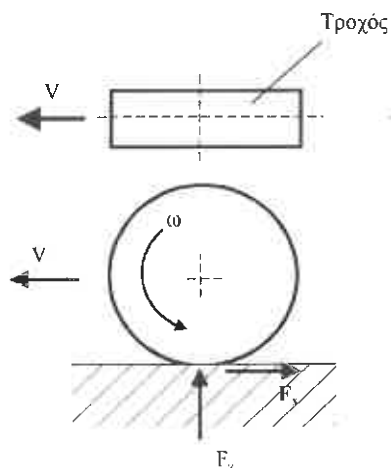
Πίνακας 2.1 Αντιπροσωπευτικές συσκευές μέτρησης ολίσθηρότητας [6]

Εκτός από τη Μεγάλη Βρετανία, η οποία είχε αναπτύξει το όχημα της πλευρικής δύναμης από τη δεκαετία του 1920, οι πρώτες πληροφορίες και γνώσεις για τα χαρακτηριστικά της αντίστασης σε ολίσθηση της επιφάνειας κύλισης ενός οδοστρώματος στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες αποκτήθηκε από στατικές συσκευές ή μεθόδους. Η εισαγωγή δυναμικών μεθόδων για τη μέτρηση της αντίστασης σε ολίσθηση κατέστησε δυνατό να εξερευνηθεί και να ληφθεί υπόψη και άλλος ένας παράγοντας, αυτός της ταχύτητας του οχήματος.

Η μέτρηση της αντίστασης της επιφάνειας σε ολίσθηση γίνεται με αυτοκινούμενα ή συρόμενα όργανα. Υπάρχουν τέσσερα βασικά είδη συσκευών μέτρησης της αντίστασης σε ολίσθηση: του ακινητοποιημένου τροχού, της πλευρικής δύναμης, της σταθερής ολίσθησης και της κυμαινόμενης ολίσθησης [6].

Η απευθείας χρήση των τιμών που εξάγονται από κάθε έναν από τους παραπάνω τύπους συσκευών αντιστοιχεί και σε ένα διαφορετικό σενάριο. Η μέθοδος του ακινητοποιημένου τροχού αναπαριστά την απότομη πέδηση χωρίς το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος των τροχών. Η μέθοδος της πλευρικής δύναμης μετράει την ικανότητα να διατηρείται ο έλεγχος στις καμπύλες. Οι μέθοδοι της σταθερής ολίσθησης και της κυμαινόμενης ολίσθησης σχετίζονται με το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος των τροχών κατά την πέδηση [6].

Σημειώνεται ότι κατά τη μέθοδο του ακινητοποιημένου τροχού, η μέτρηση του συντελεστή αντίστασης γίνεται από ειδικό τροχό που κινείται κατά τη διεύθυνση της κίνησης και μπλοκάρει πλήρως ή μερικώς κατά το σύντομο χρόνο της πέδησης. Η σχετική ταχύτητα μεταξύ της επιφάνειας του ελαστικού και της επιφάνειας κύλισης του οδοστρώματος (η ταχύτητα ολίσθησης) είναι ίση με την ταχύτητα του οχήματος. Κατά την πέδηση, ειδικό ηλεκτρονικό σύστημα καταγράφει την αναπτυσσόμενη οριζόντια δύναμη τριβής (F_x) καθώς και την κάθετη δύναμη που εξασκείται από τον τροχό ή τη δύναμη αντίδρασης του εδάφους (F_z). Ο λόγος των δύο δυνάμεων (F_x / F_z) δίνει το συντελεστή πέδησης ή το συντελεστή τριβής κατά τη διαμήκη διεύθυνση (Σχήμα 2.3).



Σχήμα 2.3 Συντελεστής πέδησης ή τριβής (BFC) [3]

Μία συσκευή τέτοιου τύπου είναι το ολισθηρόμετρο κατά ASTM. Το ολισθηρόμετρο κατά ASTM αναπτύχθηκε στην Αμερική και αποτελείται από ένα τροποποιημένο όχημα που έλκει ένα ειδικά σχεδιασμένο τρέιλερ. Το τρέιλερ φέρει το φορτίο που εξασκείται στο ελαστικό και το σύστημα καταγραφής των μετρήσεων. Οι μετρήσεις λαμβάνονται από έναν από τους δύο τροχούς του τρέιλερ (και οι δύο τροχοί μπορούν να εκτελούν μετρήσεις κατόπιν ειδικής παραγγελίας αλλά χρησιμοποιούνται εναλλάξ). Η δεξαμενή του νερού (χωρητικότητας 2 ή 3m³) και το σύστημα επεξεργασίας των αποτελεσμάτων βρίσκονται στο όχημα που έλκει το τρέιλερ (Σχήμα 2.4).



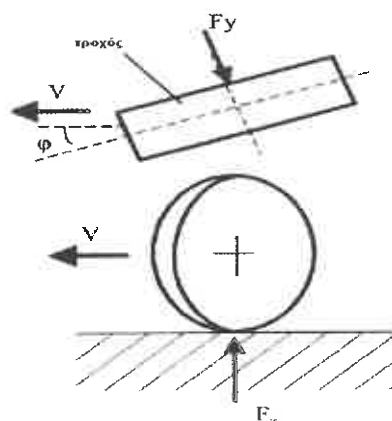
Σχήμα 2.4 Όχημα ASTM Skid Trailer [3]

Οι μετρήσεις λαμβάνονται με τον τροχό μπλοκαρισμένο για σύντομο χρονικό διάστημα (συνήθως 2 δευτερόλεπτα) σε τακτές αποστάσεις, συνήθως 200m (μικρότερες αποστάσεις δεν ενδείκνυται διότι θερμαίνεται ο τροχός και επηρεάζονται οι μετρήσεις). Η πρότυπη ταχύτητα μέτρησης είναι 65km/h. Ο τροχός μέτρησης είναι τυποποιημένος και φέρει ραβδώσεις. Οι μετρήσεις εκφράζονται ως αριθμός ολίσθησης (Skid Number: SN), ο οποίος λαμβάνει ακέραιες τιμές, θεωρητικά τουλάχιστον από 1 έως 100 (όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή τόσο καλύτερη είναι η αντιολισθηρή ικανότητα της επιφάνειας). Διορθώσεις ως προς τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι αναγκαίες και γίνεται από ενσωματωμένο πρόγραμμα επεξεργασίας των αποτελεσμάτων.

Η ακτίνα δράσης καθορίζεται από τη χωρητικότητα της δεξαμενής νερού, το οποίο χρησιμοποιείται για την διαβροχή της επιφάνειας προς προσομοίωση βρεγμένης επιφάνειας. Με δεξαμενή χωρητικότητας 3m^3 η ακτίνα δράσης είναι περίπου 60km.

Η προδιαγραφή που καθορίζει τον τρόπο λήψης των μετρήσεων είναι η ASTM E 274.

Στη δεύτερη κατηγορία ο τροχός κίνησης κινείται συνεχώς υπό γωνία ως προς την κατεύθυνση της κίνησης και μετράται η αναπτυσσόμενη πλευρική οριζόντια δύναμη τριβής (F_y), καθώς και η κάθετη δύναμη αντίδρασης του εδάφους, με αποτέλεσμα ο λόγος των δυνάμεων (F_y / F_z) να ονομάζεται πλευρικός συντελεστής τριβής (Σχήμα 2.5).



Σχήμα 2.5 Πλευρικός Συντελεστής Τριβής (SFC) [3]

Η σχετική ταχύτητα μεταξύ του ελαστικού και της επιφάνειας του οδοστρώματος, για αυτές τις συσκευές, είναι κατά προσέγγιση $V \sin \alpha$ (όπου α είναι η γωνία απόκλισης και V είναι η ταχύτητα του οχήματος) και έτσι αυτά τα συστήματα παράγουν μία μέτρηση

χαμηλής ταχύτητας παρόλο που η ταχύτητα του οχήματος είναι μεγάλη. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες συσκευές πλευρικής δύναμης είναι το MuMeter, το οποίο σχεδιάστηκε για μετρήσεις σε αεροδρόμια, και το SCRIM (Sideway-Force Coefficient Routine Investigation Machine), η προέλευση των οποίων είναι η Μεγάλη Βρετανία.

Το SCRIM (Σχήμα 2.6) αναπτύχθηκε στην Αγγλία και αποτελείται από ειδικό όχημα που φέρει τον τροχό μέτρησης στα πλάγια του οχήματος μεταξύ του εμπρόσθιου και πίσω άξονα, δεξαμενή νερού χωρητικότητας συνήθως 3m^3 και σύστημα καταγραφής και επεξεργασίας αποτελεσμάτων. Οι μετρήσεις λαμβάνονται με τυποποιημένο λείο τροχό υπό γωνία 20° και με σταθερή ταχύτητα 50km/h , εκτός εάν πρόκειται για πολύ κλειστές στροφές οπότε η ταχύτητα μέτρησης είναι μικρότερη, 20km/h . Το εύρος των επιτρεπτών ταχυτήτων μέτρησης είναι από 30 έως 67km/h , πλην της περίπτωσης που προαναφέρθηκε (κλειστές στροφές) [3].



Σχήμα 2.6 Όχημα SCRIM

Μετρήσεις λαμβάνονται συνεχώς αλλά εξάγονται ανά τακτές αποστάσεις, συνήθως κάθε 5 , 10 ή 20m . Η συνεχής λήψη μετρήσεων και η συχνότατη καταγραφή αυτών είναι και το βασικό πλεονέκτημα των οργάνων που χρησιμοποιούν τον τροχό υπό γωνία, διότι έτσι απεικονίζεται πληρέστερα η κατάσταση του οδοστρώματος. Η τιμή που εξάγεται κατά τη μέτρηση ονομάζεται συντελεστής πλευρικής ολίσθησης (SFC), ή συντελεστής SCRIM (SC). Οι μετρήσεις εκφράζονται σε δεκαδικό κλάσμα με δύο δεκαδικά και κυμαίνονται, θεωρητικά τουλάχιστον, από 0 έως 1 (όσο μεγαλύτερη είναι η

τιμή τόσο καλύτερη είναι η αντιολισθηρή ικανότητα της επιφάνειας). Οι μετρήσεις επηρεάζονται άμεσα από την ταχύτητα μέτρησης και από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Για την επίλυση του πρώτου παράγοντα επίδρασης θα πρέπει η ταχύτητα να διατηρείται σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Ταχύτητες που έχουν καθιερωθεί, σε διάφορες χώρες, ως πρότυπες ταχύτητες μετρήσεων είναι: τα 50km/h ή 60km/h, σε θέσεις όπου μπορούν να αναπτυχθούν αυτές, και 20km/h σε θέσεις που δεν είναι δυνατόν να αναπτυχθούν υψηλές ταχύτητες (στροφές με πολύ μικρή ακτίνα, πλατείες κλπ.). Ο παράγοντας θερμοκρασία λαμβάνεται υπόψη από το ενσωματωμένο πρόγραμμα επεξεργασίας των αποτελεσμάτων [3].

Η ακτίνα δράσης του SCRIM είναι παρόμοια με του Ολισθηρόμετρου κατά ASTM. Από άποψη κόστους το SCRIM είναι από τα πιο ακριβά μηχανήματα μέτρησης ολισθηρότητας που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Τα συστήματα αυτά λειτουργούν με μία σταθερή ολίσθηση, συνήθως μεταξύ 10% και 20%. Ο τροχός μέτρησης κινείται με μια γωνιακή ταχύτητα χαμηλότερη από αυτή της ελεύθερης περιστροφής. Αυτό σε μερικές περιπτώσεις επιτυγχάνεται με υδραυλική επιβράδυνση του τροχού μέτρησης. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμόζεται συνεχόμενα κατά μήκος της επιφάνειας μέτρησης χωρίς το φόβο καταστροφής του ελαστικού λόγω υπέρμετρης χρήσης[3].

Τα περισσότερα συστήματα Σταθερής Ολίσθησης έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν σε ένα μόνο ποσοστό ολίσθησης. Όμως, το ποσοστό της ολίσθησης μπορεί να ποικίλει σε κάποιες συσκευές σταθερής ολίσθησης. Συσκευές Σταθερής Ολίσθησης είναι το Skidometer και το Grip Tester.

Το Skidometer σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στη Σουηδία και συνίσταται σε ένα τρέιλερ που φέρει έναν μόνο τυποποιημένο τροχό με ραβδώσεις και το σύστημα καταγραφής των μετρήσεων. Το τρέιλερ σύρεται από όχημα στο οποίο υπάρχει μικρή δεξαμενή νερού (χωρητικότητας περίπου 0.7m³) και η μονάδα επεξεργασίας των μετρήσεων. Η δεξαμενή του παρέχει αυτονομία για μετρήσεις σε απόσταση περίπου 10km [3].

Οι μετρήσεις λαμβάνονται με τον τροχό παράλληλο προς τη διεύθυνση κίνησης και δίχως αυτός να μπλοκάρει (επιτρέπει 15% μετατόπιση-γλίστρημα). Με το Skidometer μπορούν να εκτελεστούν μετρήσεις με ταχύτητα μέχρι και 110km/h. Το γεγονός αυτό κάνει το μηχανήμα να βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στη μέτρηση ολισθηρότητας των διαδρόμων αεροδρομίων. Από οικονομικής απόψεως το μηχανήμα είναι φθηνότερο από τα προαναφερθέντα. Οι μετρήσεις που λαμβάνονται έχουν θεωρητική μέγιστη και

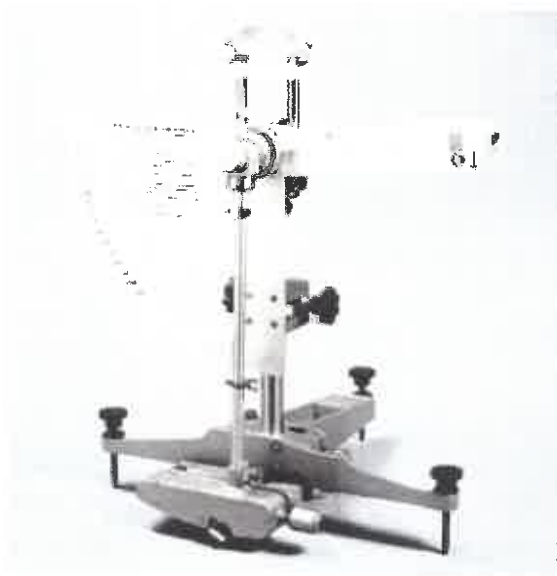
ελάχιστη τιμή ίδια με το SCRIM, πλην όμως δεν υπάρχει πλήρης αντιστοιχία των αποτελεσμάτων [3].

Το Grip Tester σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στην Αγγλία στο τέλος της δεκαετίας του '80 και αποτελείται από ένα τρέιλερ που φέρει τον τυποποιημένο τροχό μέτρησης και το σύστημα καταγραφής των μετρήσεων. Αναλυτικότερα περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο.

Οι συσκευές κυμαινόμενης ολίσθησης σαρώνουν ένα προκαθορισμένο σύνολο ποσοστών ολίσθησης. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με υδραυλικά συστήματα. Η προδιαγραφή που καθορίζει τον τρόπο διεξαγωγής των μετρήσεων είναι το ASTM E-1859. Μία τέτοια συσκευή είναι το Norsemeter ROAR [6].

2.3 Εργαστηριακές Μέθοδοι Μέτρησης Ολισθηρότητας

Οι εργαστηριακές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των χαρακτηριστικών της τριβής πυρήνων δειγμάτων ή εργαστηριακών δειγμάτων. Η πιο διαδεδομένη συσκευή είναι το Βρετανικό εκκρεμές (British Pendulum Tester) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μετρήσεις επιτόπου τόσο σε οδοστρώματα όσο και στο εργαστήριο. Το Βρετανικό εκκρεμές[10],[11] (Σχήμα 2.7 και 2.8) σχεδιάστηκε με σκοπό την ύπαρξη ενός φτηνού και φορητού μηχανήματος για επιτόπου μετρήσεις.



Σχήμα 2.7 Βρετανικό εκκρεμές



Σχήμα 2.8 Μέτρηση Αντίστασης σε Ολίσθηση με το Βρετανικό Εκκρεμές

Το Βρετανικό Εκκρεμές αποτελείται από ένα βραχίονα που φέρει στο άκρο του τυποποιημένο ελαστικό τακούνι. Ο βραχίονας αφήνεται να ταλαντωθεί από την οριζόντια θέση, όπως ένα εκκρεμές, αφού προηγουμένως ρυθμιστεί το ύψος της συσκευής, έτσι ώστε το μήκος της επιφάνειας ολίσθησης του ελαστικού τακουνιού πάνω στην επιφάνεια του οδοστρώματος να είναι συγκεκριμένο. Λόγω της αντίστασης τριβής που αναπτύσσεται επέρχεται απώλεια της αρχικής δυναμικής ενέργειας με αποτέλεσμα ο βραχίονας να μην επανέρχεται και πάλι στην οριζόντια θέση. Ο βραχίονας παρασύρει μαζί του και ένα δείκτη ο οποίος στο σημείο που σταματά δίνει, από ειδική κλίμακα που βρίσκεται στο αριστερό μέρος της συσκευής, την τιμή αντίστασης σε ολίσθηση (SRV). Η κλίμακα των τιμών είναι από 0 έως 150 μονάδες. Πριν την έναρξη της δοκιμής, η επιφάνεια διαβρέχεται με επαρκή ποσότητα ύδατος.

Κατά την εκτέλεση της δοκιμής γίνονται τουλάχιστον τρεις μετρήσεις στο ίδιο σημείο. Ο μέσος όρος τριών συνεχόμενων μετρήσεων που δε διαφέρουν περισσότερο από τρεις μονάδες λαμβάνεται ως αντιπροσωπευτική τιμή του σημείου της μέτρησης. Τα τελικά αποτελέσματα που εξάγονται διορθώνονται ως προς τη θερμοκρασία της επιφάνειας του οδοστρώματος (Πίνακας 2.2) [12].

Επιφανειακή θερμοκρασία	Μονάδες διόρθωσης
Οδοστρώματος (°C)	του SRV
0	-7
10	-3
20	0
30	+2
40	+3

Πίνακας 2.2 Μονάδες διόρθωσης του SRV λόγω επιφανειακής θερμοκρασίας του οδοστρώματος [12]

Η μέθοδος μέτρησης της αντίστασης σε ολίσθηση με το εκκρεμές έχει το πλεονέκτημα ότι απαιτεί τη χρήση ασυγκρίτως φθηνότερης συσκευής (5-30 φορές χαμηλότερο το κόστος κτήσης έναντι οποιασδήποτε άλλης συσκευής) και εξάγονται εξίσου αξιόλογα αποτελέσματα. Πλην όμως, δεν παρέχει την ευχέρεια μέτρησης μεγάλου μήκους οδοστρώματος. Επιπροσθέτως, ο τρόπος μέτρησης επιφέρει όχληση της κυκλοφορίας (λόγω του ότι θα πρέπει να κλείσει ένα τμήμα της οδού) και παράλληλα είναι και επικίνδυνη για αυτούς που εκτελούν τις μετρήσεις, λόγω πιθανής εκτροπής κάποιου οχήματος, ιδιαίτερα σε σημεία με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο.

2.4 Δείκτες και Όρια Ολισθηρότητας (Συντήρησης)

Για τη διασφάλιση της ασφάλειας των χρηστών του οδικού δικτύου, αρκετές χώρες έχουν θεσπίσει ελάχιστα επιτρεπτά όρια συντελεστών αντίστασης σε ολίσθηση (συντελεστές αντιολίσθησης), τα οποία είναι γνωστά ως όρια επέμβασης. Τα όρια διαφέρουν από χώρα σε χώρα, όπως επίσης διαφέρει και ο τρόπος μέτρησης του συντελεστή αντιολίσθησης. Στον Πίνακα 2.3 [3] δίνονται ενδεικτικά οι οριακές τιμές που χρησιμοποιούνται από διάφορες χώρες.

Χώρα	Όργανα	Όριο προειδοποίησης & παρακολούθησης	Ελάχιστη επιτρεπτή τιμή (Όριο άμεσης αποκατάστασης-δράσης)
Βέλγιο	SCRIM	-	$SFC_{60} = 0.4$ 2% αυτοκ/μους 5% λοιπούς
Γαλλία	SCRIM	$SFC_{60} = 0.55$	$SFC_{60} = 0.25 - 0.45$ αναλόγως προτεραιότητας
Γερμανία	Stutt. Reibun.-SRM	-	$\mu_{60}=0.33$, $\mu_{50}=0.42$, $\mu_{40}=0.26$, εάν 10% των μετρήσεων είναι μικρ/ρες των προηγούμενων τιμών
Ελβετία	Skiddometer BV-8	-	$\mu_{80}=0.36-0.32$, $\mu_{60}=0.43-0.39$, $\mu_{40}=0.52-0.48$, εάν 10%-6% των μετρήσεων είναι μικρότερες των προηγούμενων τιμών
Ιρλανδία	SCRIM	-	$SFC_{50} = 0.5$
Ισπανία	SCRIM	$SFC_{60} = 0.5 - 0.4$	$SFC_{60} = 0.4$
Ιταλία	SCRIM	-	$SFC_{60} = 0.31 - 0.40$ σε στρωφές 0.28 σε ευθείες
Καναδάς	ASTM Skid trailer	$SN_{40} = 40$	$SN_{40} = 30$
Σουηδία	Skiddometer BV-11	-	Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες τιμές
ΗΠΑ	ASTM Skid trailer	Αναλόγως της Πολιτείας $SN_{40} = 35 - 40$	$SN_{40} = 30$

Πίνακας 2.3 Οριακές τιμές συντελεστών αντίστασης σε ολίσθηση σε διάφορες χώρες [3]

Στην Ελλάδα παρόλο που ένας μεγάλος αριθμός ατυχημάτων οφείλεται στην ολισθηρότητα του οδοστρώματος, δεν έχουν θεσπιστεί συγκεκριμένες τιμές άμεσης επέμβασης. Αυτό οφείλεται σε δύο λόγους. Πρώτον, η έρευνα σχετικά με την ολισθηρότητα είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο και δεν έχει συγκεντρωθεί ακόμα το πλήθος εκείνο των μετρήσεων που να επιτρέπει τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων ικανής για την εκτίμηση ελάχιστων επιτρεπτών τιμών. Δεύτερον, η υιοθέτηση ορίων επέμβασης άλλων χωρών στις οποίες έχουν θεσπιστεί τιμές δεν είναι δυνατόν να γίνει. Η δυσκολία αυτή δεν οφείλεται τόσο στον διαφορετικό τρόπο μέτρησης του συντελεστή ολισθηρότητας, αφού με την εφαρμογή των κατάλληλων εξισώσεων μπορούν να συσχετιστούν οι μετρήσεις που λαμβάνονται από διαφορετικά όργανα και να αναχθούν σε κοινή κλίμακα, όσο στο γεγονός ότι οι τύποι των οδοστρωμάτων διαφέρουν και ως προς τα υλικά αλλά και ως προς τη μέθοδο κατασκευής τους.

Επομένως, για την θέσπιση ελάχιστων επιτρεπτών τιμών (όρια συντήρησης - δράσης) στην Ελλάδα χρειάζεται να γίνει ένα πλήθος μετρήσεων σε τμήματα του οδικού δικτύου, σε τακτά χρονικά διαστήματα και για κάποια χρόνια έτσι ώστε με την κατάλληλη επεξεργασία τους να καταστεί εφικτό να οριστούν οι ελάχιστες αυτές τιμές.

3. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑΣ

3.1. Γενικά

Στα πλαίσια της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ολισθηρότητας καθώς και υφής σε επιλεγμένα οδικά τμήματα της Εγνατία Οδού. Η Εγνατία Οδός είναι το μεγαλύτερο έργο οδοποιίας στον Ελλαδικό και ένα από τα μεγαλύτερα στον ευρύτερο Ευρωπαϊκό χώρο. Είναι ένας σύγχρονος αυτοκινητόδρομος, μήκους 680km, που πρόκειται να αποτελέσει τη μοναδική ίσως, οδική και κατ' επέκταση επικοινωνιακή γέφυρα ανάμεσα στα Ανατολικά και Δυτικά σύνορα του Βορείου τμήματος της Ελλάδας. Η σπουδαιότητα αυτού του έργου επιβάλλει τη βέλτιστη συντήρησή του για την διαφύλαξη της εύρυθμης λειτουργίας του αυτοκινητόδρομου, έτσι ώστε να παρέχει στον χρήστη υψηλό επίπεδο οδικής ασφάλειας.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία παρέχονται στοιχεία ολισθηρότητας αλλά και υφής, προερχόμενα από την υπόψη ερευνητική δραστηριότητα που αφορά στη διερεύνηση της συντήρησης των οδοστρωμάτων.

3.2 Συστήματα του Εργαστηρίου Οδοποιίας του ΕΜΠ

3.2.1 Σύστημα Grip Tester

Το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή της ολισθηρότητας του οδοστρώματος είναι το Grip Tester [3],[6],[13]. Το Grip Tester είναι ένα τρέιλερ που φέρει τρεις τροχούς και σύρεται από οποιοδήποτε όχημα στο οποίο τοποθετείται η δεξαμενή ύδατος (ανάλογης χωρητικότητας) και η φορητή μονάδα επεξεργασίας των μετρήσεων (Σχήματα 3.1, 3.2 και 3.3). Τα χαρακτηριστικά του Grip Tester είναι: συνολικό μήκος 1010mm (39.8"), συνολικό πλάτος 790mm (31.1"), συνολικό ύψος 510mm (20.1"), βάρος 85kg, τροχός μέτρησης διαμέτρου 10", τροχοί κίνησης 10"διάμετρος με πρότυπο πέλμα [13]. Το Grip Tester παίρνει ισχύ από δύο μπαταρίες 12V. Η μπαταρία στο αριστερά (Μπαταρία 1) είναι η κύρια μπαταρία. Η μπαταρία δεξιά (Μπαταρία 2) χρησιμοποιείται μόνο όταν η Μπαταρία 1 αποφορτιστεί πλήρως. Όταν είναι καινούριες οι μπαταρίες και φορτισμένες παρέχουν ισχύ για 48 ώρες λειτουργίας.



Σχήμα 3.1 Grip Tester



Σχήμα 3.2 Πραγματοποίηση μέτρησης με το Grip Tester σε τμήμα της Εγνατίας Οδού

Το μεγαλύτερο ποσοστό του βάρους του Grip Tester κατανέμεται στους δύο τροχούς κίνησης, οι οποίοι αποτελούνται από πρότυπα ελαστικά με ραβδώσεις και στηρίζονται σε ένα συμπαγή, ανοξείδωτο, χαλύβδινο άξονα περιστροφής. Ο άξονας αυτός φέρει ένα οδοντωτό τροχό με 27 δόντια και το ακροαξόνιο, που είναι τοποθετημένος ο τροχός με τον οποίο πραγματοποιούνται οι μετρήσεις, φέρει έναν οδοντωτό τροχό με 32 δόντια. Οι δύο αυτοί άξονες συνδέονται με μια αλυσίδα μετάδοσης κίνησης. Αυτό το σύστημα μεταβίβασης ενέργειας μπλοκάρει συνεχώς τον τροχό μέτρησης και τον υποχρεώνει να ολισθαίνει [13].



Σχήμα 3.3 Μέτρηση ολισθηρότητας με Grip Tester

Με το Grip Tester μπορούν να εκτελεστούν μετρήσεις με ταχύτητα από 5 έως 130km/h (τυπική ταχύτητα μέτρησης για αυτοκινητόδρομους: 50km/h). Το γεγονός αυτό προσδίδει στο μηχανήμα το πλεονέκτημα να χρησιμοποιείται για μετρήσεις όχι μόνο σε δρόμους και αυτοκινητόδρομους αλλά και σε διαδρόμους/τροχοδρόμους αεροδρομίων καθώς και σε περιοχές για πεζούς. Η ακτίνα δράσης καθορίζεται από τη χωρητικότητα της δεξαμενής νερού, το οποίο χρησιμοποιείται για την διαβροχή της επιφάνειας προς προσομοίωση βρεγμένης επιφάνειας. Το πάχος του φιλμ του νερού ορίζεται 0,25mm. Στα 50km/h, για πάχος νερού 0,25mm, η ροή είναι περίπου 10.5 litres/minute. Καθώς η ταχύτητα αυξομειώνεται κατά τη διάρκεια των μετρήσεων το πρόγραμμα αυτόματα διορθώνει το ρυθμό ροής για να εξασφαλίσει ένα σταθερό πάχος νερού στον τροχό μέτρησης [6].

Το Grip Tester μετρά την ολισθηρότητα της επιφάνειας του οδοστρώματος μέσω του τροχού πέδησης ρυθμιζόμενης ολίσθησης. Με τον όρο ρυθμιζόμενη ολίσθηση χαρακτηρίζεται η ιδιότητα που φέρει ο τροχός πέδησης να περιστρέφεται με μικρότερη ταχύτητα από την ταχύτητα με την οποία ρυμουλκείται η συσκευή με αποτέλεσμα να εξαναγκάζεται σε ολίσθηση επί της επιφάνειας ελέγχου. Το ποσοστό αυτής της ολίσθησης είναι της τάξεως του 15%. Ο μοναδικός τροχός μέτρησης που διαθέτει και ο οποίος είναι λείος, μετράει τόσο την οριζόντια δύναμη που αναπτύσσεται όσο και την κατακόρυφη δύναμη του φορτίου. Από αυτές τις μετρήσεις, υπολογίζεται η δυναμική

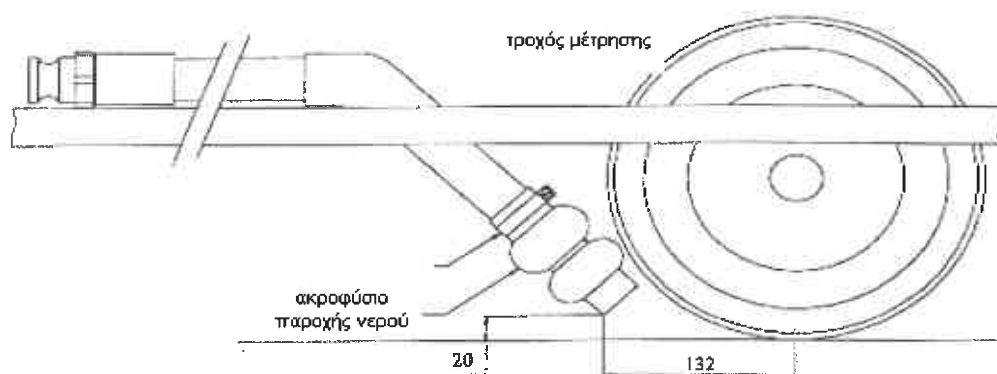
αντίσταση η οποία αποθηκεύεται σε κατάλληλη βάση δεδομένων. Επίσης καταγράφεται και αποθηκεύεται η ταχύτητα μέτρησης για κάθε ανάγνωση μέτρησης [6].

Κατά τη διάρκεια της μέτρησης το σύστημα Grip Tester μέσω της παροχής νερού διοχετεύει στο οδόστρωμα νερό έτσι ώστε ο τροχός μέτρησης να διέρχεται πάνω από την υγρή επιφάνεια, προκειμένου να προσομοιώνονται οι συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της βροχόπτωσης (Σχήμα 3.4).



Σχήμα 3.4 Επισήμανση παροχής νερού στο Grip Tester

Πριν την έναρξη των μετρήσεων πρέπει κάθε φορά να γίνονται οι παρακάτω έλεγχοι. Καταρχήν, ο χειριστής πρέπει να σιγουρεύεται ότι ο άξονας περιστροφής και η αλυσίδα βρίσκονται στη σωστή μεταξύ τους θέση (δηλαδή ο οδοντωτός τροχός του άξονα κίνησης δεν θα πρέπει να έχει μετακινηθεί κατά μήκος του άξονα) και το ακροστόμιο έγχυσης νερού πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένο έτσι ώστε η παροχή του νερού να γίνεται ακριβώς μπροστά στον τροχό μέτρησης (και θα πρέπει να είναι 20mm πάνω από το έδαφος και σε καλή κατάσταση), (Σχήμα 3.5) [13]. Το επόμενο προς έλεγχο είναι η αλυσίδα, η οποία θα πρέπει να λιπαίνεται ελαφρώς. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή ώστε το λιπαντικό να μην οδηγηθεί στους τροχούς και ειδικά στον τροχό μέτρησης. Η πίεση των ελαστικών πρέπει να είναι 20psi (137.8kPa) και η επιφάνειά τους να είναι απαλλαγμένη από αλάτι ή λάδια [13].



Σχήμα 3.5 Σύστημα παροχής νερού στο Grip Tester [13]

Μετρήσεις λαμβάνονται συνεχώς και εξάγονται σε τακτές αποστάσεις. Η τιμή που εξάγεται κατά τη μέτρηση ονομάζεται συντελεστής ολισθηρότητας Grip Number (GN). Οι μετρήσεις εκφράζονται σε δεκαδικό κλάσμα με δύο δεκαδικά και κυμαίνονται, θεωρητικά τουλάχιστον, από 0 έως 1 (όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή τόσο καλύτερη είναι η αντιολισθηρή ικανότητα της επιφάνειας).

Οι μετρήσεις που λαμβάνονται έχουν πολύ καλή συσχέτιση με τις μετρήσεις του SCRIM και του Βρετανικού εκκρεμούς. Οι εξισώσεις συσχέτισης μεταξύ των συντελεστών τριβής που λαμβάνονται από το SCRIM (SCN), το Βρετανικό εκκρεμές (BPN) και το Grip Tester (GN) είναι:

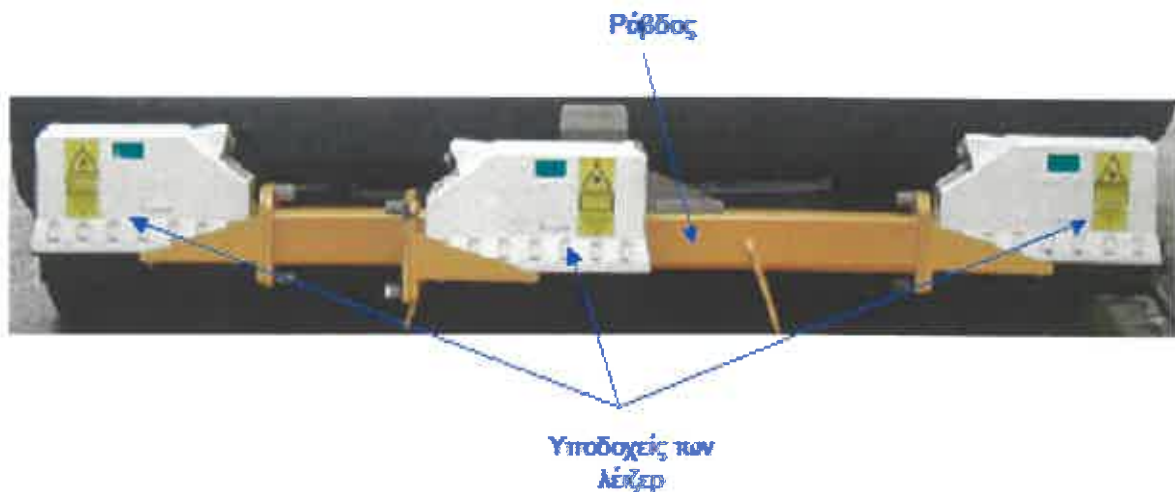
$$SCN = 0.786 * GN - 0.049 \quad [14]$$

$$BPN = 0.012 * GN - 0.08 \quad [14]$$

Το Grip Tester είναι κατά πολύ φθηνότερο του SCRIM (περίπου τέσσερις φορές φθηνότερο) και του ολισθηρόμετρου κατά ASTM, έχει μικρότερο κόστος λειτουργίας και συντήρησης και είναι εύκολο στη μεταφορά του, χαρακτηριστικά που το κάνουν εύχρηστο και πρακτικό. Ο σχεδιασμός του είναι απλός και έτσι είναι εύκολο σε περίπτωση που καταστραφεί κάποιο εξάρτημα να αντικατασταθεί. Είναι σημαντικό να ακολουθούνται οι προγραμματισμένες διαδικασίες της επιθεώρησης, επισκευής και αντικατάστασης όποιων τμημάτων απαιτείται. Εφόσον αυτά τηρούνται, το Grip Tester αναμένεται να λειτουργεί κανονικά και χωρίς πρόβλημα επ' αόριστο. Τα παραπάνω πλεονεκτήματα και το γεγονός ότι εκτελεί μετρήσεις σε όλο το φάσμα των ταχυτήτων έως 130km/h, καθιστούν το Grip Tester μια ελκυστική εναλλακτική λύση αγοράς μηχανήματος μέτρησης ολισθηρότητας [6] .

3.2.2 Σύστημα Laser Profiler (LP)

Στο πλαίσιο της ερευνητικής δραστηριότητας του ΕΜΠ πραγματοποιήθηκε εκτός από μετρήσεις ολισθηρότητας και καταγραφή της υψής της επιφάνειας των υπό διερεύνηση οδοστρωμάτων. Το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή της υψής της επιφάνειας των οδοστρωμάτων είναι το σύγχρονης τεχνολογίας σύστημα Laser Profiler (LP) [15] το οποίο έχει δυνατότητα καταγραφής των κατατομών της επιφάνειας του οδοστρώματος και ανήκει στην κατηγορία των υψηλής ταχύτητας προφίλομέτρων.



Σχήμα 3.6 Βασική μονάδα του συστήματος Laser Profiler του ΕΜΠ

Το σύστημα LP του ΕΜΠ έχει ως βασική μονάδα μία δοκό στην οποία είναι ενσωματωμένοι τρεις ηλεκτρονικοί αισθητήρες (lasers), με δυνατότητα επέκτασης στους πέντε (Σχήμα 3.6). Η δοκός έχει προσαρμοστεί στο πίσω μέρος κατάλληλα διαμορφωμένου οχήματος, έτσι ώστε τα τρία lasers να έχουν τις εξής θέσεις: στο δεξιό τροχό, στον αριστερό τροχό και στην ενδιάμεση αυτών θέση. Η μέτρηση της επιφανειακής υψής του οδοστρώματος με το σύστημα αυτό γίνεται με αναφορά τα δύο σημεία κατά μήκος της επιφάνειας των υπό διερεύνηση οδοστρωμάτων, τα οποία αφορούν στο δεξιό ίχνος τροχού του οχήματος και στο ενδιάμεσο μεταξύ των σημείων κύλισης των τροχών [15].



Σχήμα 3.7 Το σύστημα Laser Profiler του ΕΜΠ

Κάθε φορά που τοποθετείται η ράβδος με τους αισθητήρες στο όχημα, πραγματοποιείται ο πρώτος έλεγχος που αφορά την παραλληλία της ράβδου με το έδαφος (βασικά προϋπόθεση είναι η στάθμευση του οχήματος σε οριζόντιο έδαφος). Εν συνεχεία ρυθμίζεται η καθετότητα της δέσμης φωτός των αισθητήρων με την επιφάνεια του οδοστρώματος πραγματοποιώντας μικρές μετατοπίσεις στη ράβδο.

Για τη λήψη μετρήσεων, το σύστημα LP, εκτός από την προαναφερόμενη ράβδο, περιλαμβάνει έναν επιταχυνσιομετρητή (accelerator-compensate for vertical movement) και ένα ταχύμετρο. Το όχημα κατά τη διάρκεια λήψης των μετρήσεων κινείται με ταχύτητα μέχρι και 100km/h. Οι μετρήσεις υπόκεινται σε επεξεργασία και δίνουν τη διαμήκη κατατομή (προφίλ) ή/και την υφή της επιφάνειας ενός οδοστρώματος.

Το σύστημα LP καταγράφει τις ακόλουθες παραμέτρους της επιφάνειας του οδοστρώματος, ανά διάστημα δειγματοληψίας περίπου 50mm:

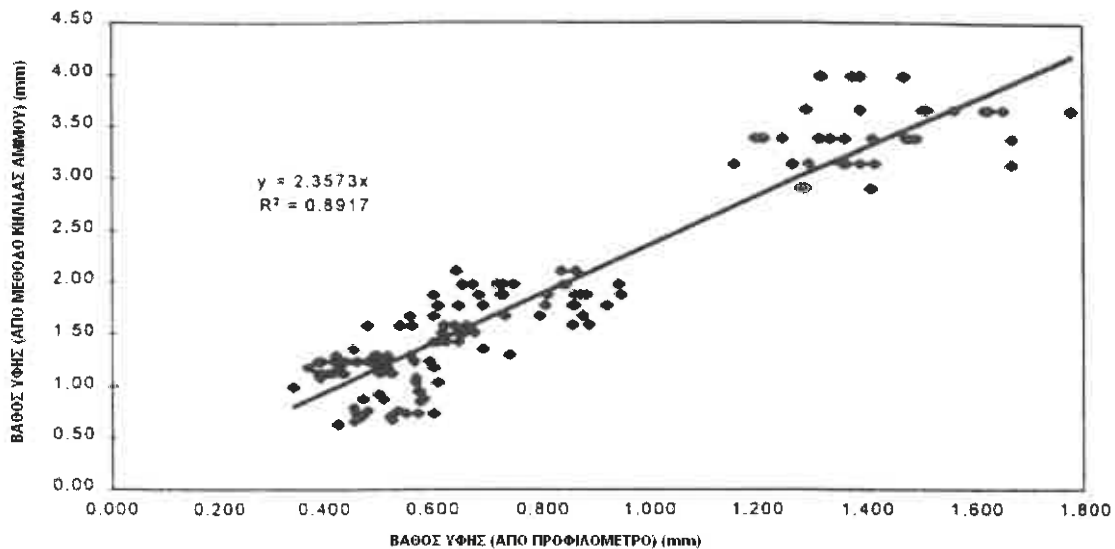
- Την κατακόρυφη απόσταση μεταξύ της προσαρτημένης στο όχημα ράβδου και της επιφάνειας του οδοστρώματος
- Την κατακόρυφη επιτάχυνση της ράβδου
- Το χρόνο και την απόσταση κατά την οποία πραγματοποιείται η κάθε μέτρηση

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος LP έναντι άλλων μεθόδων είναι:

- Η απόδοση του εξοπλισμού είναι σταθερή και επομένως οι μετρήσεις είναι πιο αξιόπιστες
- Οι μετρήσεις είναι ανεξάρτητες από την απόκριση του οχήματος και τα επιμέρους χαρακτηριστικά των τροχών (π.χ. πίεση αέρα)
- Το όχημα που φιλοξενεί τη συσκευή λήψης των μετρήσεων κινείται με διάφορες και συνήθεις ταχύτητες κυκλοφορίας
- Εξαιτίας της δυνατότητας λήψης μετρήσεων σε μεγάλες ταχύτητες παρουσιάζει αυξημένη παραγωγικότητα. Μπορεί δηλαδή να πραγματοποιήσει πλήθος μετρήσεων σε μικρό χρονικό διάστημα.

Η έκφραση του βάθους της επιφανειακής υψής του οδοστρώματος πραγματοποιείται μέσω τεσσάρων δεικτών: το βάθος υψής στο ενδιάμεσο ίχνος του σημείου κήλισης των τροχών όπως αυτό προκύπτει από το προφιλόμετρο (Sensor Measured Texture Depth-SMTD1), το βάθος υψής στο δεξί ίχνος τροχού όπως αυτό προκύπτει από το προφιλόμετρο (Sensor Measured Texture Depth-SMTD2), το βάθος υψής στο μεσαίο ίχνος τροχού όπως αυτό θα προέκυπτε από τη μέθοδο της κηλίδας της άμμου (Sand Patch Texture Depth-SPTD1) και το βάθος υψής στο δεξί ίχνος τροχού όπως θα προέκυπτε από τη μέθοδο της κηλίδας της άμμου (Sand Patch Texture Depth-SPTD2). Οι μετρήσεις που λαμβάνονται από όργανα λείζερ δεν είναι ευθέως ανάλογες των μετρήσεων που λαμβάνονται με τη μέθοδο της κηλίδας της άμμου, λόγω της διαφορετικής αρχής μέτρησης (το όργανο ουσιαστικά μετρά τη μέση υψομετρική διαφορά της μακροϋψής). Η μεταξύ τους συσχέτιση φαίνεται στο Σχήμα 3.8.[16]

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της μέτρησης της επιφανειακής υψής του οδοστρώματος γίνεται υπό τη μορφή πινάκων και μέσω διαγραμμάτων ανά 10m κατά μήκος της οδού.



Σχήμα 3.8 Συσχέτιση του SMTD με το SPTD [16]

3.3. Πεδίο Εφαρμογής των Μετρήσεων

Όπως ήδη έχει αναφερθεί πεδίο εφαρμογής των μετρήσεων όπου συλλέχθηκαν εκτός άλλων στοιχεία ολισθηρότητας και υψής της επιφάνειας των οδοστρωμάτων ήταν επιλεγμένα οδικά τμήματα της Εγνατίας Οδού. Για την επεξεργασία και αποθήκευση των στοιχείων λήφθηκε υπόψη το Γραμμικό Σύστημα Αναφοράς (ΓΣΑ) [17]. Το ΓΣΑ το οποίο έχει υιοθετήσει ο Τομέας Λειτουργίας και Συντήρησης της “Εγνατία Οδός ΑΕ” χρησιμοποιείται για τον μονοσήμαντο και ακριβή προσδιορισμό της θέσης των στοιχείων του μητρώου οδού και για τον εντοπισμό των φθορών που αναφέρονται στα στοιχεία της οδού κατά τις επιθεωρήσεις του αυτοκινητόδρομου. Σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολο στη χρήση του, ευέλικτο για να επιδέχεται πιθανές τροποποιήσεις και με δυνατότητα να συνδεθεί και με άλλα συστήματα χιλιομέτρησης που χρησιμοποιούνται ή θα χρησιμοποιηθούν στους Ελληνικούς Αυτοκινητοδρόμους. Το ΓΣΑ επισημαίνεται επί του αυτοκινητοδρόμου με τη βοήθεια ειδικών πινακίδων σήμανσης που ονομάζονται Χιλιομετρικοί Δείκτες Συντήρησης (ΧΣΔ), ως εξής: στην αρχή κάθε τμήματος συντήρησης (χιλιομετρική θέση μηδέν), κάθε 500μ. και προαιρετικά κάθε 100μ.

Από τους φορείς διαχείρισης αυτοκινητοδρόμων έχει καθοριστεί ως κωδικός αυτοκινητοδρόμου για την Εγνατία Οδό ο κωδικός Α2. Η κύρια κατεύθυνση του αυτοκινητοδρόμου, που είναι η κατεύθυνση του αυτοκινητόδρομου κατά αύξουσα αρίθμηση κόμβων, για την Εγνατία Οδό είναι από Δύση προς Ανατολή. Σύμφωνα με τα

παραπάνω εάν ο κωδικός ενός τμήματος συντήρησης είναι A2_3031_01 (A2-3031-01), αυτό σημαίνει ότι το τμήμα συντήρησης βρίσκεται στον αυτοκινητόδρομο A2 (Εγνατία Οδός), μεταξύ των ανισόπεδων κόμβων 30 και 31 και είναι το πρώτο τμήμα του τομέα A2-30-31.

Στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αξιοποιήθηκαν στοιχεία που συλλέχθηκαν στην περιοχή της Καβάλας από τον Ανισόπεδο Κόμβο (Α/Κ) του ΑΓ. ΑΝΔΡΕΑ μέχρι τη ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΣΤΡΟΥ (Σχήμα 3.9). Το τμήμα αυτό της Καβάλας χωρίζεται σε επιμέρους τμήματα τα οποία είναι: A2-2930-01, A2-3031-01, A2-3132-01, A2-3232A-01 (με ανατολική κατεύθυνση) και A2-32A32-01, A2-3231-01, A2-3130-01, A2-3029-01 (με δυτική κατεύθυνση), σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται για το ΓΣΑ της Εγνατίας Οδού.



Σχήμα 3.9 Τμήμα Εγνατίας Οδού (Καβάλα)

Οι μετρήσεις ολισθηρότητας πραγματοποιήθηκαν σε δυο διαφορετικές χρονικές περιόδους: τον Νοέμβριο 2004 και τον Μάιο 2005. Οι δε μετρήσεις υφής πραγματοποιήθηκαν τον Μάιο 2005. Για την κατασκευή αντιολισθηρής στρώσης χρησιμοποιήθηκε ασφαλτικό σκυρόδεμα Τύπου 2, ημιανοικτής σύνθεσης. Με τον τύπο αυτό εξασφαλίζεται καλή μακρο-υφή, με αποτέλεσμα τη διατήρηση της αντίστασης σε ολίσθηση σε ικανοποιητικά επίπεδα ακόμα και σε υψηλές ταχύτητες.

Η επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων ολισθηρότητας μεμονωμένα αλλά και σε συνδυασμό με τα στοιχεία υφής της επιφάνειας του οδοστρώματος, στα συνολικά τμήματα, παρατίθενται ακολούθως. Αναλυτικά αποτελέσματα για τα επιμέρους τμήματα, έτσι όπως αυτά ορίζονται σύμφωνα με το ΓΣΑ περιέχονται στο Παράρτημα.

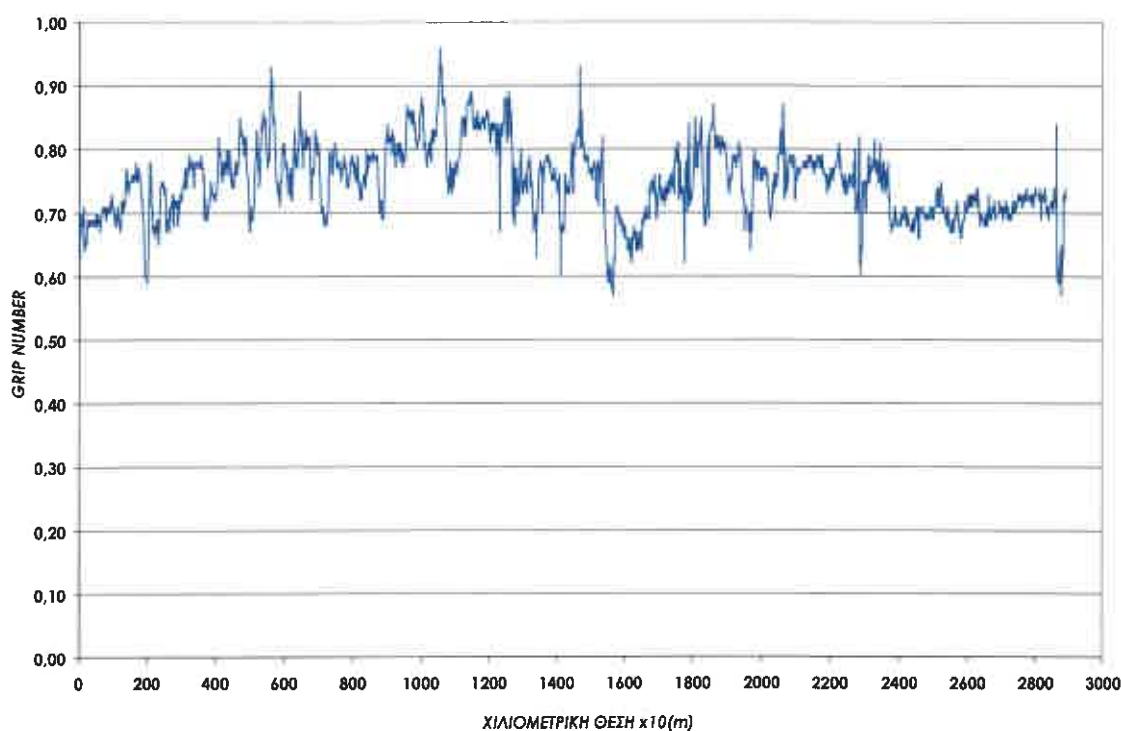
4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΥΛΛΟΓΗΣ

4.1. Επεξεργασία Στοιχείων Ολισθηρότητας

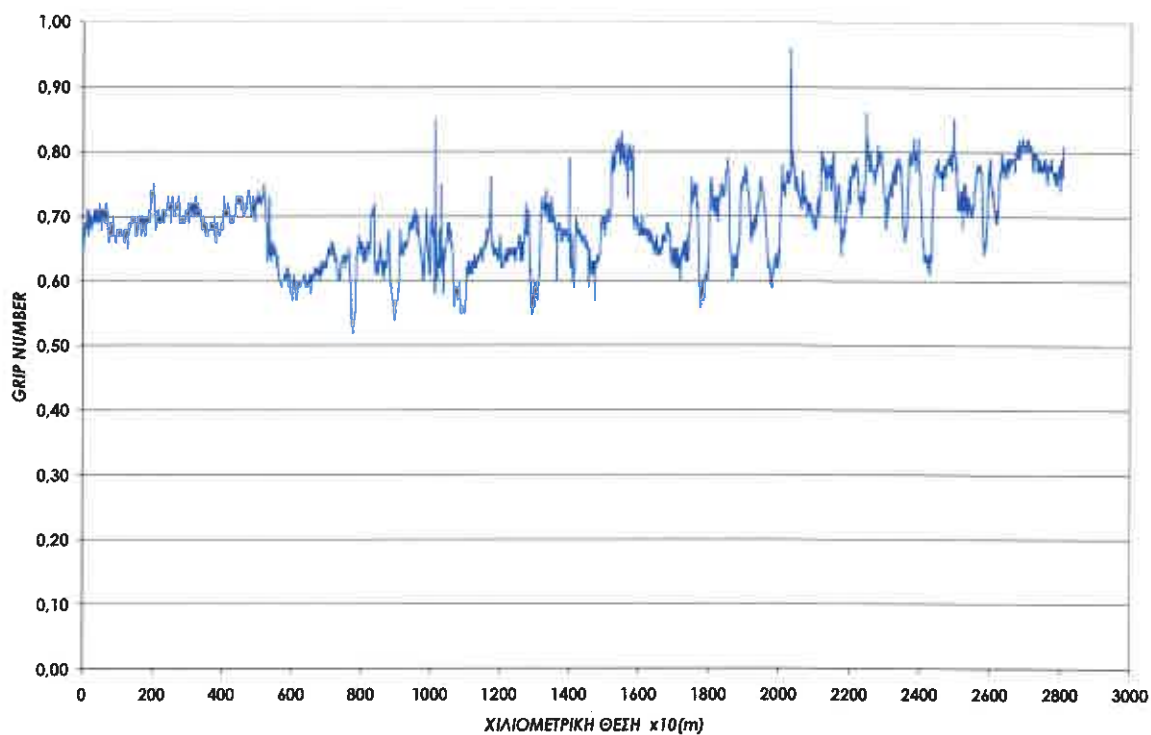
Από την επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων συλλογής προέκυψαν οι δείκτες ολισθηρότητας και υψής. Οι δείκτες αυτοί αξιοποιούνται παρακάτω για τη συγκριτική ανάλυση των διατιθέμενων στοιχείων.

4.1.1. Απεικόνιση Ολισθηρότητας

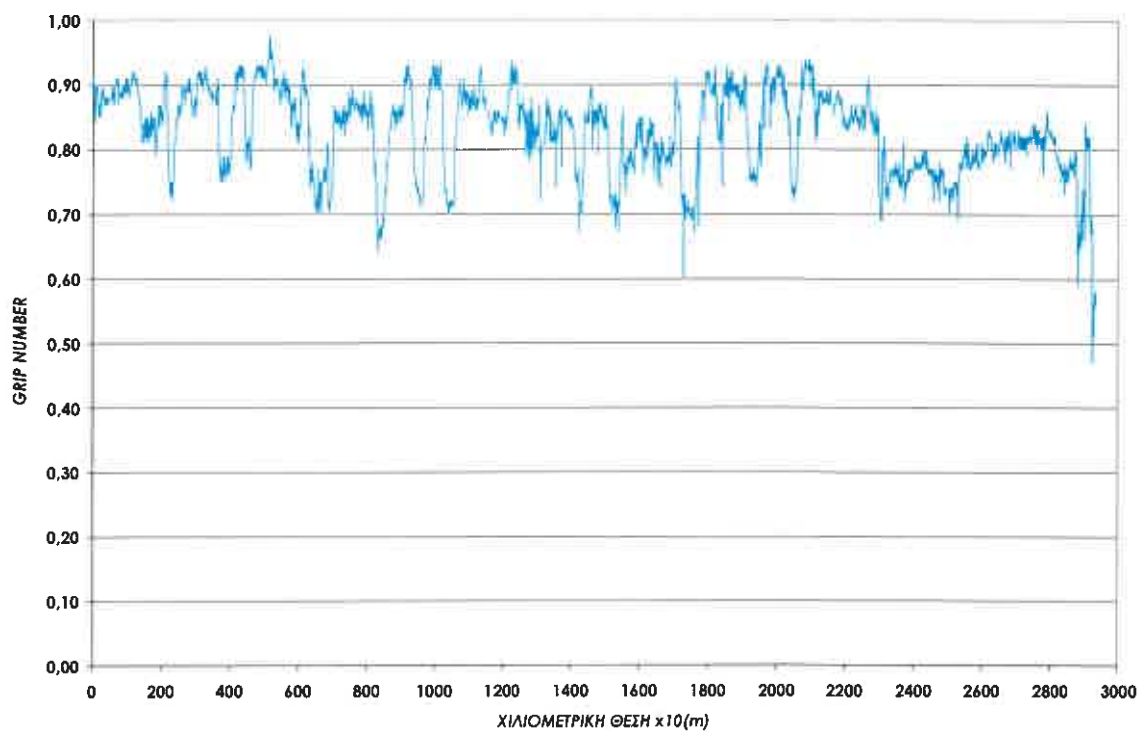
Η απεικόνιση της ολισθηρότητας έγινε μέσω του δείκτη GN (τα διαγράμματα αφορούν τη δεξιά (RL) και την αριστερή (LL) λωρίδα κυκλοφορίας στις δύο χρονικές περιόδους μέτρησης, Νοέμβριος 2004 και Μάιος 2005), μέσω διαγραμμάτων μεταβολής του Grip Number (GN) κατά μήκος του συνολικού τμήματος (βλ. Σχήματα 4.1-4.8), καθώς και διαγράμματα αθροιστικών συχνοτήτων (βλ. Σχήματα 4.9-4.16).



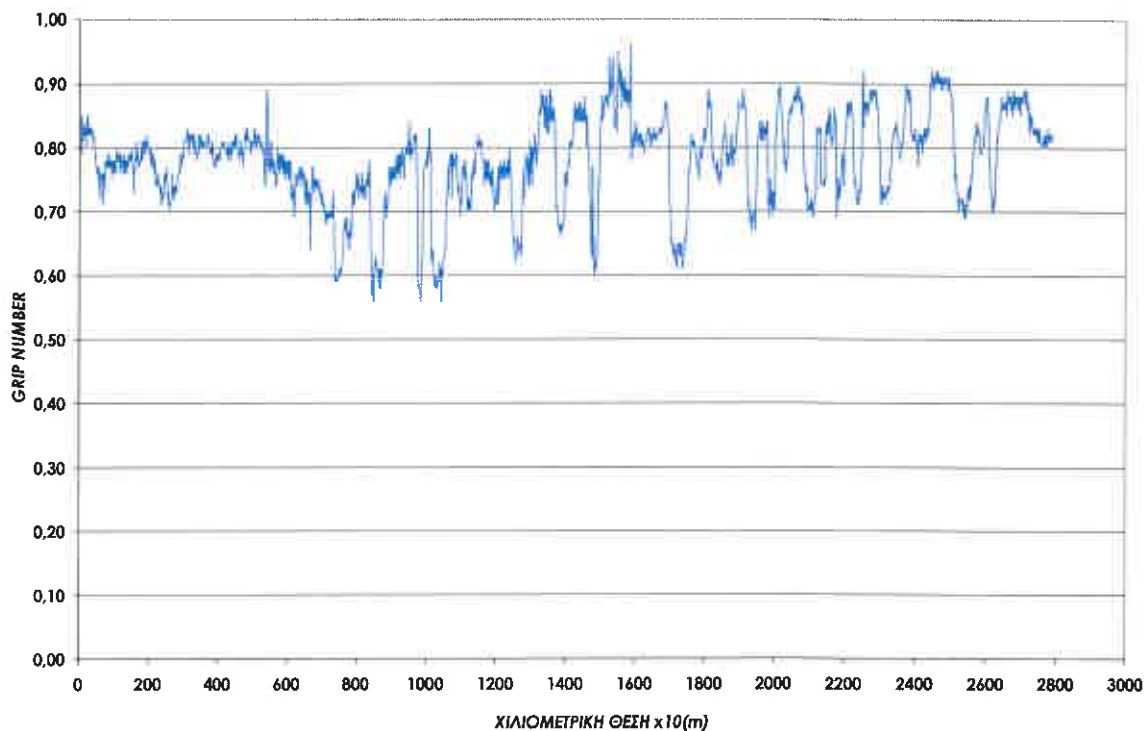
Σχήμα 4.1 Διάγραμμα μεταβολής GN, τμήμα 2932Α, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004



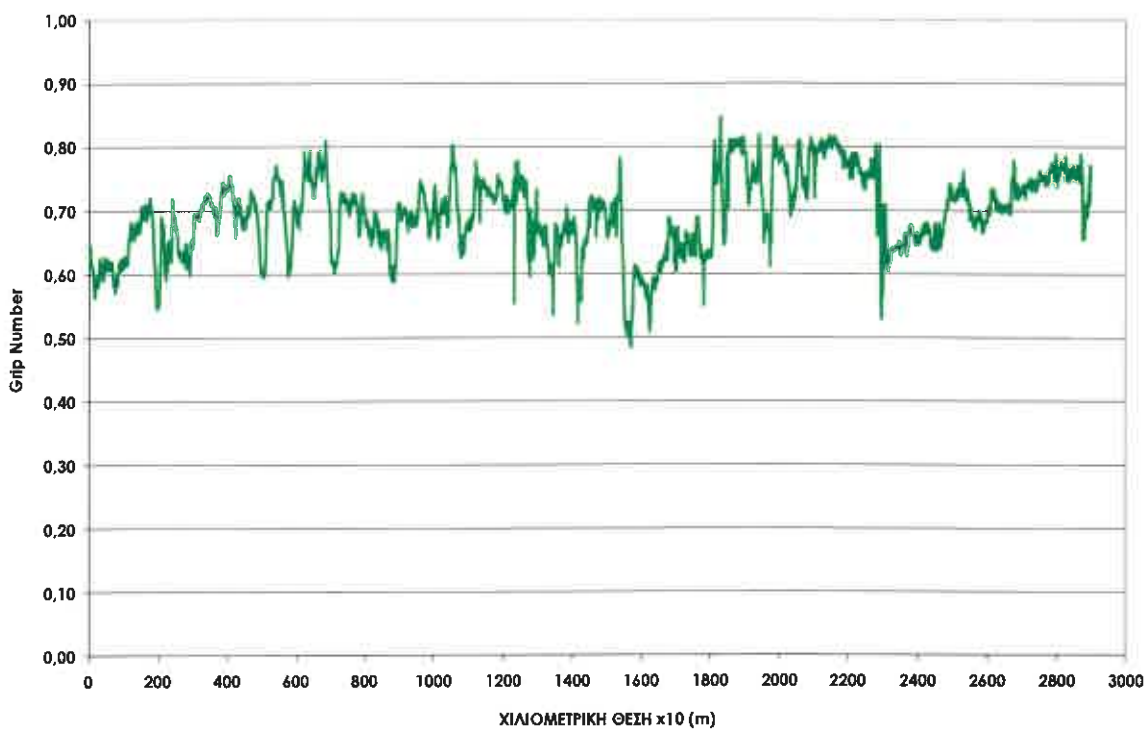
Σχήμα 4.2 Διάγραμμα μεταβολής GN, τμήμα 32A29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004



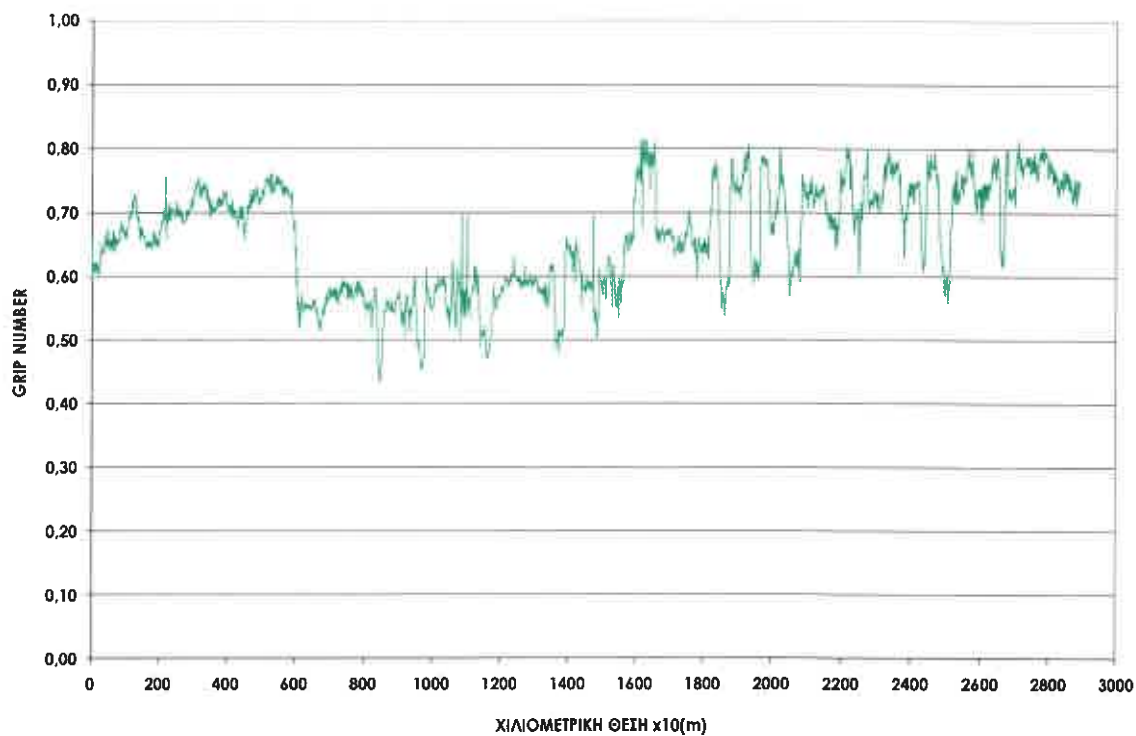
Σχήμα 4.3 Διάγραμμα μεταβολής GN, τμήμα 2932A, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004



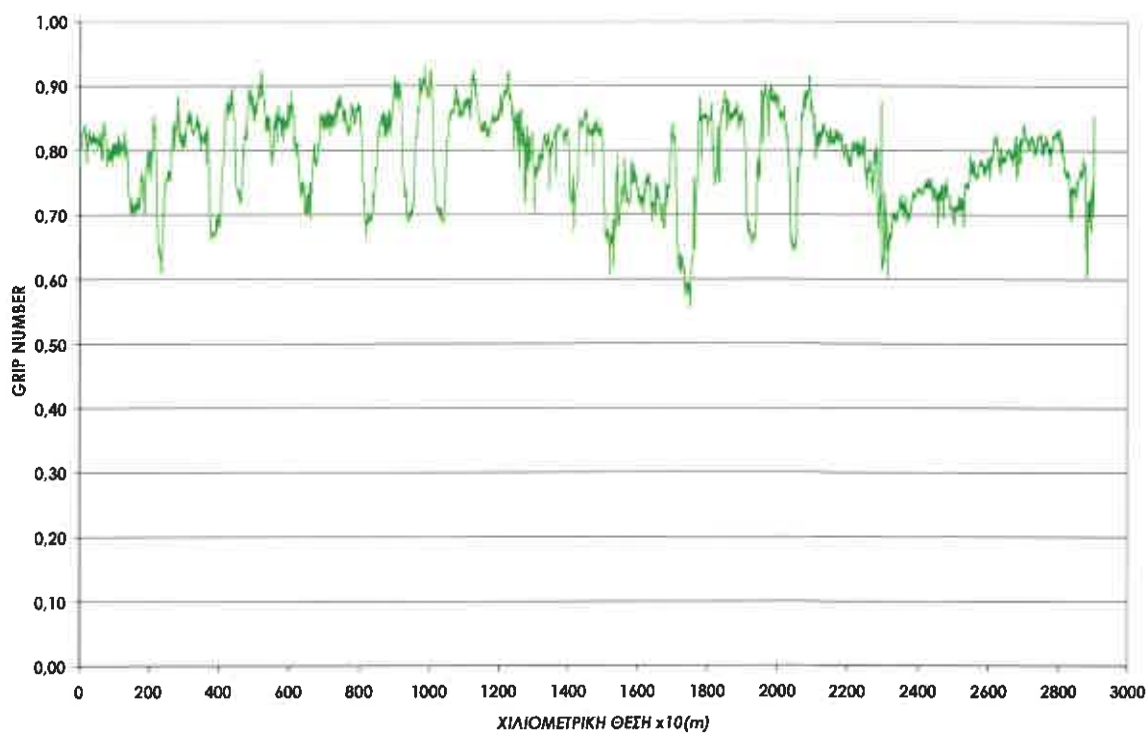
Σχήμα 4.4 Διάγραμμα μεταβολής GN, τμήμα 32A29, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Νοεμβρίου 2004



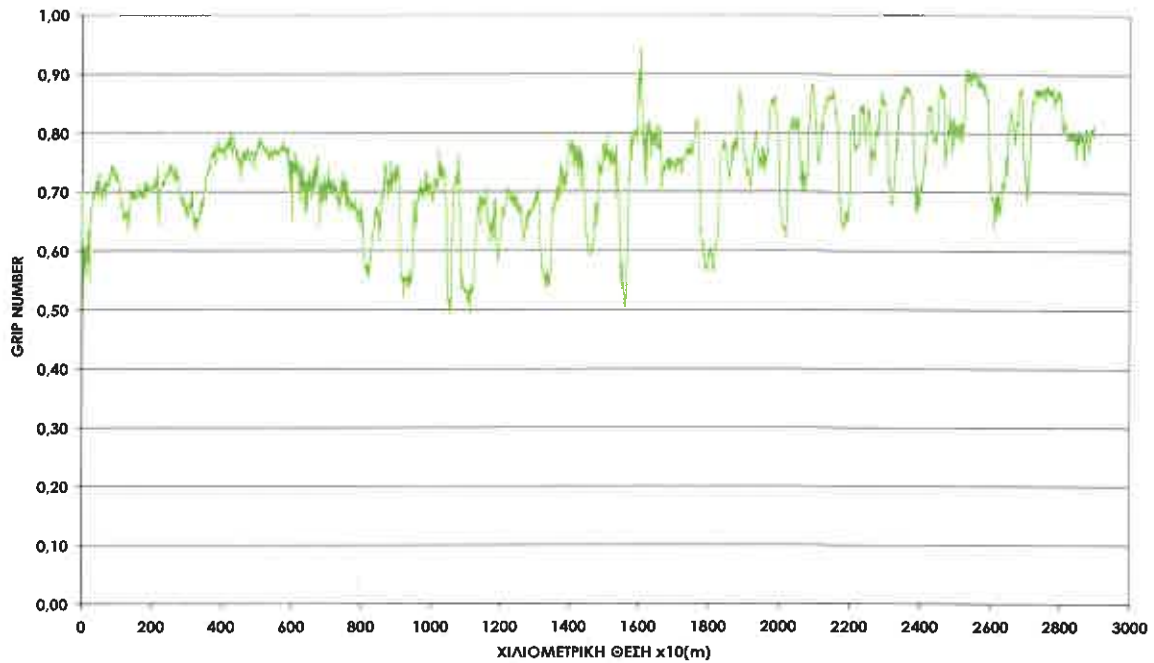
Σχήμα 4.5 Διάγραμμα μεταβολής GN, τμήμα 2932A, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005



Σχήμα 4.6 Διάγραμμα μεταβολής GN, τμήμα 32A29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005



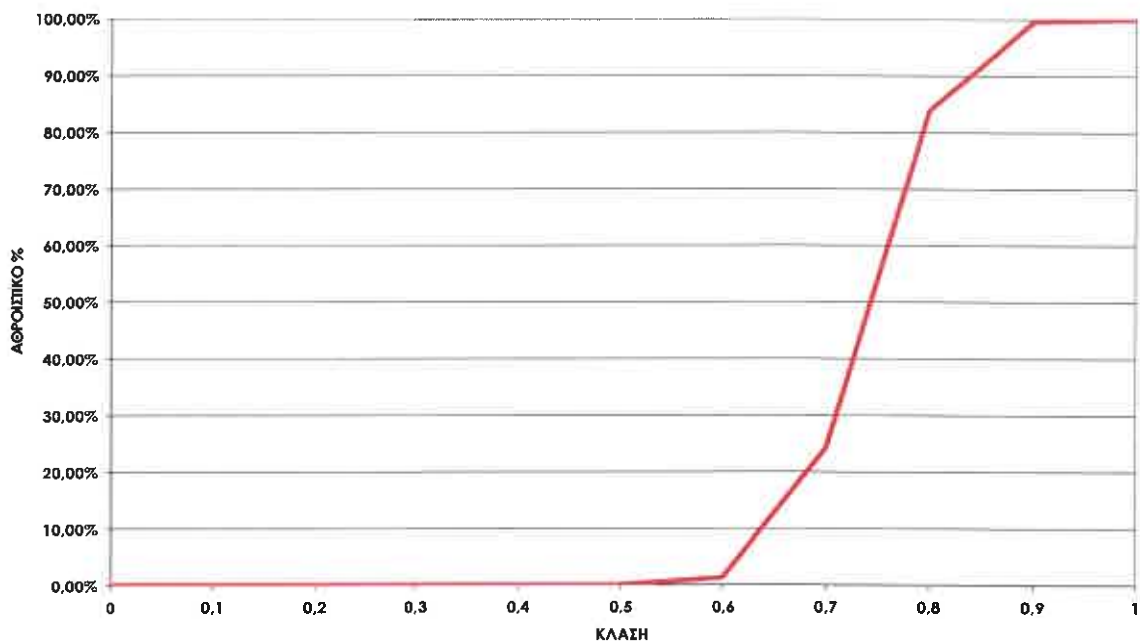
Σχήμα 4.7 Διάγραμμα μεταβολής GN, τμήμα 2932A, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Μαΐου 2005



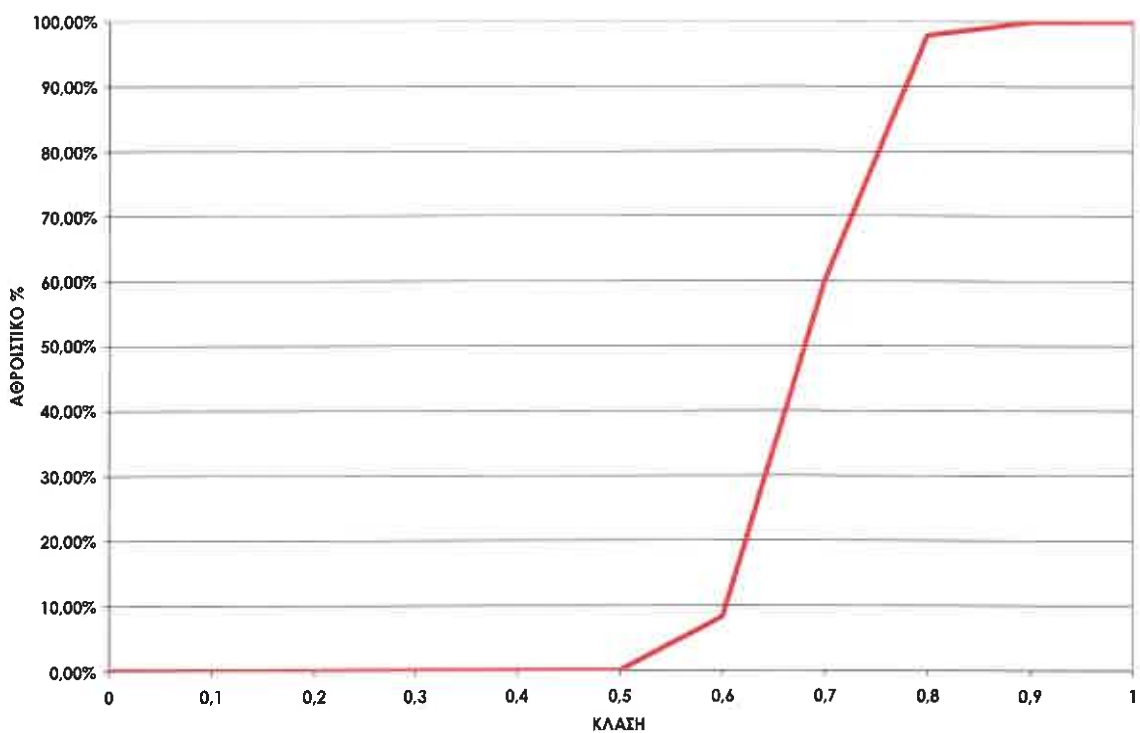
Σχήμα 4.8 Διάγραμμα μεταβολής GN, τμήμα 32A29, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Μαΐου 2005

Από τα παραπάνω σχήματα προκύπτει ότι ο δείκτης GN μειώνεται στα τμήματα των καμπύλων. Πιο συγκεκριμένα μείωση παρατηρείται στη δεξιά λωρίδα στα τμήματα των δεξιόστροφων καμπύλων και στην αριστερή λωρίδα στα τμήματα των αριστερόστροφων καμπύλων. Για παράδειγμα, εξετάζοντας το Σχήμα 4.5, παρατηρούμε, στο τμήμα 2932A για την περίοδο του Μαΐου 2005 στη δεξιά λωρίδα, αισθητή μείωση του συντελεστή ολίσθησης κατά μήκος της δεξιόστροφης καμπύλης (όπως αυτή επισημάνθηκε επί τόπου) στη Χιλιομετρική Θέση (Χ.Θ.) 15+480 – 15+770. Αντίστοιχα συμπεράσματα εξάγονται παρατηρώντας το Σχήμα 4.8 για την αριστερή λωρίδα και τις αριστερόστροφες καμπύλες. Στις Χ.Θ. 9+100-9+500 και 15+450-15+720, στο τμήμα 32A29 για την περίοδο του Μαΐου 2005 στην αριστερή λωρίδα, η μείωση του μετρούμενου συντελεστή ολίσθησης ενδεχομένως να οφείλεται στην ύπαρξη αριστερόστροφων καμπύλων στις θέσεις αυτές.

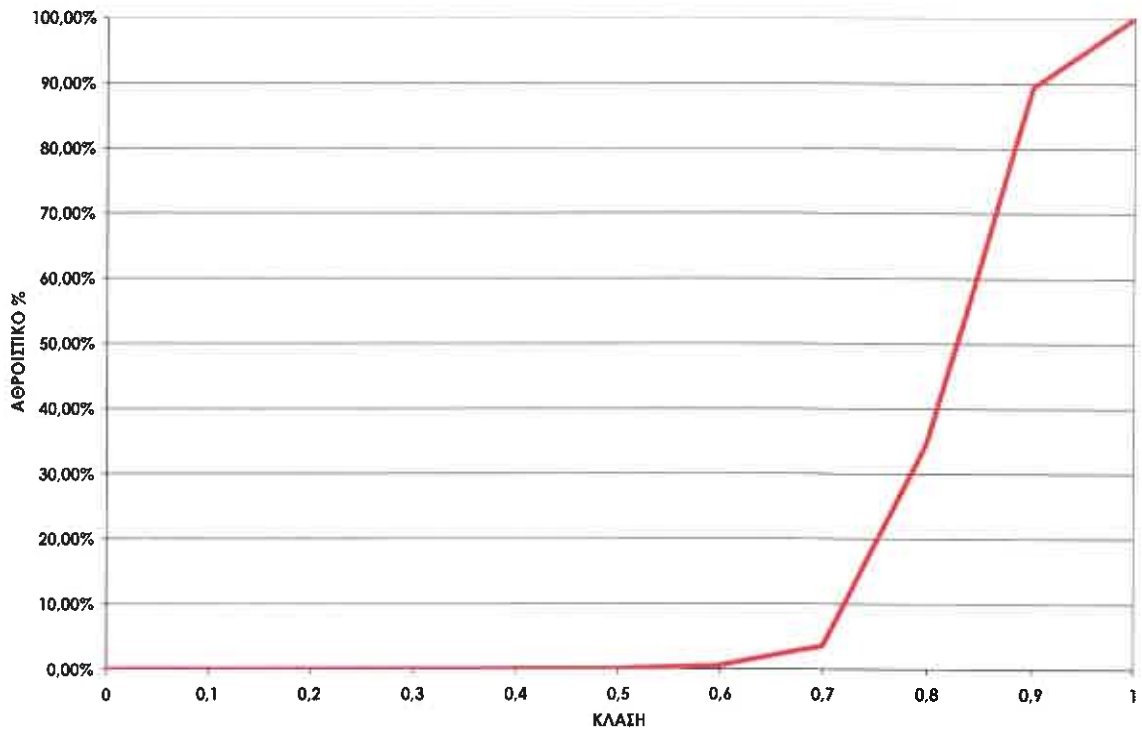
Στη συνέχεια ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα αθροιστικών συχνοτήτων (βλ. Σχήματα 4.9-4.16).



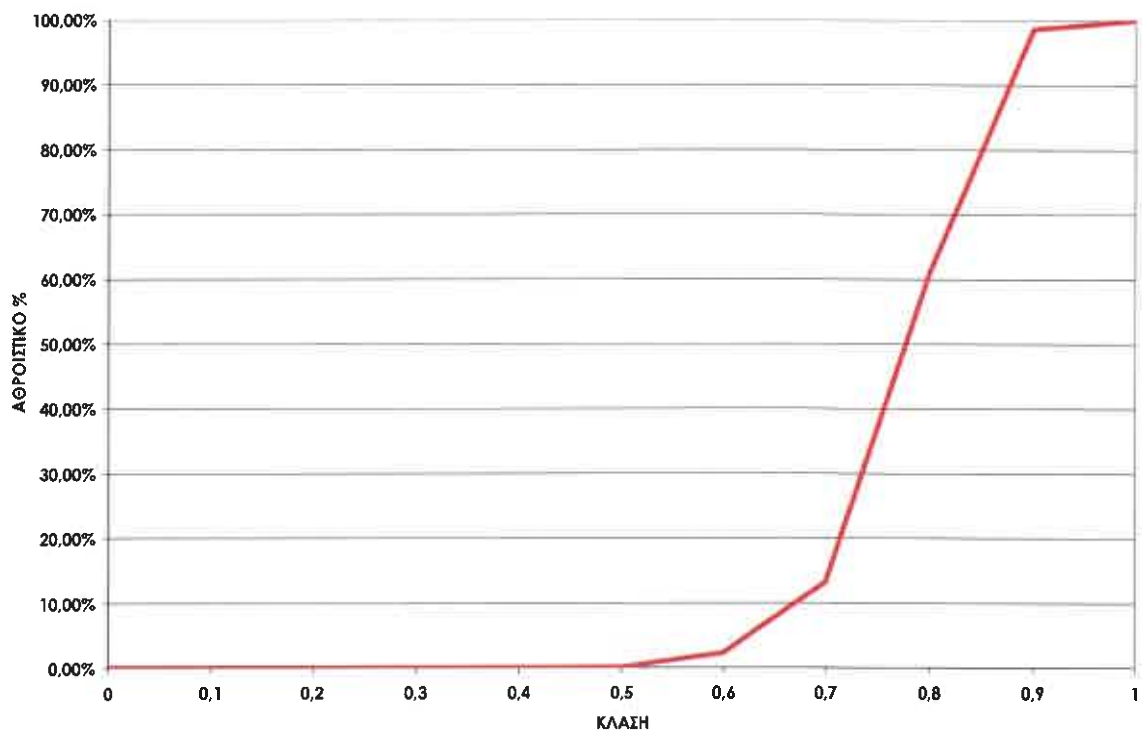
Σχήμα 4.9 Διάγραμμα αθροιστικών συχνοτήτων τμήμα 2932Α, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004



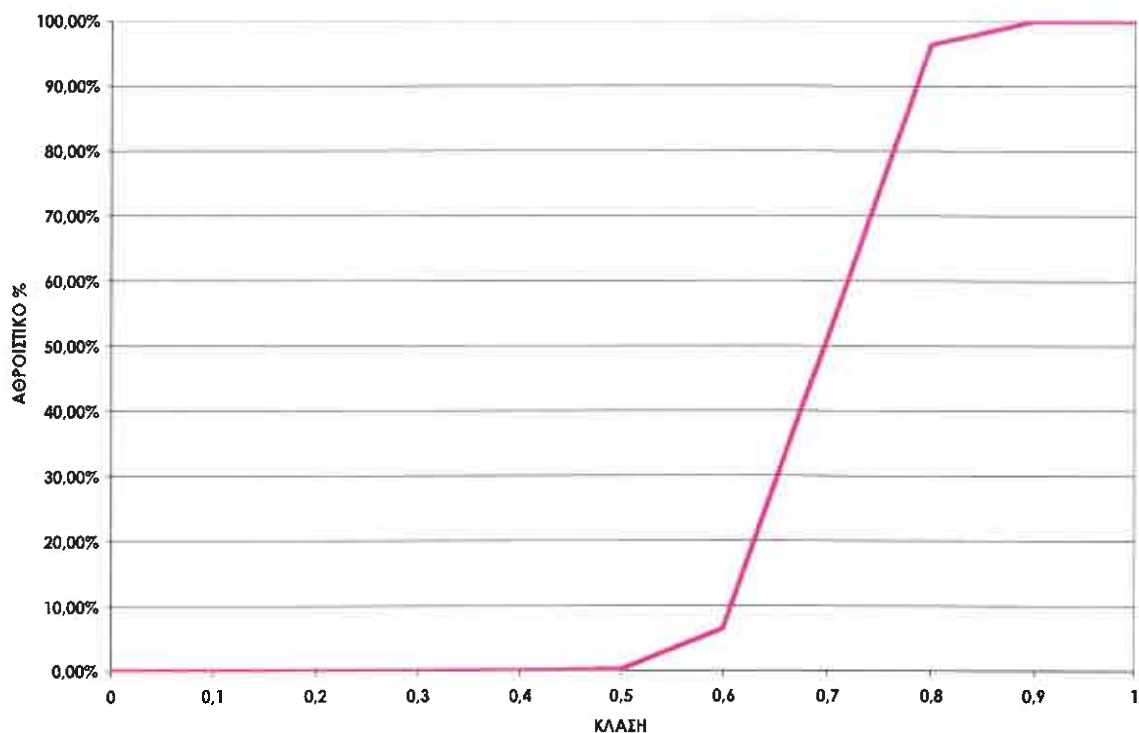
Σχήμα 4.10 Διάγραμμα αθροιστικών συχνοτήτων τμήμα 32Α29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004



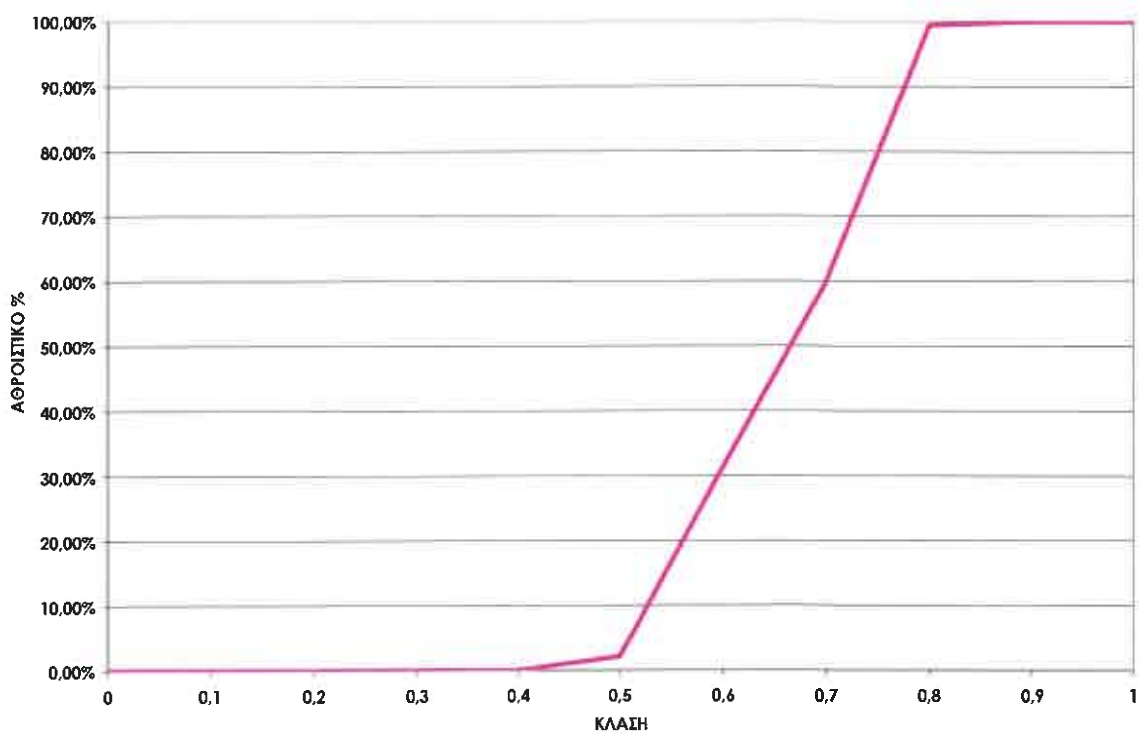
Σχήμα 4.11 Διάγραμμα αθροιστικών συχνοτήτων τμήμα 2932A, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004



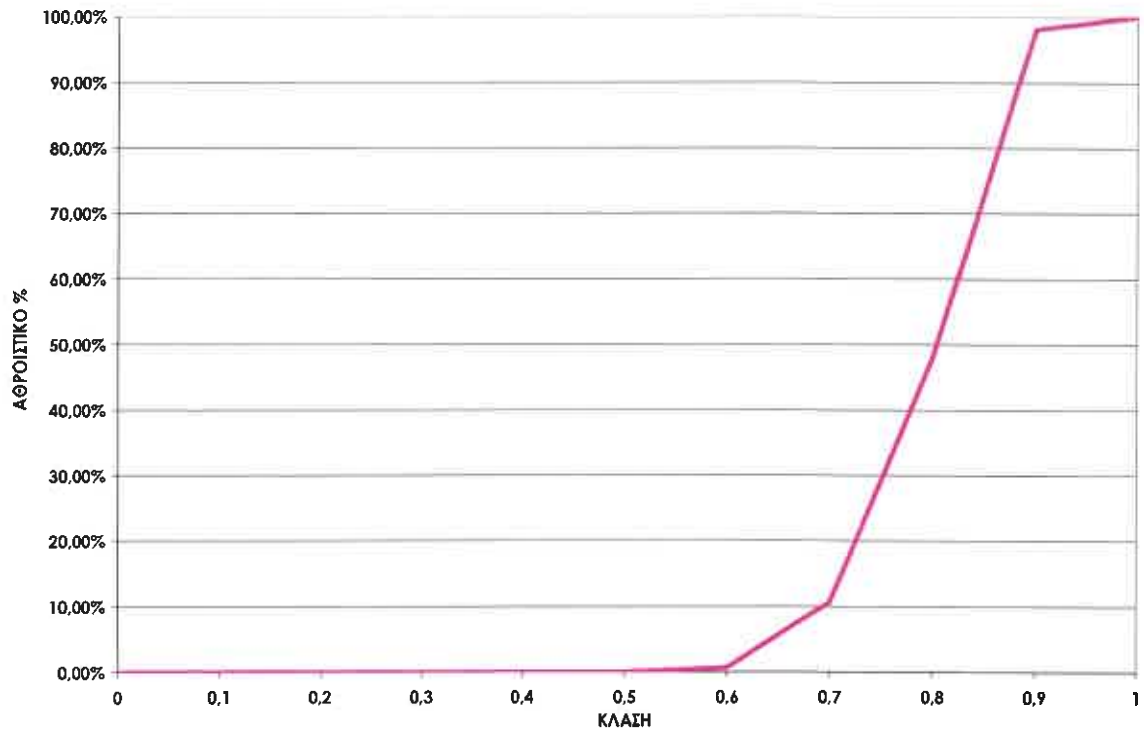
Σχήμα 4.12 Διάγραμμα αθροιστικών συχνοτήτων τμήμα 32A29, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004



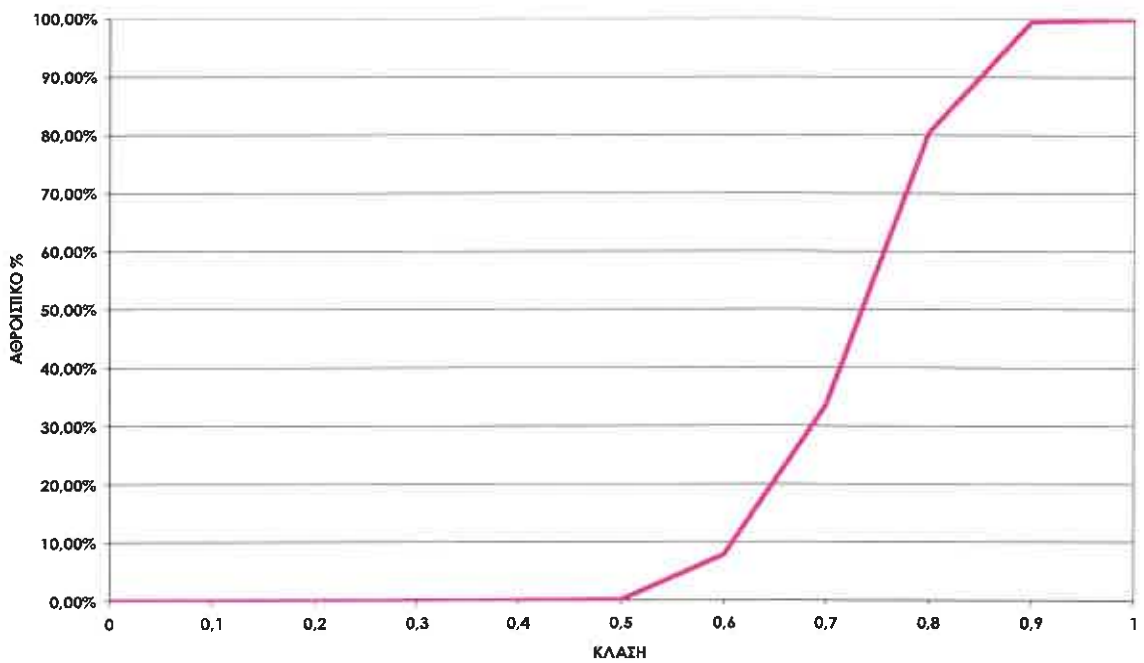
Σχήμα 4.13 Διάγραμμα αθροιστικών συχνοτήτων τμήμα 2932A, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005



Σχήμα 4.14 Διάγραμμα αθροιστικών συχνοτήτων τμήμα 32A29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005



Σχήμα 4.15 Διάγραμμα αθροιστικών συχνοτήτων τμήμα 2932A, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005

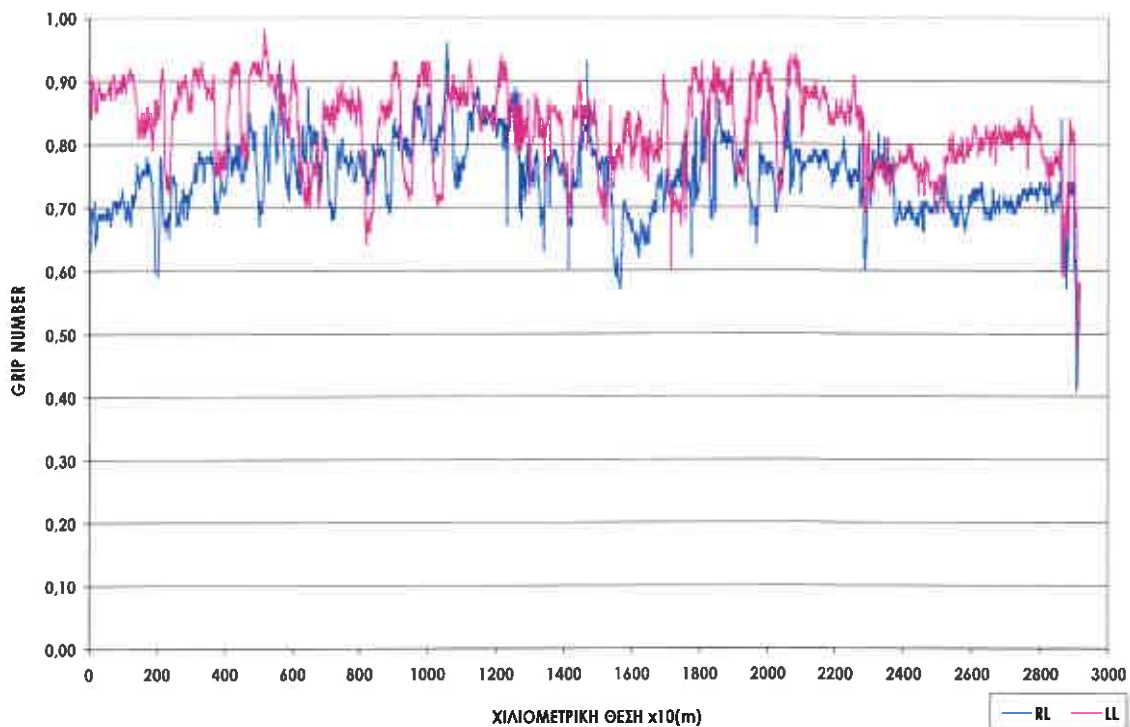


Σχήμα 4.16 Διάγραμμα αθροιστικών συχνοτήτων, τμήμα 32A29, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005

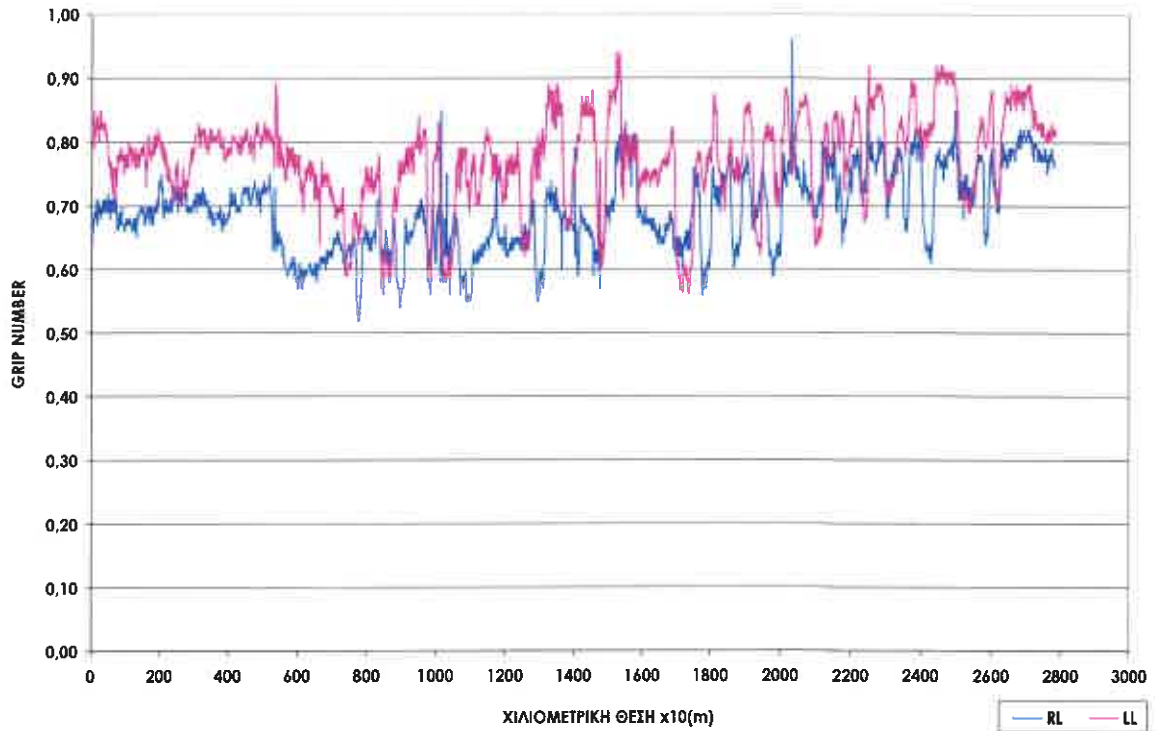
Τα διαγράμματα αθροιστικών συχνοτήτων δηλώνουν το ποσοστό των μετρήσεων του GN για τις οποίες οι τιμές του είναι μικρότερες ή ίσες από κάποια συγκεκριμένη κάθε φορά τιμή που έχουμε ορίσει στον άξονα των x. Για παράδειγμα από το Σχήμα 4.15 προκύπτει ότι στο τμήμα 32A29 για την περίοδο Μαΐου 2005 στην αριστερή λωρίδα το 32% περίπου του τμήματος έχει δείκτη μικρότερο του 0.7

4.1.2. Σύγκριση Δεξιάς και Αριστερής Λωρίδας

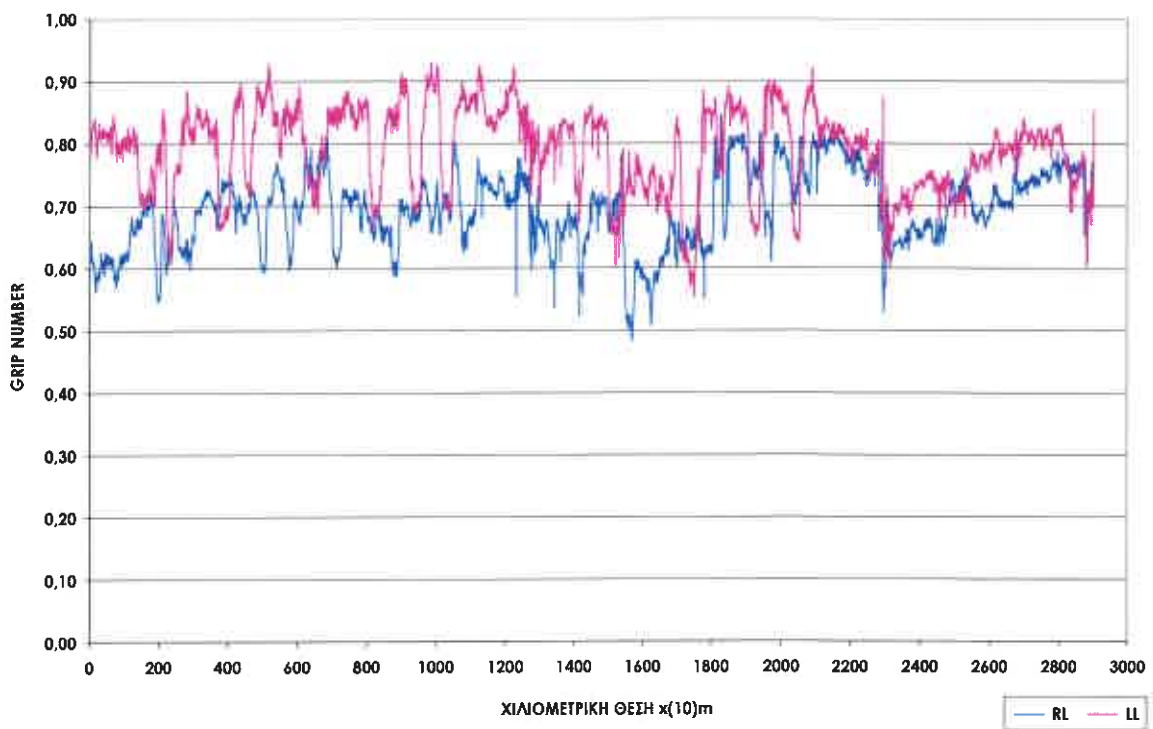
Για τη σύγκριση του δείκτη GN μεταξύ της δεξιάς και αριστερής λωρίδας κυκλοφορίας, τόσο για την περίοδο του Νοεμβρίου 2004 όσο και για την περίοδο του Μαΐου 2005, παρουσιάζονται τα συγκριτικά διαγράμματα μεταβολής του δείκτη κατά μήκος του τμήματος της Καβάλας (βλ. Σχήματα 4.17-4.20) και τα αντίστοιχα συγκριτικά διαγράμματα αθροιστικών συχνοτήτων (βλ. Σχήματα 4.21-4.24).



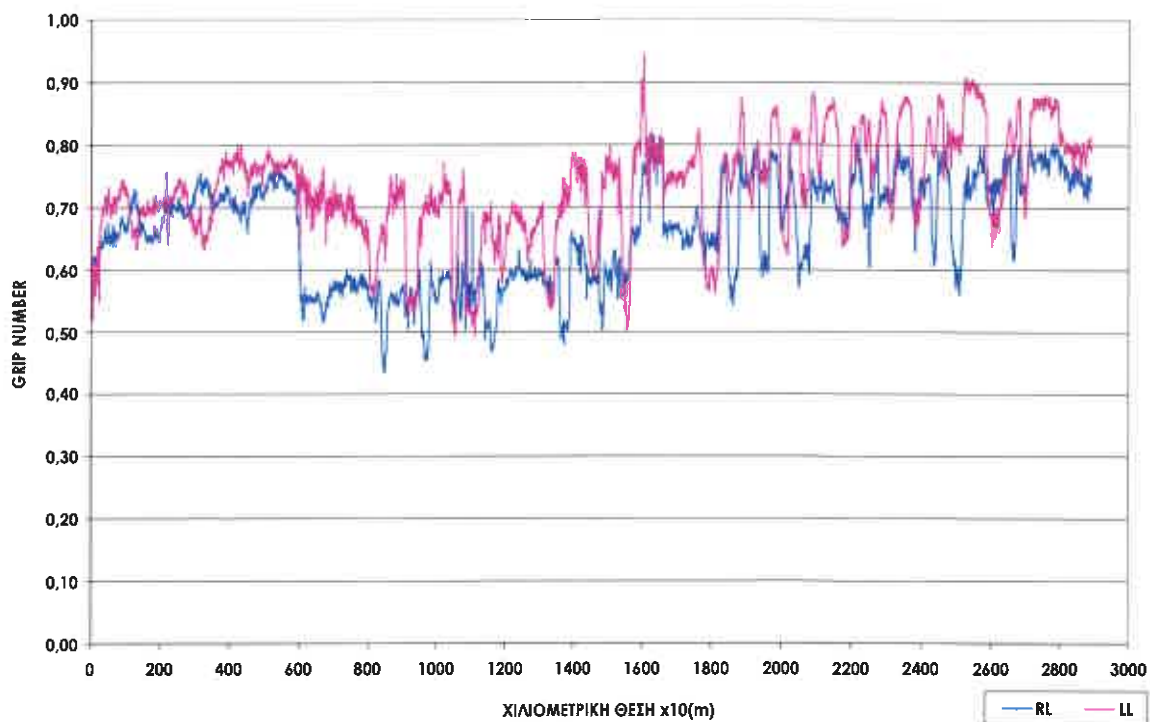
Σχήμα 4.17 Διάγραμμα σύγκρισης μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας κυκλοφορίας, τμήμα 2932A, Νοέμβριος 2004



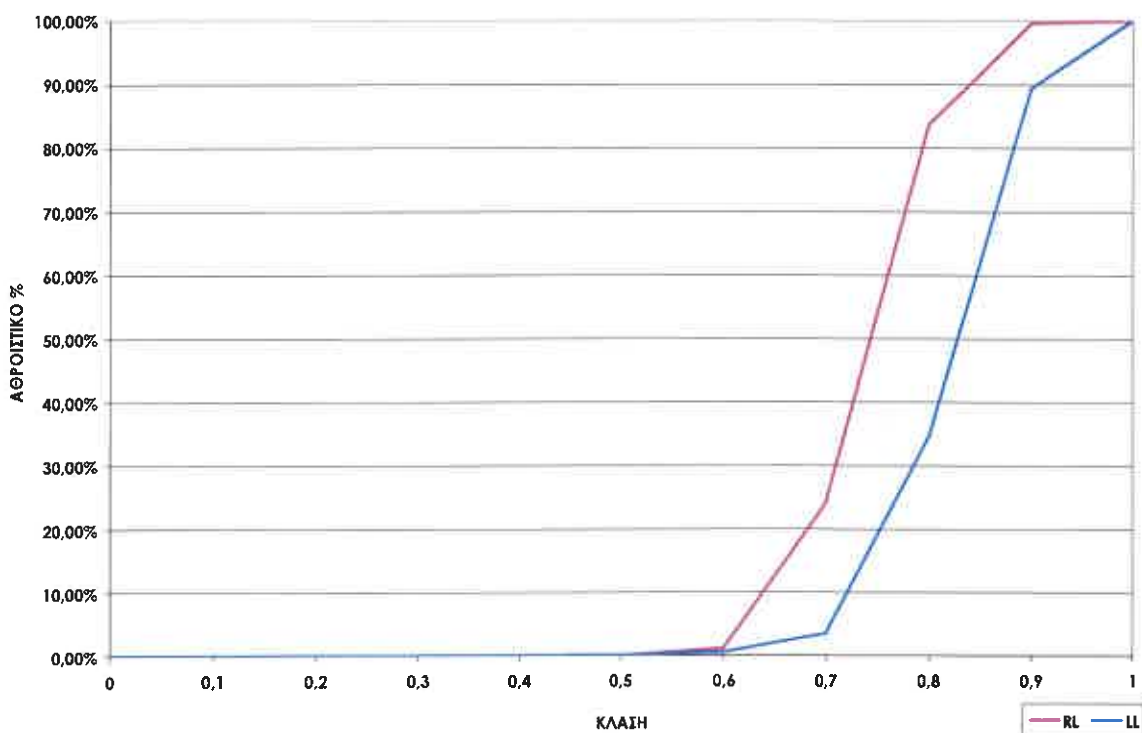
Σχήμα 4.18 Διάγραμμα σύγκρισης μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας κυκλοφορίας, τμήμα 32A29, Νοέμβριος 2004



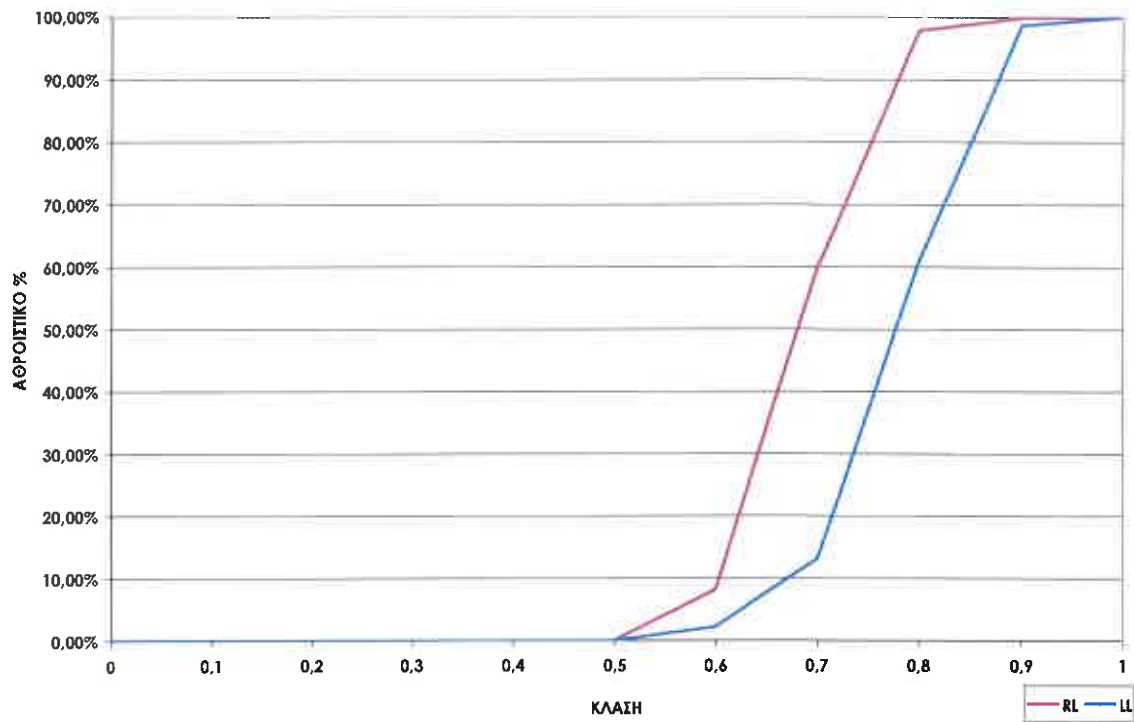
Σχήμα 4.19 Διάγραμμα σύγκρισης μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας κυκλοφορίας, τμήμα 2932A, Μάιος 2005



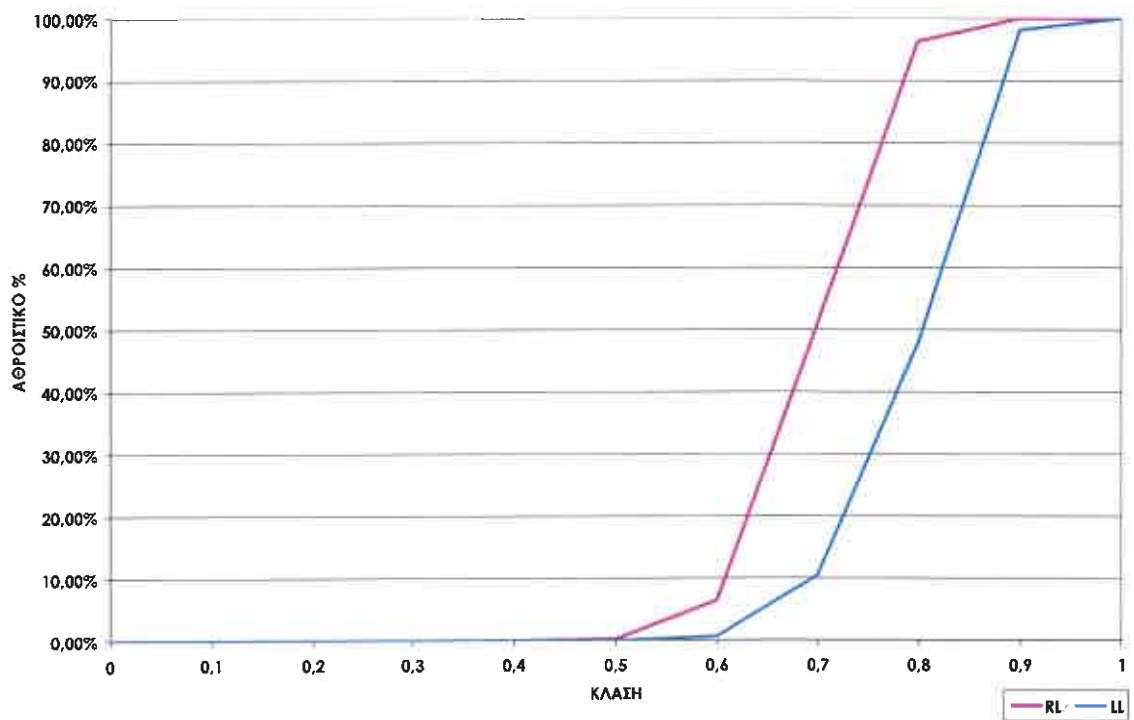
Σχήμα 4.20 Διάγραμμα σύγκρισης μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας κυκλοφορίας, τμήμα 32A29, Μάιος 2005



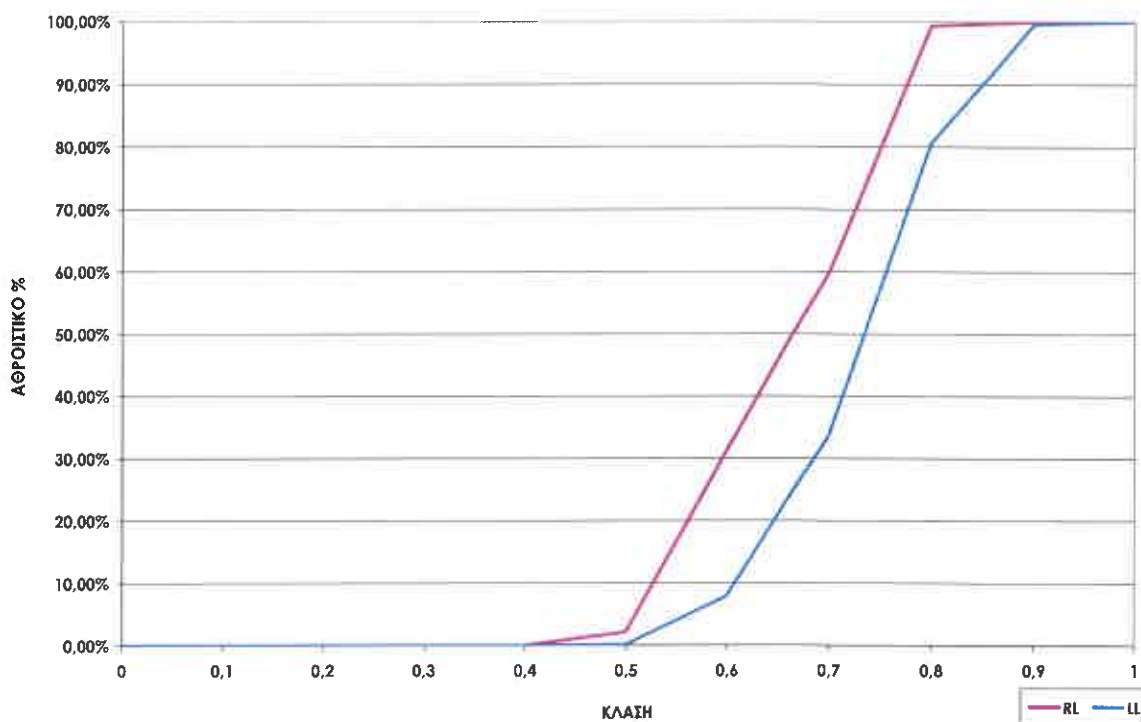
Σχήμα 4.21 Διάγραμμα σύγκρισης αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας κυκλοφορίας, τμήμα 2932A, Νοέμβριος 2004



Σχήμα 4.22 Διάγραμμα σύγκρισης αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας κυκλοφορίας, τμήμα 32A29, Νοέμβριος 2004



Σχήμα 4.23 Διάγραμμα σύγκρισης αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας κυκλοφορίας, τμήμα 2932A, Μάιος 2005



Σχήμα 4.24 Διάγραμμα σύγκρισης αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας κυκλοφορίας, τμήμα 32A29, Μάιος 2005

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι γενικά ο δείκτης GN είναι μεγαλύτερος στην αριστερή λωρίδα απ' ότι στη δεξιά. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται τόσο στις μικρότερες ταχύτητες κίνησης των οχημάτων στην δεξιά λωρίδα, με αποτέλεσμα ο χρόνος φόρτισης να είναι μεγαλύτερος και άρα να αναπτύσσονται μεγαλύτερες τάσεις και επομένως μεγαλύτερες παραμορφώσεις, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη φθορά του οδοστρώματος και να μειώνεται το GN, όσο και στο ότι στη δεξιά λωρίδα συνήθως κινούνται τα βαρέα οχήματα επομένως το φορτίο είναι μεγαλύτερο και σύμφωνα με τα προηγούμενα το οδόστρωμα φθείρεται περισσότερο με αποτέλεσμα τη μείωση του GN.

4.1.3 Όρια Επέμβασης (Συντήρησης)

Στα πλαίσια της διερεύνησης του συντελεστή ολισθηρότητας με βάση τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από την περιοχή μελέτης, ανάγεται ο δείκτης GN στο συντελεστή τριβής SCRIM Number (SCN) (βλ. Σχήματα 4.25-4.32) που λαμβάνεται από το σύστημα SCRIM, χρησιμοποιώντας την εξίσωση:

$$SCN = 0.786 * GN - 0.049$$

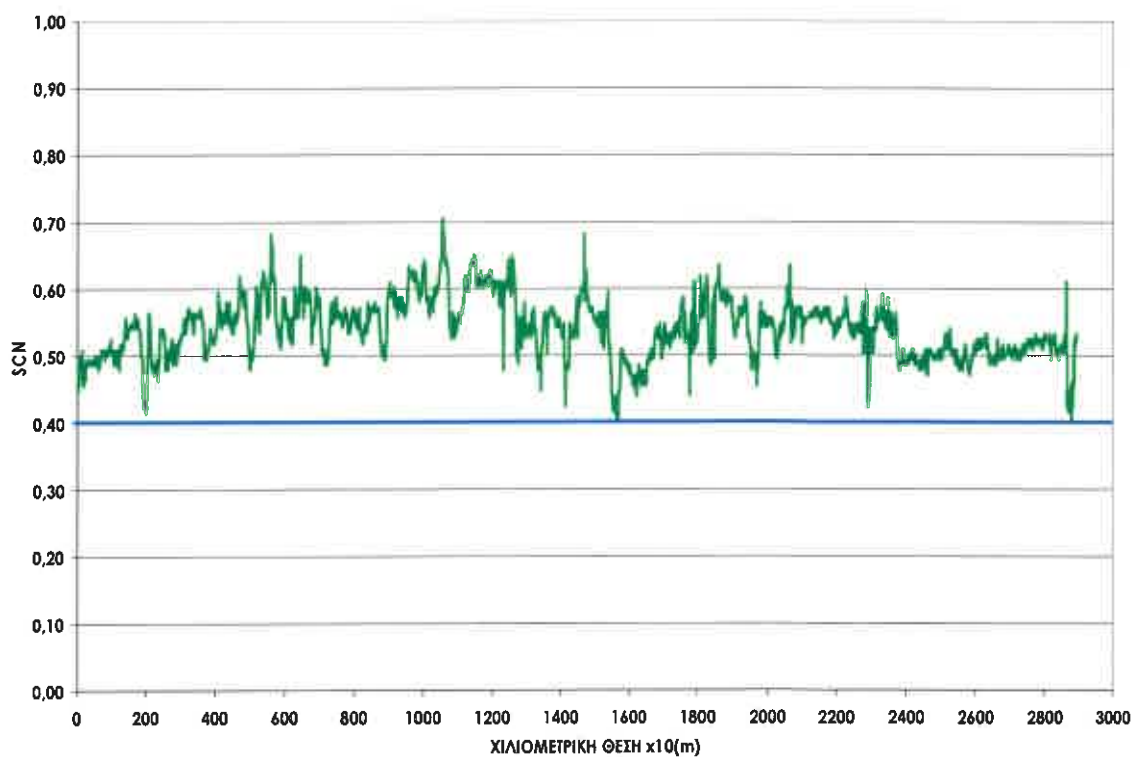
Στη συνέχεια ορίζεται ως ελάχιστη επιτρεπτή τιμή για το SCN το 0.4 σύμφωνα με τις θεσμοθετημένες οριακές τιμές σε χώρες όπως το Βέλγιο, η Γαλλία κ.α. (Πίνακας 2.3). Παρακάτω παρουσιάζονται τα ποσοστά των μετρήσεων που βρίσκονται εντός και εκτός των ορίων.

	2932A RL Νοέμβριος 2004		2932A LL Νοέμβριος 2004	
ΟΡΙΟ	SCN<0.4	SCN>0.4	SCN<0.4	SCN>0.4
ΠΛΗΘΟΣ	3	2890	9	2928
ΠΟΣΟΣΤΟ%	0,1	99,9	0,31	99,69

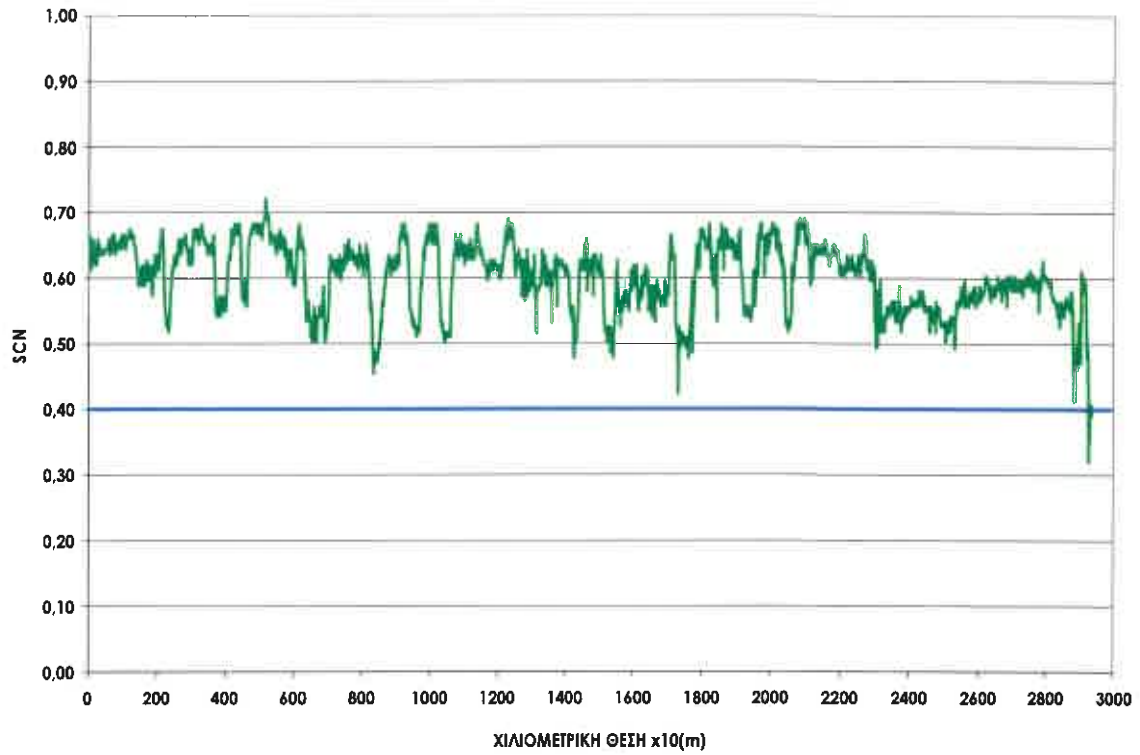
Πίνακας 4.1 Πίνακας ποσοστών εντός και εκτός ορίων 2932A RL και LL Νοέμβριος 2004

	32A29 RL Νοέμβριος 2004		32A29 LL Νοέμβριος 2004	
ΟΡΙΟ	SCN<0.4	SCN>0.4	SCN<0.4	SCN>0.4
ΠΛΗΘΟΣ	69	2741	5	2784
ΠΟΣΟΣΤΟ%	2,46	97,54	0,18	99,82

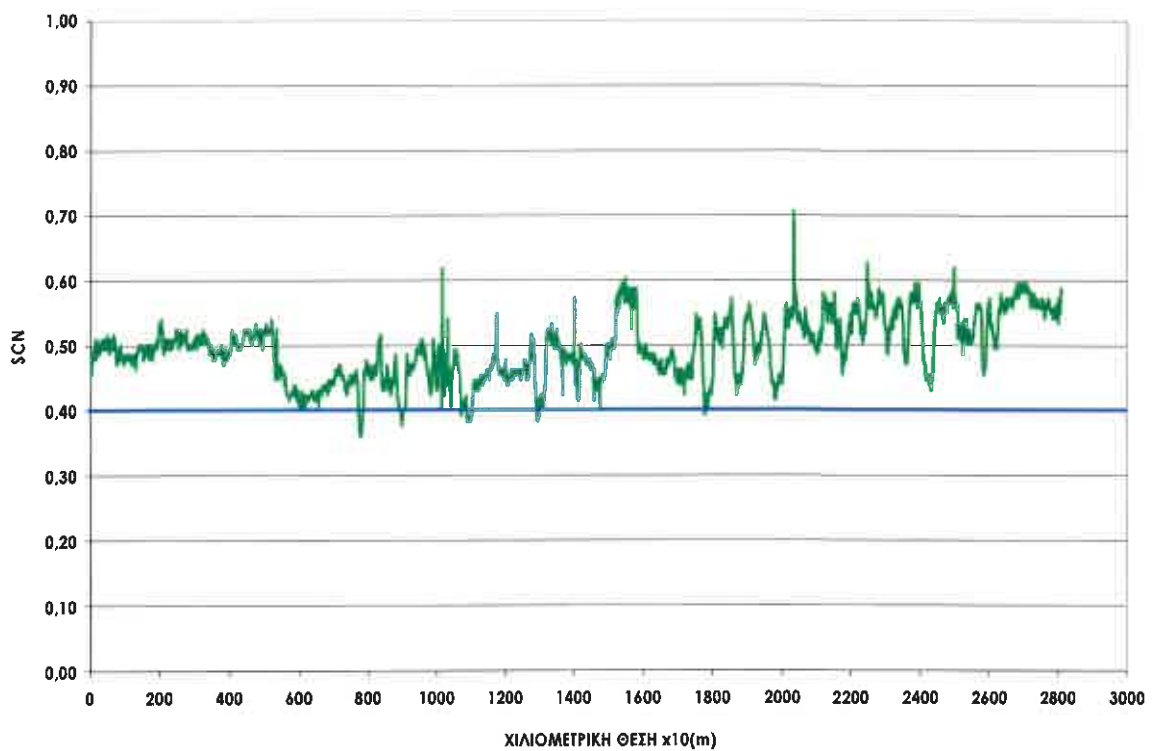
Πίνακας 4.2 Πίνακας ποσοστών εντός και εκτός ορίων 32A29 RL και LL Νοέμβριος 2004



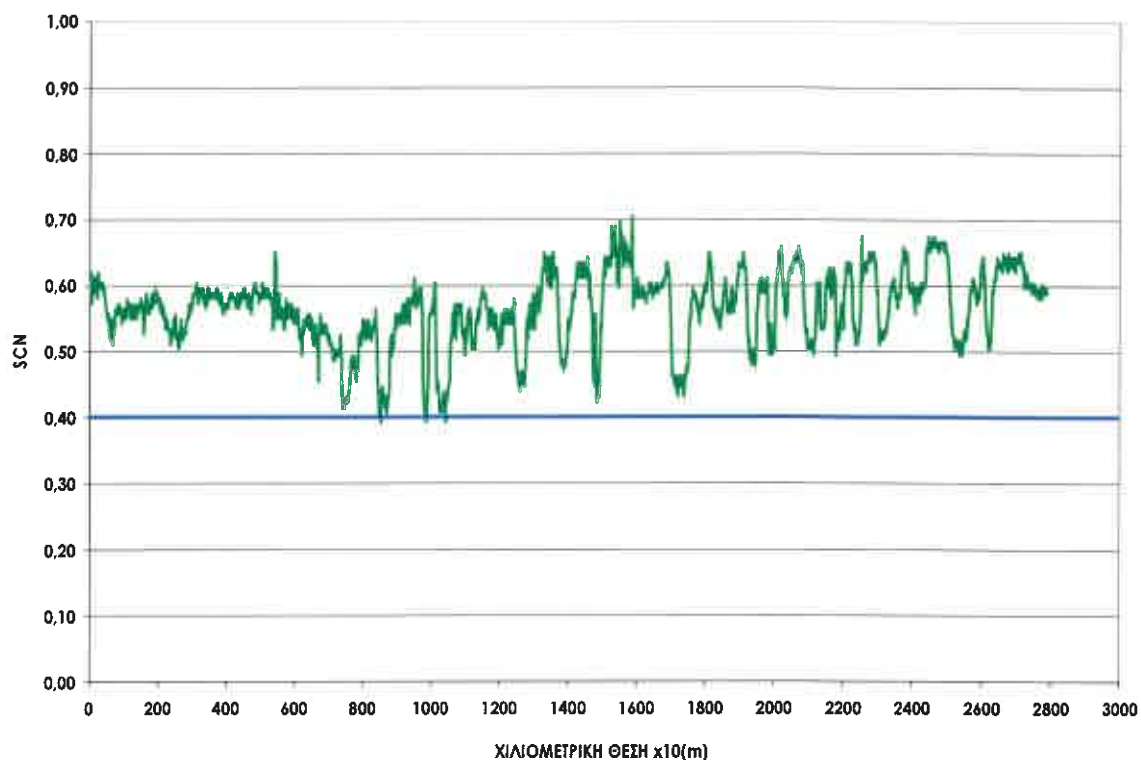
Σχήμα 4.25 Διάγραμμα μεταβολής SCN, τμήμα 2932A, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004



Σχήμα 4.26 Διάγραμμα μεταβολής, τμήμα 2932Α, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004



Σχήμα 4.27 Διάγραμμα μεταβολής SCN, τμήμα 32Α29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004



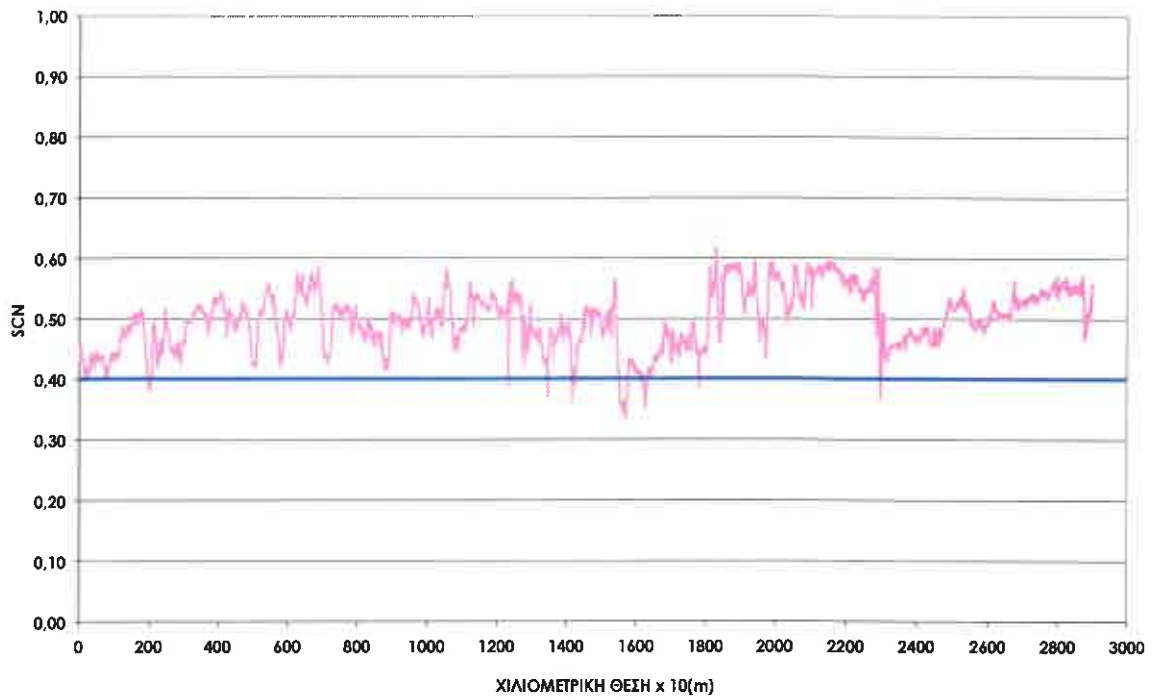
Σχήμα 4.28 Διάγραμμα μεταβολής SCN, τμήμα 32A29, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Νοέμβριος 2004

	2932A RL Μάιος 2005		2932A LL Μάιος 2005	
ΟΡΙΟ	SCN<0,4	SCN>0,4	SCN<0,4	SCN>0,4
ΠΛΗΘΟΣ	67	2833	1	2902
ΠΟΣΟΣΤΟ%	2,31	97,69	0,03	99,97

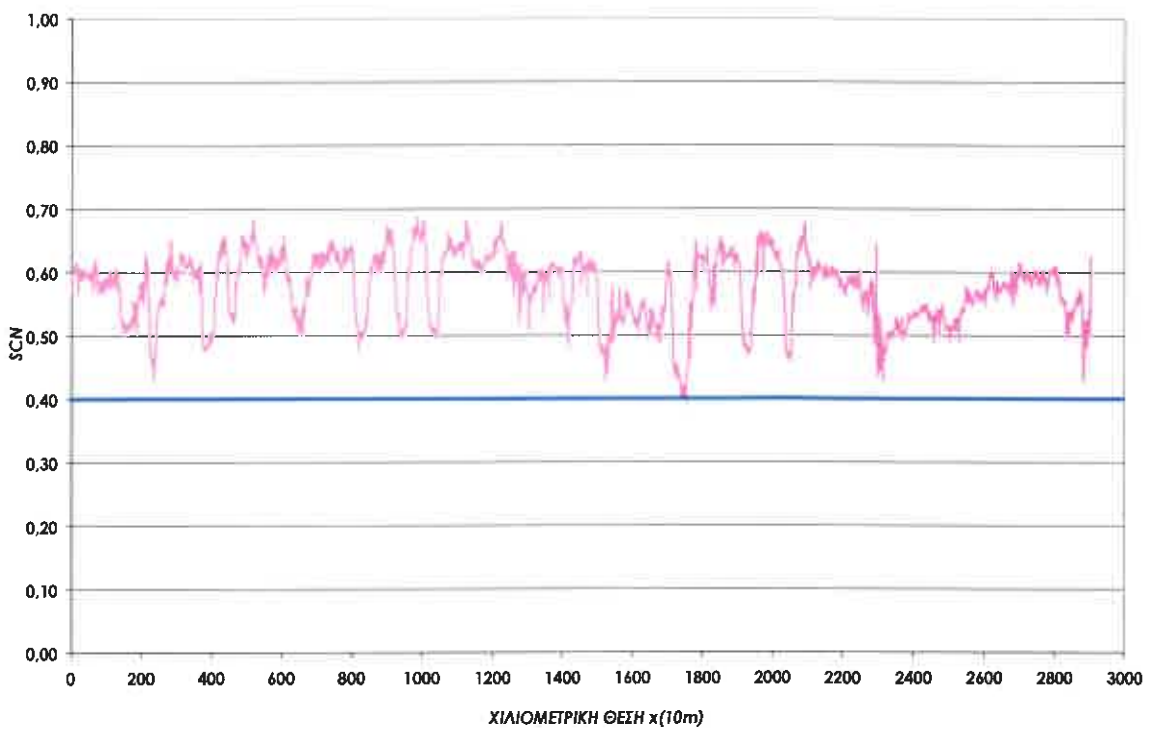
Πίνακας 4.3 Πίνακας ποσοστών εντός και εκτός ορίων 2932A RL και LL Μάιος 2005

	32A29 RL Μάιος 2005		32A29 LL Μάιος 2005	
ΟΡΙΟ	SCN<0,4	SCN>0,4	SCN<0,4	SCN>0,4
ΠΛΗΘΟΣ	503	2389	148	2752
ΠΟΣΟΣΤΟ%	17,39	82,61	5,1	94,9

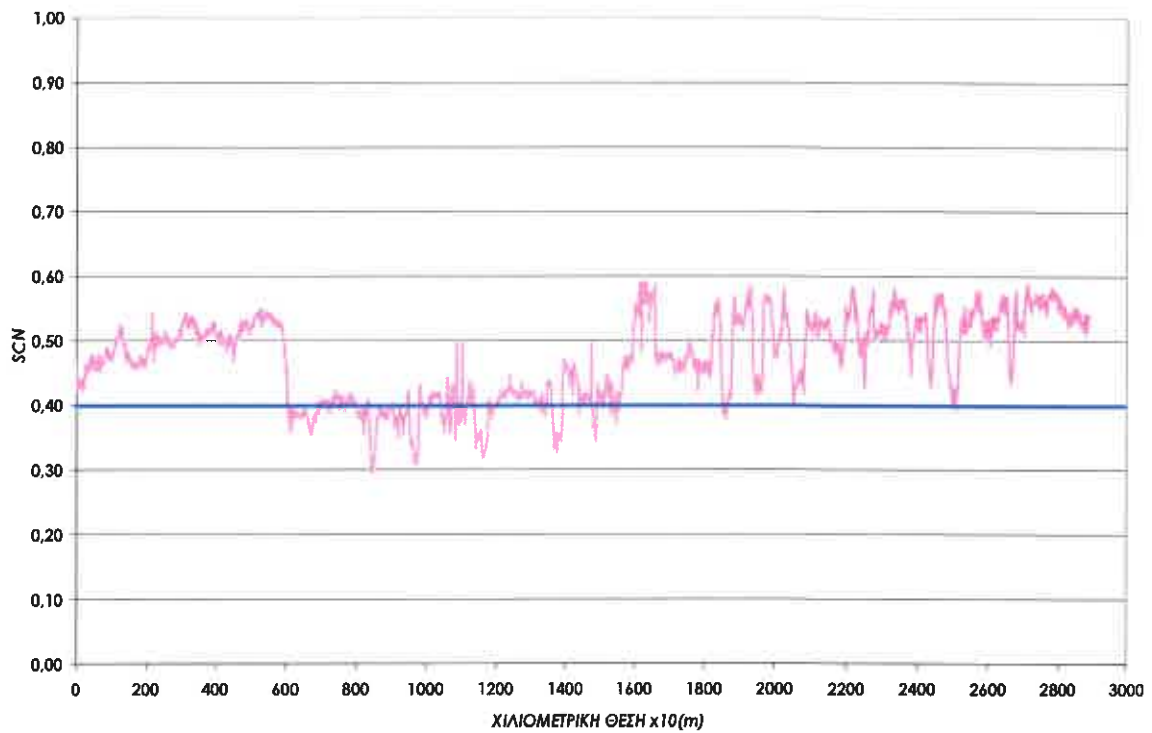
Πίνακας 4.4 Πίνακας ποσοστών εντός και εκτός ορίων 32A29 RL και LL Μάιος 2005



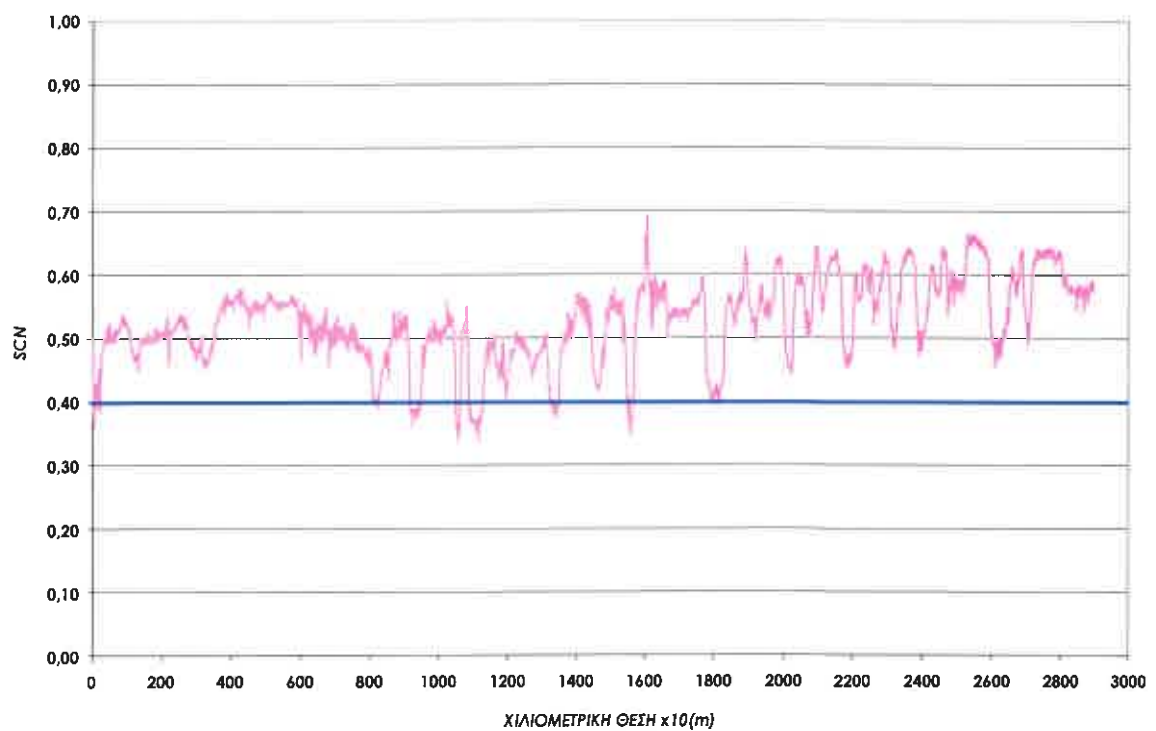
Σχήμα 4.29 Διάγραμμα μεταβολής SCN, τμήμα 2932Α, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005



Σχήμα 4.30 Διάγραμμα μεταβολής SCN, τμήμα 2932Α, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005



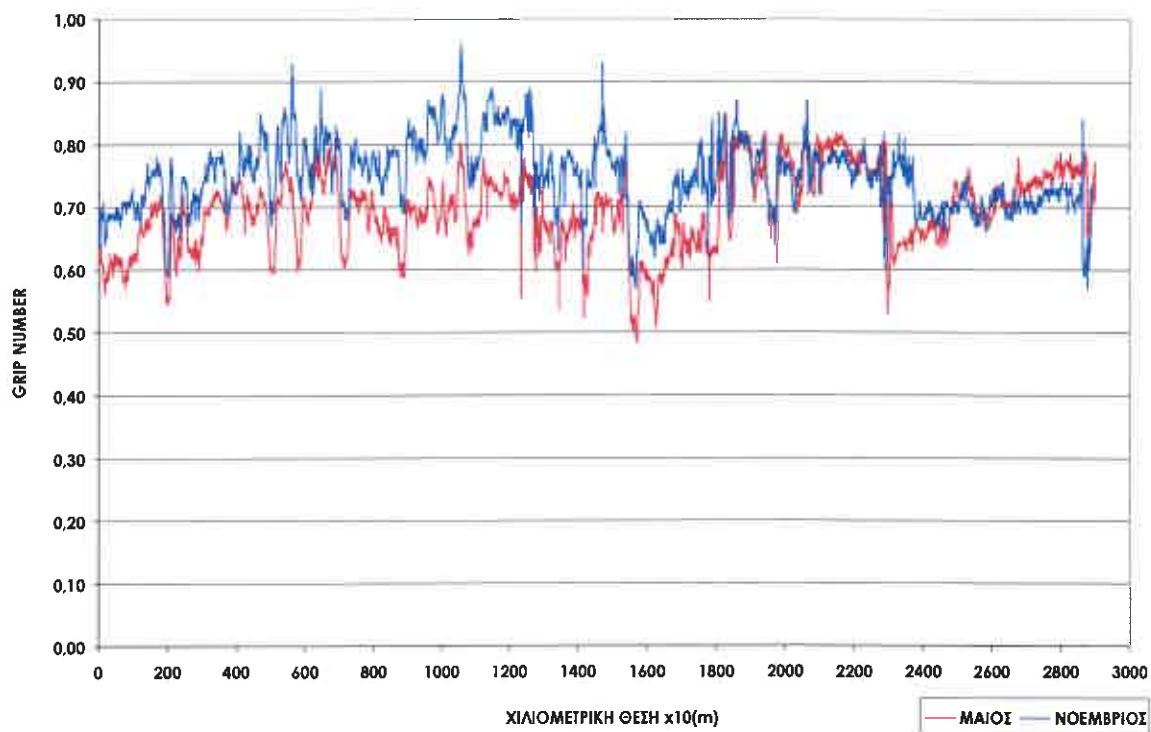
Σχήμα 4.31 Διάγραμμα μεταβολής SCN, τμήμα 32A29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005



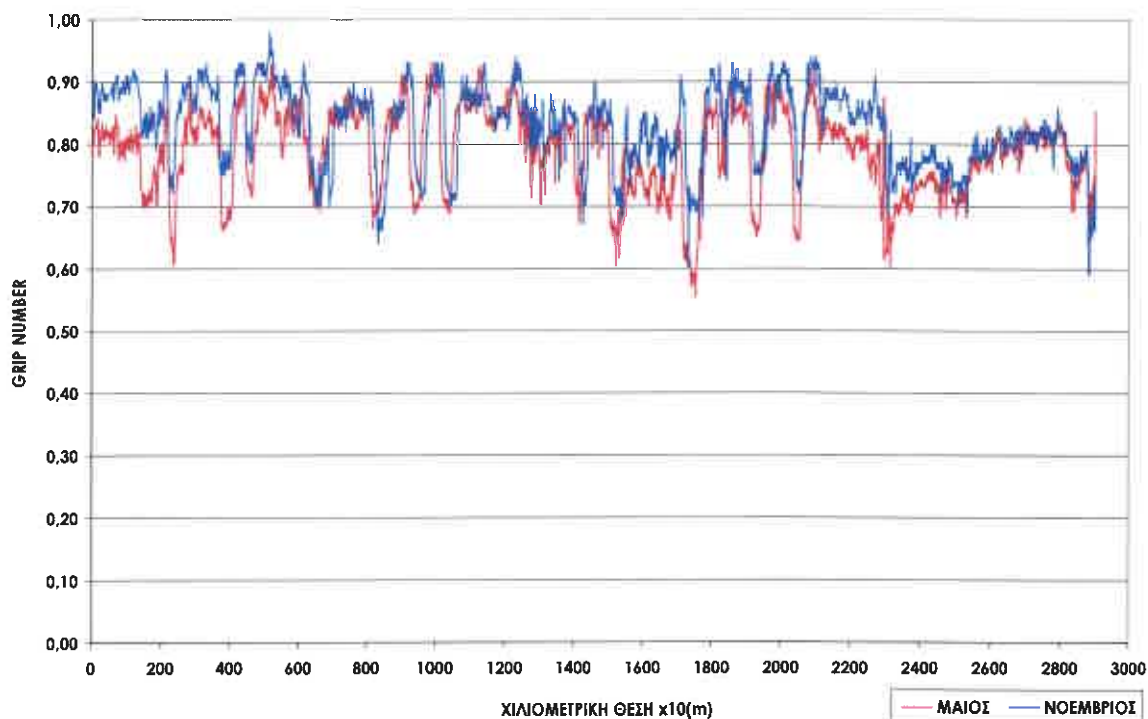
Σχήμα 4.32 Διάγραμμα μεταβολής SCN, τμήμα 32A29, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005

4.1.4. Σύγκριση του Δείκτη GN στις μετρήσεις Νοεμβρίου 2004 και Μαΐου 2005

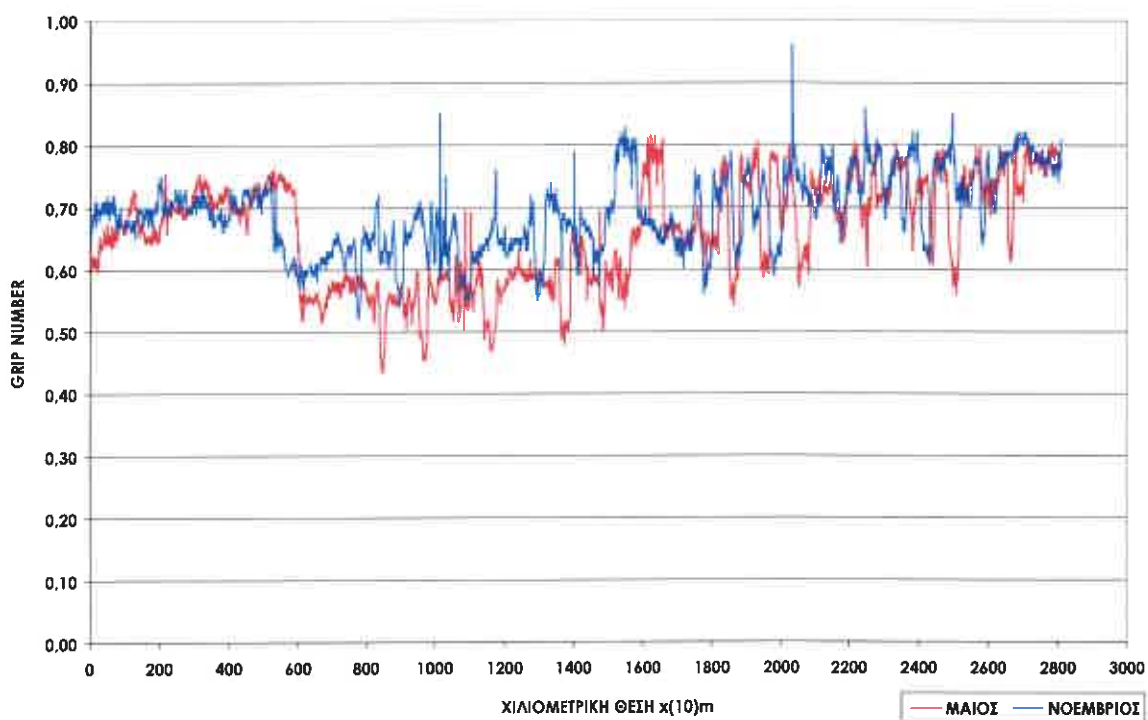
Η μεταβολή του δείκτη GN ανάμεσα στις δύο χρονικές περιόδους που έγιναν οι μετρήσεις, Νοέμβριος 2004 και Μάιος 2005, παρουσιάζονται με τα διαγράμματα μεταβολής του δείκτη κατά μήκος του τμήματος της Καβάλας (βλ. Σχήματα 4.33-4.36) και τα συγκριτικά διαγράμματα αθροιστικών συχνοτήτων (βλ. Σχήματα 4.37-4.40).



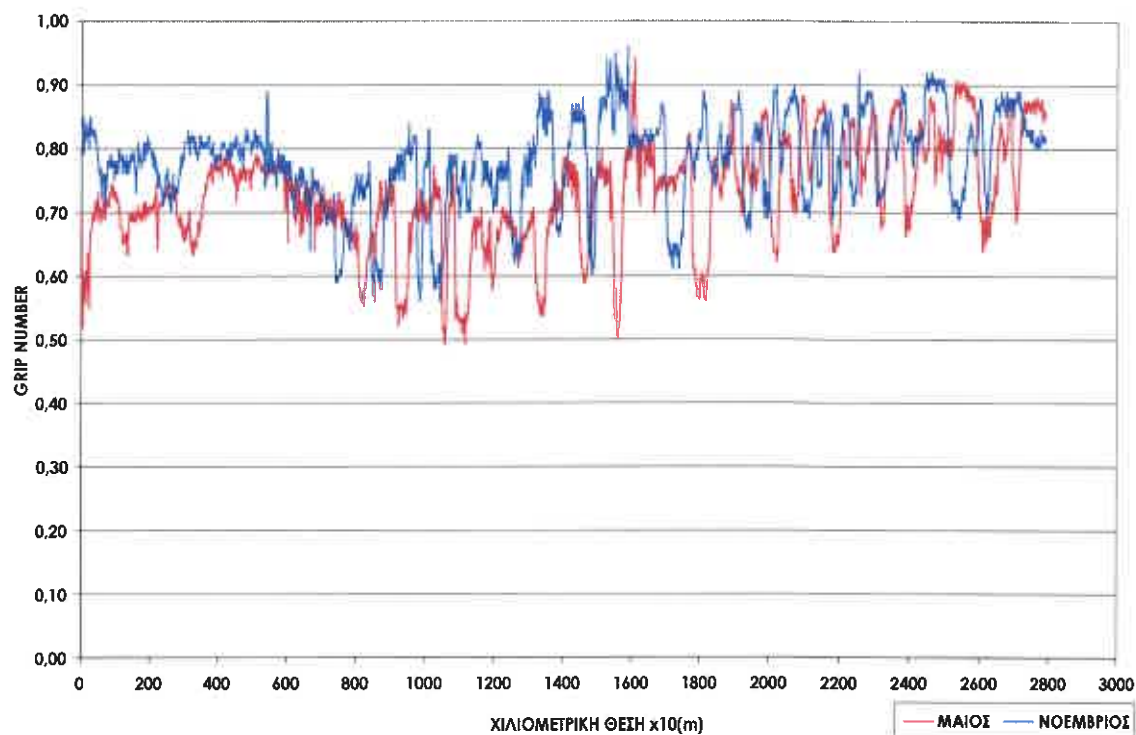
Σχήμα 4.33 Διάγραμμα σύγκρισης μεταβολής GN μεταξύ Νοεμβρίου 2004 και Μαΐου 2005, τμήμα 2932Α, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας



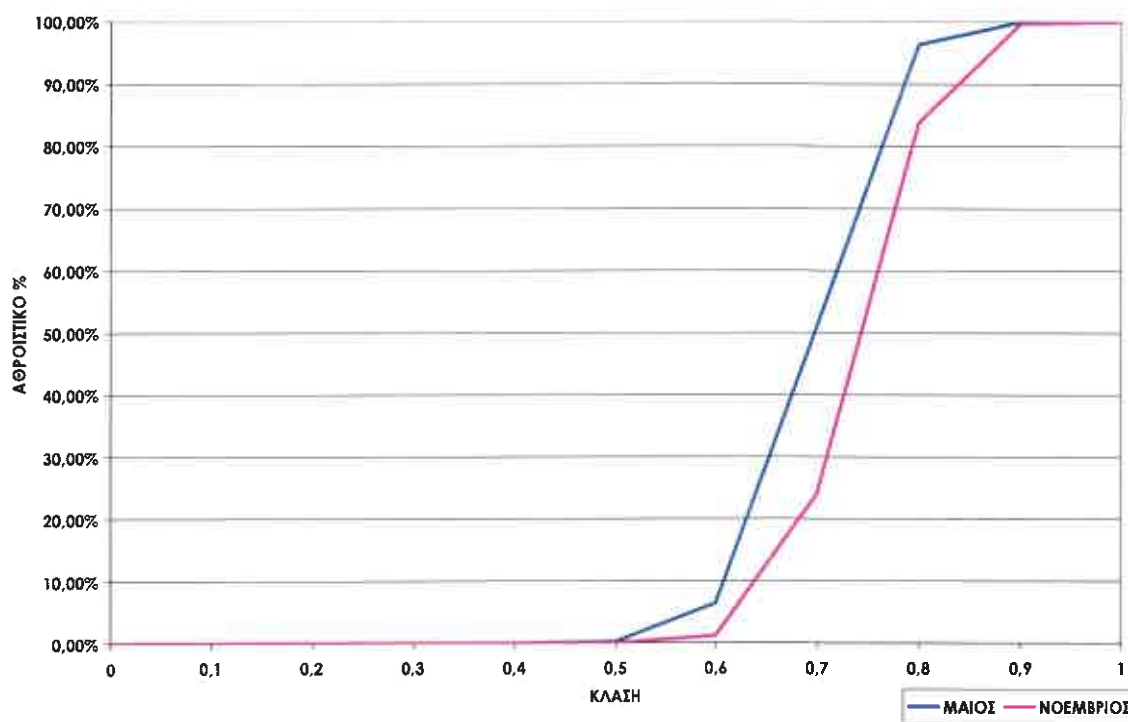
Σχήμα 4.34 Διάγραμμα σύγκρισης μεταβολής GN μεταξύ Νοεμβρίου 2004 και Μαΐου 2005, τμήμα 2932Α, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας



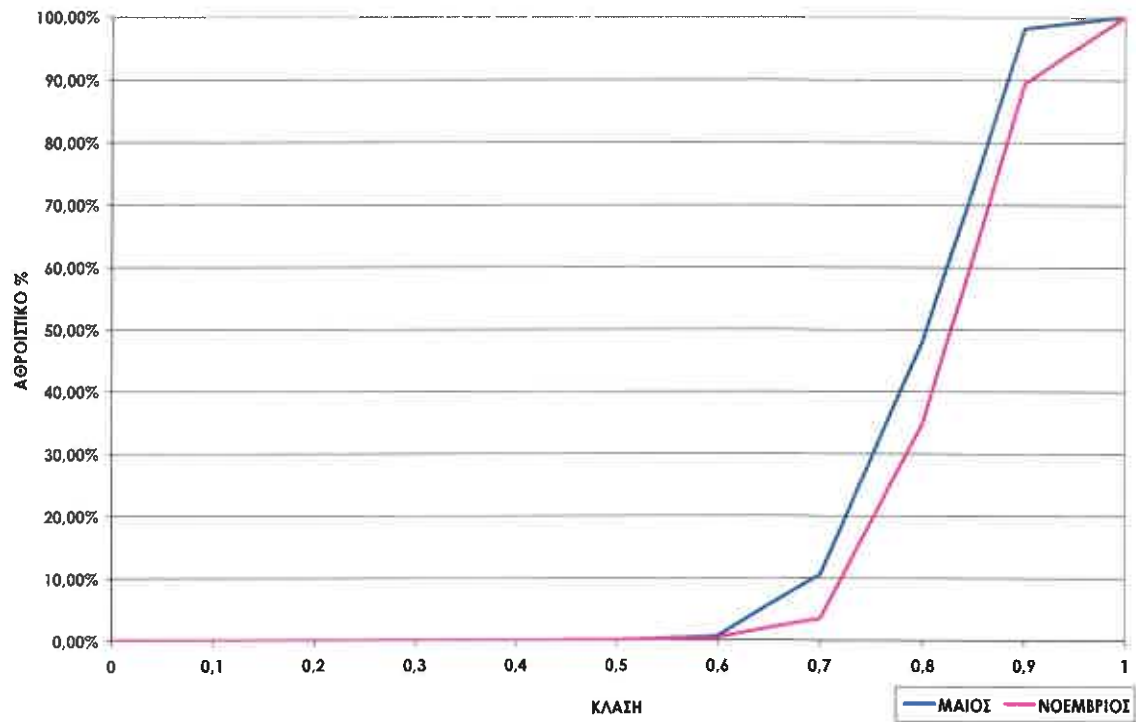
Σχήμα 4.35 Διάγραμμα σύγκρισης μεταβολής GN μεταξύ Νοεμβρίου 2004 και Μαΐου 2005, τμήμα 32Α29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας



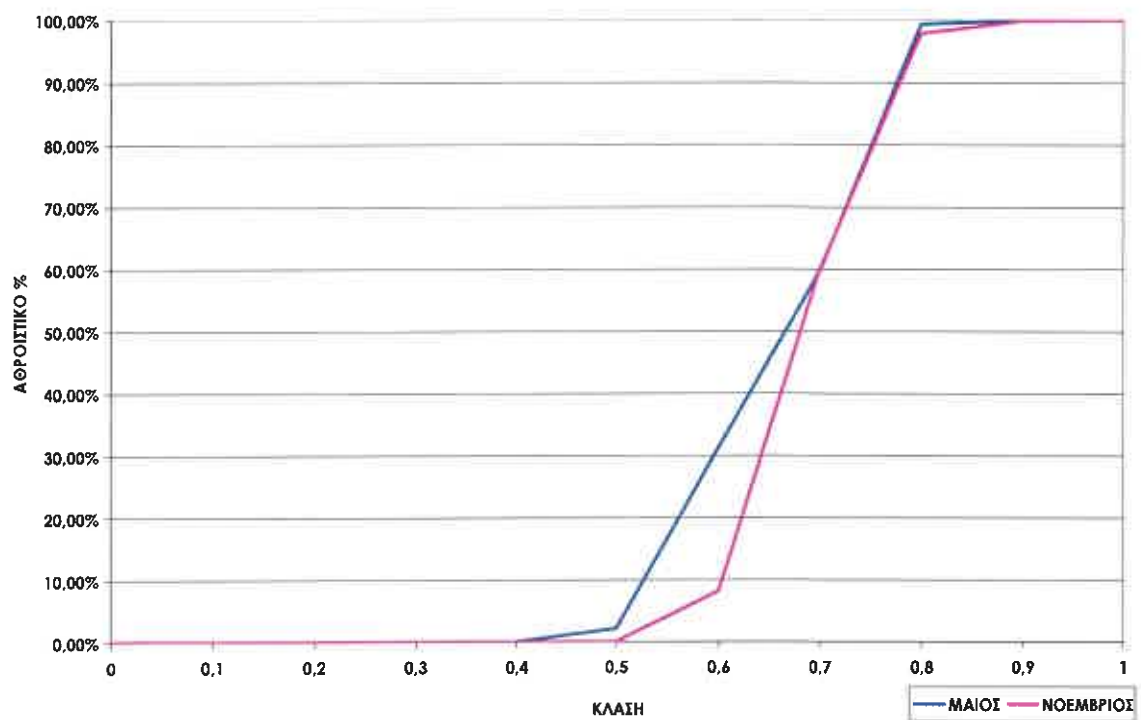
Σχήμα 4.36 Διάγραμμα σύγκρισης μεταβολής GN μεταξύ Νοεμβρίου 2004 και Μαΐου 2005, τμήμα 32A29, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας



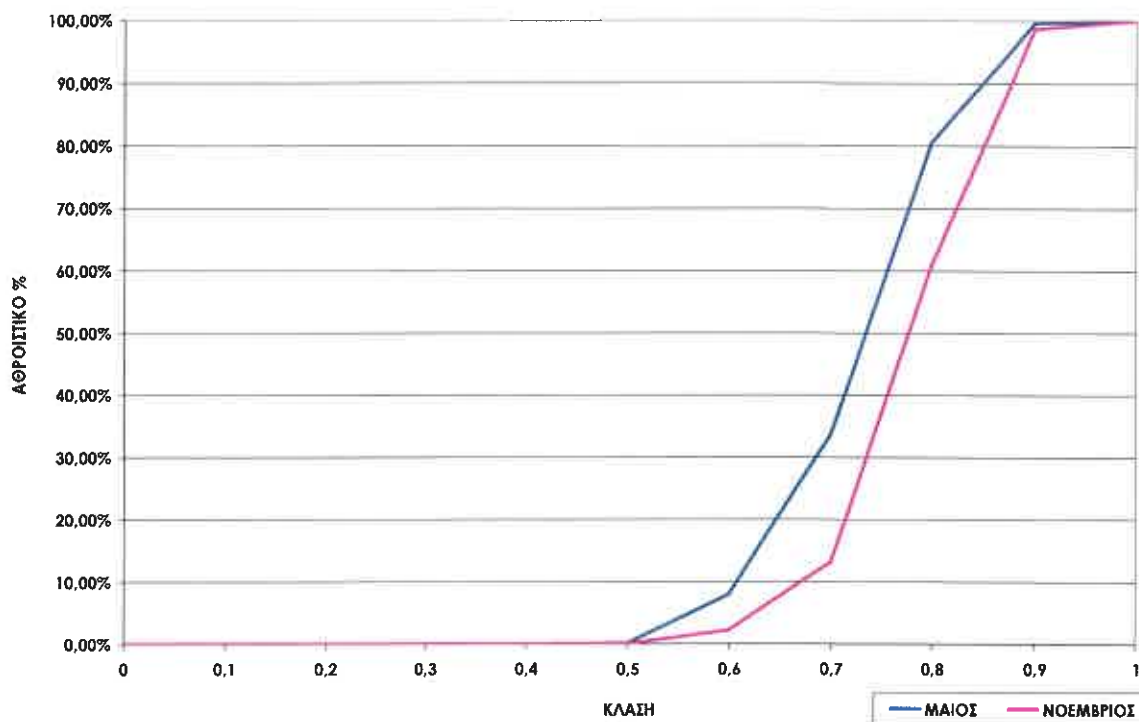
Σχήμα 4.37 Διάγραμμα σύγκρισης αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, τμήμα 2932A, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας



Σχήμα 4.38 Διάγραμμα σύγκρισης αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, τμήμα 2932A, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας



Σχήμα 4.39 Διάγραμμα σύγκρισης αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, τμήμα 32A29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας

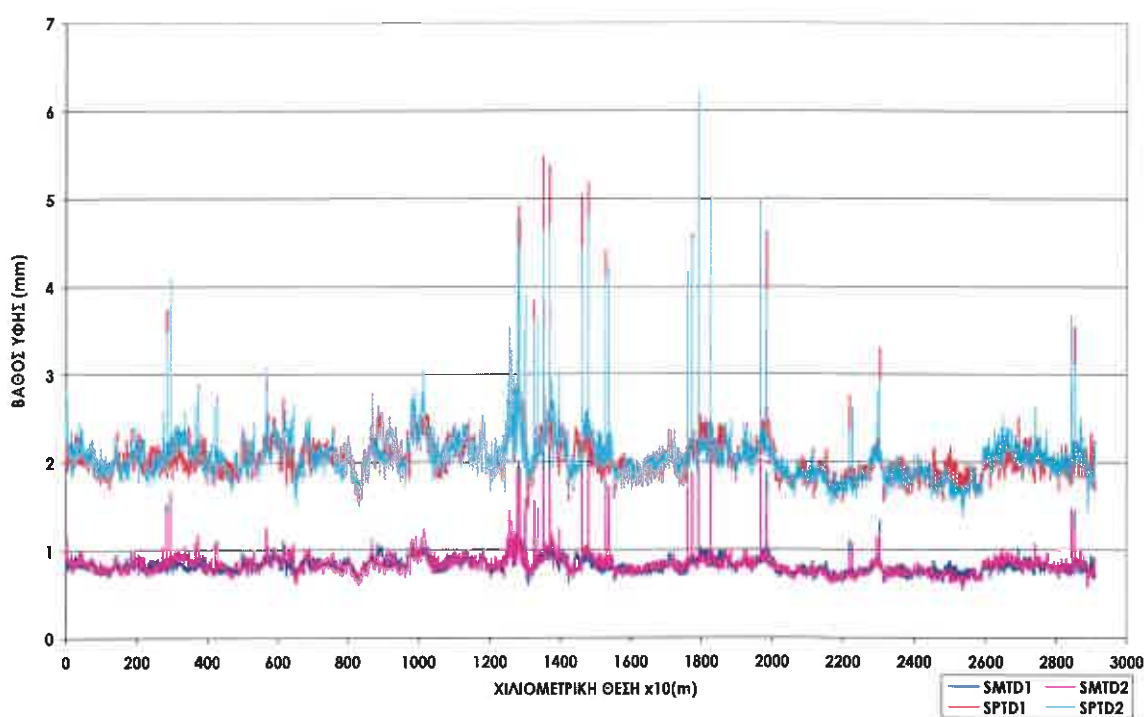


Σχήμα 4.40 Διάγραμμα σύγκρισης αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοεμβρίου 2004 και Μαΐου 2005, τμήμα 32A29, αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας

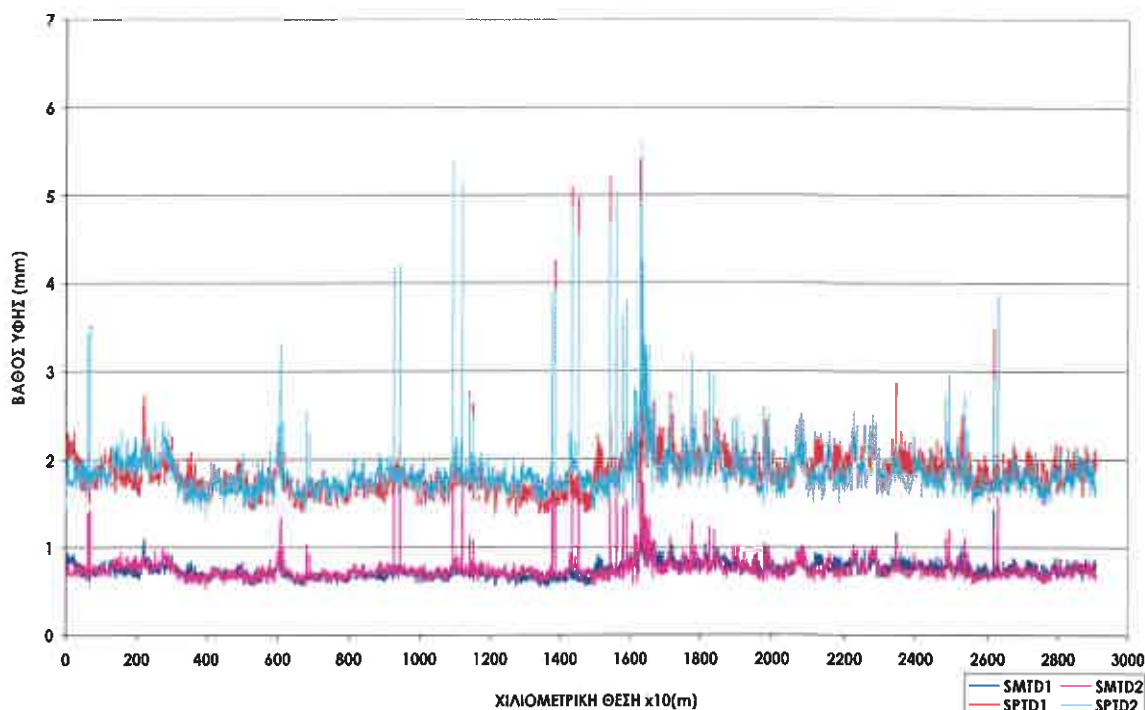
Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι μεγαλύτερες τιμές του δείκτη GN παρατηρούνται συνήθως στις μετρήσεις του Νοεμβρίου 2004. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι με την πάροδο του χρόνου, την επίδραση των κλιματολογικών καθώς και των κυκλοφοριακών συνθηκών, η επιφάνεια του οδοστρώματος φθείρεται με αποτέλεσμα να επηρεάζεται και η ολισθηρότητα αρνητικά, δηλαδή το GN να μειώνεται. Για παράδειγμα από το Σχήμα 4.33 προκύπτει ότι στο τμήμα 2932A, στη δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, για την περίοδο Νοεμβρίου 2004 οι τιμές του συντελεστή ολίσθησης κυμαίνονται σε μεγαλύτερα επίπεδα έναντι αυτών του Μαΐου. Η ίδια διαπίστωση προκύπτει από το Σχήμα 4.40, όπου στο τμήμα 32A29, στην αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας για την περίοδο του Μαΐου 2005 το 33% περίπου του τμήματος έχει δείκτη GN μικρότερο του 0,7, ενώ για την περίοδο του Νοεμβρίου 2004 το αντίστοιχο ποσοστό είναι περίπου 13%. Επομένως την περίοδο του Μαΐου 2005 παρατηρούνται μικρότερες τιμές του συντελεστή ολισθηρότητας σε σχέση με την περίοδο του Νοεμβρίου 2004.

4.2. Επεξεργασία Στοιχείων Υφής

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο οι μετρήσεις υφής πραγματοποιήθηκαν με το σύστημα καταγραφής της κατατομής της επιφάνειας των οδοστρωμάτων, Laser Profiler, του Εργαστηρίου Οδοποιίας του ΕΜΠ. Οι μετρήσεις υφής πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο του Μαΐου 2005 στη δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας. Τα διαγράμματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των μετρήσεων του βάθους υφής δίνονται στη συνέχεια. Στα διαγράμματα αυτά απεικονίζεται η μεταβολή και των τεσσάρων δεικτών (SMTD1, SMTD2, SPTD1, SPTD2) όπως αυτοί έχουν αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.



Σχήμα 4.41 Διάγραμμα βάθους υφής, τμήμα 2932Α, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005



Σχήμα 4.42 Διάγραμμα βάθους υφής, τμήμα 32Α29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005

Όπως ήταν αναμενόμενο και φαίνεται και από τα παραπάνω διαγράμματα οι μετρήσεις που λαμβάνονται με τη μέθοδο του λέιζερ είναι πάντοτε μικρότερες των μετρήσεων με τη μέθοδο της κηλίδας άμμου και δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων στο μεσαίο και στο δεξί ίχνος τροχού. Επίσης, η μεταβολή του βάθους υφής γίνεται κατά ομοιόμορφο τρόπο, χωρίς την ύπαρξη μεγάλων αποκλίσεων, εκτός από τις Χ.Θ. όπου υπάρχουν αρμοί γεφυρών. Σε αυτές τις Χ.Θ. παρατηρούνται μεγάλες τιμές βάθους υφής, όπως για παράδειγμα στο Σχήμα 4.42 στη Χ.Θ. 6+000.

4.3. Αναγωγή του Δείκτη GN σε IFI

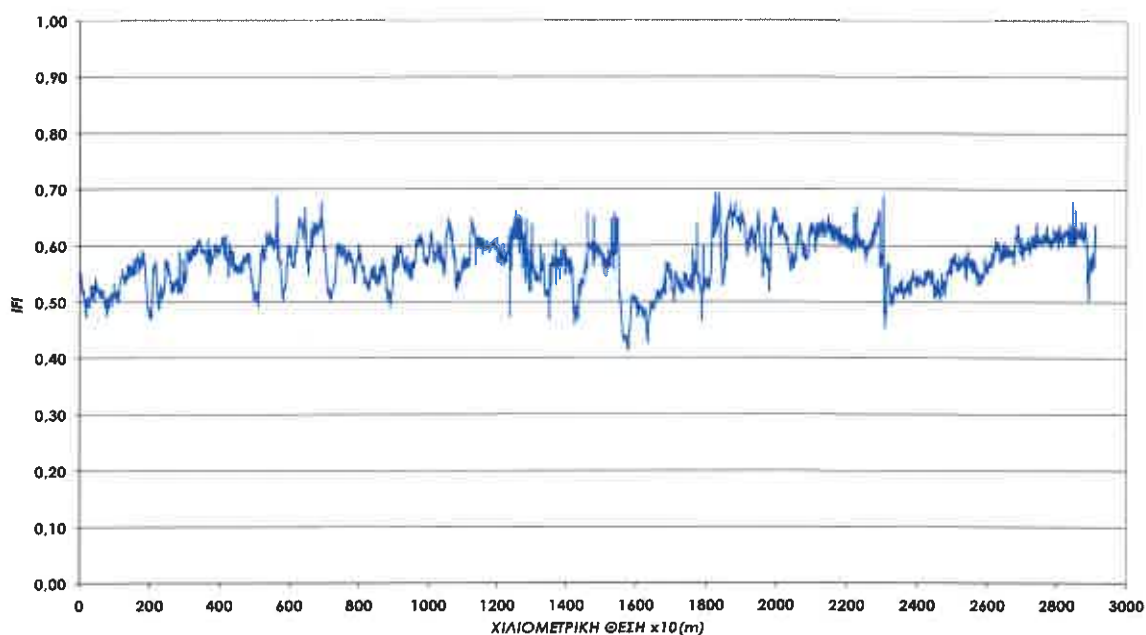
Η αναγωγή των μετρήσεων με το σύστημα Grip Tester στον δείκτη IFI γίνεται με βάση το μοντέλο της PIARC όπως αυτό αναπτύχθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Εφαρμόζοντας τις σχέσεις

$$S_p = a + b \cdot TX$$

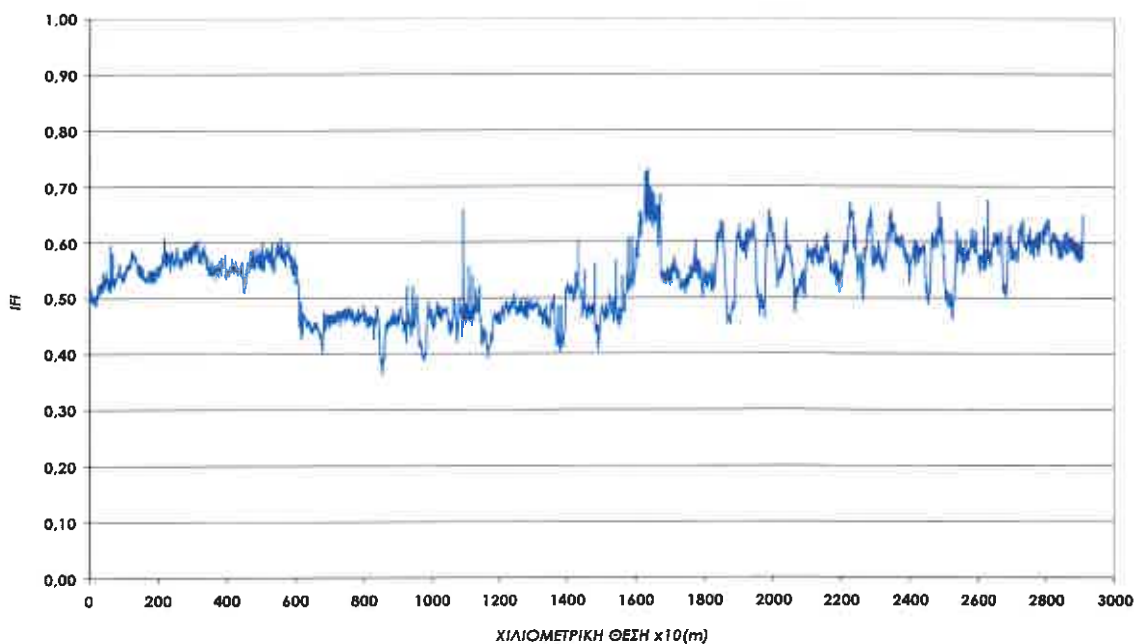
$$FR60 = FRS \cdot \exp[(S-60)/S_p]$$

$$F60 = A + B \cdot FR60 + C \cdot TX$$

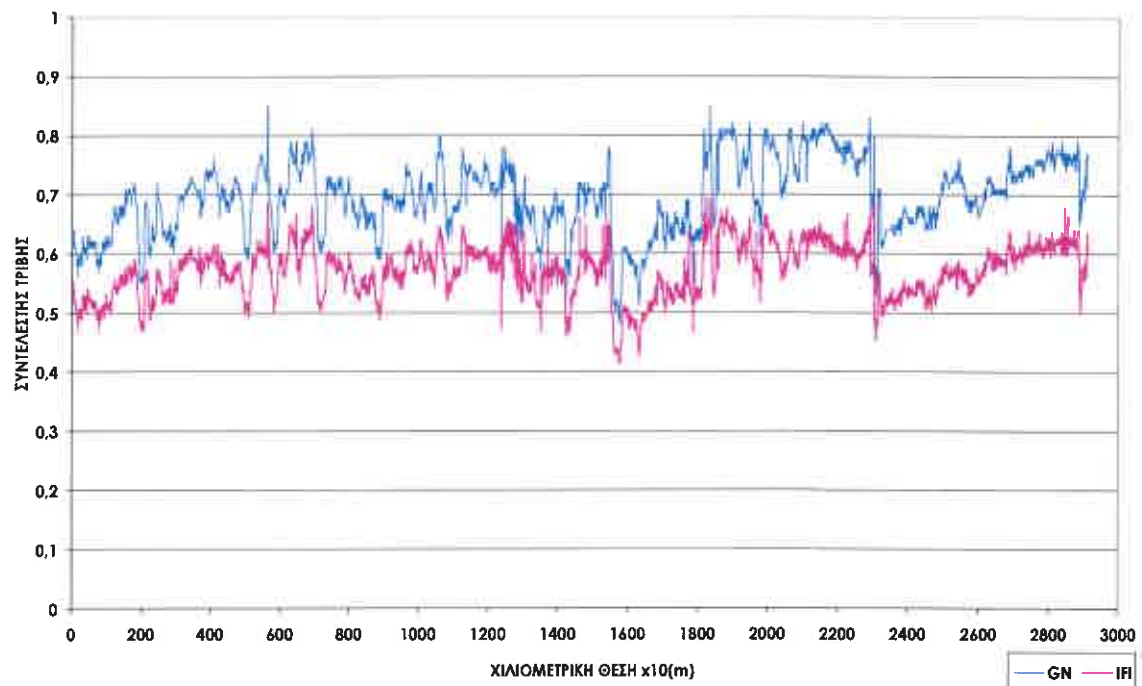
και θέτοντας όπου $a = 14.2$, $b = 89.7$, $S = 9.4$, $A = 0.082$, $B = 0.910$, $C=0$ [18] και ΤΧ τις μετρήσεις μακροϋφής σύμφωνα με τη μέθοδο της κηλίδας της άμμου προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα (βλ. Σχήματα 4.43-4.46).



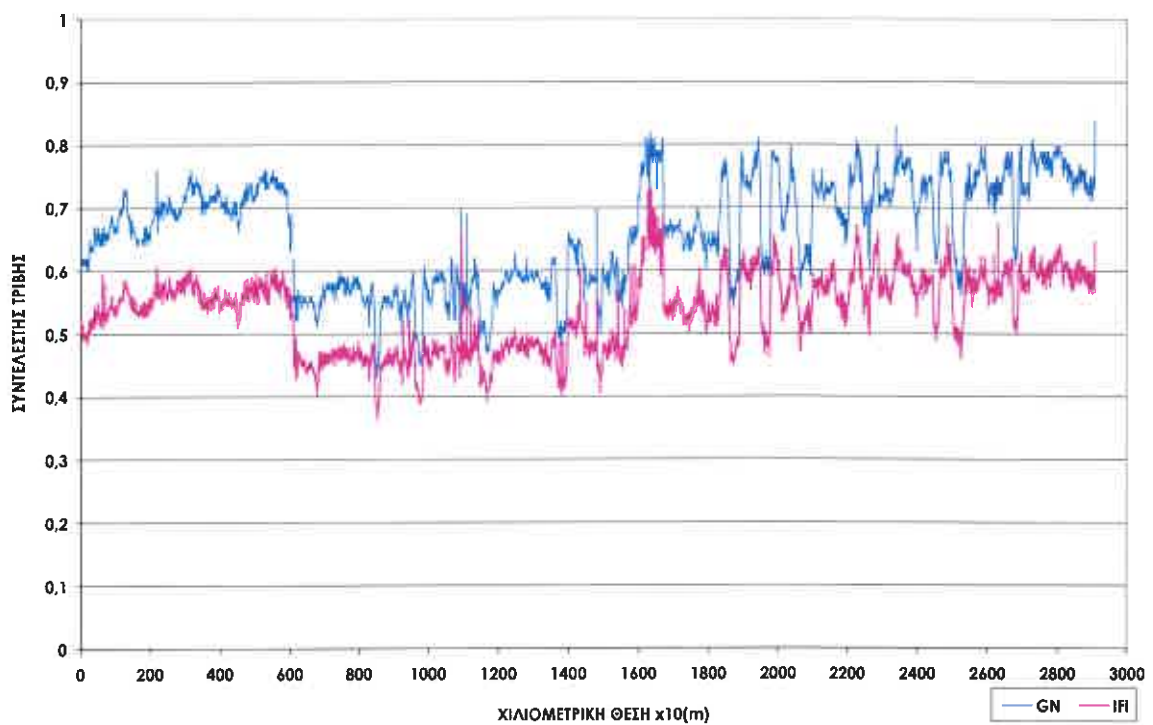
Σχήμα 4.43 Δείκτης IFI, τμήμα 2932A, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005



Σχήμα 4.44 Δείκτης IFI, τμήμα 32A29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005



Σχήμα 4.45 Σύγκριση GN με IFI ,τμήμα 2932A, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005

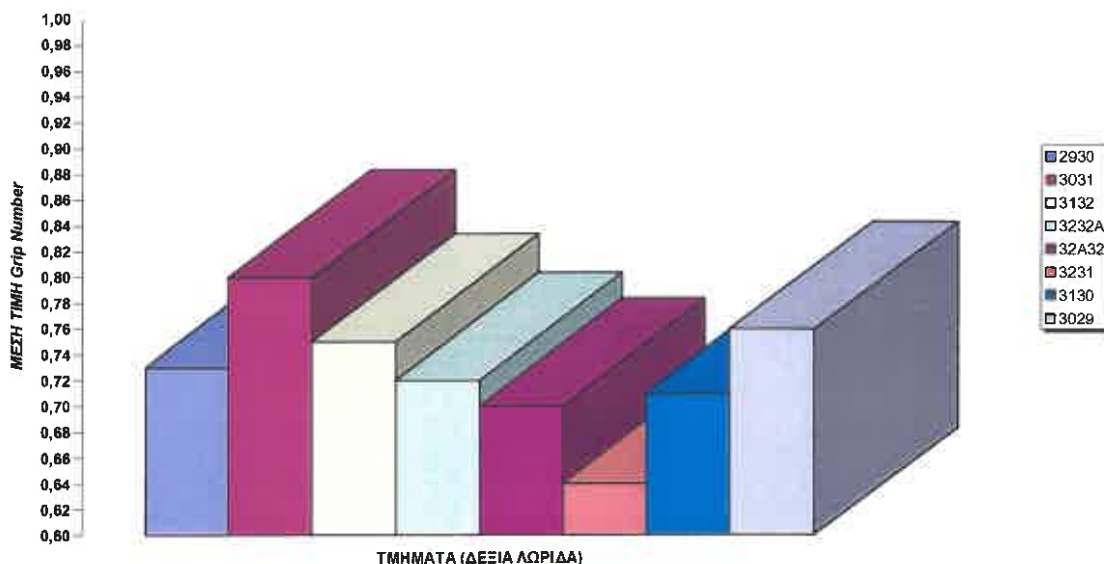


Σχήμα 4.46 Σύγκριση GN με IFI ,τμήμα 32A29, δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας, Μάιος 2005

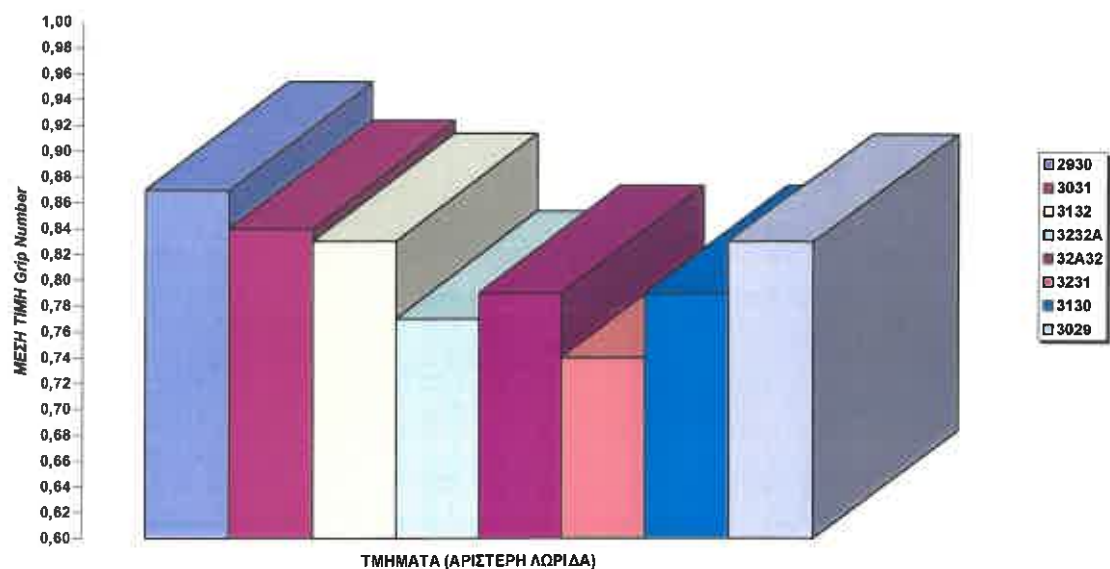
Η αναγωγή του δείκτη GN στον δείκτη IFI έγινε μόνο για την περίοδο του Μαΐου 2005 στη δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας καθώς οι μετρήσεις υψής, οι οποίες είναι απαραίτητες για την αναγωγή αυτή, πραγματοποιήθηκαν μόνο για τη συγκεκριμένη περίοδο και λωρίδα κυκλοφορίας. Από τη σύγκριση του δείκτη GN με το δείκτη IFI, προκύπτει ότι οι καμπύλες έχουν την ίδια μορφή, γεγονός αναμενόμενο, καθώς το IFI είναι ανάλογο του GN όπως προκύπτει και από τους παραπάνω τύπους. Επίσης, οι τιμές του IFI είναι πάντοτε μικρότερες από αυτές του GN.

4.4 Ταξινόμηση Επιμέρους Τμημάτων ως προς την Ολισθηρότητα

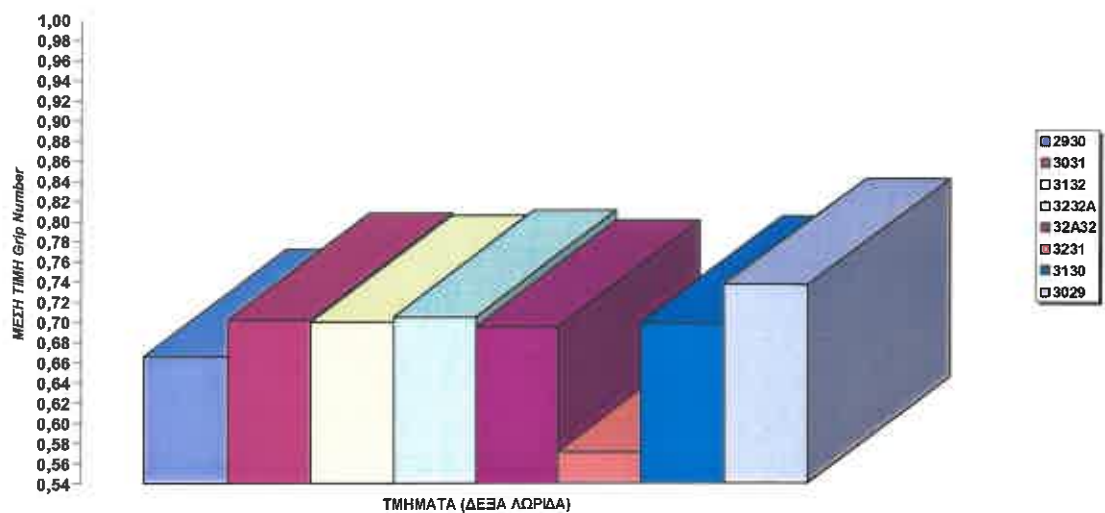
Σε μια προσπάθεια κατάταξης των επιμέρους τμημάτων (λαμβάνοντας υπόψη το ΓΣΑ), όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, με βάση το επίπεδο της αντιολισθηρής ικανότητας του οδοστρώματος (τιμή του συντελεστή ολισθηρότητας) παρουσιάζονται τα παρακάτω διαγράμματα (βλ. Σχήματα 4.47-4.50). Η κατάταξη αυτή γίνεται χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή η οποία θεωρείται αντιπροσωπευτική για όλα τα επιμέρους τμήματα, καθώς το τυπικό σφάλμα είναι πολύ μικρό.



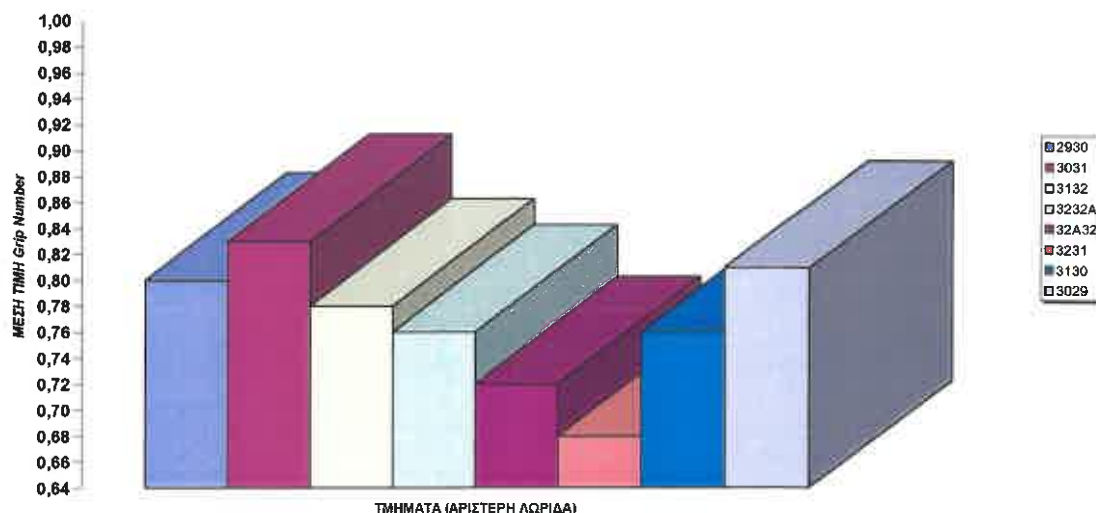
Σχήμα 4.47 Γραφική απεικόνιση των μέσων τιμών των επιμέρους τμημάτων, 2930, 3031, 3132, 3232A, 32A32, 3231, 3130, 3029, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



Σχήμα 4.48 Γραφική απεικόνιση των μέσων τιμών των επιμέρους τμημάτων, 2930, 3031, 3132, 3232A, 32A32, 3231, 3130, 3029, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



Σχήμα 4.49 Γραφική απεικόνιση των μέσων τιμών των επιμέρους τμημάτων, 2930, 3031, 3132, 3232A, 32A32, 3231, 3130, 3029, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



Σχήμα 4.50 Γραφική απεικόνιση των μέσων τιμών των επιμέρους τμημάτων, 2930, 3031, 3132, 3232A, 32A32, 3231, 3130, 3029, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω Σχήματα, για την περίοδο του Νοεμβρίου 2004 και τη δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας η ταξινόμηση κατά φθίνουσα μέση τιμή (μ.τ.) του GN έχει ως εξής: τη μεγαλύτερη μέση τιμή παρουσιάζει το τμήμα 3031 (μ.τ. 0,80) και ακολουθούν το τμήμα 3029 (μ.τ. 0,76), το τμήμα 3132 (μ.τ. 0,75), το τμήμα 2930 (μ.τ. 0,73), το τμήμα 3232A (μ.τ. 0,72), το τμήμα 3130 (μ.τ. 0,71), το τμήμα 32A32 (μ.τ. 0,70) και το τμήμα 3231 (μ.τ. 0,64).

Για την ίδια περίοδο αλλά για την αριστερή λωρίδα η σειρά έχει ως εξής: τμήμα 2930 (μ.τ. 0,87), τμήμα 3031 (μ.τ. 0,84), τμήμα 3132 και 3029 (μ.τ. 0,83), τμήμα 32A32 και 3130 (μ.τ. 0,79), τμήμα 3232A (μ.τ. 0,77) και τμήμα 3231 (μ.τ. 0,74).

Για την περίοδο του Μαΐου 2005 και τη δεξιά λωρίδα η σειρά έχει ως εξής: τμήμα 3029 (μ.τ. 0,74), τμήμα 3232A (μ.τ. 0,71), τμήμα 3031, 3132, 32A32 και 3130 (μ.τ. 0,70), τμήμα 2930 (μ.τ. 0,67), τμήμα 3231 (μ.τ. 0,57).

Για την περίοδο του Μαΐου 2005 και την αριστερή λωρίδα η σειρά είναι η εξής: τμήμα 3031 (μ.τ. 0,83), τμήμα 3029 (μ.τ. 0,81), τμήμα 2930 (μ.τ. 0,80), τμήμα 3132 (μ.τ. 0,78), τμήμα 3232A και 3132 (μ.τ. 0,76), τμήμα 32A32 (μ.τ. 0,72) και τμήμα 3231 (μ.τ. 0,68).

5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΧΟΛΙΑ

Στα πλαίσια της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας διερευνώνται οι δυνατότητες του συστήματος μέτρησης της ολισθηρότητας οδοστρωμάτων, Grip Tester. Επιπλέον γίνεται μια προκαταρκτική προσπάθεια αξιοποίησης αυτών των δυνατοτήτων, όσον αφορά στη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση στοιχείων ολισθηρότητας.

Το Grip Tester είναι ένα αξιόπιστο σύστημα μέτρησης της ολισθηρότητας των οδοστρωμάτων. Συμμετείχε στο Διεθνές Πείραμα της PIARC για τη σύγκριση και τον εναρμονισμό της υψής με τις μετρήσεις της ολισθηρότητας (International PIARC Experiment to Compare and Harmonize Texture and Skid Resistance Measurements) που πραγματοποιήθηκε στο Βέλγιο το 1992, αλλά και στο μεταγενέστερο Πείραμα της PIARC για τον εναρμονισμό των συστημάτων καταγραφής της ολισθηρότητας (1994-1995).

Το γεγονός ότι συμμετείχε και στα δύο πειράματα ενισχύει την άποψη περί αξιοπιστίας του συστήματος, καθώς πολλά από τα συστήματα που είχαν πάρει μέρος στο πρώτο πείραμα δε συμμετείχαν στο δεύτερο. Ενώ ο σχεδιασμός των πρώτων συστημάτων μέτρησης της ολισθηρότητας ήταν απλός (π.χ. Βρετανικό Εκκρεμές), η εξέλιξή τους οδήγησε στην κατασκευή πολύπλοκων συστημάτων των οποίων το κόστος κτήσης είναι πολύ υψηλό (π.χ. SCRIM). Αντίθετα το Grip Tester είναι κατά πολύ φθηνότερο άλλων συστημάτων, έχει χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης, είναι εύκολο στη μεταφορά του και ο σχεδιασμός του είναι απλός.

Μειονέκτημα του Grip Tester είναι το γεγονός ότι η ακτίνα δράσης καθορίζεται από τη χωρητικότητα της δεξαμενής νερού, το οποίο χρησιμοποιείται για τη διαβροχή της επιφάνειας του οδοστρώματος προς προσομοίωση βρεγμένης επιφάνειας. Όμως αυτό είναι κάτι που χαρακτηρίζει την πλειοψηφία των συστημάτων. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι μετρήσεις που λαμβάνονται από το Grip Tester έχουν πολύ καλή συσχέτιση με τις μετρήσεις του SCRIM και του Βρετανικού Εκκρεμούς και επομένως μπορεί να γίνει αναγωγή του Grip Number στο συντελεστή SCN (SCRIM Number) και στο BPN (British Pendulum Number).

Στα πλαίσια της προσπάθειας αξιοποίησης των δυνατοτήτων του συστήματος πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ολισθηρότητας σε δείγμα του οδικού άξονα της Εγνατίας Οδού και πιο συγκεκριμένα στο τμήμα της Καβάλας. Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν σε δύο περιόδους (Νοέμβριος 2004 και Μάιος 2005).

Από τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων ολισθηρότητας προκύπτουν διάφορα επιμέρους συμπεράσματα. Για παράδειγμα, η ομοιογένεια των μετρήσεων υποδεικνύει το επίπεδο των τιμών ολισθηρότητας του συγκεκριμένου υπό διερεύνηση τμήματος. Η πληροφορία αυτή μπορεί να αποτελέσει στοιχείο προς αποθήκευση σε μία βάση δεδομένων η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα Σύστημα Διαχείρισης των Οδοστρωμάτων.

Η μη ύπαρξη θεσμοθετημένου ελάχιστου ορίου επέμβασης (συντήρησης) στην Ελλάδα, δεν επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς το εάν κάποιο από τα εξεταζόμενα τμήματα χρήζει συντήρησης ή άμεσης αποκατάστασης. Για τη θέσπιση αυτών των ορίων χρειάζεται να γίνει ένα πλήθος μετρήσεων σε τμήματα του οδικού δικτύου, σε τακτά χρονικά διαστήματα και για κάποια χρόνια (2-3 έτη), έτσι ώστε με την κατάλληλη επεξεργασία τους να καταστεί εφικτό να οριστούν οι ελάχιστες αυτές τιμές.

Είναι ακόμα πολύ νωρίς για την πρόταση κάποιου ελάχιστου ορίου επέμβασης του συντελεστή αντίστασης σε ολίσθηση, αλλά από την αξιολόγηση των μέχρι τώρα στοιχείων προτείνεται η τιμή 0,57 ως το ελάχιστο αυτό όριο. Η πρόταση αυτή γίνεται με κάθε επιφυλακτικότητα, καθώς κρίνεται επισφαλής και πρώιμη οποιαδήποτε τέτοια πρόβλεψη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] C.A. O` Flaherty, (1996), "Highways, The Location, Design, Construction and Maintenance of Pavements", 4th Edition
- [2] G. Descornet, B. Schmidt, M. Boulet, M. Gothié, M-T. Do, J. Fafié, M. Van den Bol, M. Alonso, P. Roe, R. Forest, H. Viner, (2004), "Hermes Final Report", FEHRL Report , Belgium
- [3] Αθ. Φ. Νικολαΐδης, (2000), " Οδοποιία, Οδοστρώματα - Υλικά, Έλεγχος Ποιότητας" Θεσσαλονίκη
- [4] Sabey B.E., (1966), "The Road Surface Texture and the Change in Skidding Resistance with Speed", Ministry of Transport, Road Research Laboratory, Report LR 20, Harmondsworth (Crowthorne)
- [5] Jacobs F.A., (1983), "M40 High Wycombe by-pass: Results of a Bituminous Surface Texture Experiment", Department of Environment, Department of Transport, TRRL, Report LR 1065, Crowthorne
- [6] NCHRP, (2000), "Evaluation of Pavement Friction Characteristics", NCHRP Synthesis 291
- [7] ASTM, (1998), "Standard test method for Measuring pavement macro texture Depth using volumetric technique" ,ASTM E 965-96,
- [8] Γ. Κανελλαΐδης – Γ. Μαλλέρδος – Γ. Γλαρός, (2002), "Σημειώσεις για τον Γεωμετρικό Σχεδιασμό των Οδών", Αθήνα
- [9] PIARC World Road Association, (1995), "International PIARC Experiment to Compare and Harmonize Texture and Skid Resistance Measurements" PIARC World Road Association
- [10] Giles C.G., Sabey B and Cardes K.H., (1964), "Development and Performance of the Portable Skid Resistance Tester", Road Research Technical Paper 66, HMSO, London
- [11] ASTM, (1998), "Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties using the British Pendulum Tester", ASTM E 303-93

- [12] Ministry of Transport, (1969), "Instructions for using the Portable Skid Resistance Tester", Road Note 27, Ministry of Transport, RRL, HMSO, Crowthorne
- [13] Findlay Irvine Ltd, (May 2002), "RoadBase Grip Tester Survey Software for Roads, User Manual", Findlay Irvine Ltd
- [14] Findlay Irvine Ltd, (1999), "Grip Tester – Technical Summary: Roads", Findlay Irvine Ltd., Scotland, UK
- [15] ARRB Transport Research Ltd, (2001), "Portable Laser Profiler – Data Processing, User Manual", ARRB Transport Research Ltd, Vermout South, Victoria, Australia
- [16] John Hallett, Richard Wix, (1996), "Trial of High Speed Data Capture Vehicle for New Zealand State Highways", Roads 96 Conference, Christchurch, New Zealand,
- [17] Ι.Καρακαϊδού, Δ.Ευαγγελίδης, Γ.Μπαντέλας, Α.Σαραμούτσης, Α.Τσαντσάνογλου, (2003), "Οδηγίες Συντήρησης Αυτοκινητοδρόμων", Τεύχος 3, Μητρώο Αυτοκινητόδρομου για τη στοιχειώδη Συντήρηση, Τομέας Λειτουργίας και Συντήρησης, Εγνατία Οδός ΑΕ
- [18] ASTM, (2004), "Standard Practice for Calculating International Friction Index of a Pavement Surface", ASTM E 1960-98



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΔΟΠΟΙΑΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΤΗΣ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ Γ. ΓΕΩΡΓΟΥΛΗ

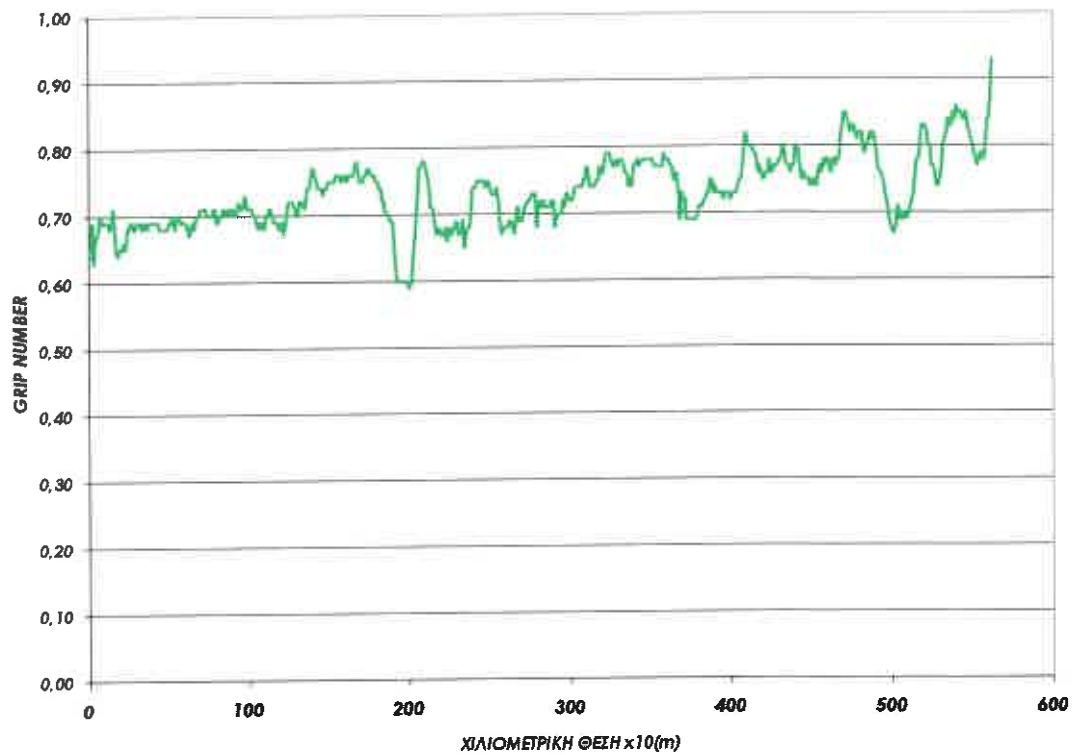


ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Α. ΛΟΪΖΟΣ

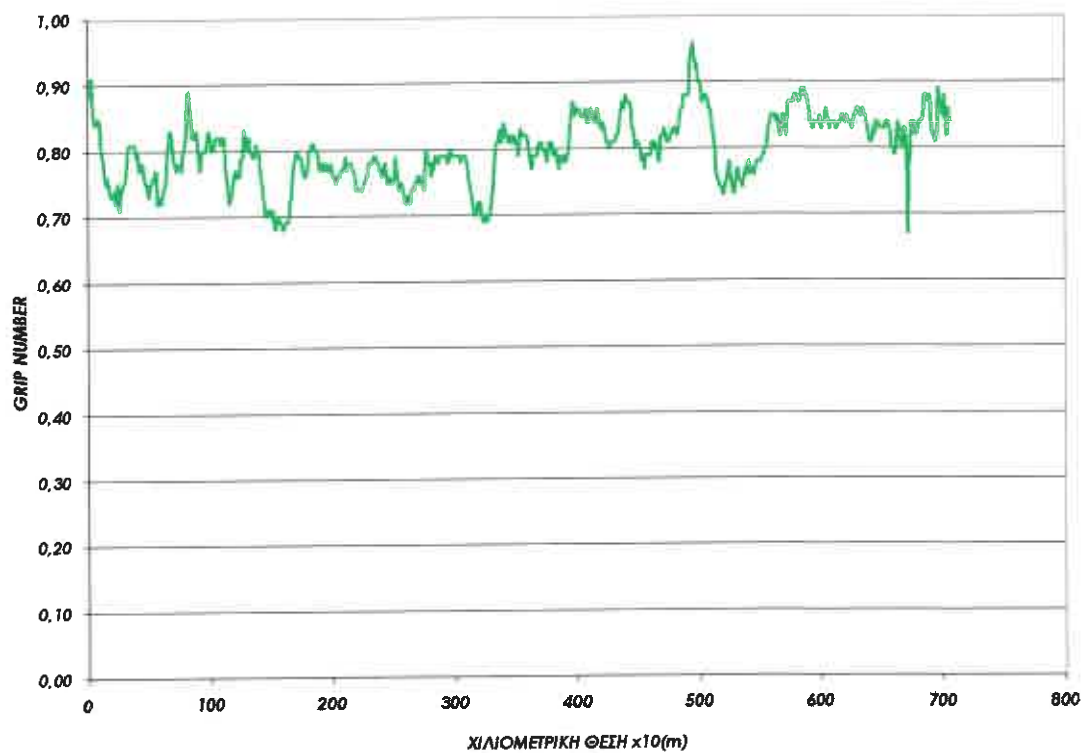
ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2005

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

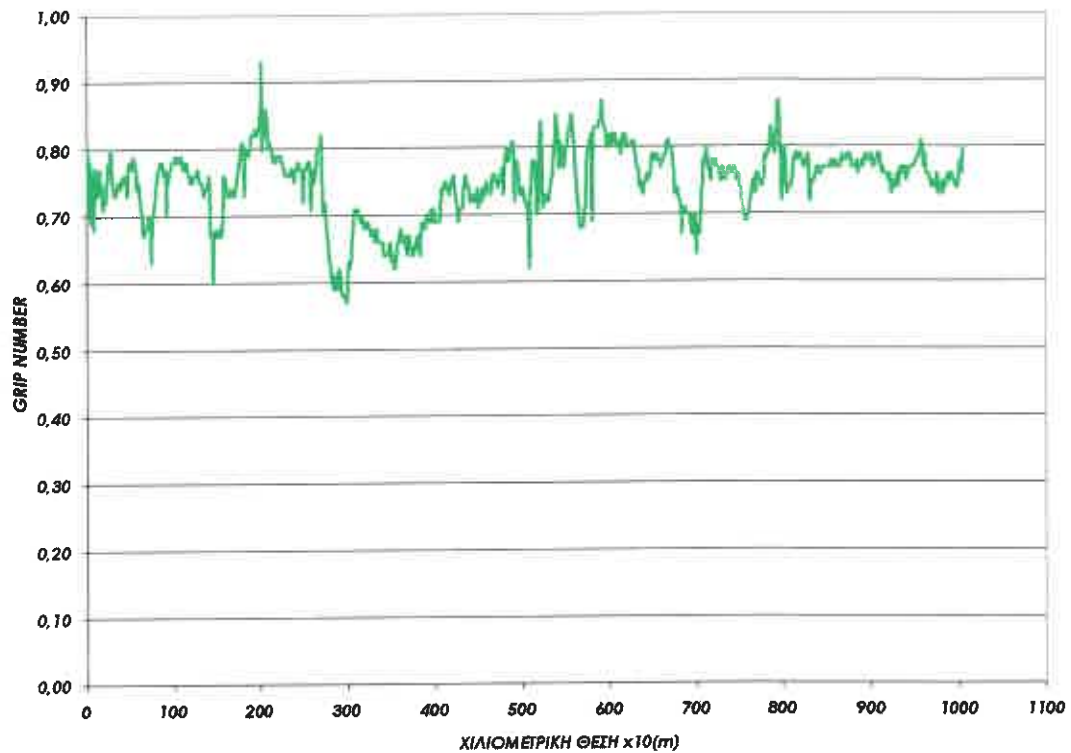
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΛΙΣΘΗΡΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ



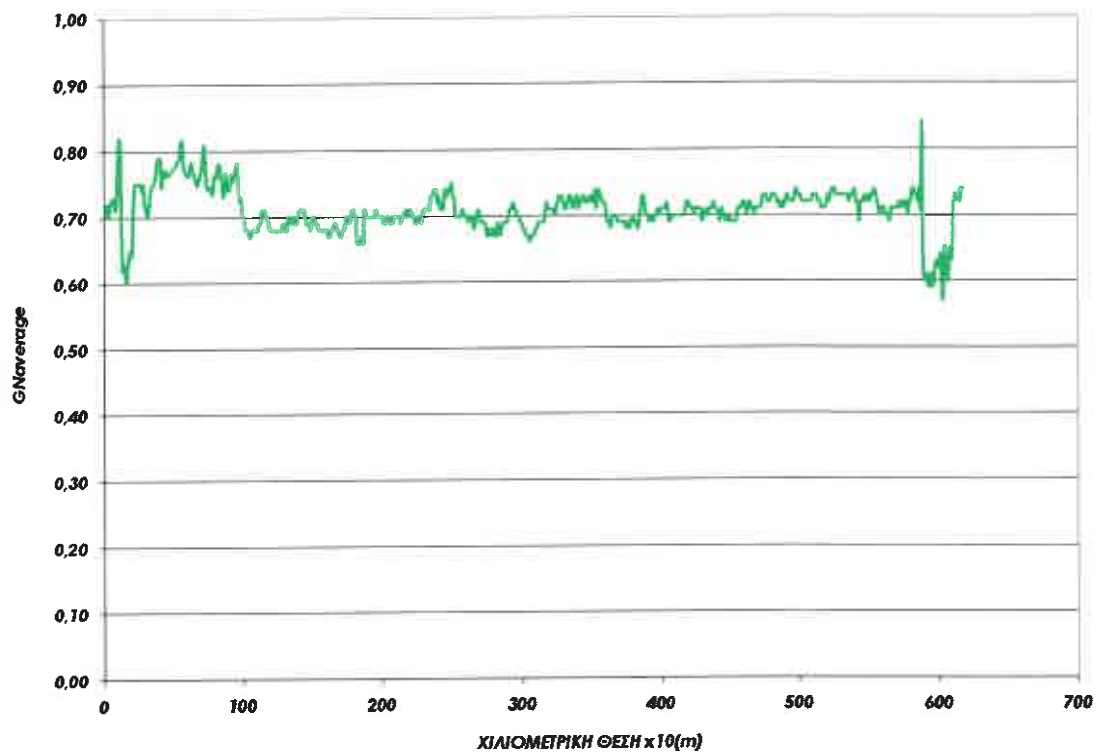
Διάγραμμα 1 Μεταβολή GN, τμήμα 2930, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



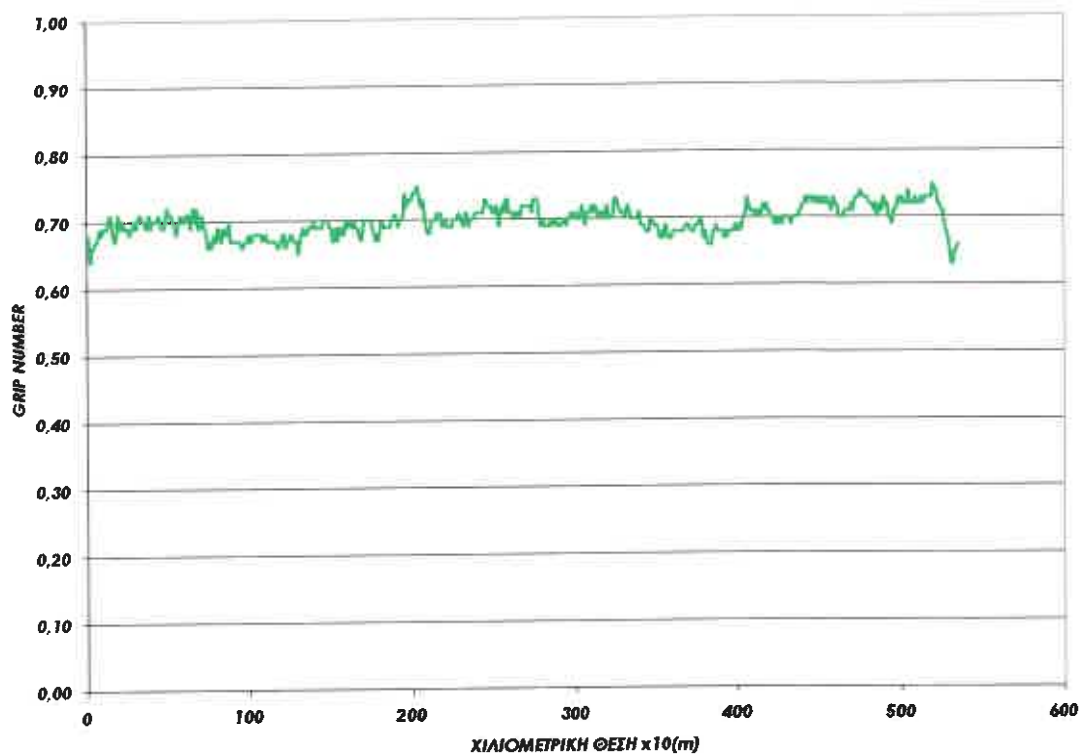
Διάγραμμα 2 Μεταβολή GN, τμήμα 3031, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



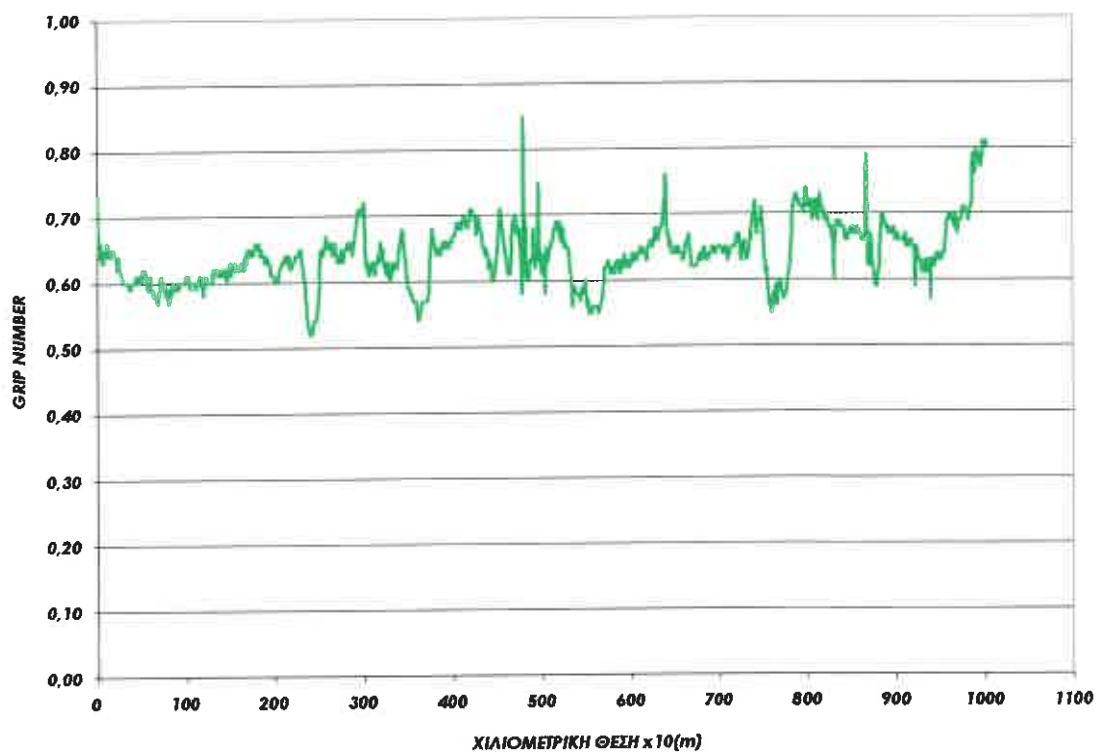
Διάγραμμα 3 Μεταβολή GN, τμήμα 3132, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



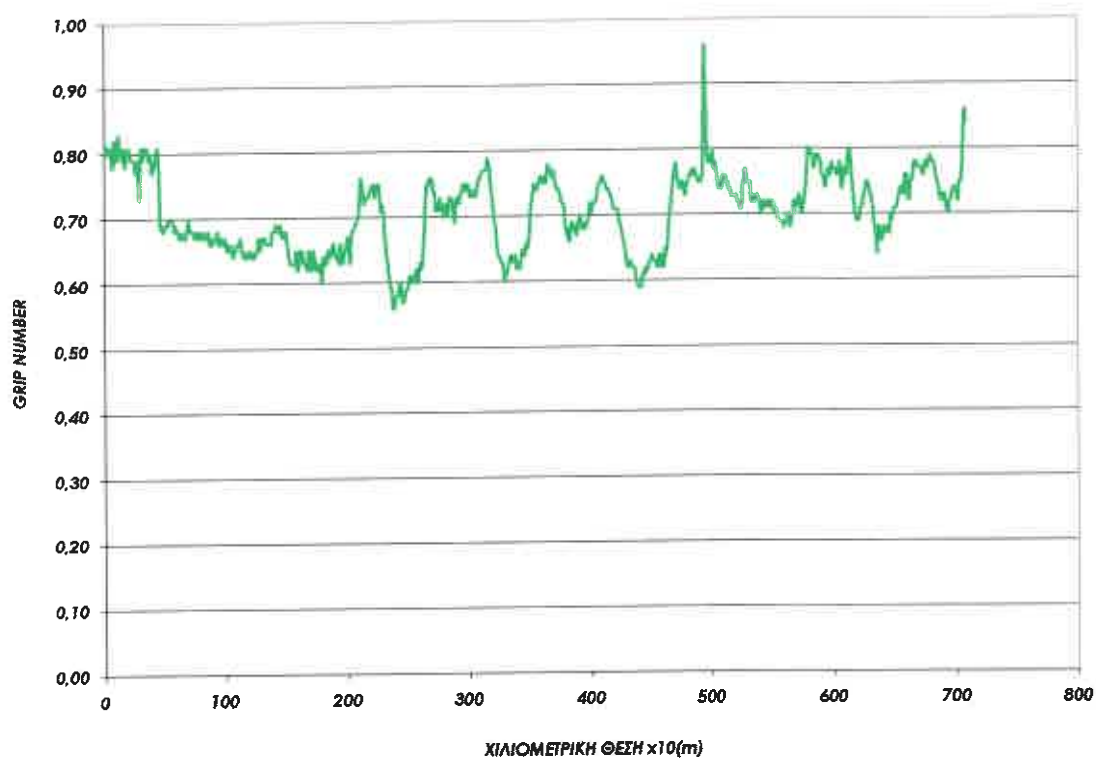
Διάγραμμα 4 Μεταβολή GN, τμήμα 3232A, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



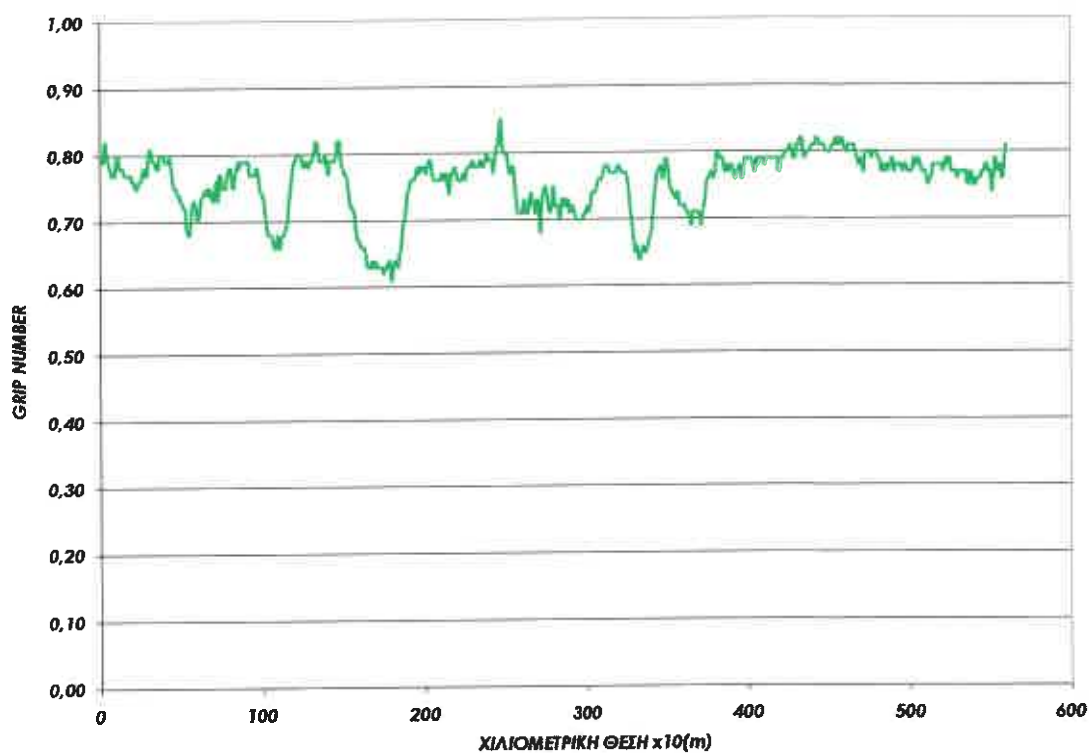
Διάγραμμα 5 Μεταβολή GN, τμήμα 32A32, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



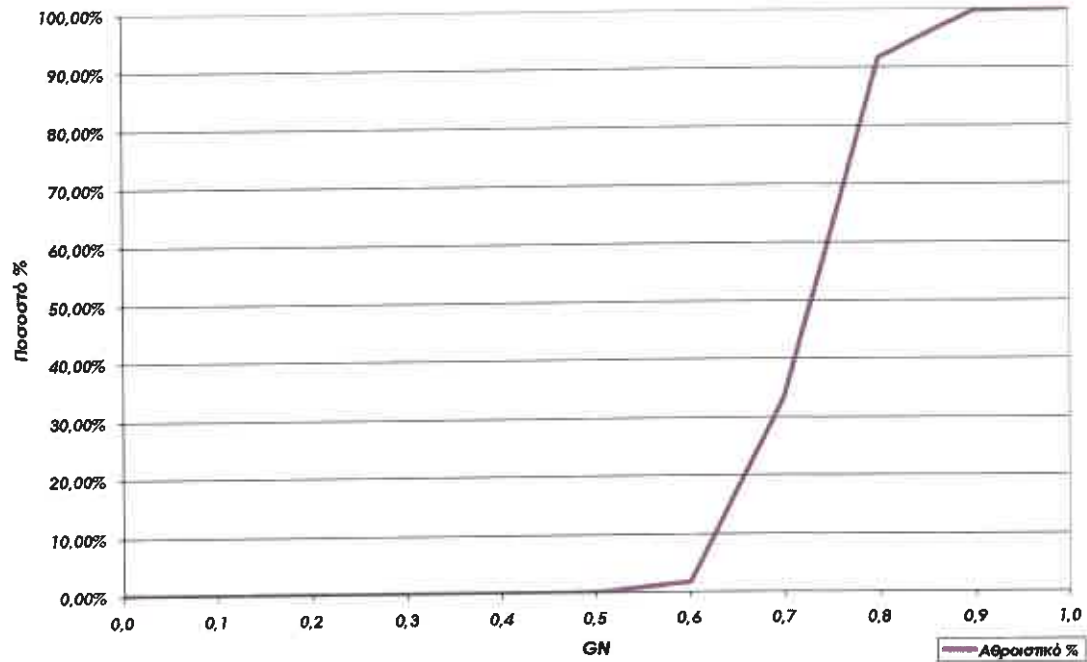
Διάγραμμα 6 Μεταβολή GN, τμήμα 3231, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



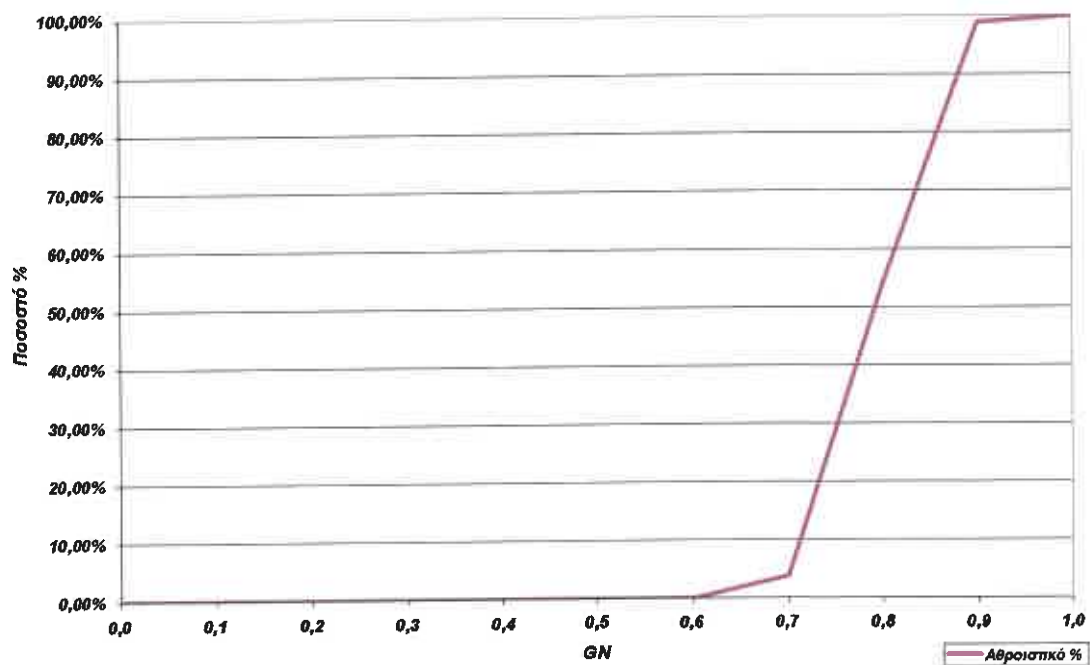
Διάγραμμα 7 Μεταβολή GN, τμήμα 3130, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



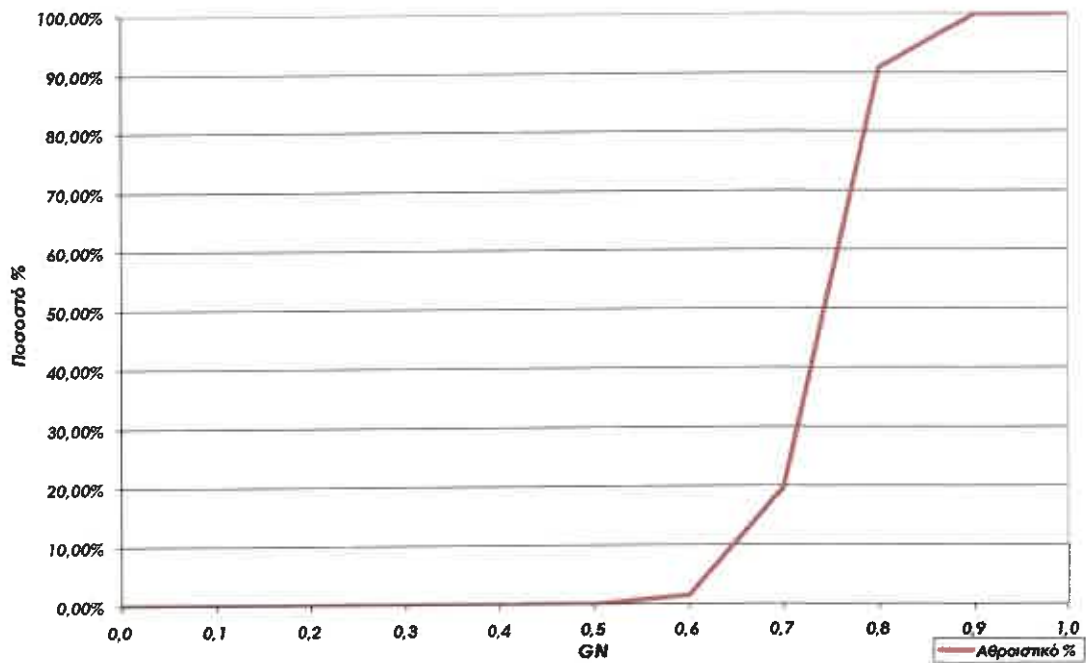
Διάγραμμα 8 Μεταβολή GN, τμήμα 3029, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



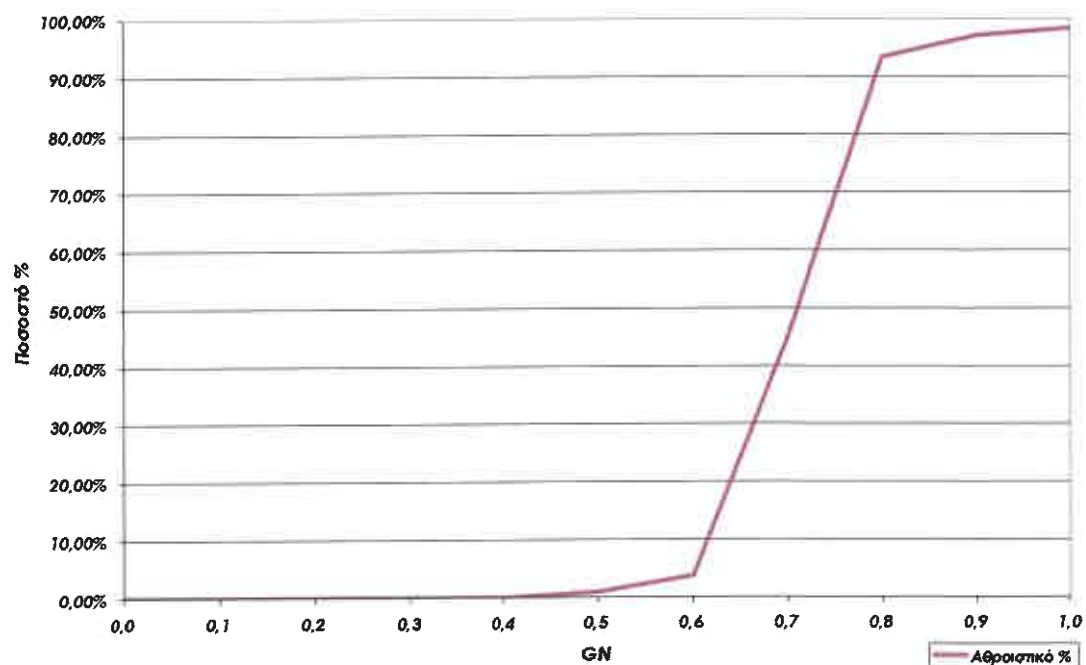
Διάγραμμα 9 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 2930, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



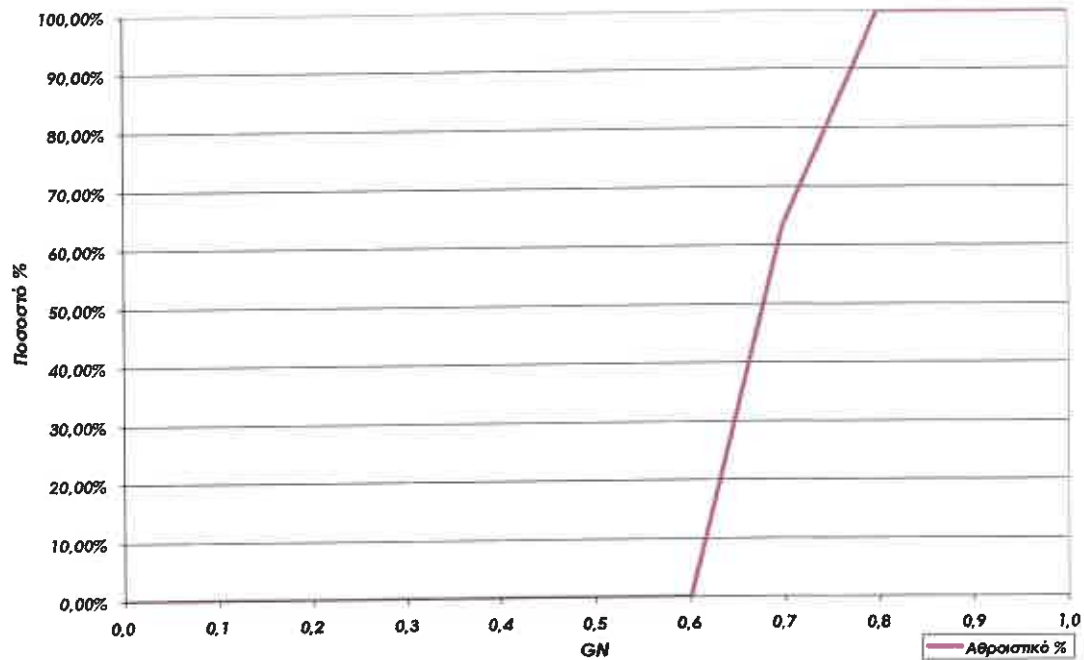
Διάγραμμα 10 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3031, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



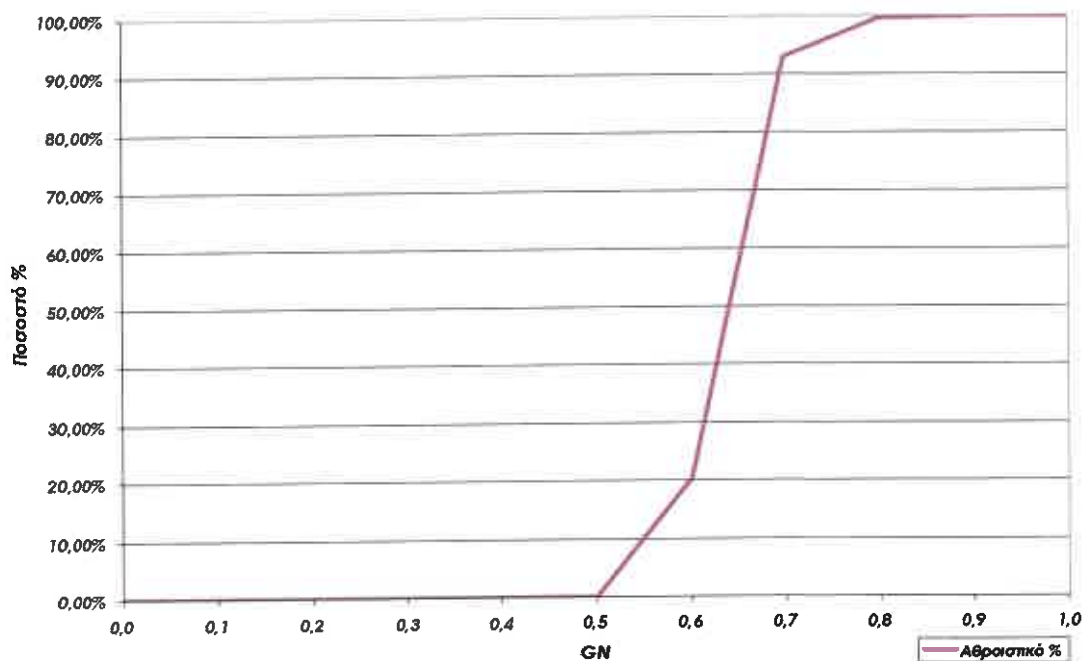
Διάγραμμα 11 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3132, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



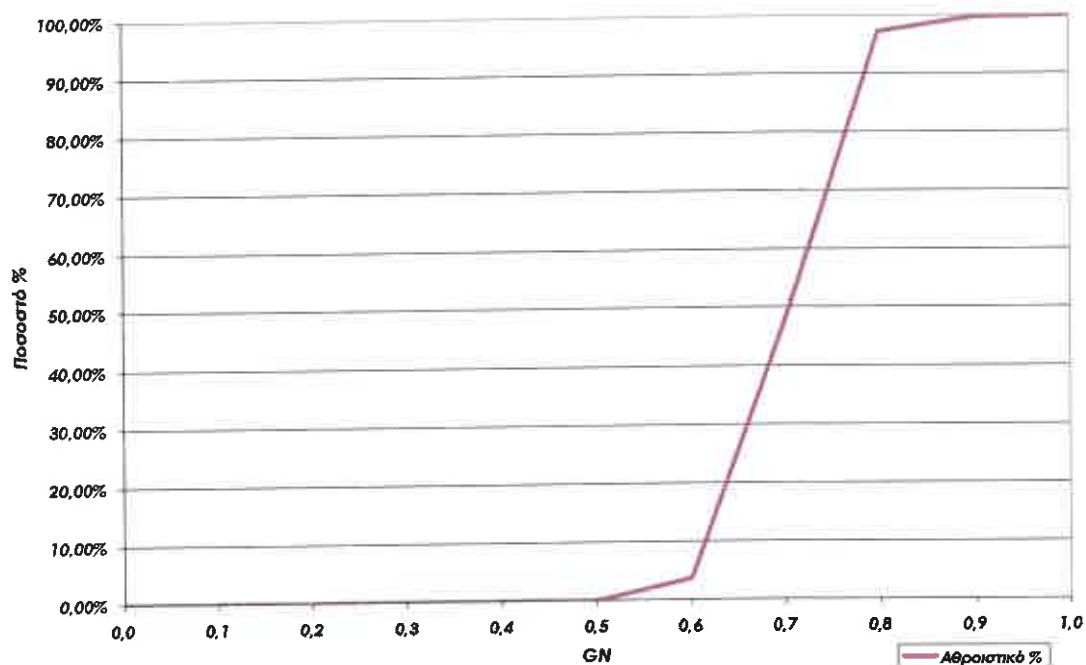
Διάγραμμα 12 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3232A, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



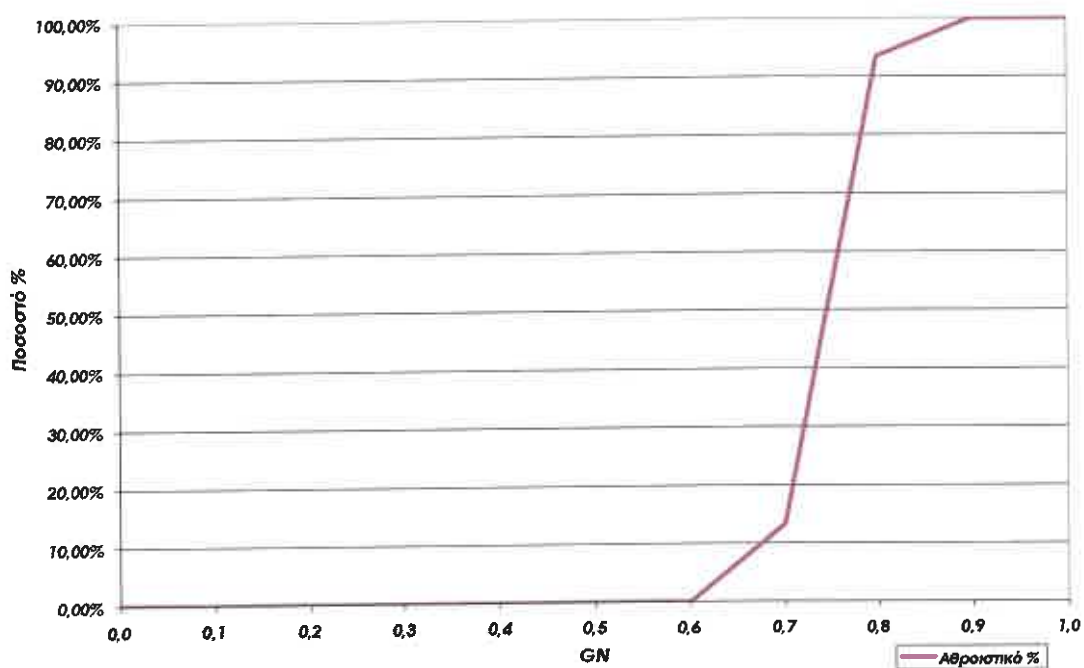
Διάγραμμα 13 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 32A32, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



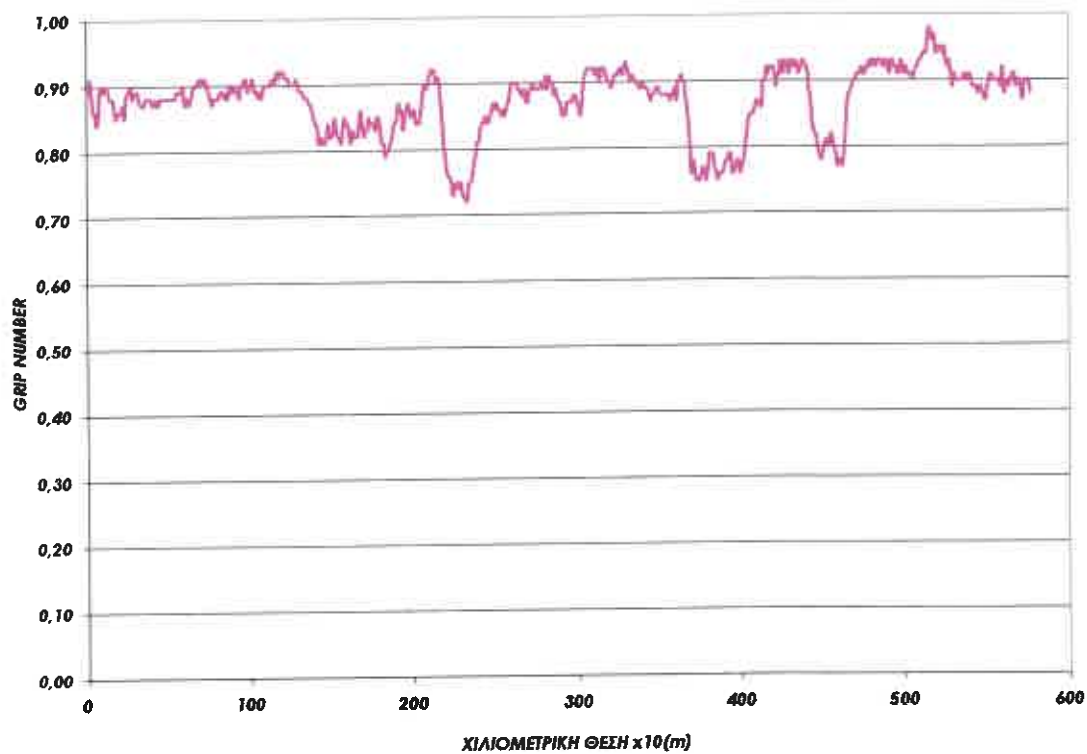
Διάγραμμα 14 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3231, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



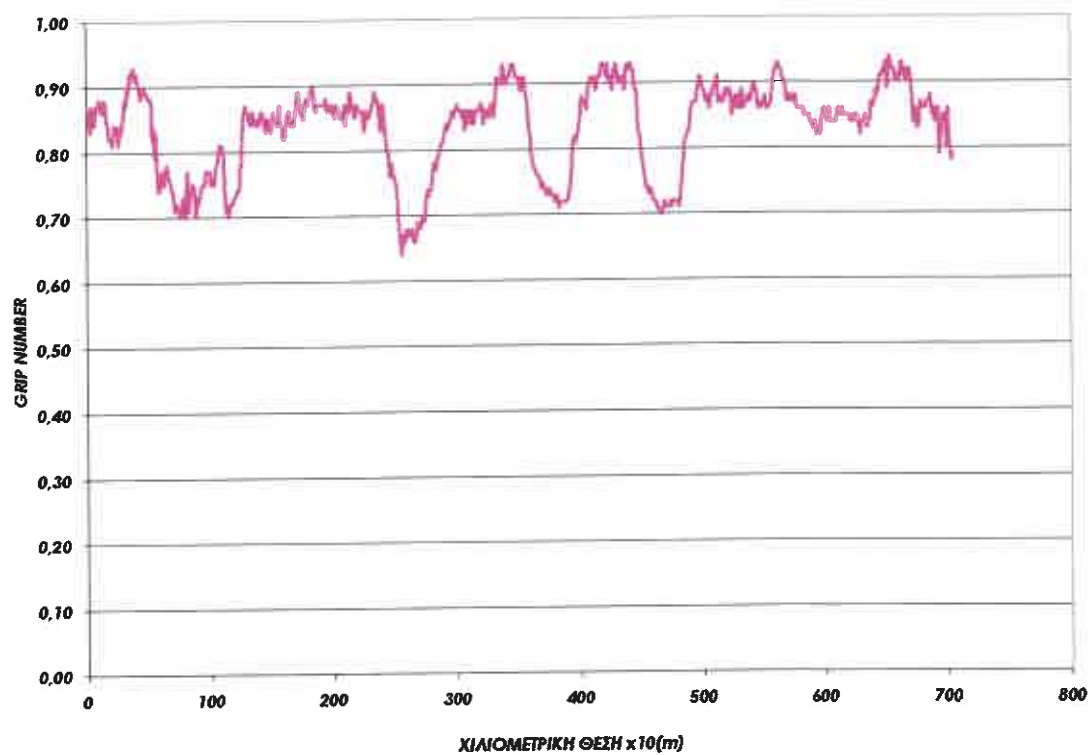
Διάγραμμα 15 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3130, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



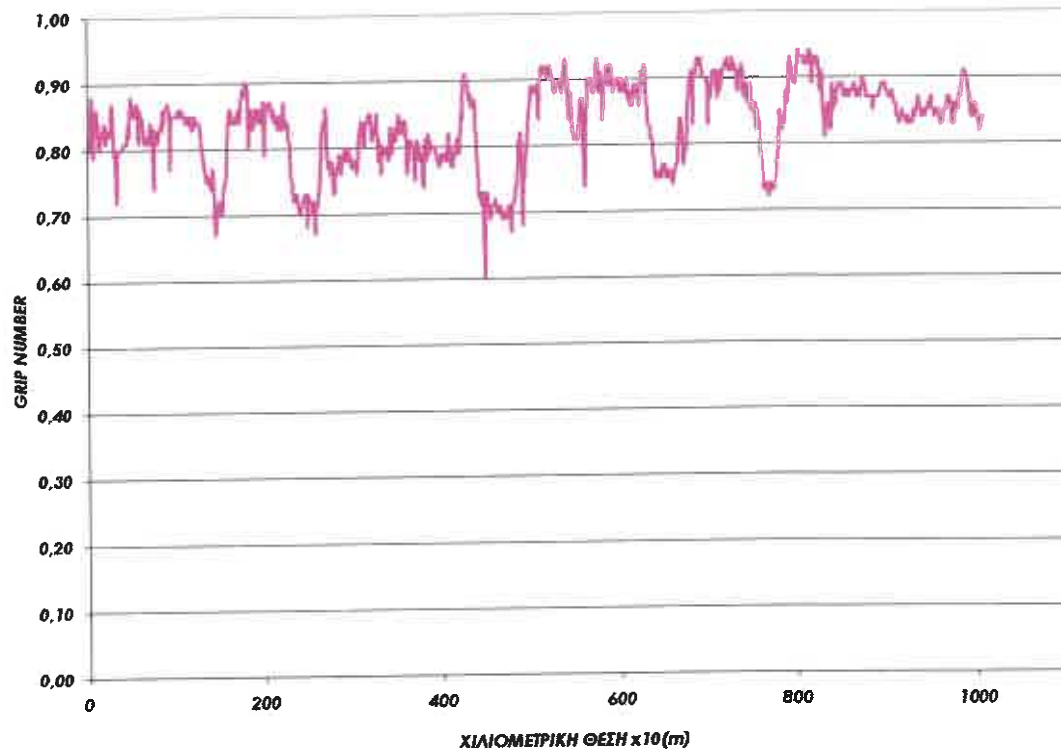
Διάγραμμα 16 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3029, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004



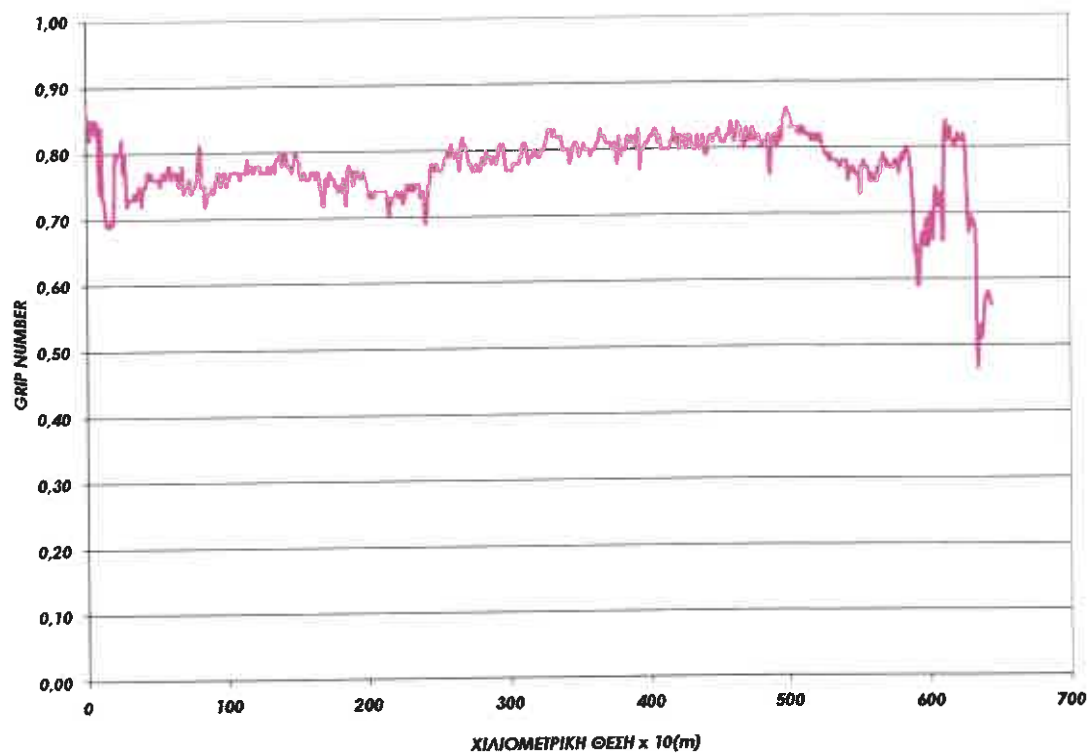
Διάγραμμα 17 Μεταβολή GN, τμήμα 2930, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



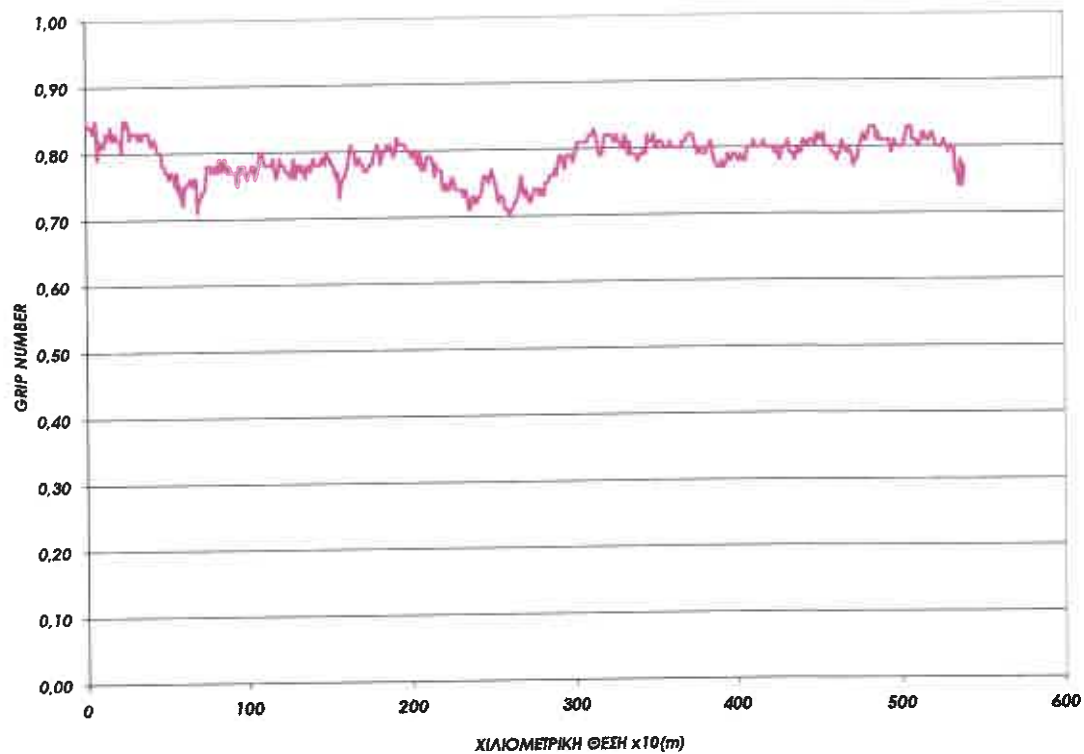
Διάγραμμα 18 Μεταβολή GN, τμήμα 3031, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



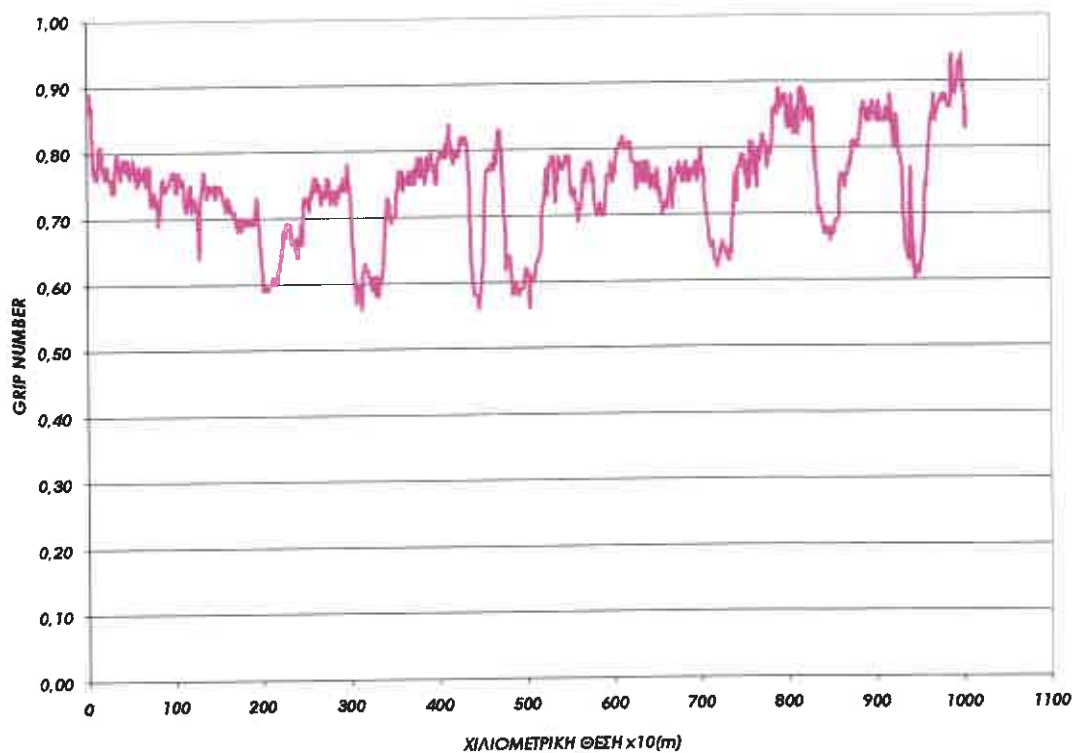
Διάγραμμα 19 Μεταβολή GN, τμήμα 3132, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



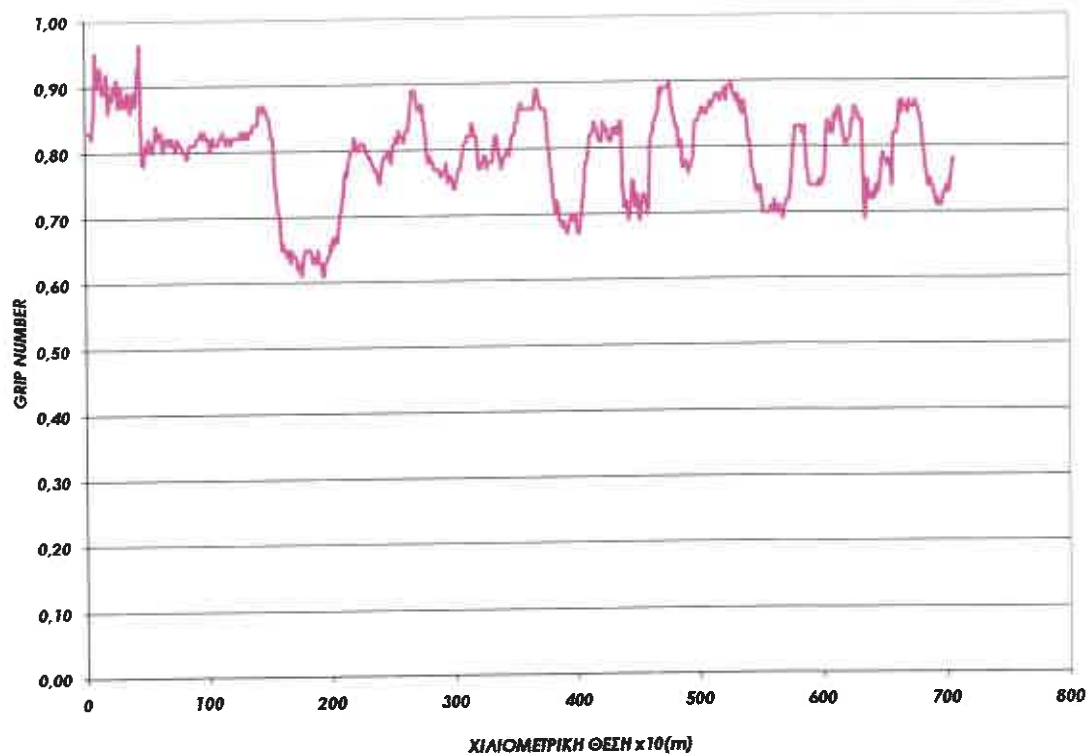
Διάγραμμα 20 Μεταβολή GN, τμήμα 3232Α, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



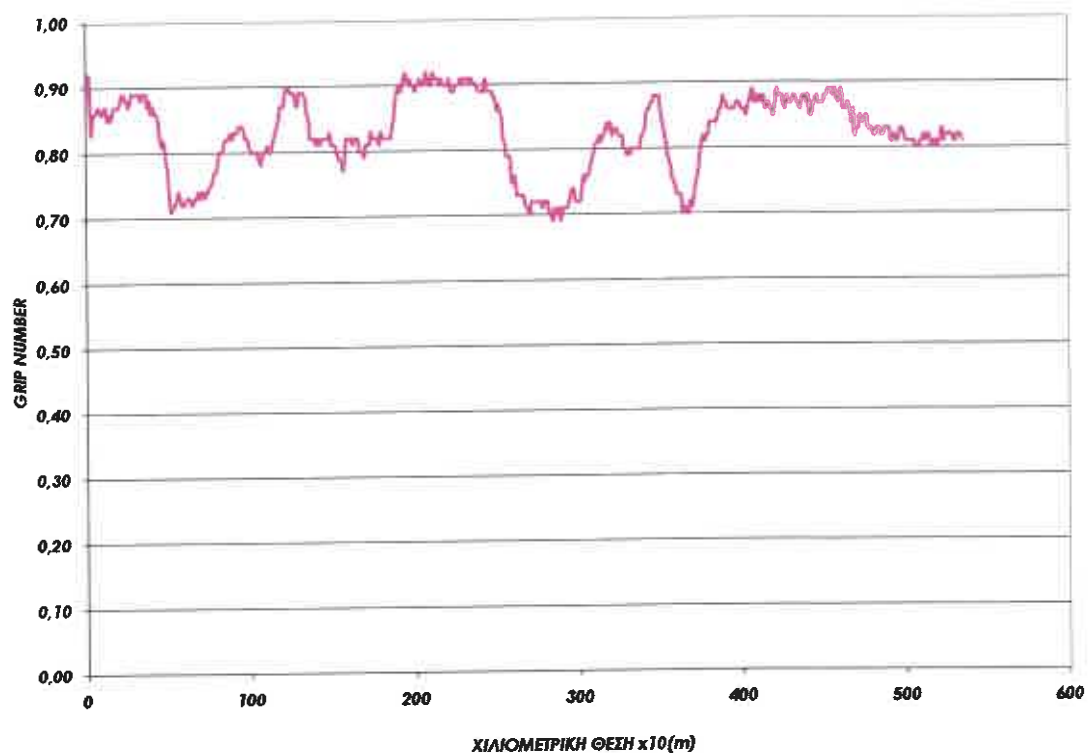
Διάγραμμα 21 Μεταβολή GN, τμήμα 32A32, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



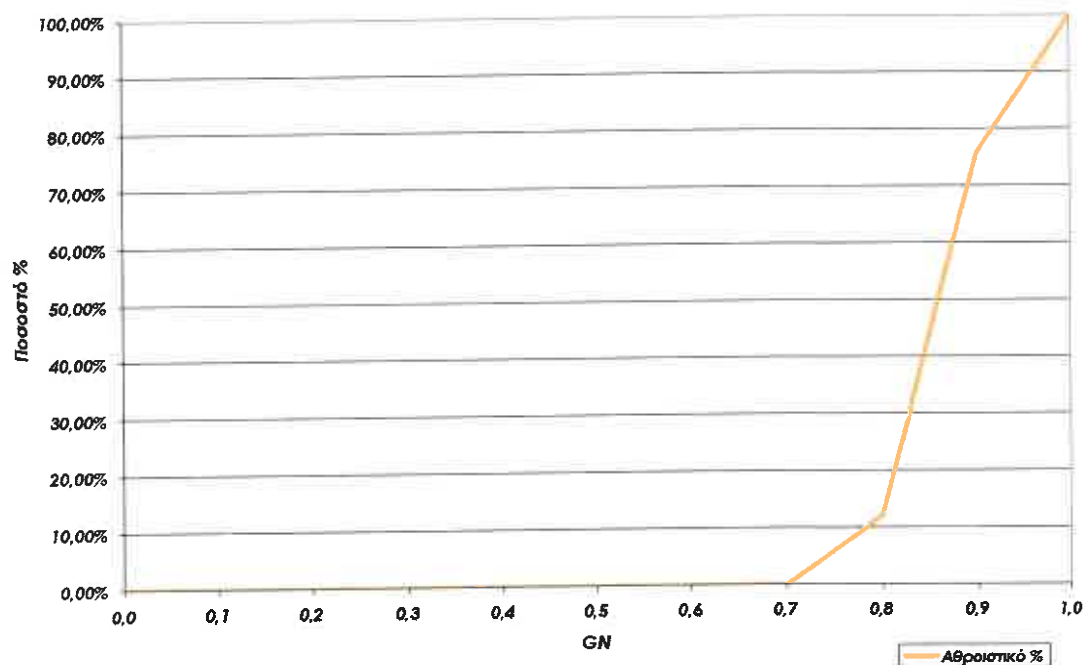
Διάγραμμα 22 Μεταβολή GN, τμήμα 3231, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



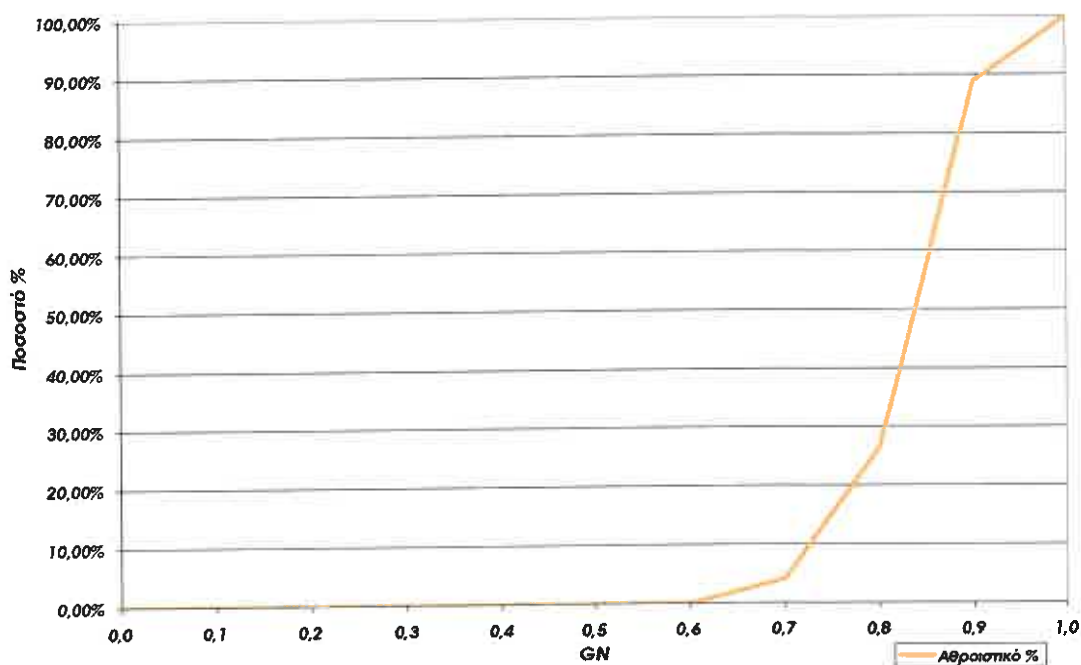
Διάγραμμα 23 Μεταβολή GN, τμήμα 3130, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



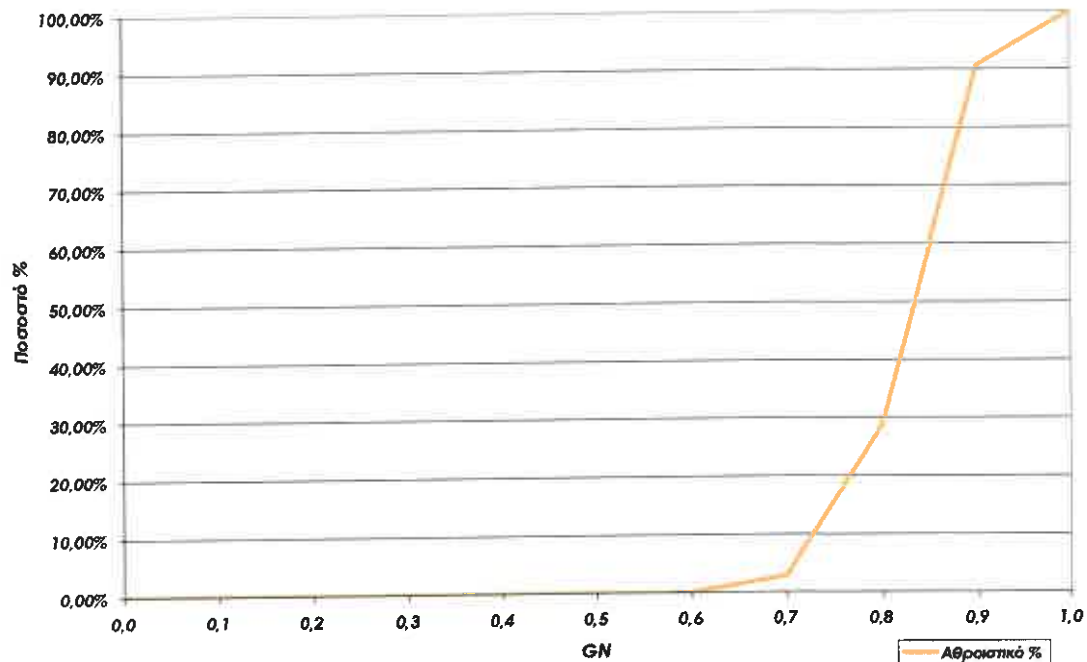
Διάγραμμα 24 Μεταβολή GN, τμήμα 3029, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



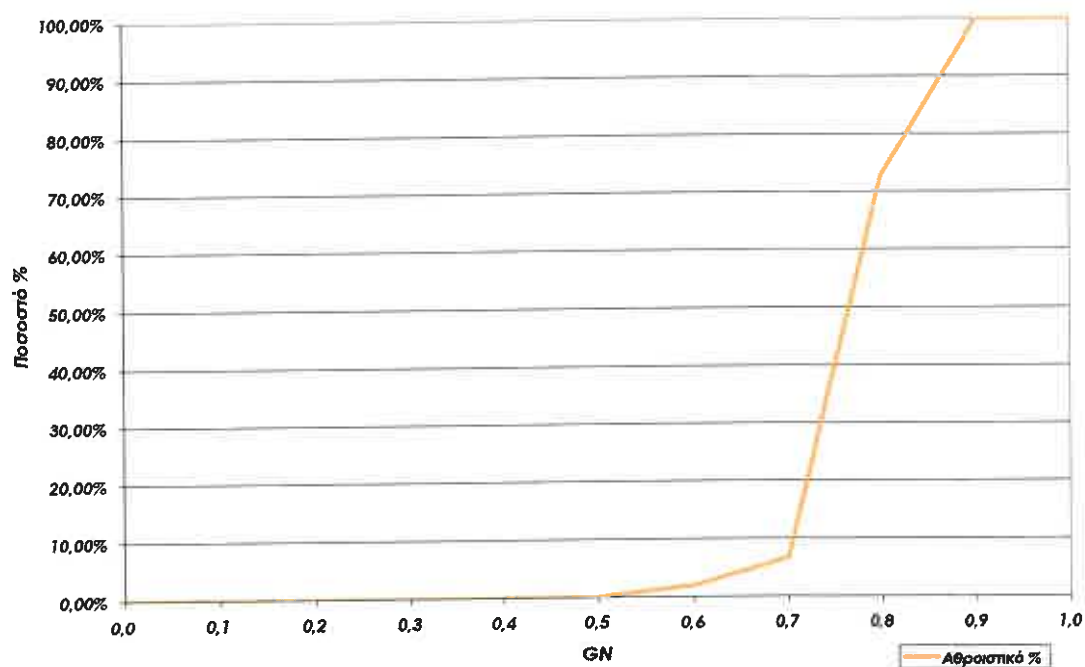
Διάγραμμα 25 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 2930, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



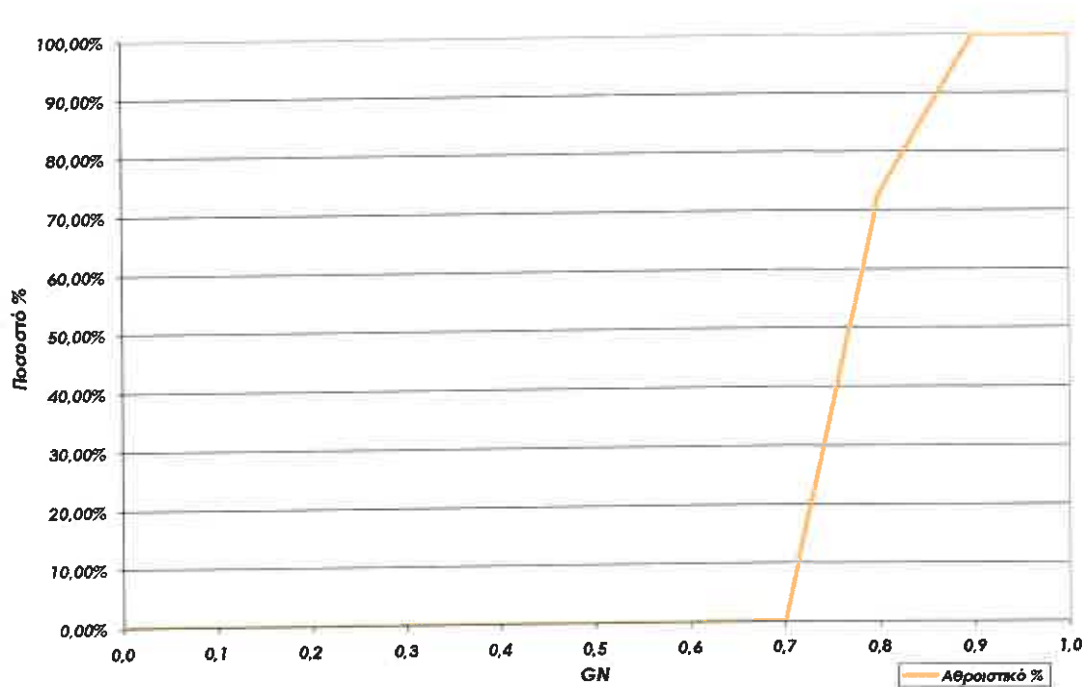
Διάγραμμα 26 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3031, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



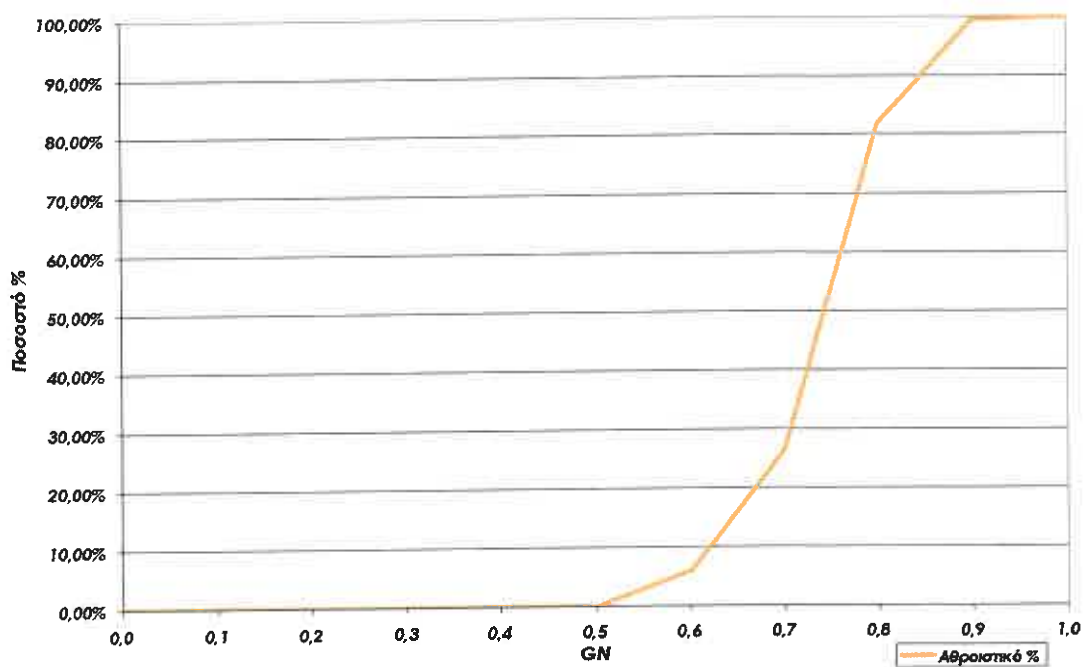
Διάγραμμα 27 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3132, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



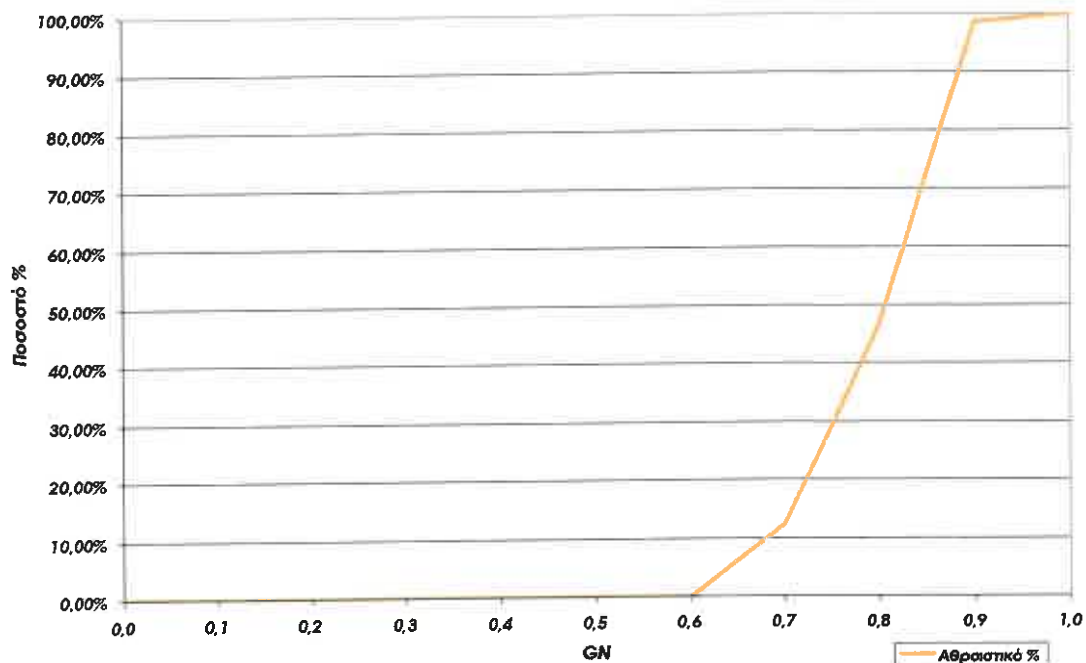
Διάγραμμα 28 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3232A, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



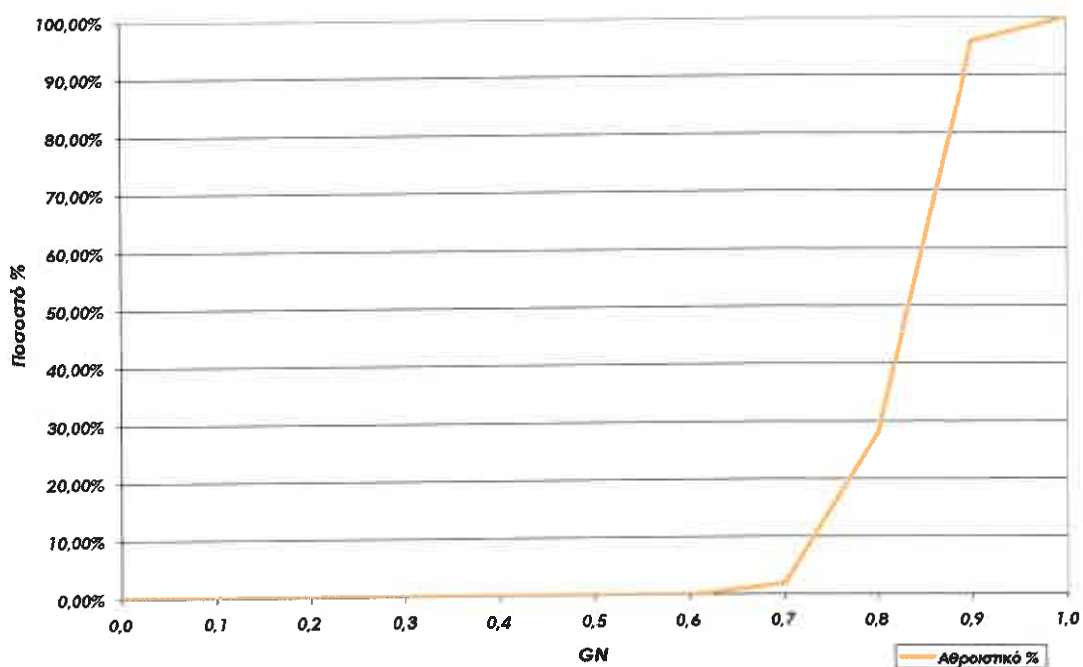
Διάγραμμα 29 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 32A32, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



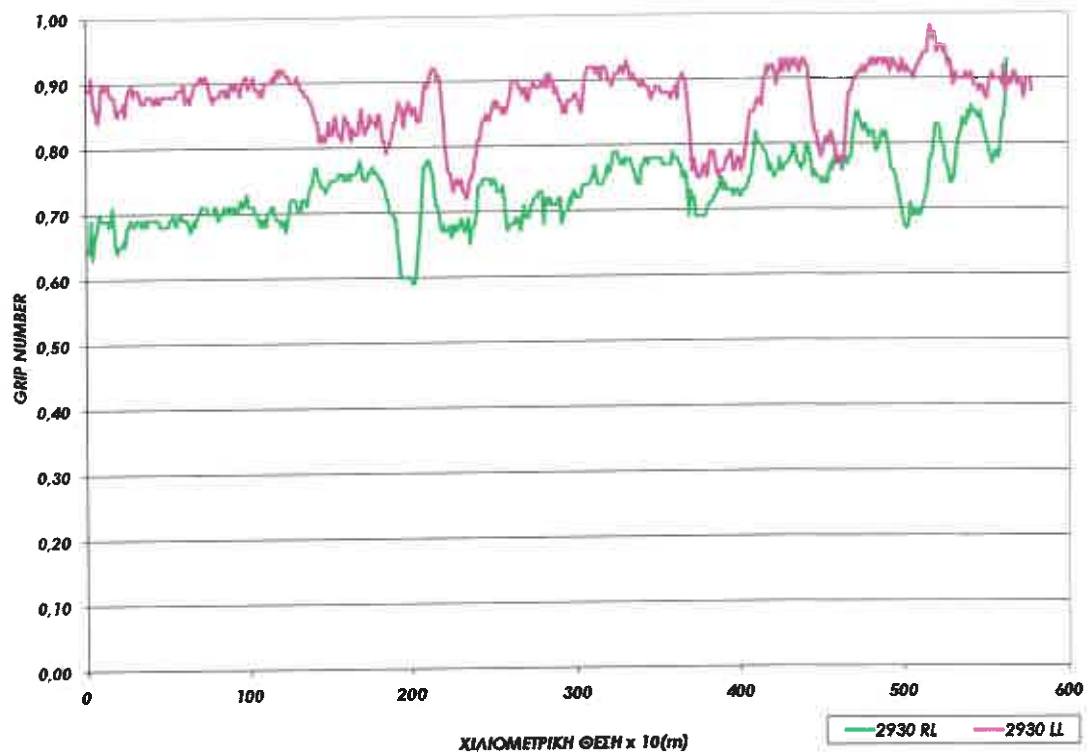
Διάγραμμα 30 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3231, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



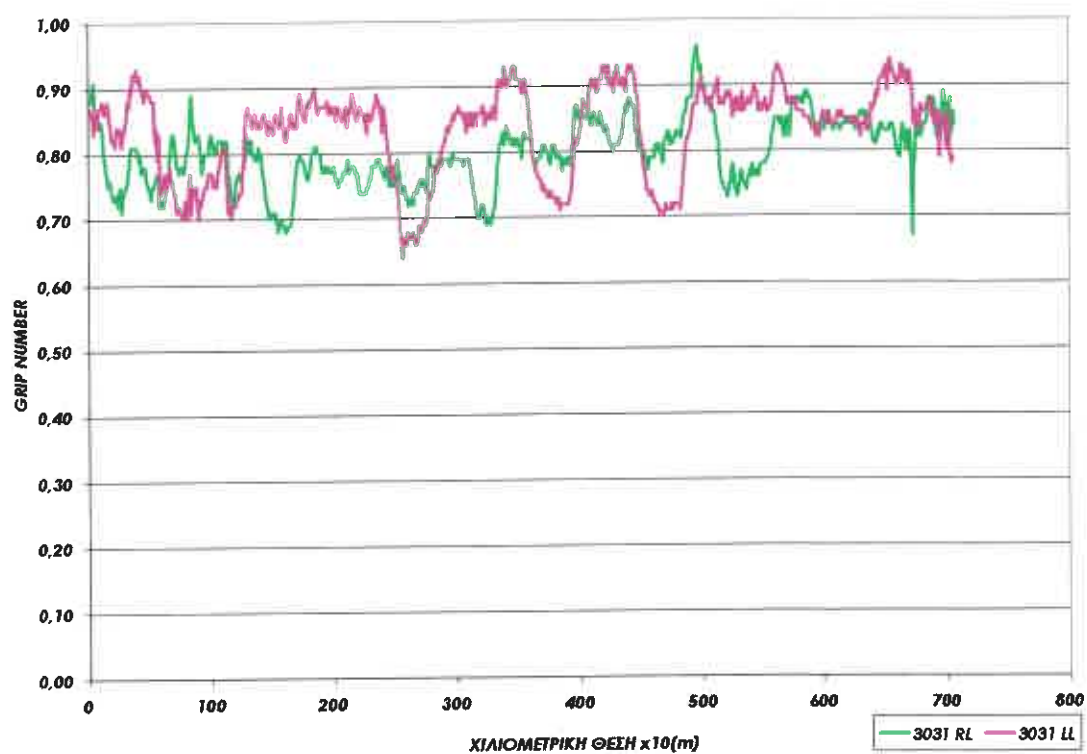
Διάγραμμα 31 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3130, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



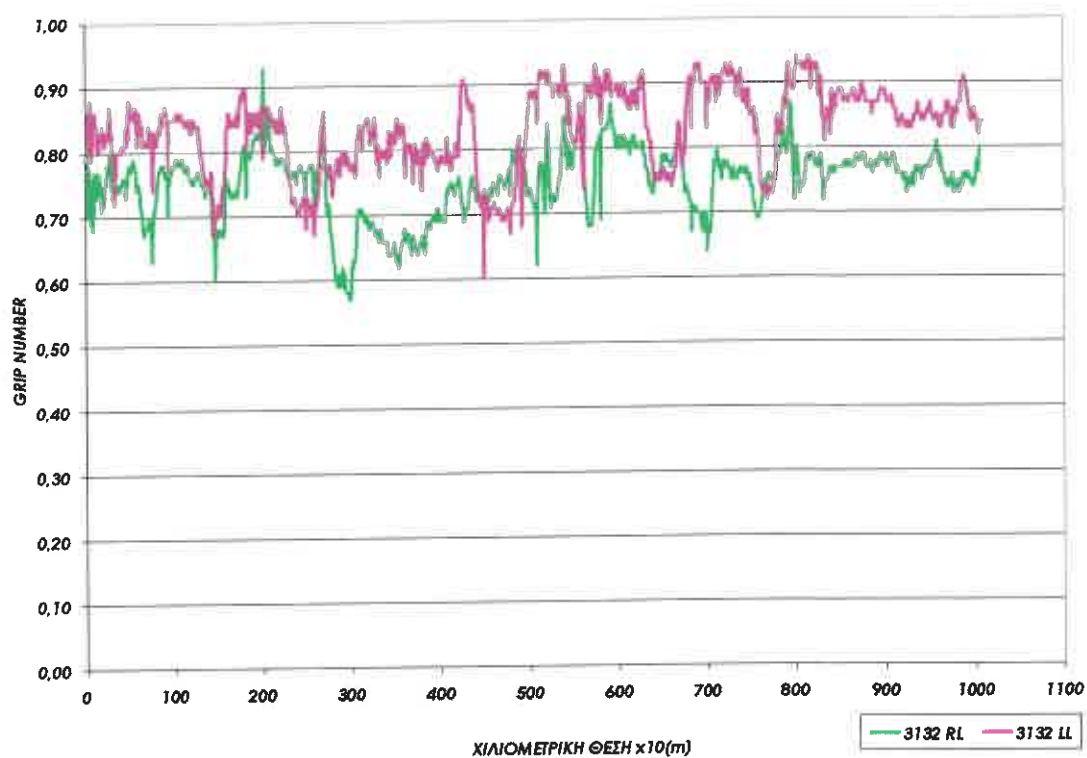
Διάγραμμα 32 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3029, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004



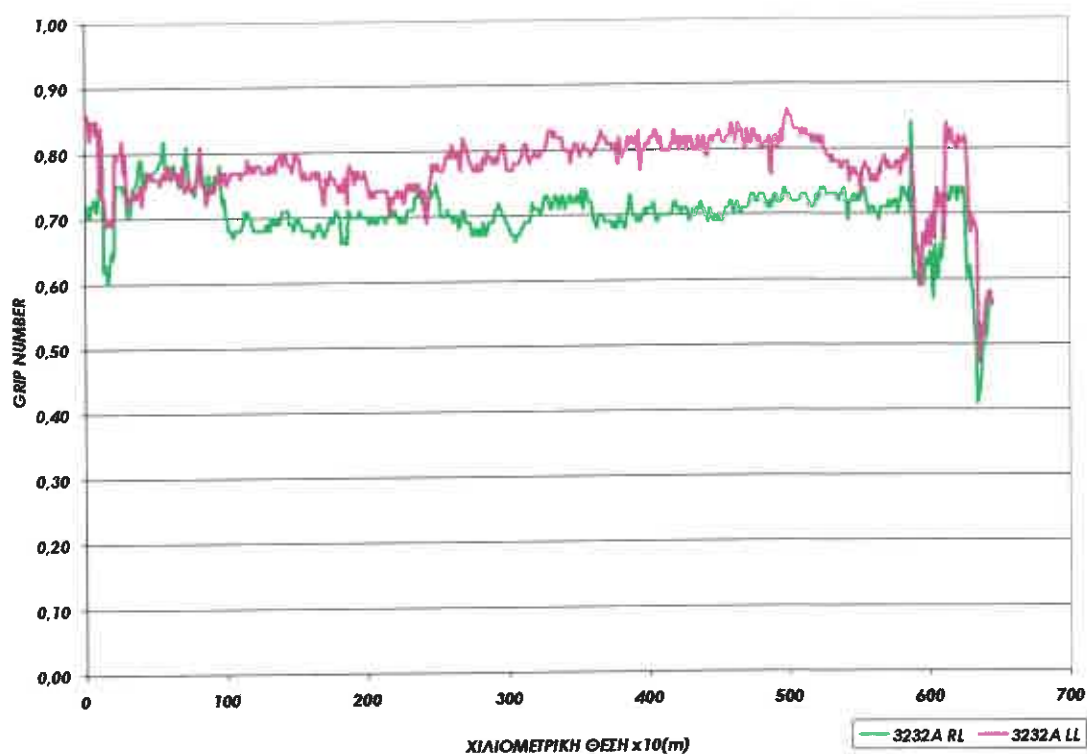
Διάγραμμα 33 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 2930, Νοέμβριος 2004



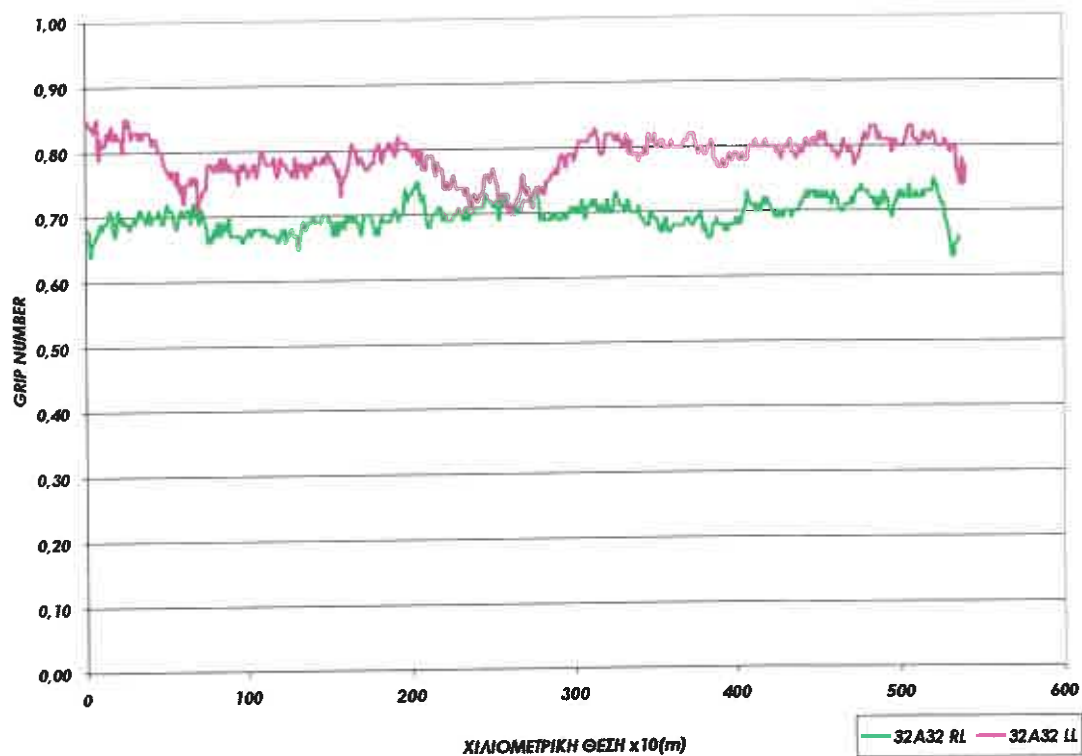
Διάγραμμα 34 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3031, Νοέμβριος 2004



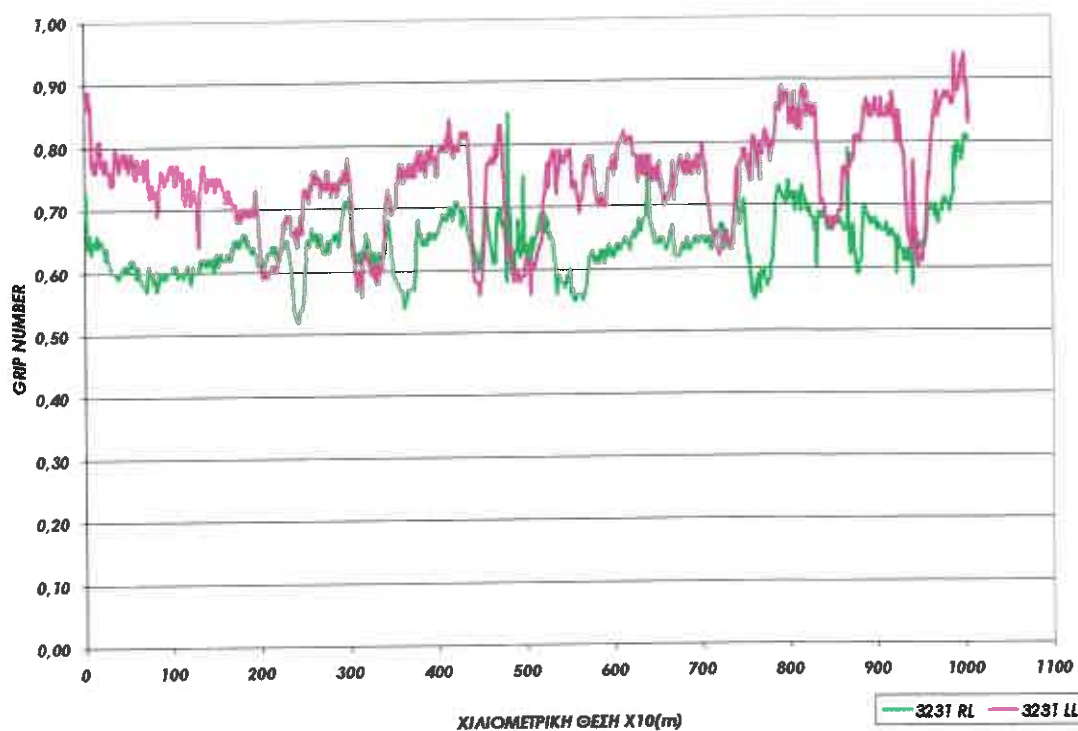
Διάγραμμα 35 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3132, Νοέμβριος 2004



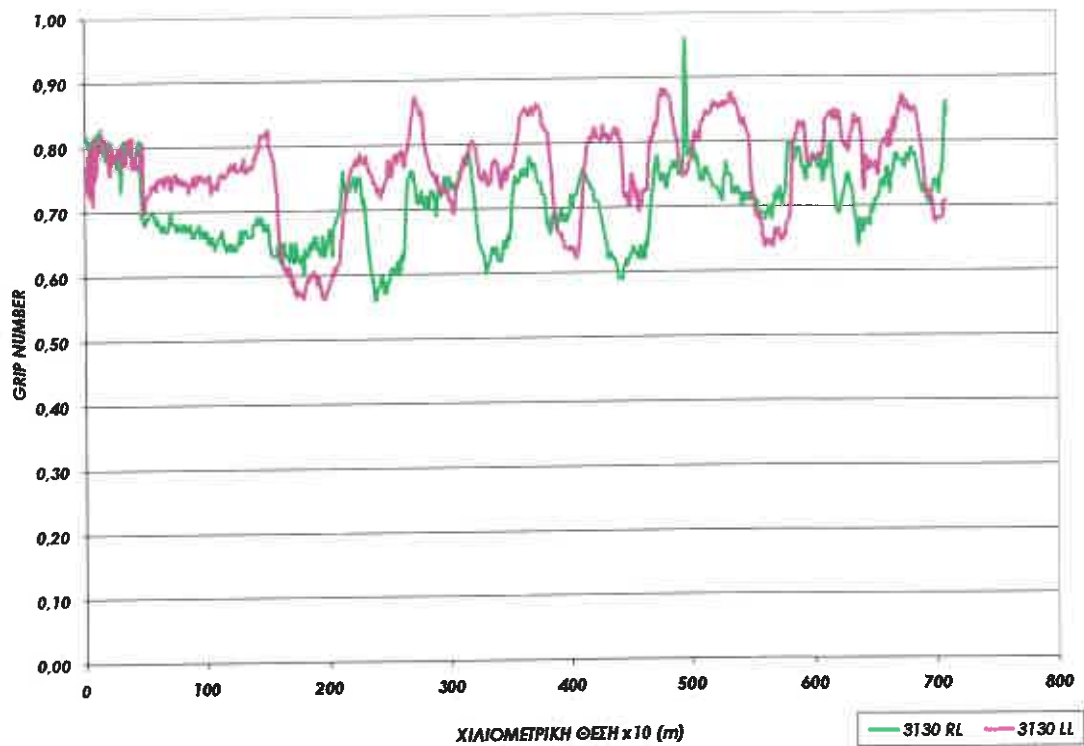
Διάγραμμα 36 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3232A, Νοέμβριος 2004



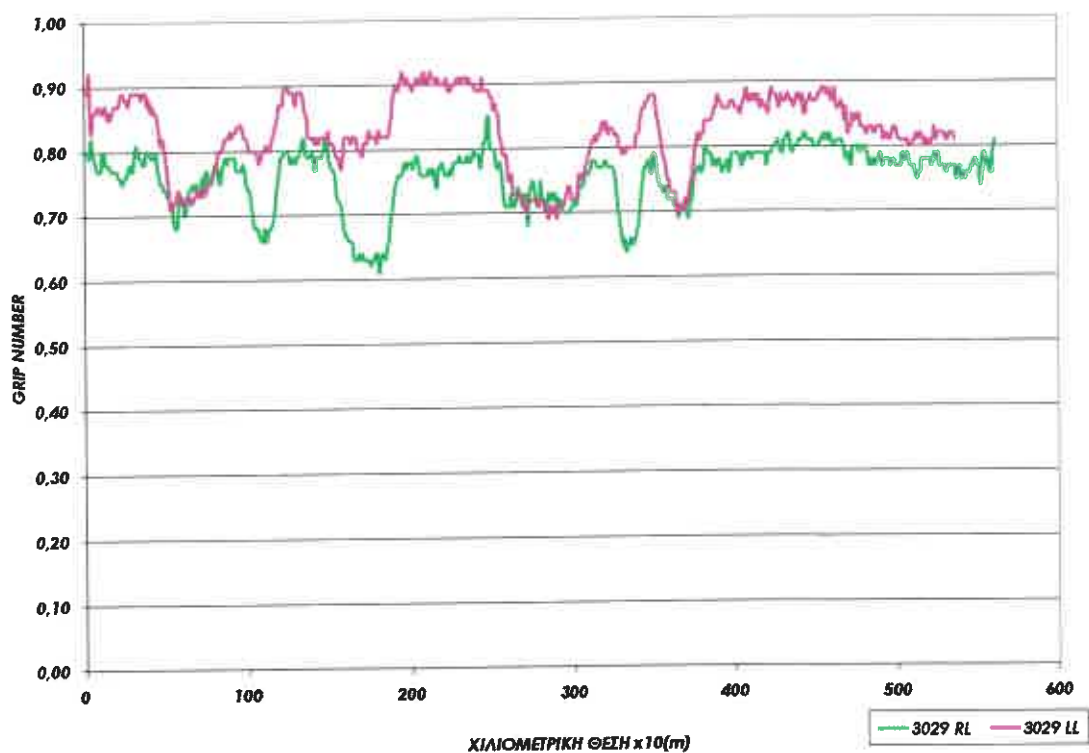
Διάγραμμα 37 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 32A32, Νοέμβριος 2004



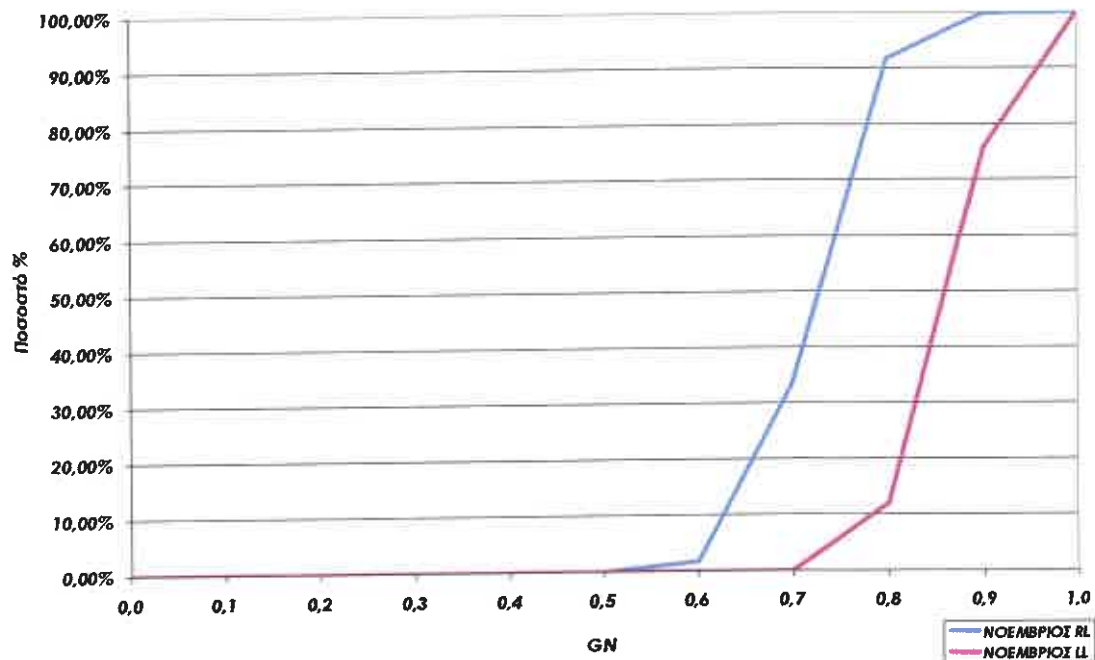
Διάγραμμα 38 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3231, Νοέμβριος 2004



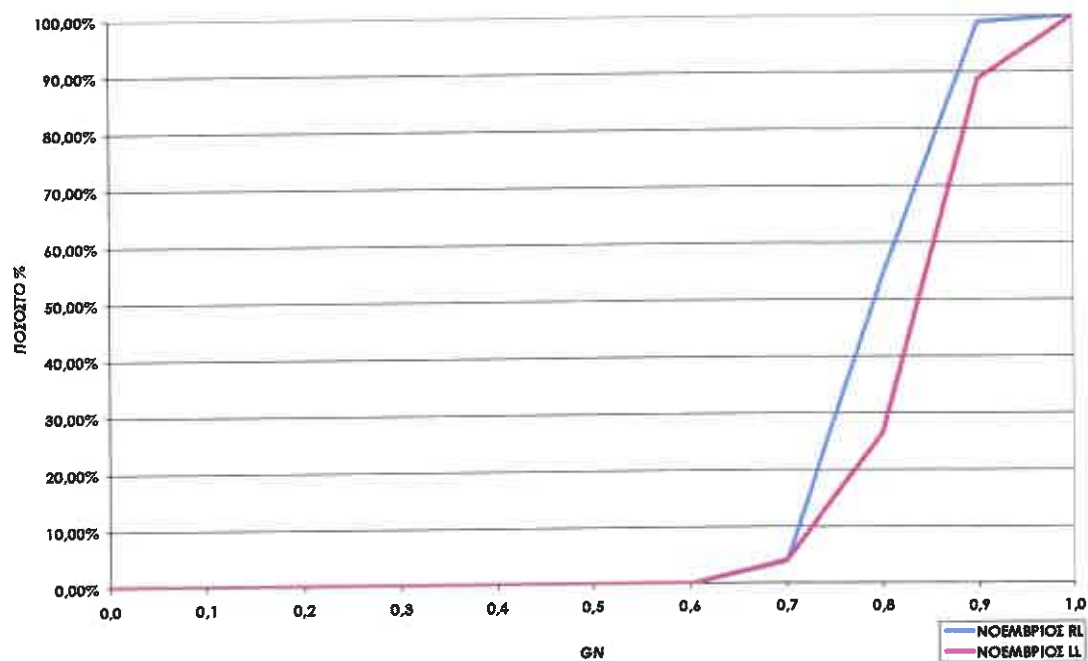
Διάγραμμα 39 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3130, Νοέμβριος 2004



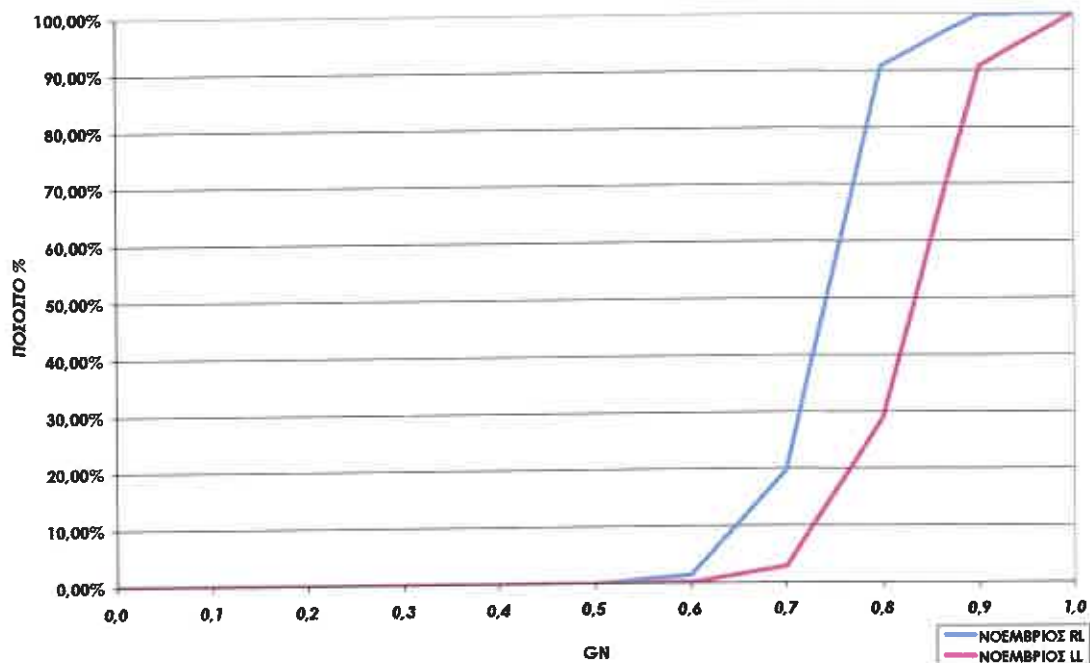
Διάγραμμα 40 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3029, Νοέμβριος 2004



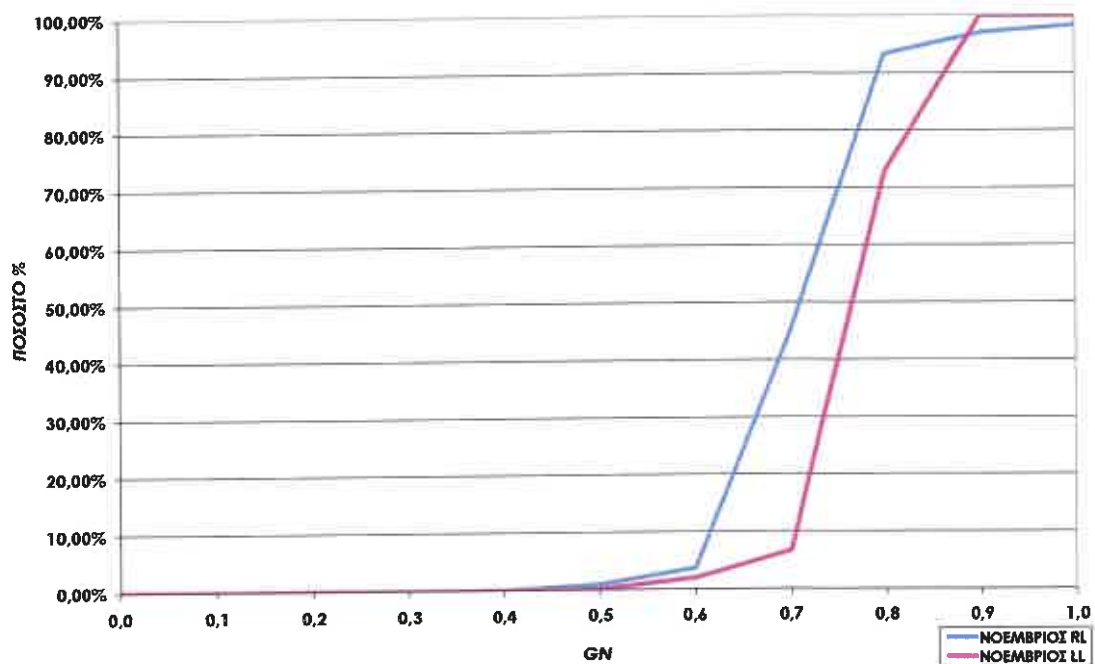
Διάγραμμα 41 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 2930, Νοέμβριος 2004



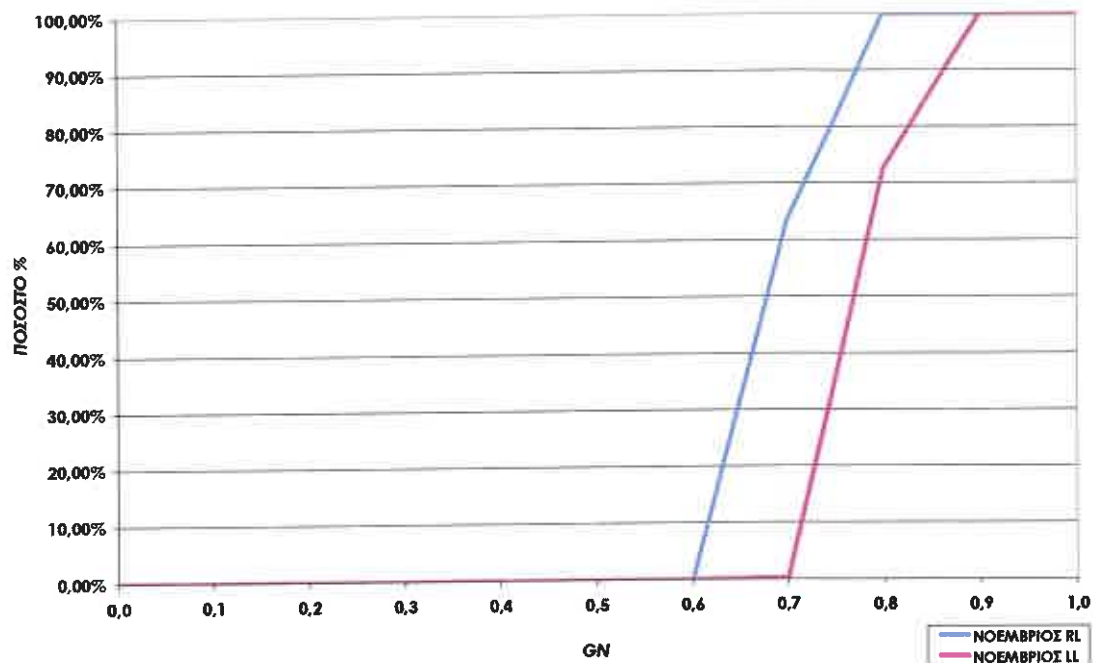
Διάγραμμα 42 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3031, Νοέμβριος 2004



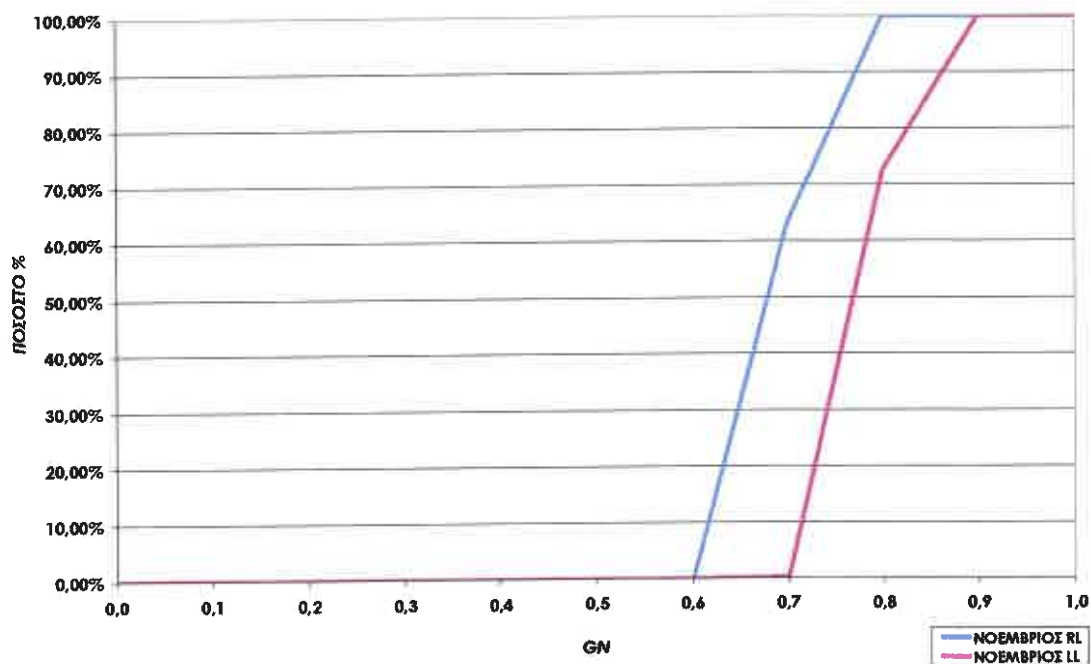
Διάγραμμα 43 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3132, Νοέμβριος 2004



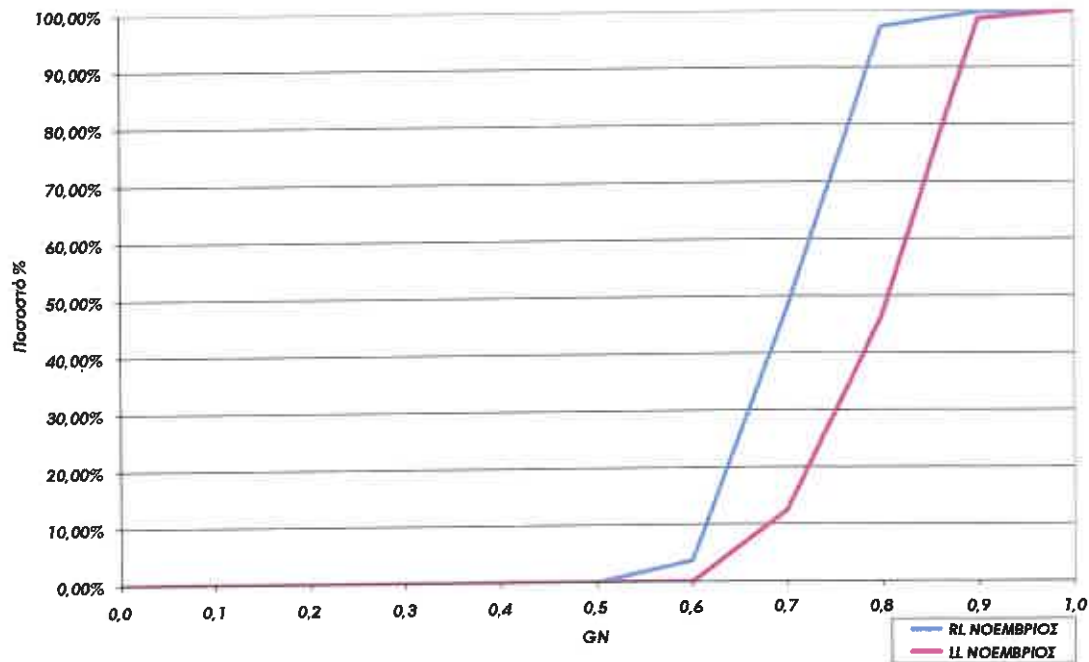
Διάγραμμα 44 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3232A, Νοέμβριος 2004



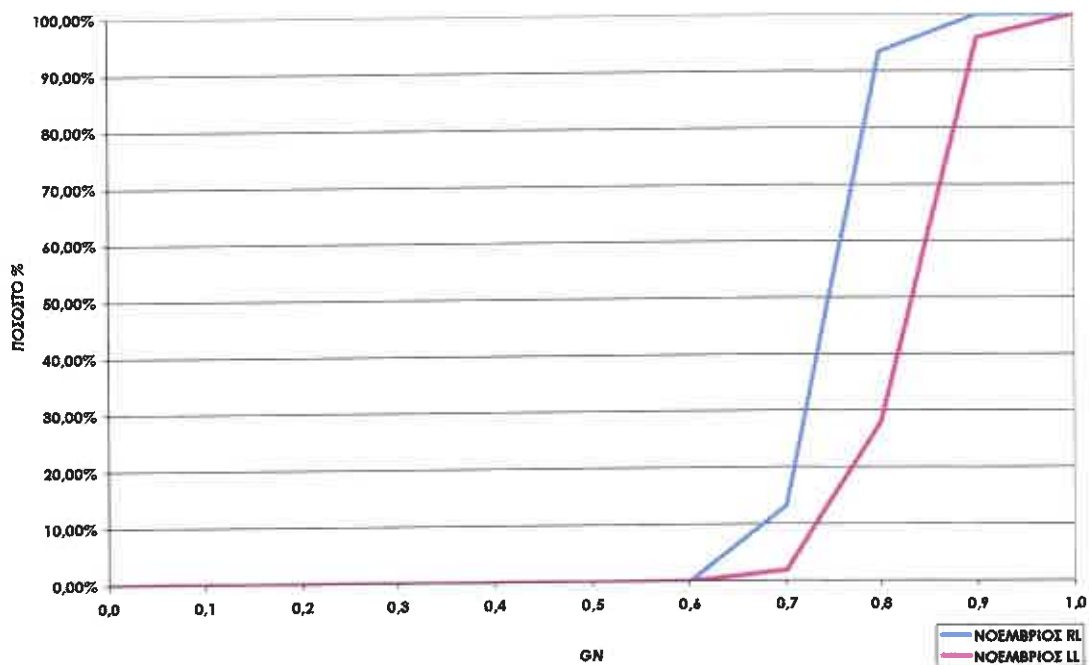
Διάγραμμα 45 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 32A32, Νοέμβριος 2004



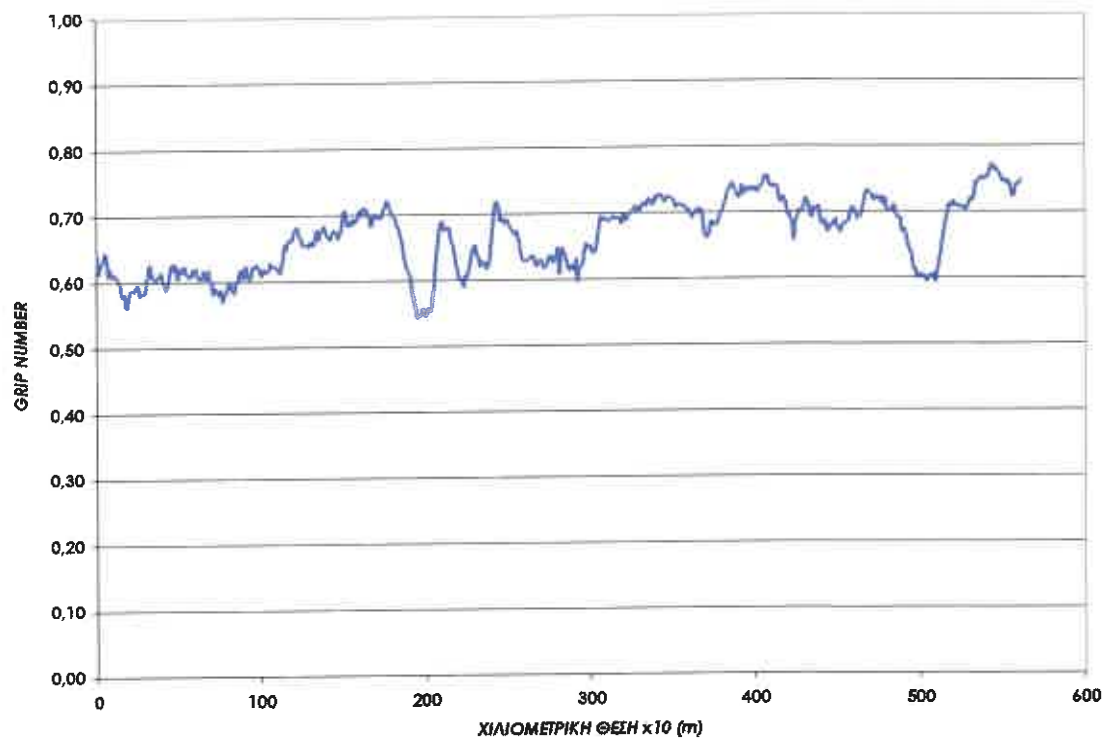
Διάγραμμα 46 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3231, Νοέμβριος 2004



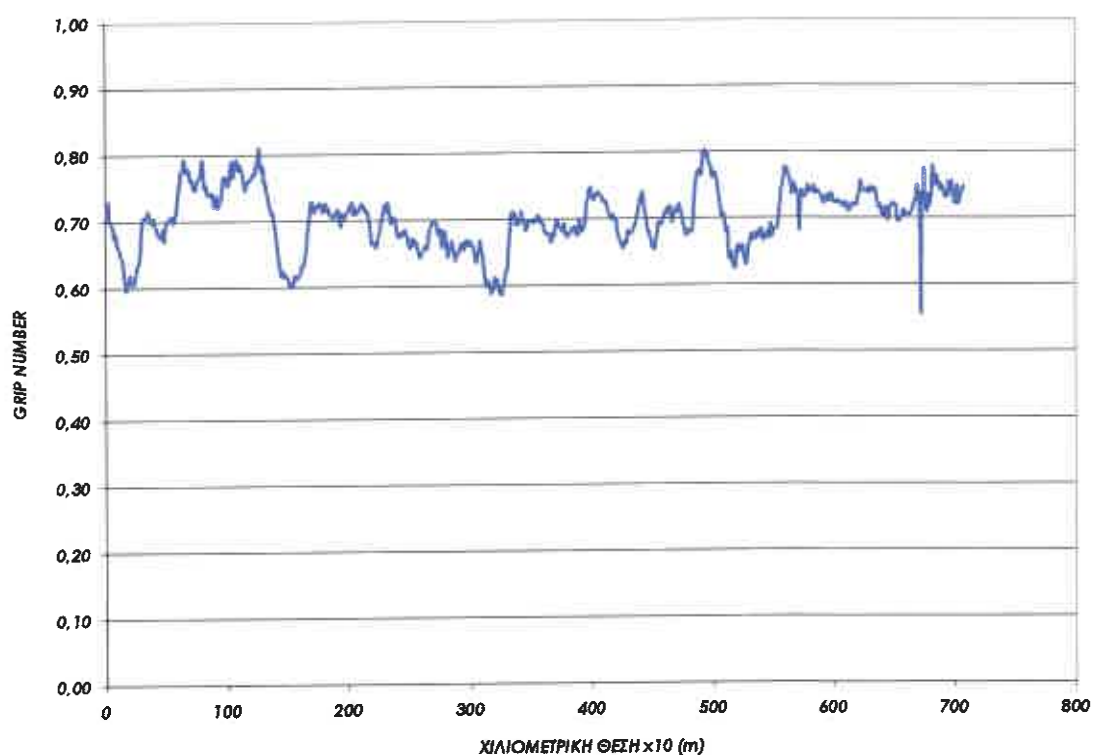
Διάγραμμα 47 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3130, Νοέμβριος 2004



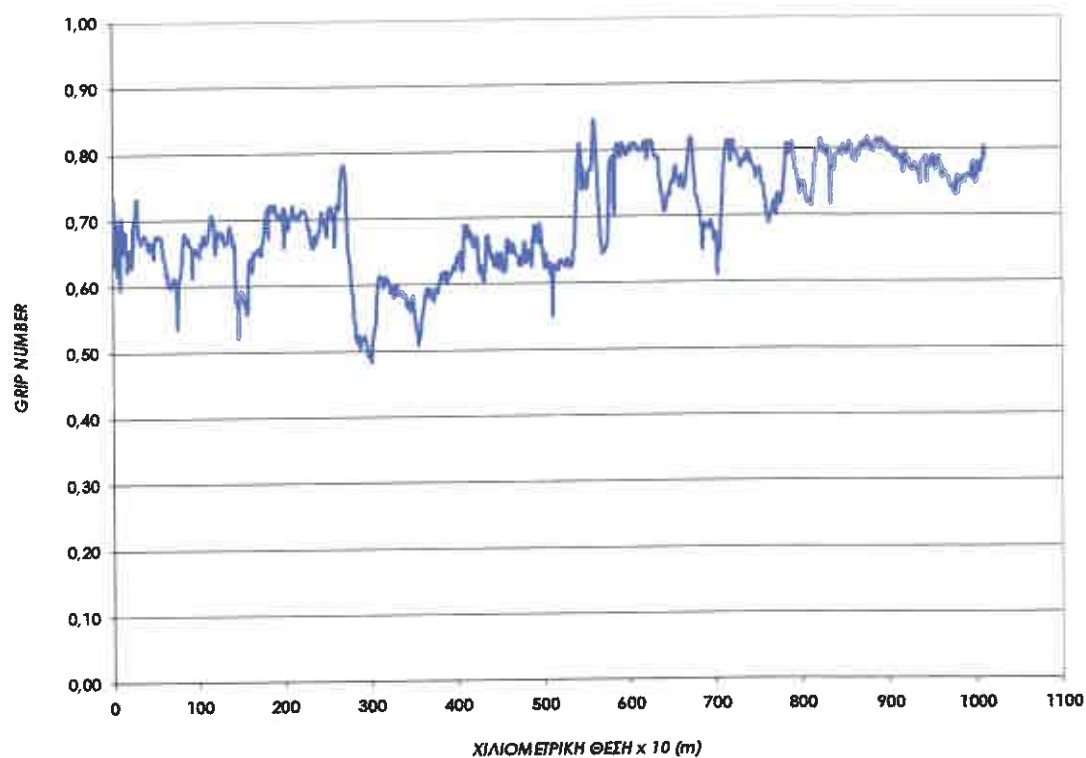
Διάγραμμα 48 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3029, Νοέμβριος 2004



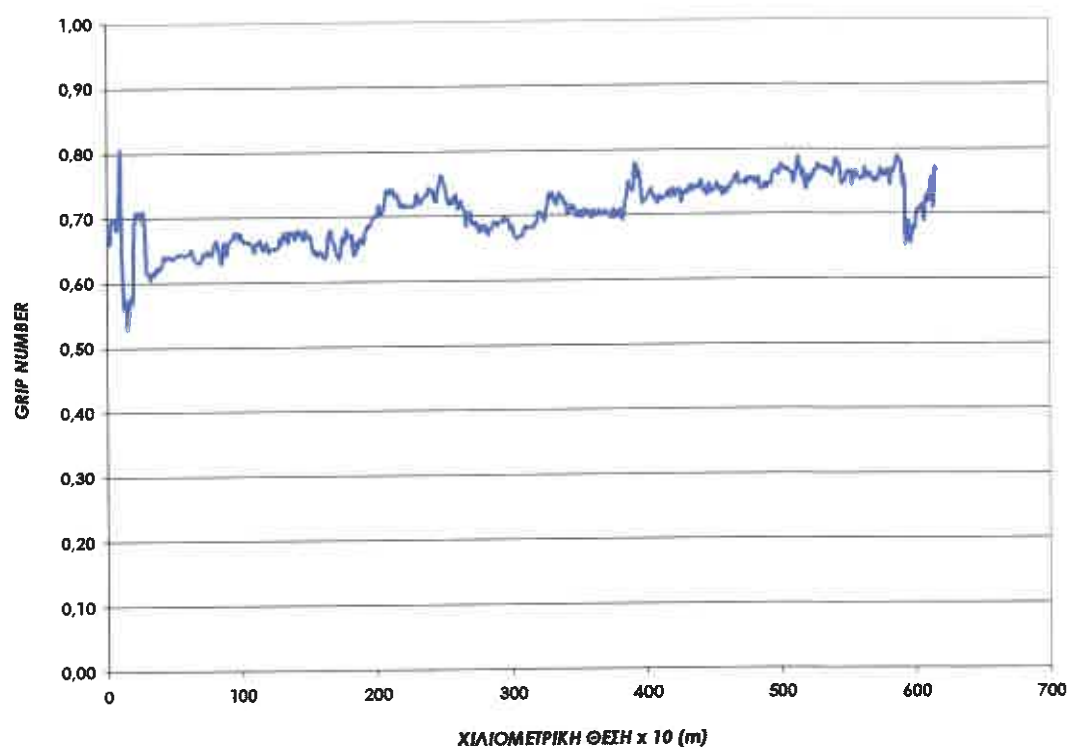
Διάγραμμα 49 Μεταβολή GN, τμήμα 2930, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



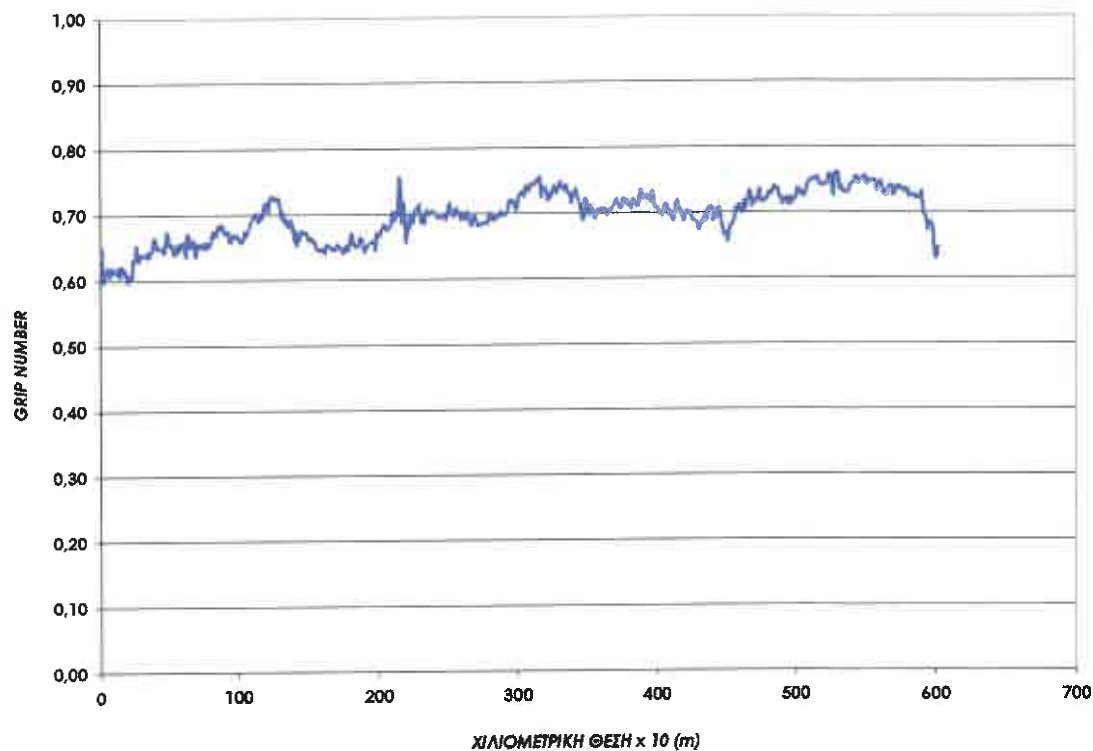
Διάγραμμα 50 Μεταβολή GN, τμήμα 3031, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



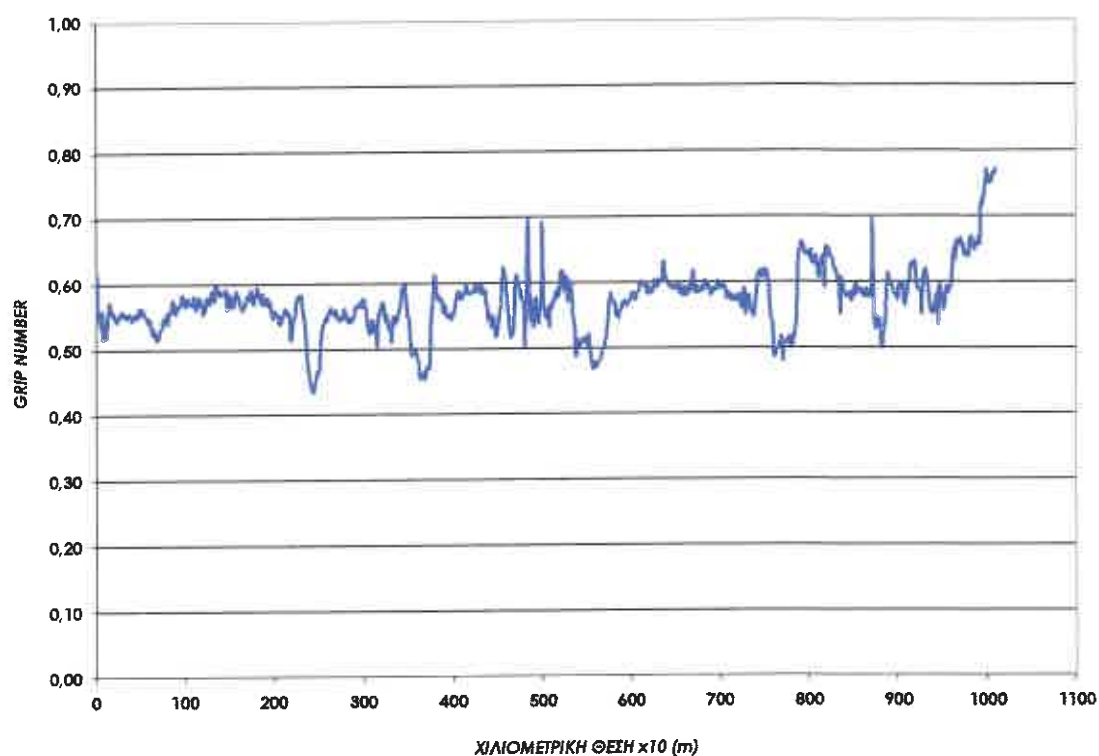
Διάγραμμα 51 Μεταβολή GN, τμήμα 3132, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



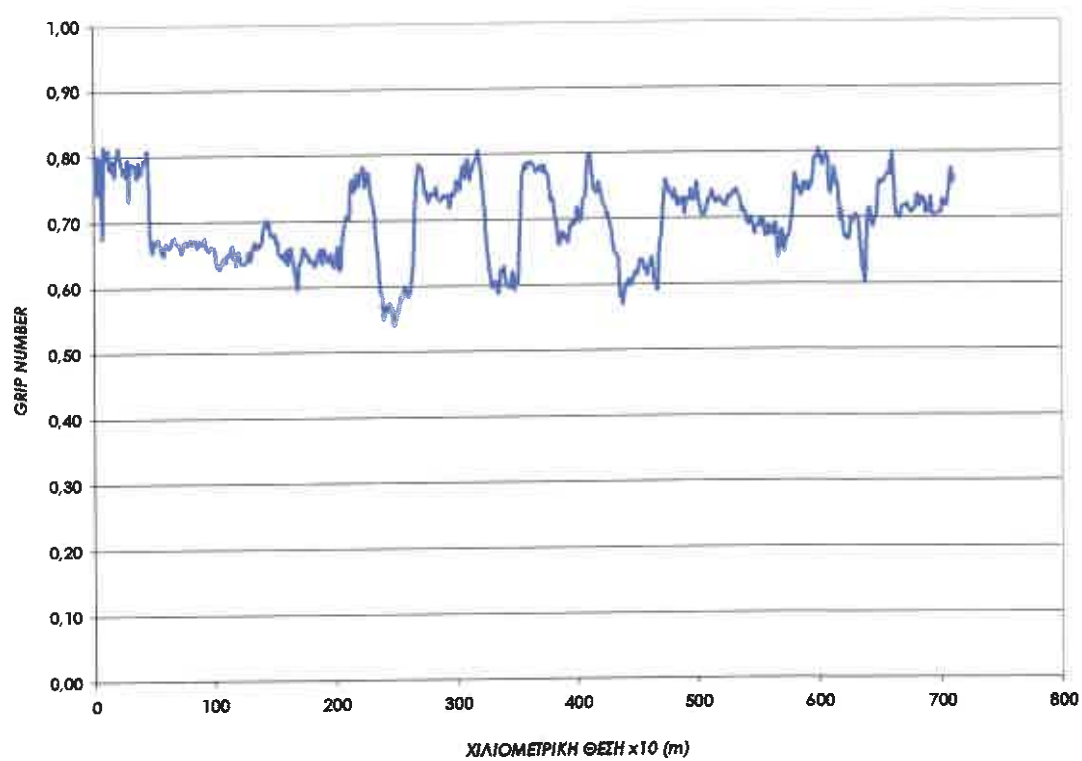
Διάγραμμα 52 Μεταβολή GN, τμήμα 3232A, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



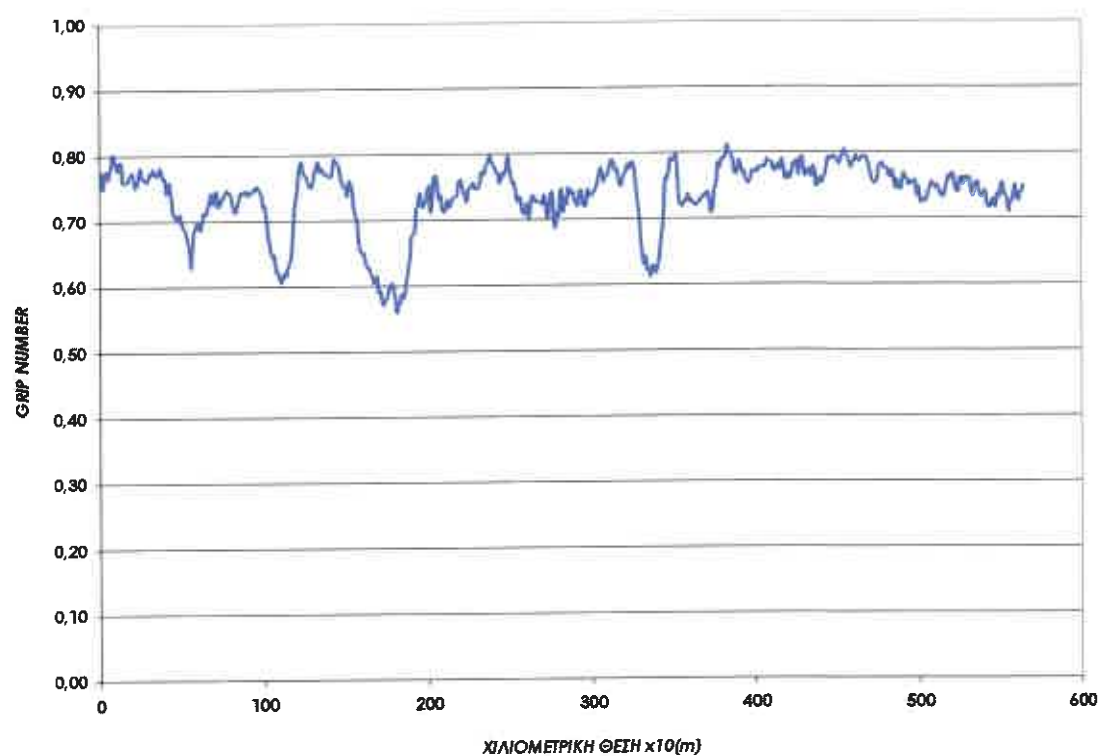
Διάγραμμα 53 Μεταβολή GN, τμήμα 32A32, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



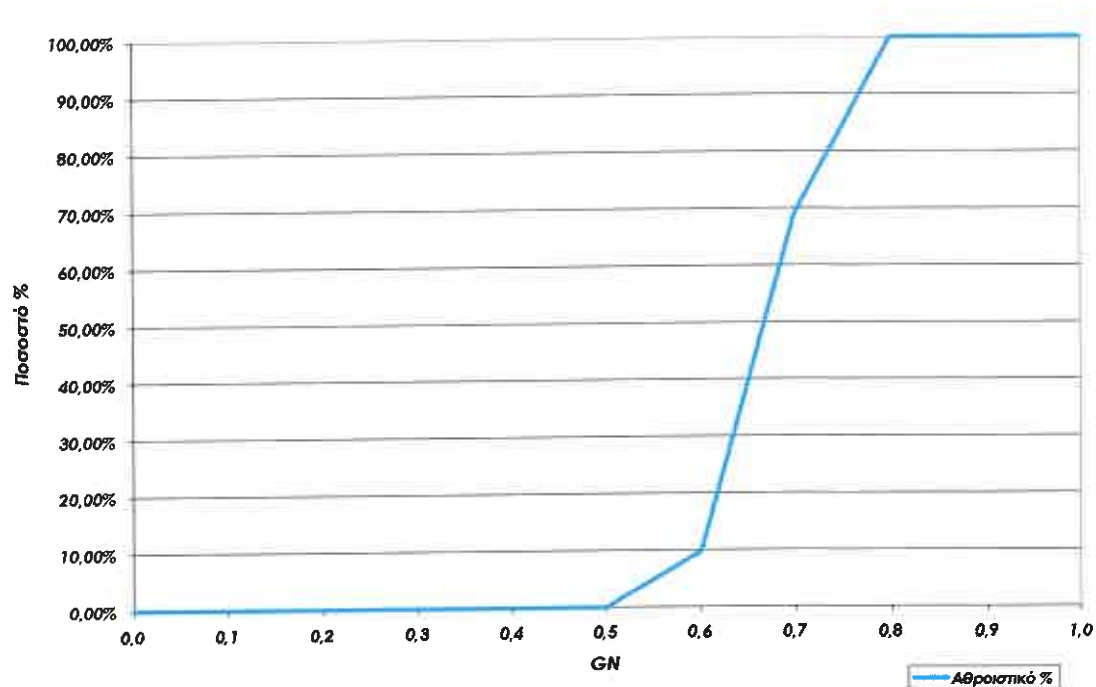
Διάγραμμα 54 Μεταβολή GN, τμήμα 3231, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



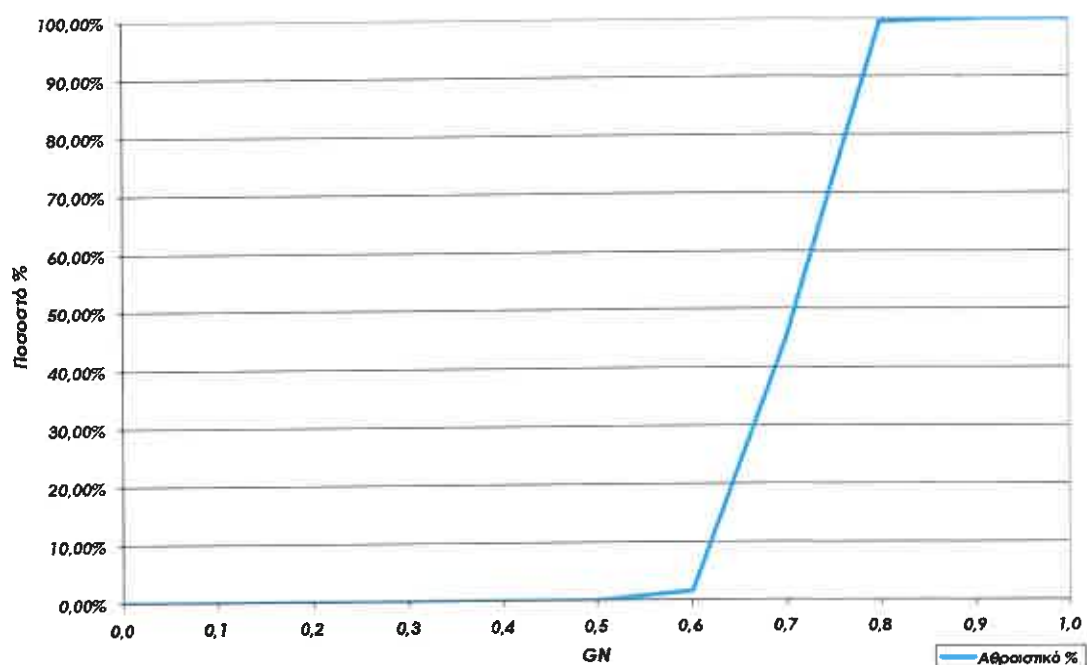
Διάγραμμα 55 Μεταβολή GN, τμήμα 3130, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



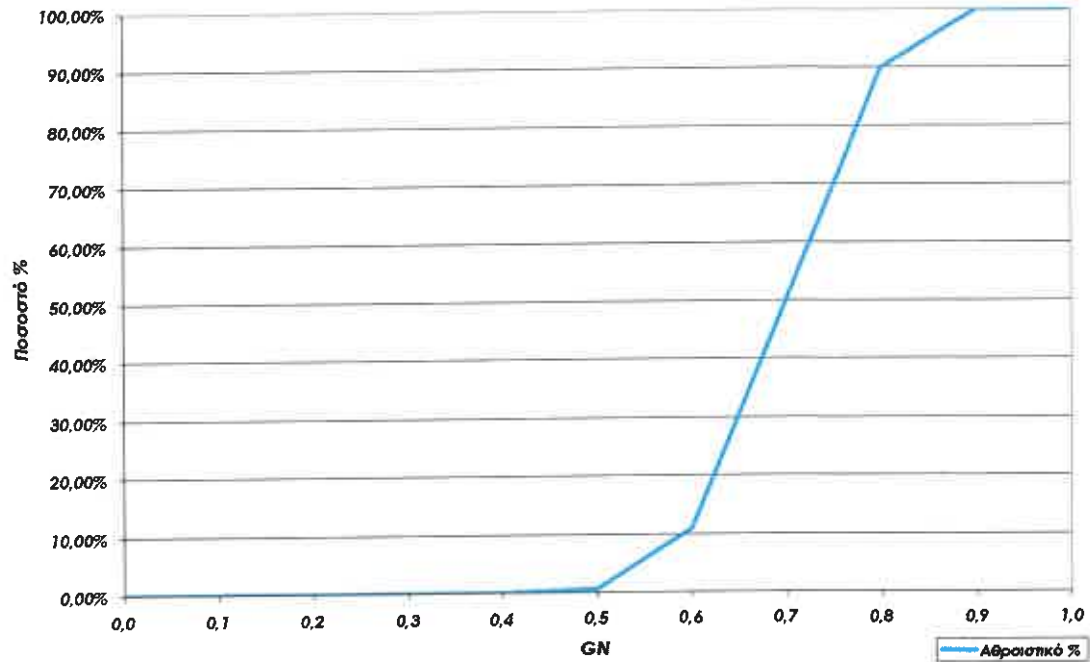
Διάγραμμα 56 Μεταβολή GN, τμήμα 3029, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



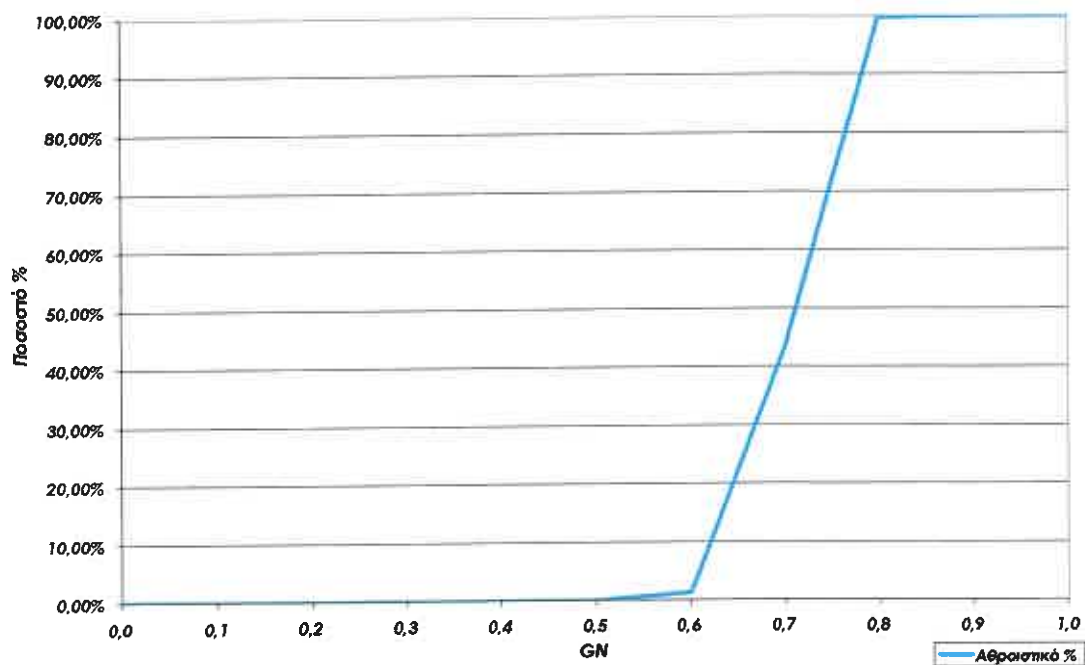
Διάγραμμα 57 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 2930, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



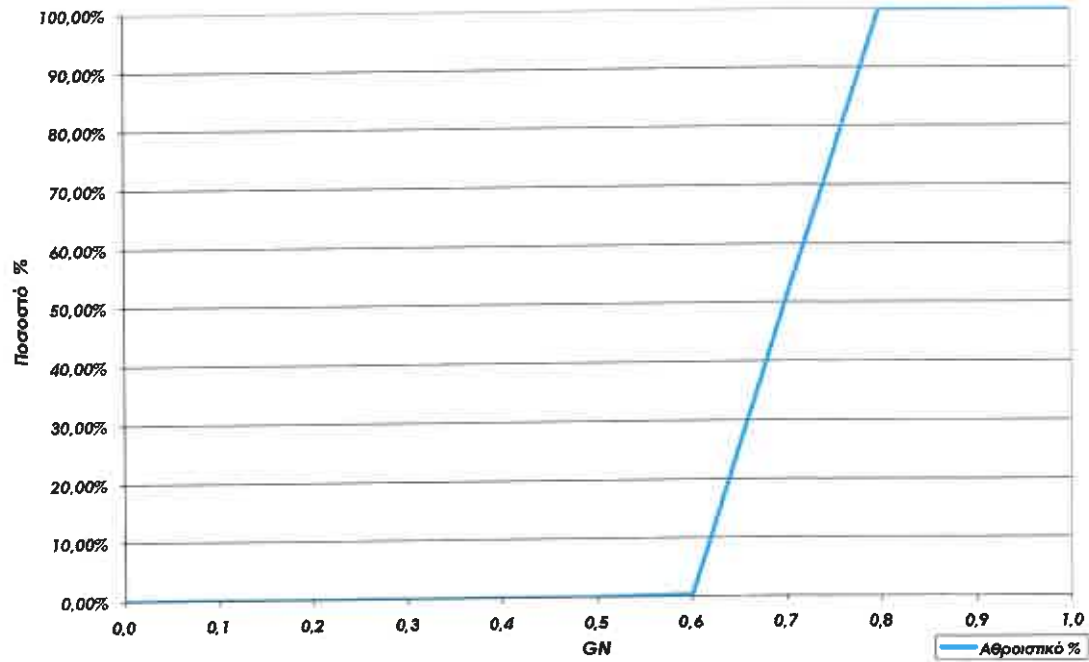
Διάγραμμα 58 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3031, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



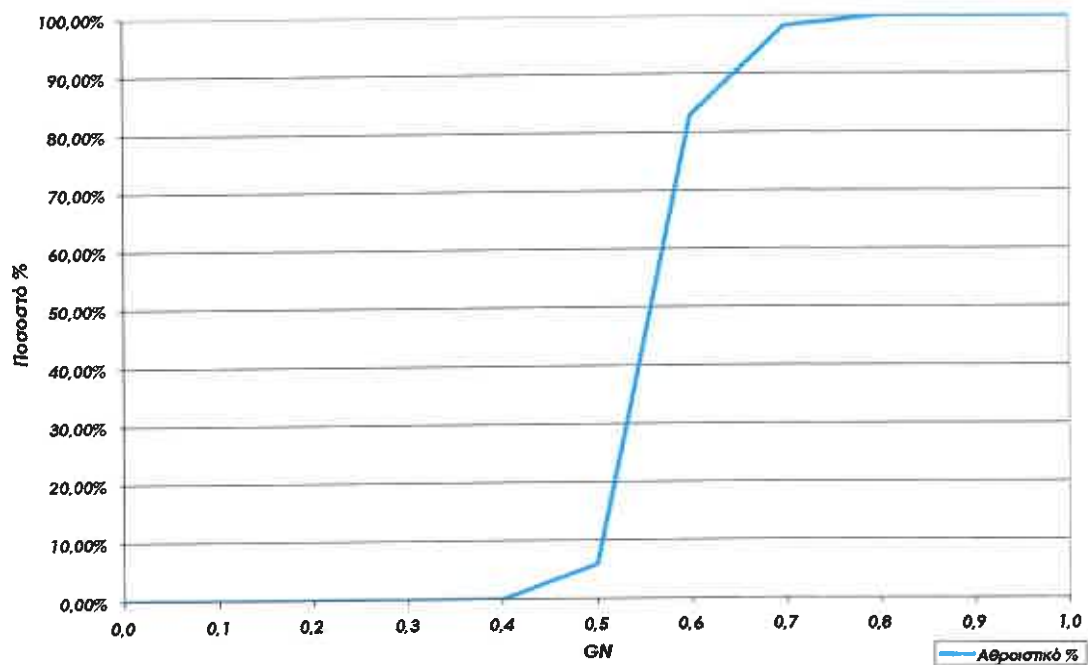
Διάγραμμα 59 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3132, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



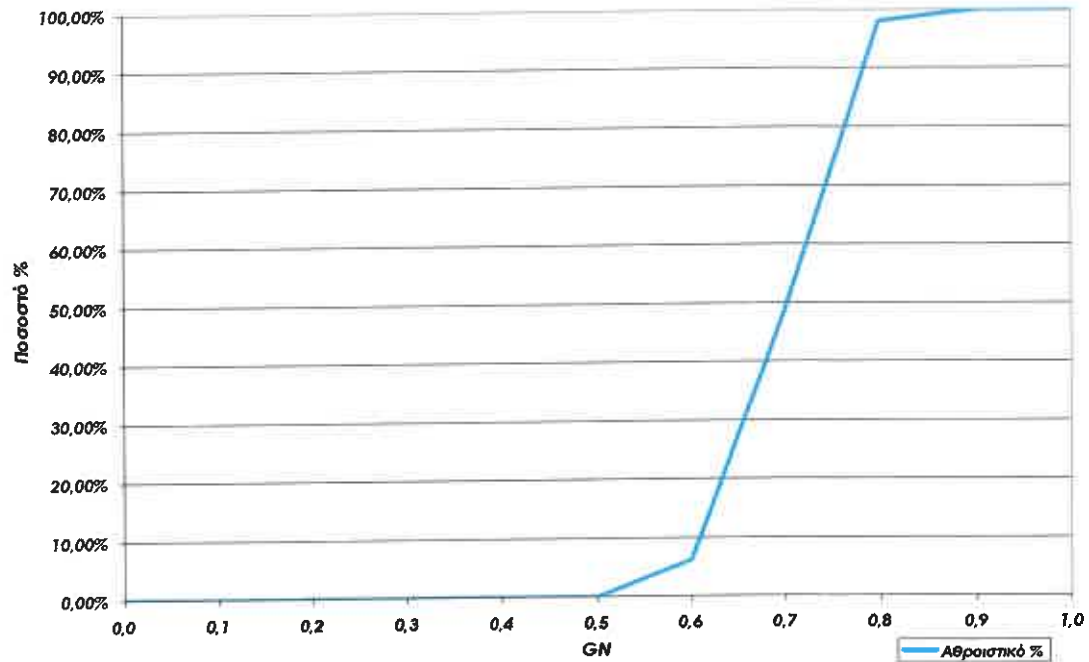
Διάγραμμα 60 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3232Α, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



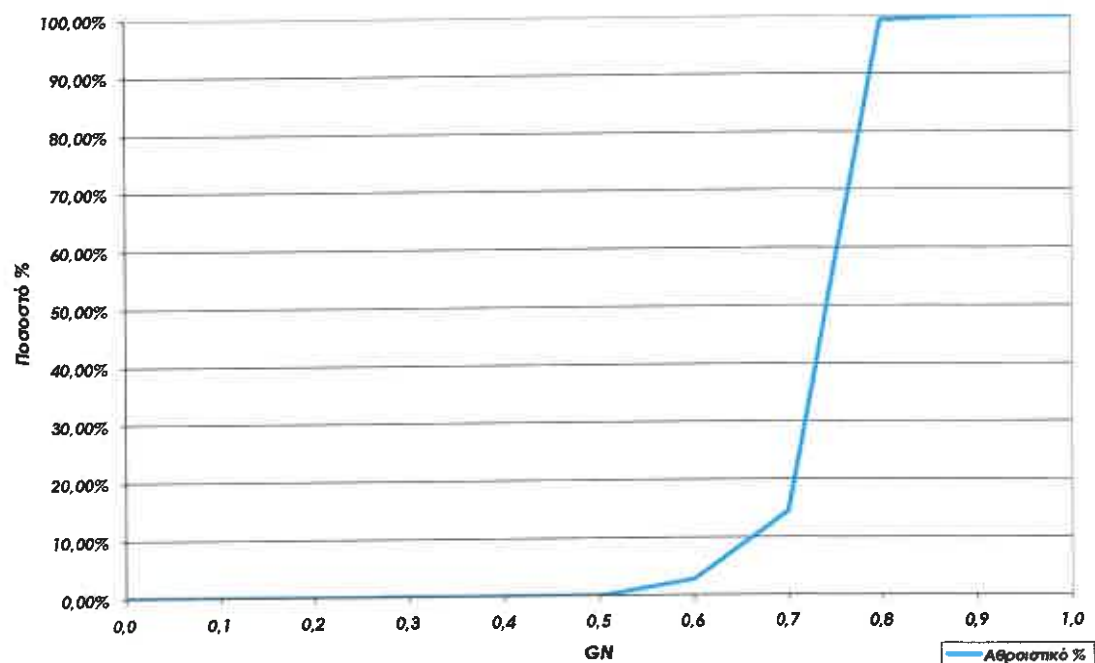
Διάγραμμα 61 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 32A32, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



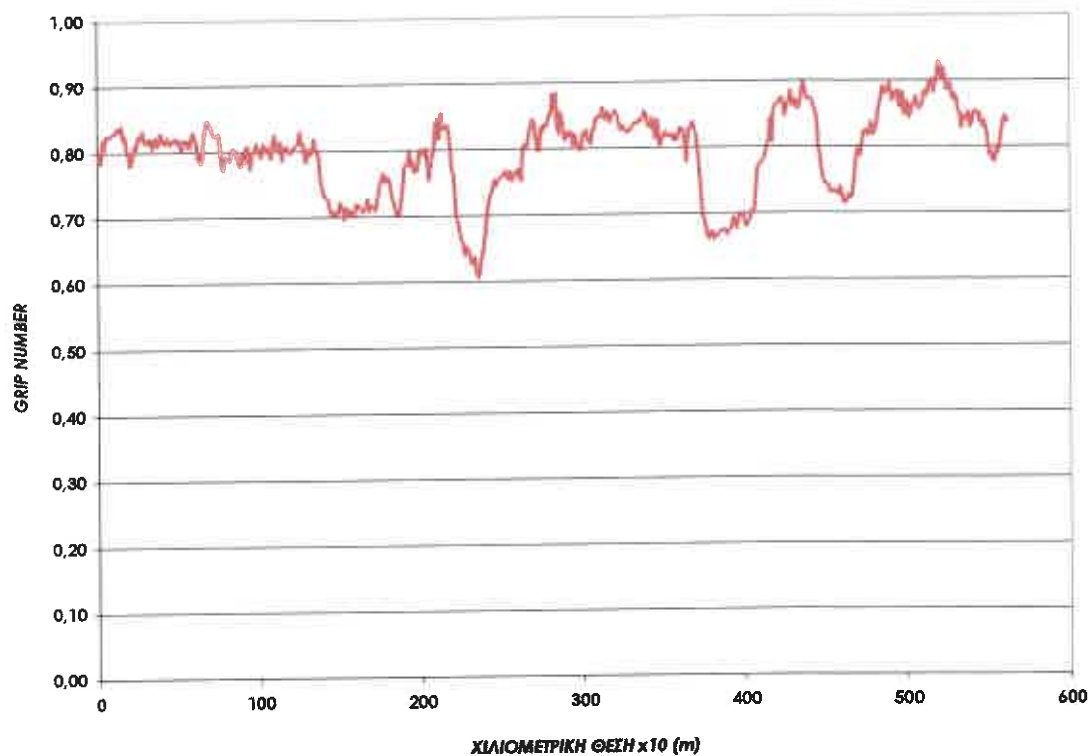
Διάγραμμα 62 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3231, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



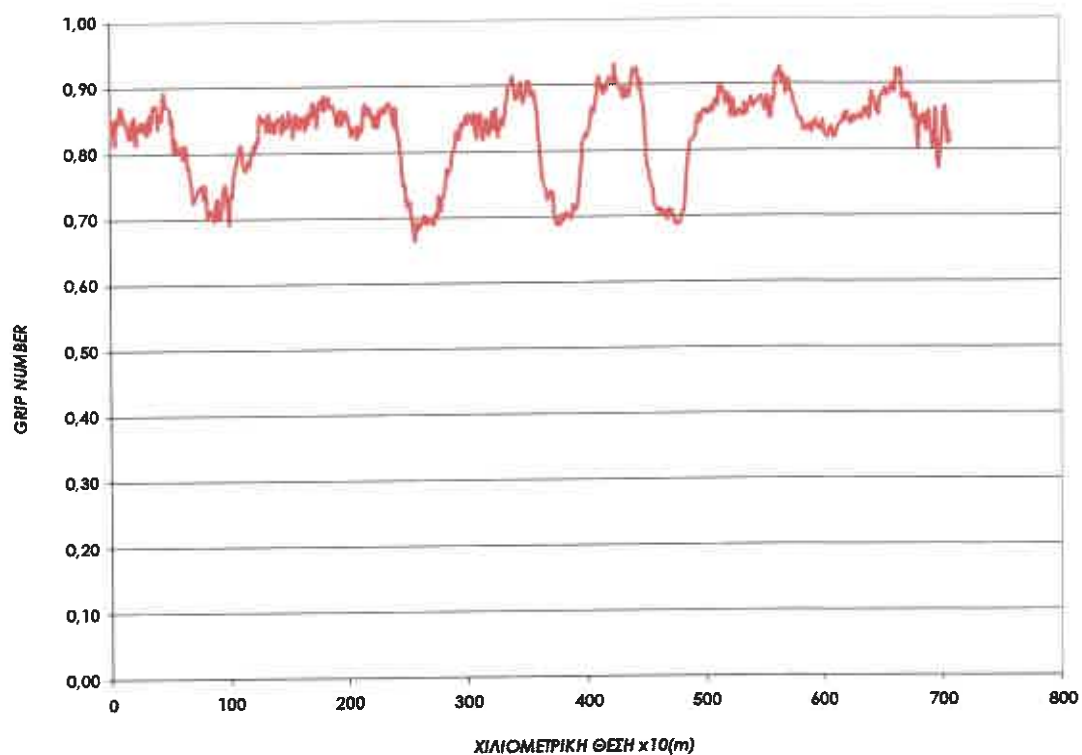
Διάγραμμα 63 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3130, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



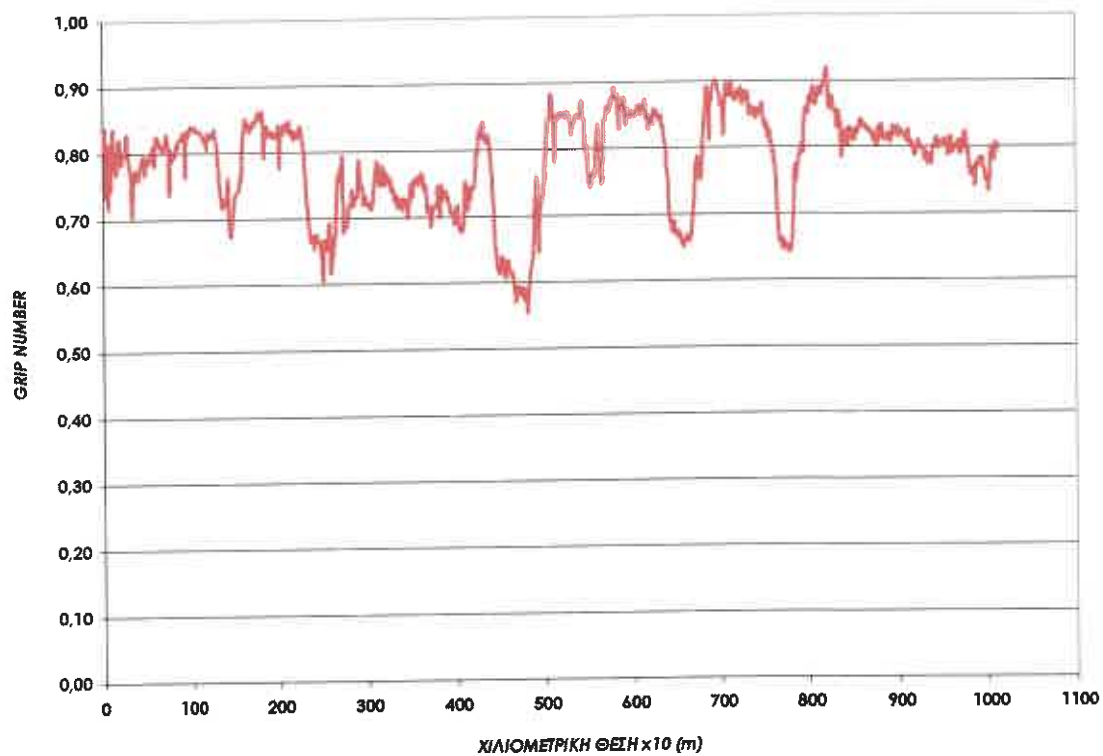
Διάγραμμα 64 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3029, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005



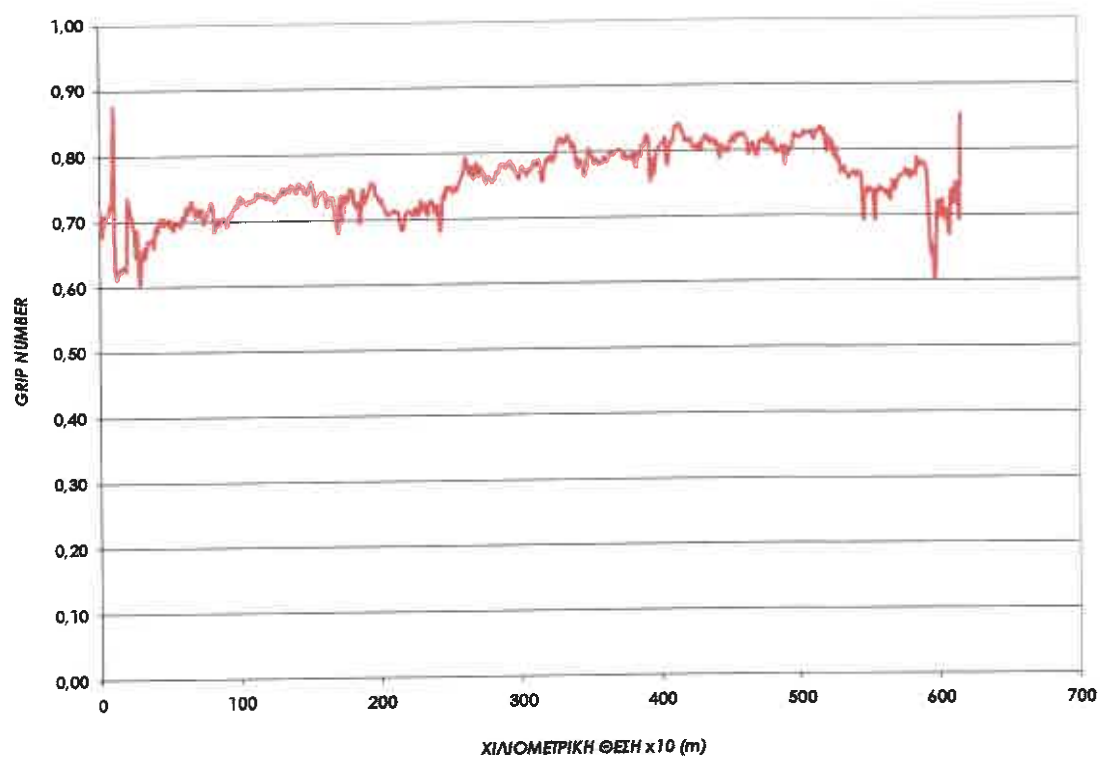
Διάγραμμα 65 Μεταβολή GN, τμήμα 2930, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



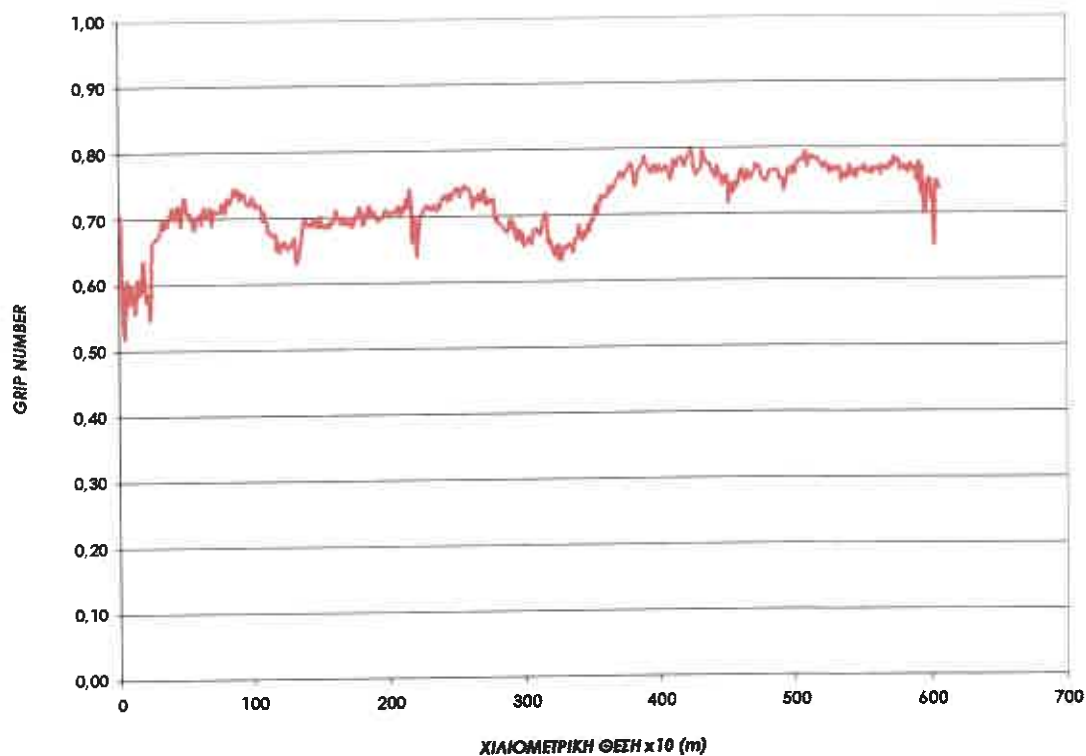
Διάγραμμα 66 Μεταβολή GN, τμήμα 3031, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



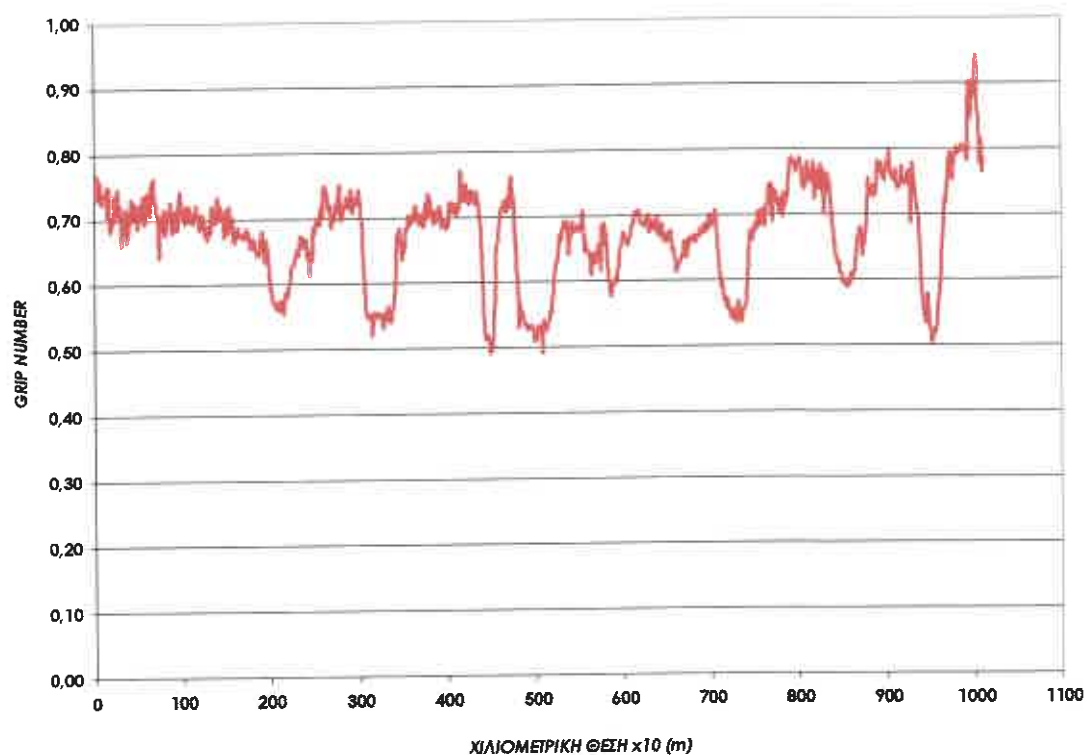
Διάγραμμα 67 Μεταβολή GN, τμήμα 3132, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



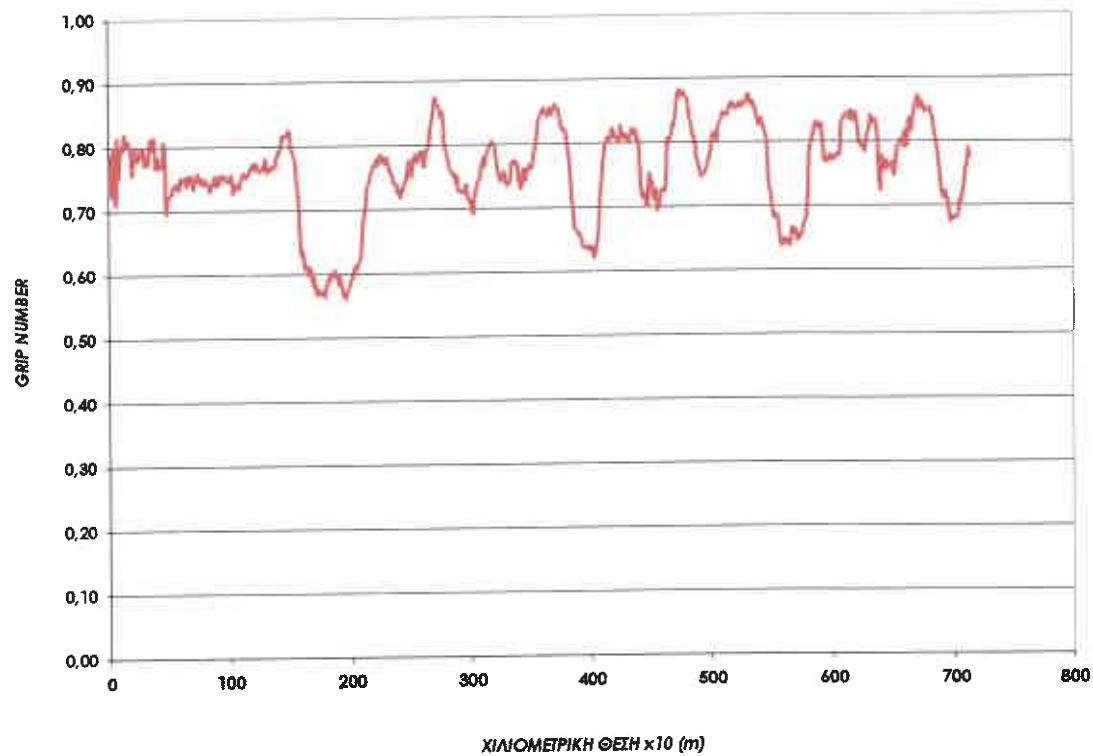
Διάγραμμα 68 Μεταβολή GN, τμήμα 3232A, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



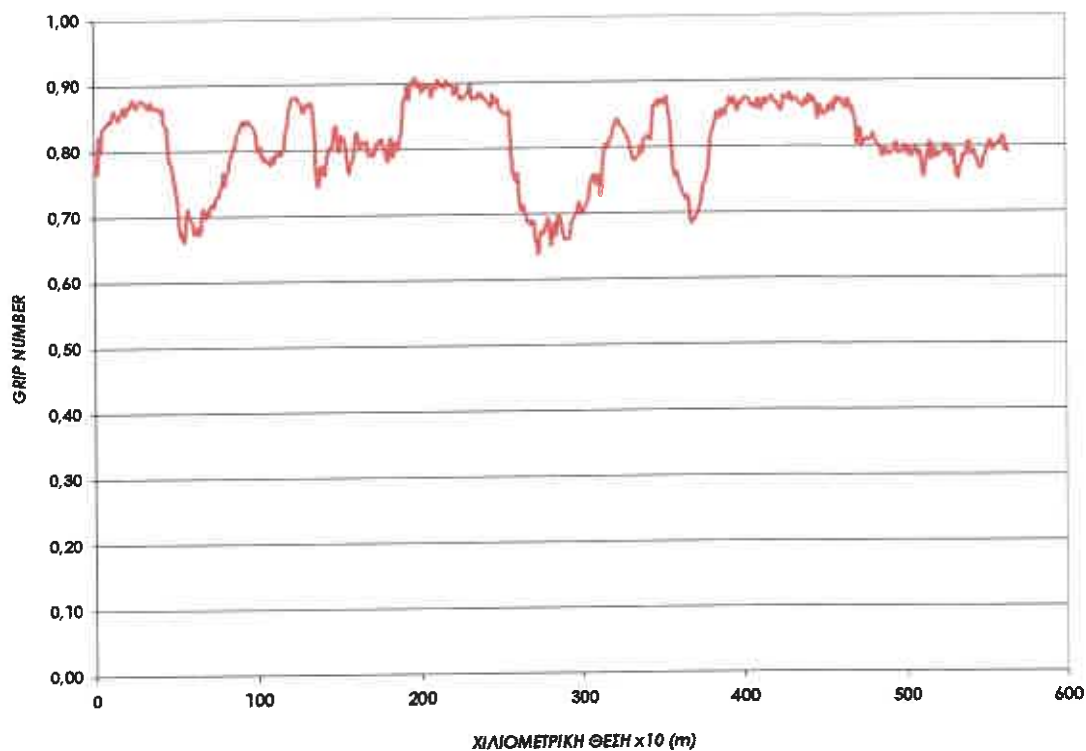
Διάγραμμα 69 Μεταβολή GN, τμήμα 32A32, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



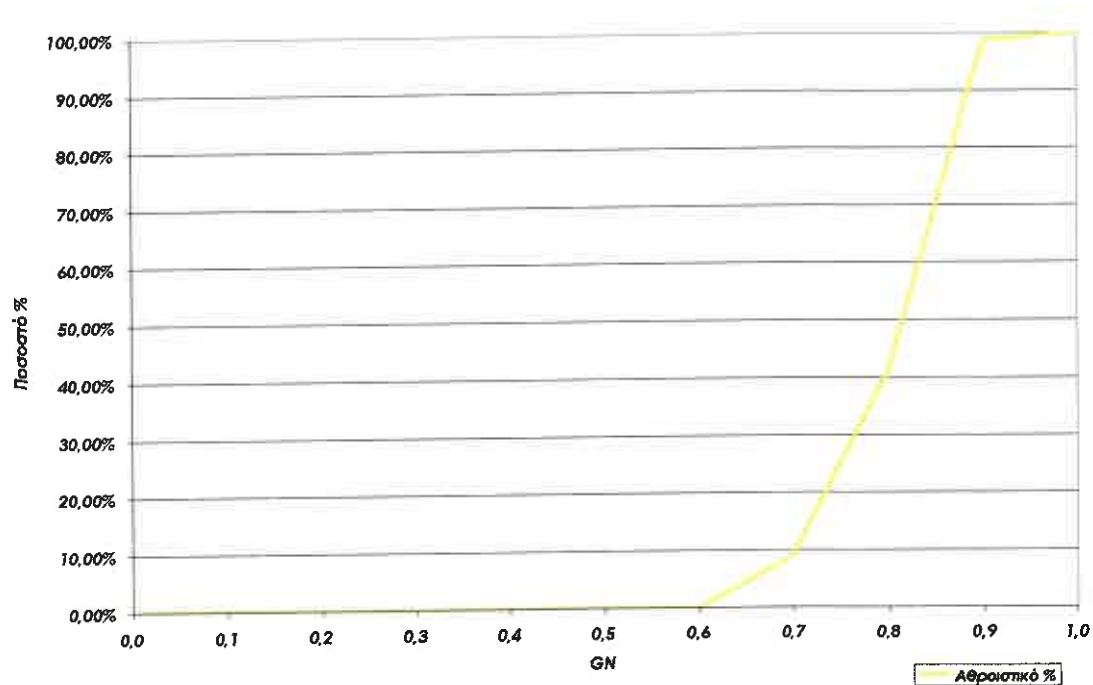
Διάγραμμα 70 Μεταβολή GN, τμήμα 3231, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



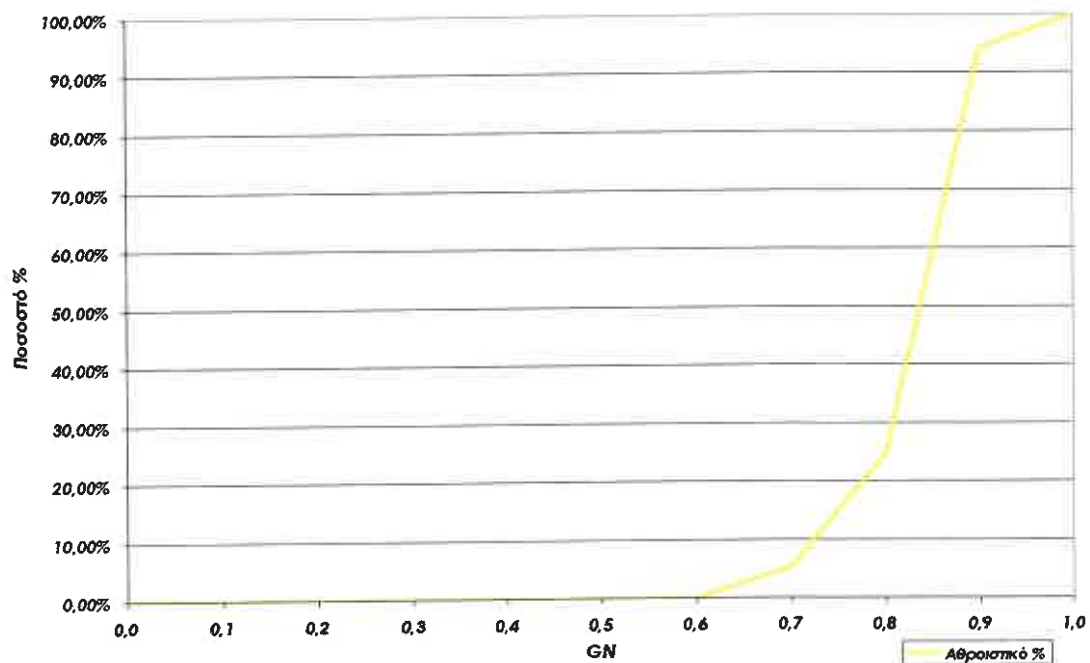
Διάγραμμα 71 Μεταβολή GN, τμήμα 3130, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



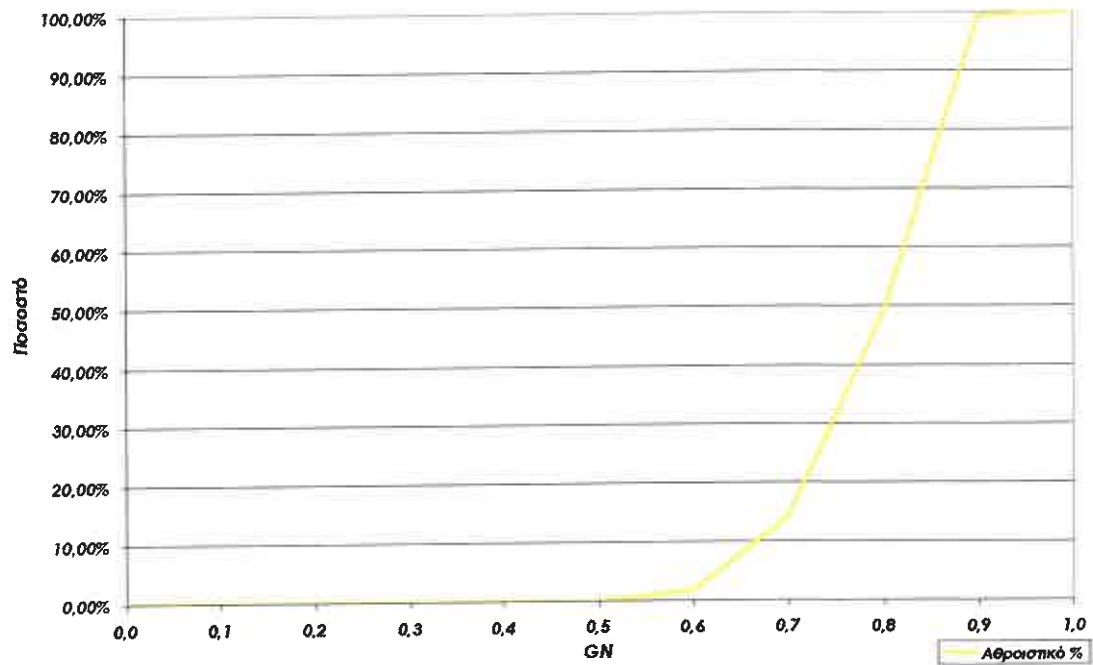
Διάγραμμα 72 Μεταβολή GN, τμήμα 3029, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



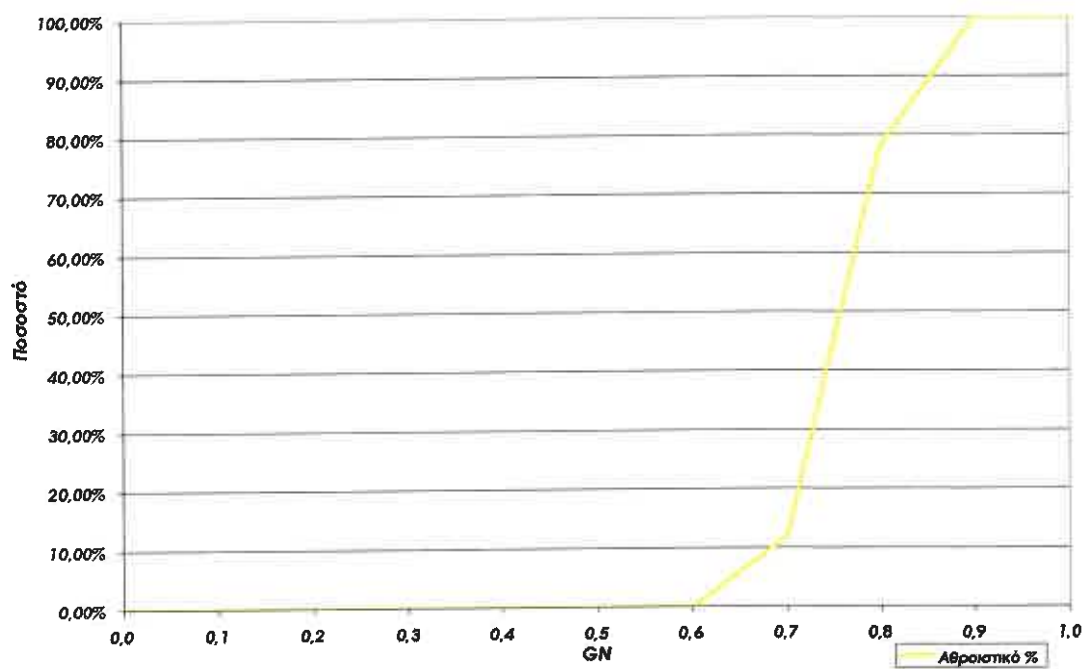
Διάγραμμα 73 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 2930, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



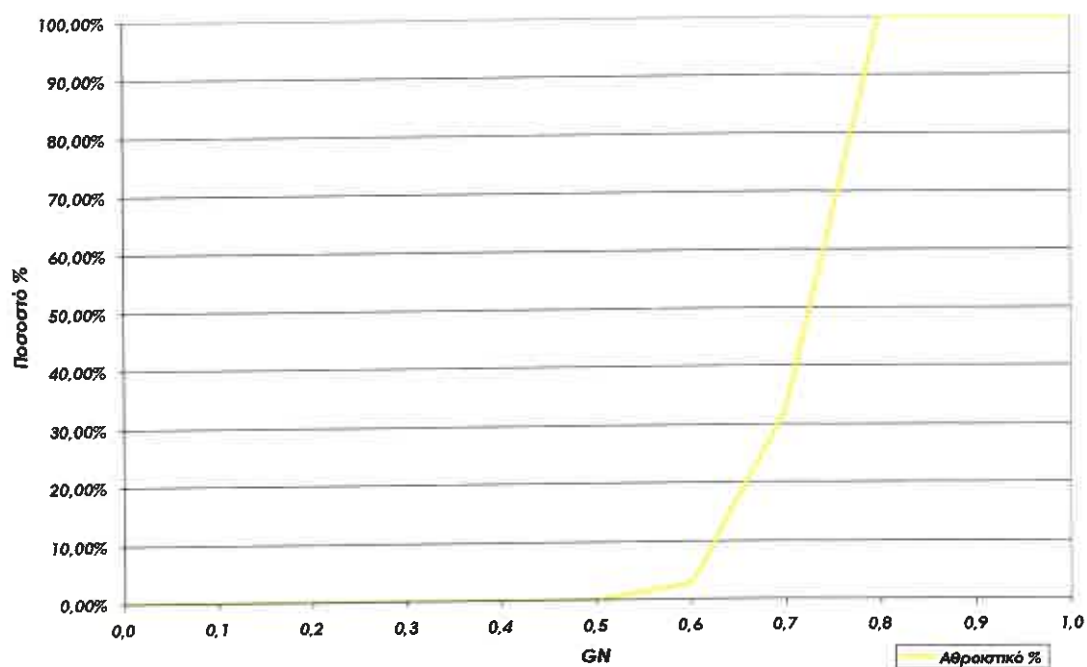
Διάγραμμα 74 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3031, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



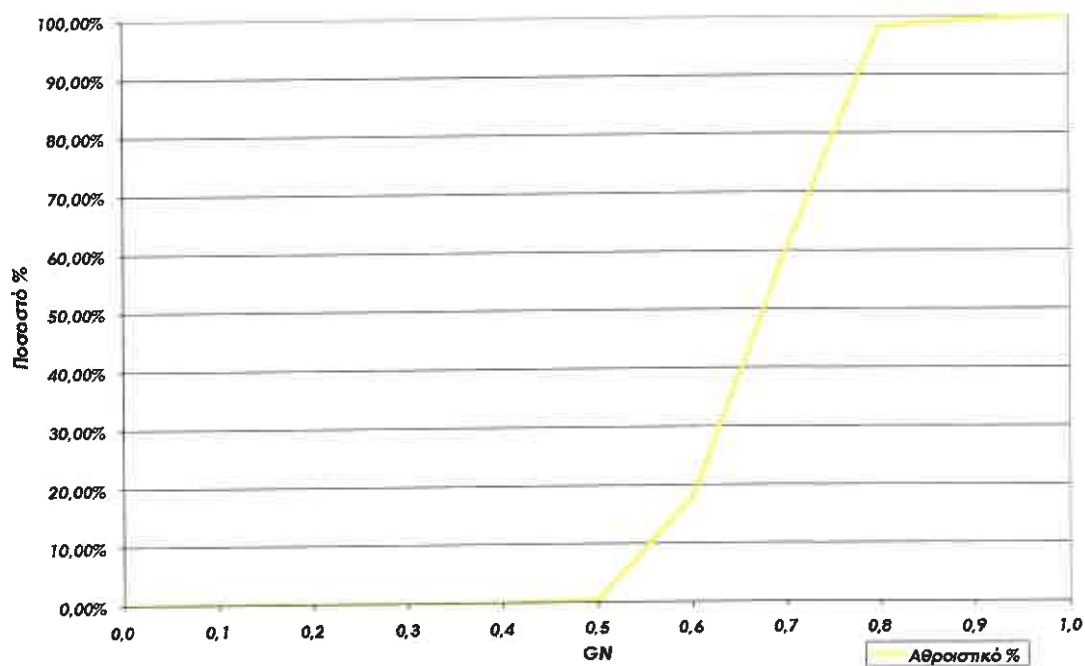
Διάγραμμα 75 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3132, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



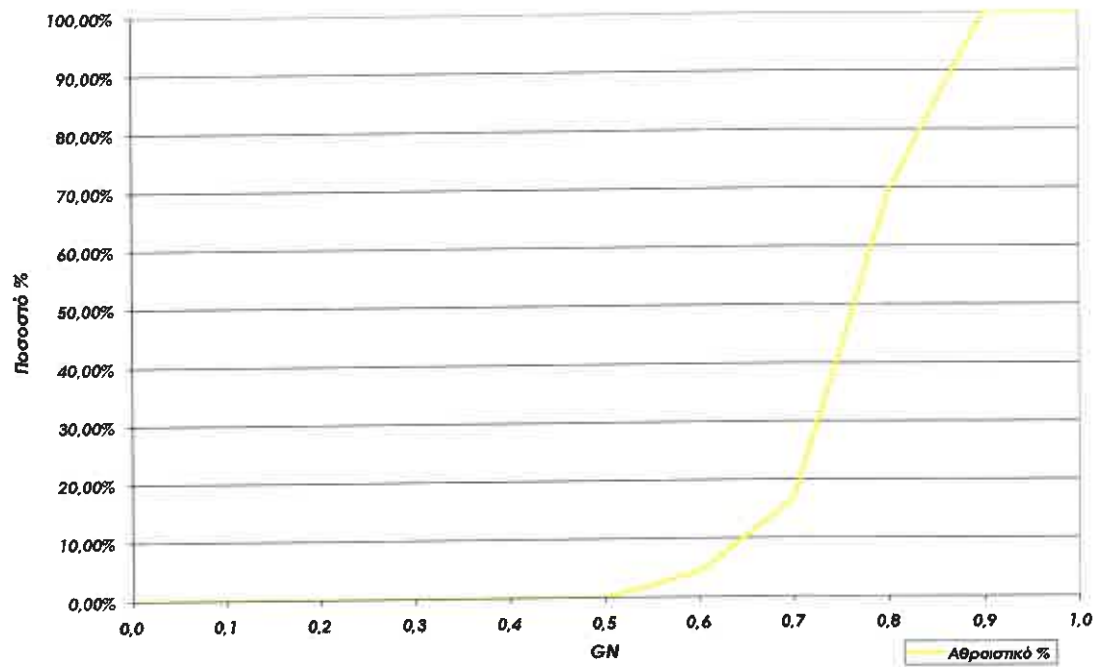
Διάγραμμα 76 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3232Α, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



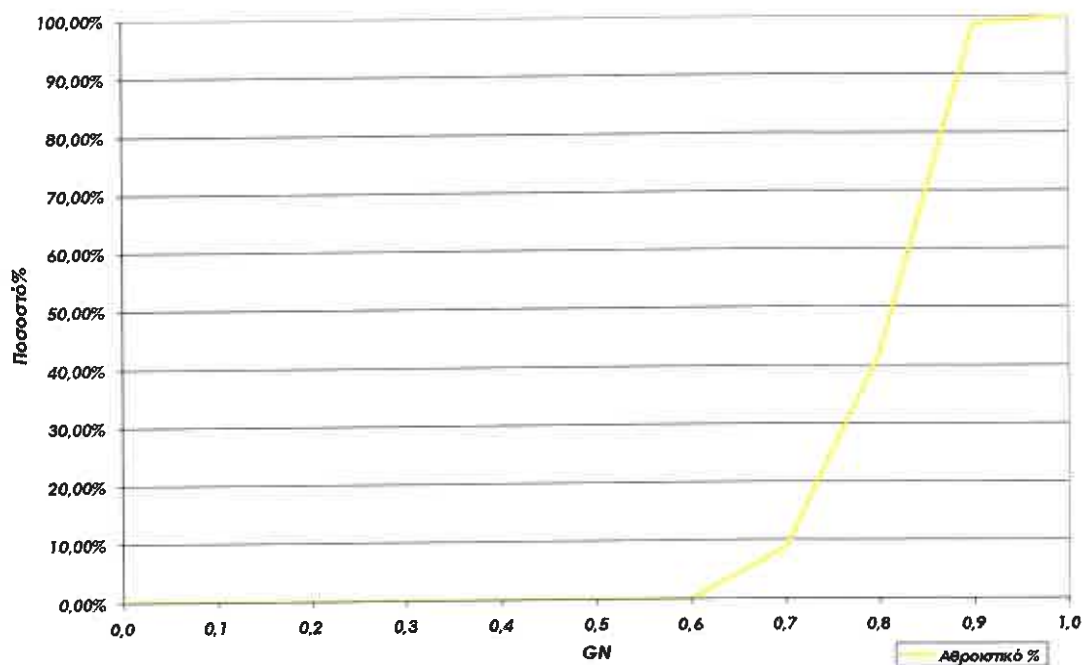
Διάγραμμα 77 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 32A32, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



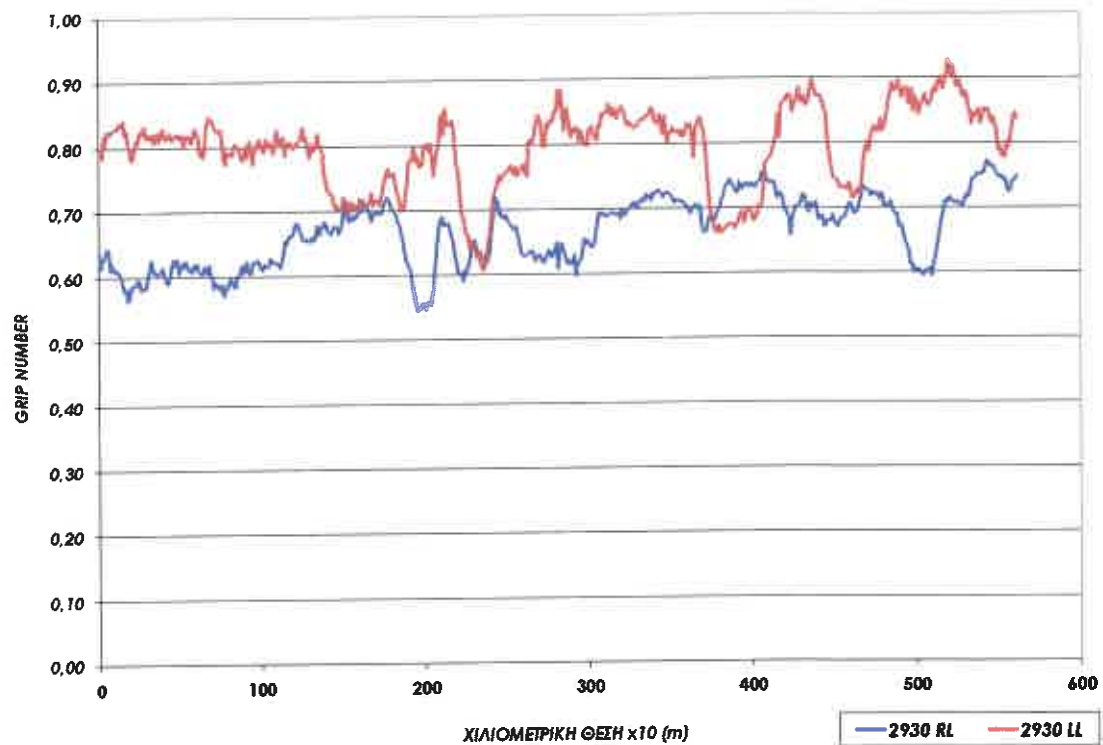
Διάγραμμα 78 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3231, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



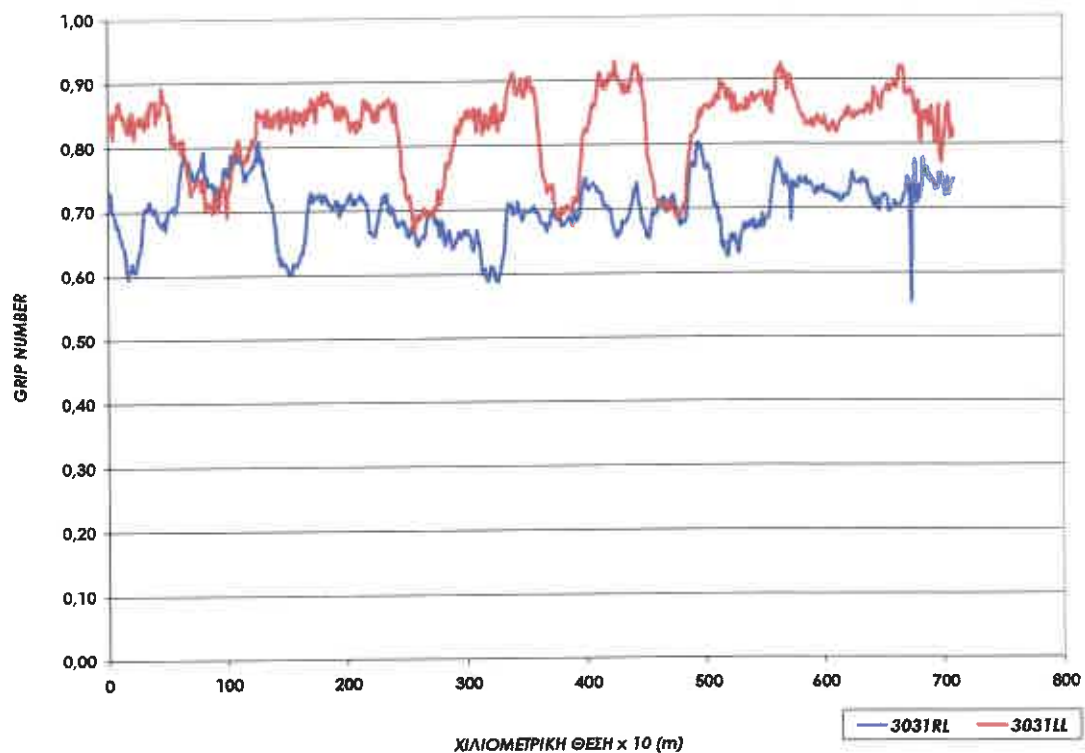
Διάγραμμα 98 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3130, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



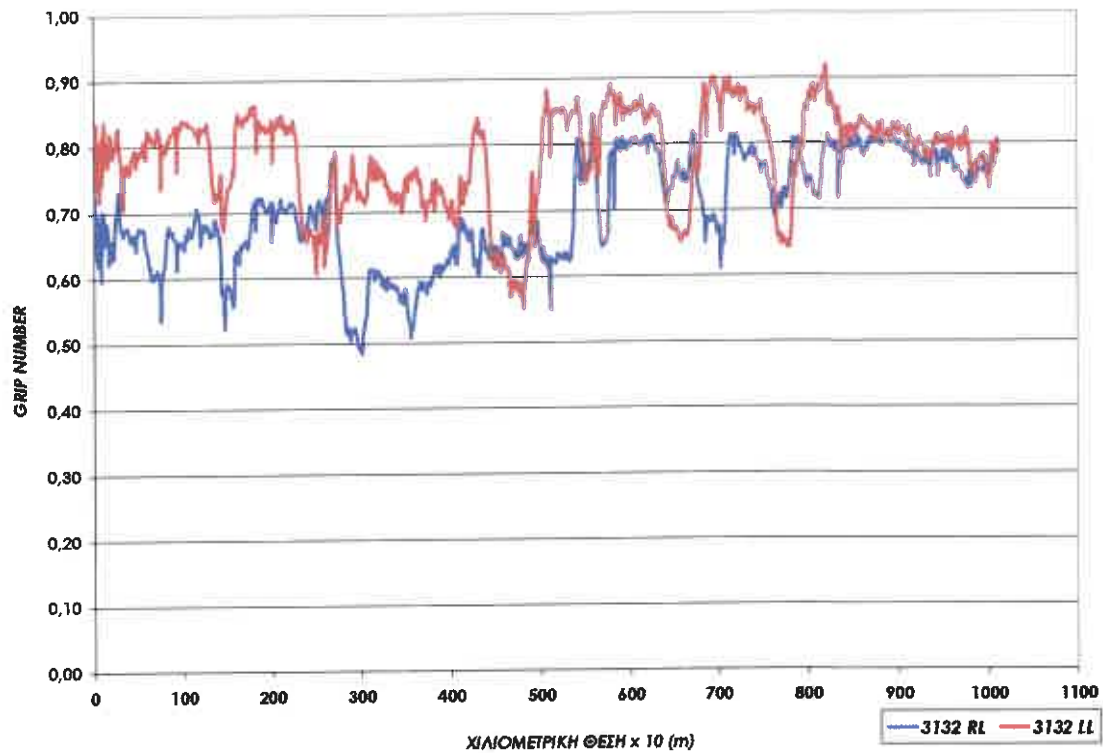
Διάγραμμα 100 Διάγραμμα Αθροιστικών Συχνοτήτων, τμήμα 3029, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005



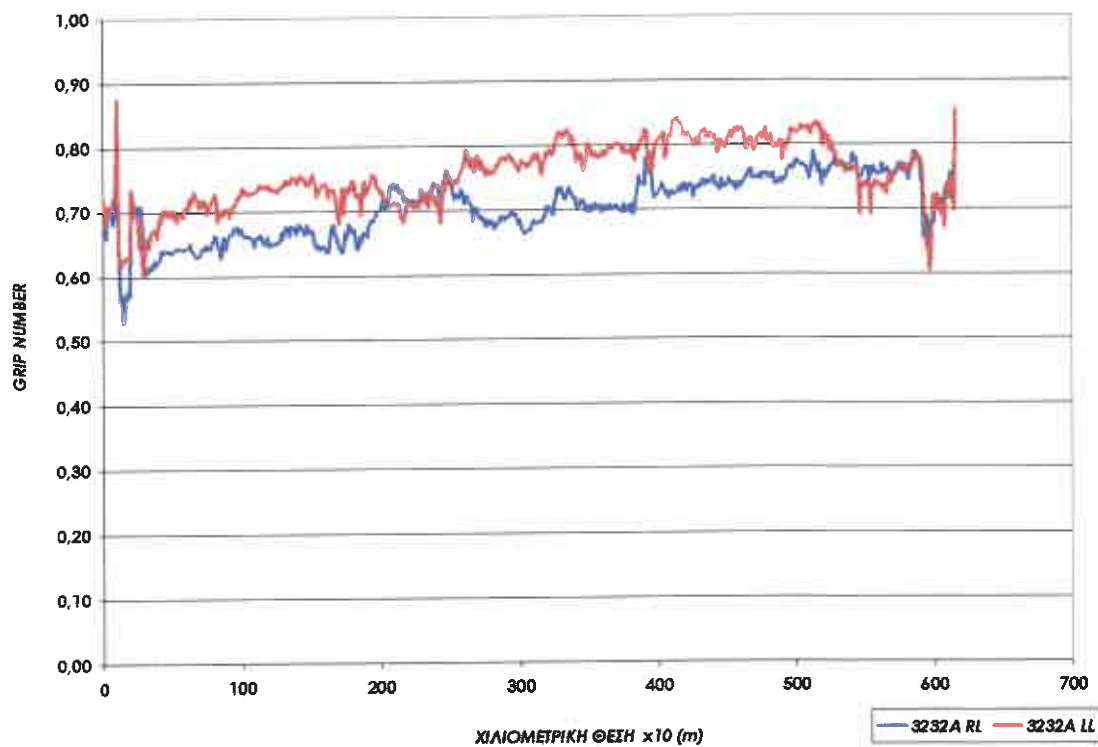
Διάγραμμα 101 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 2930, Μάιος 2005



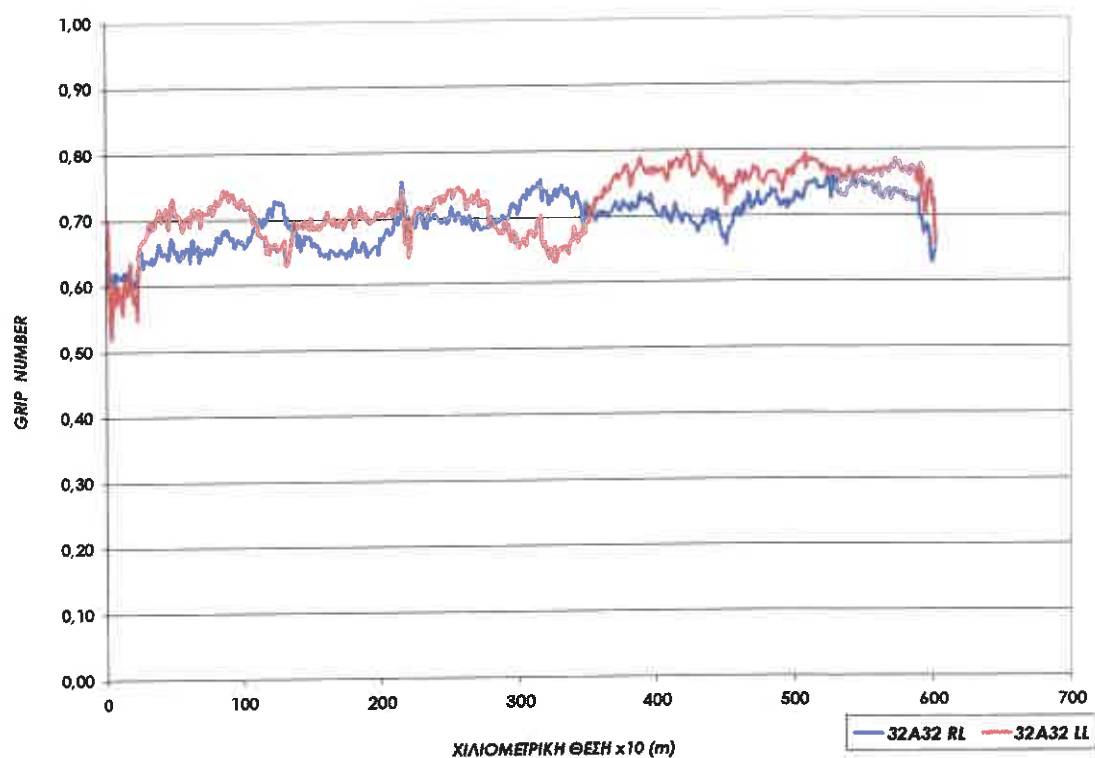
Διάγραμμα 102 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3031, Μάιος 2005



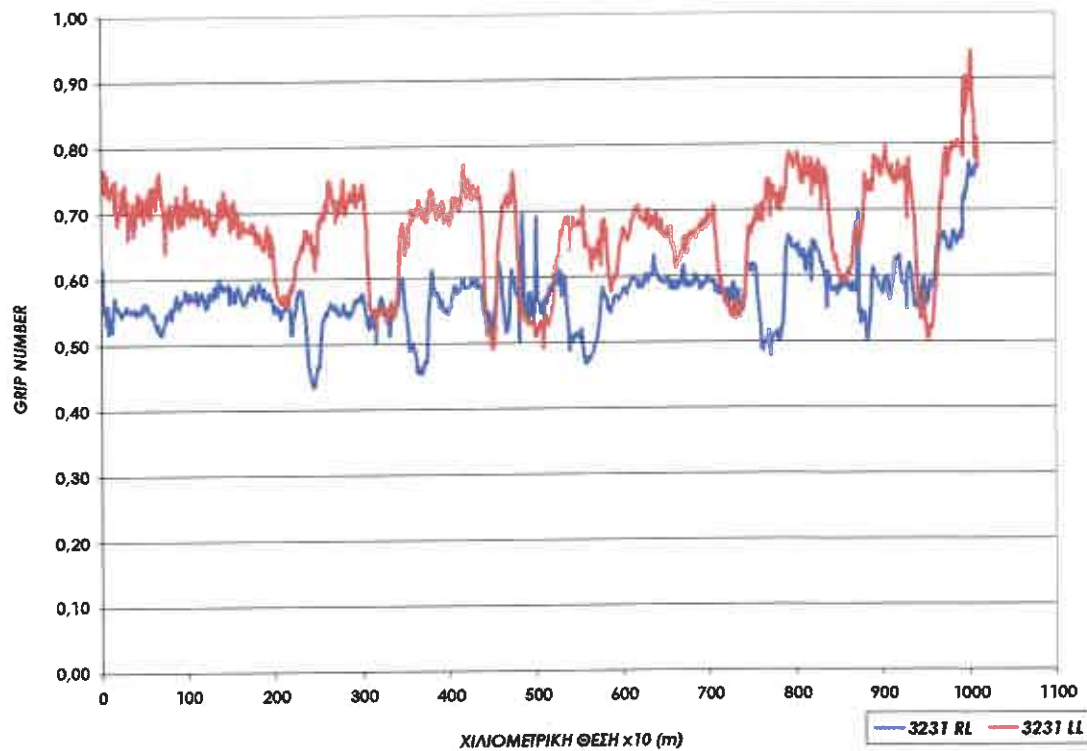
Διάγραμμα 103 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3132, Μάιος 2005



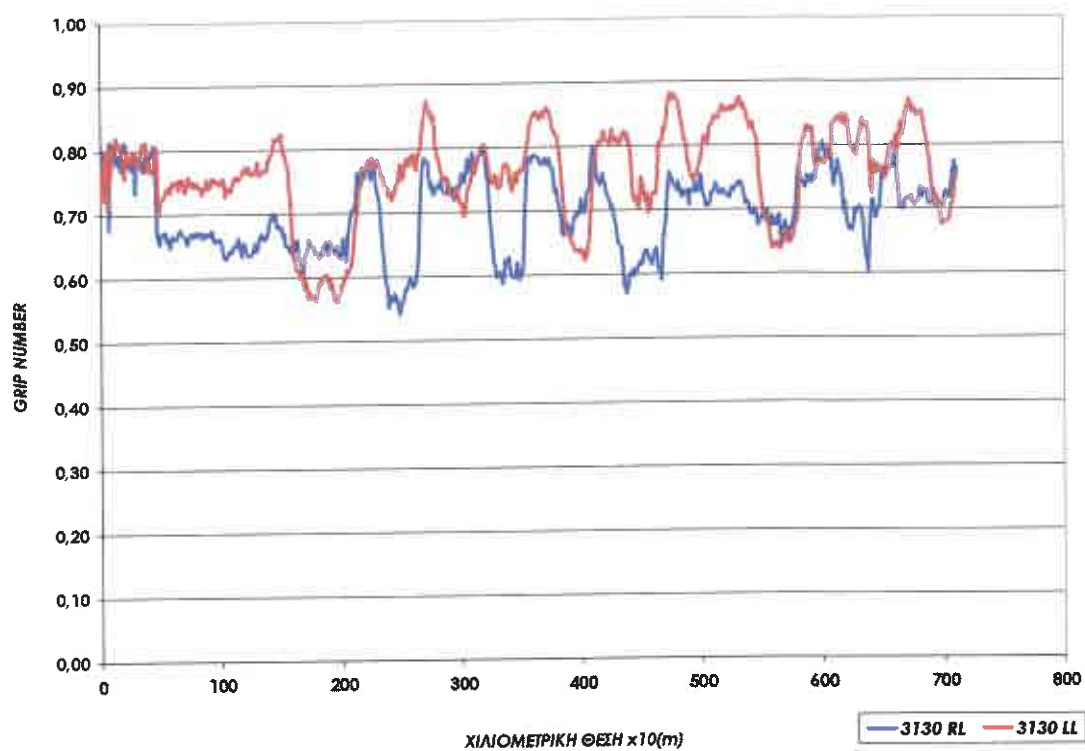
Διάγραμμα 104 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3232A, Μάιος 2005



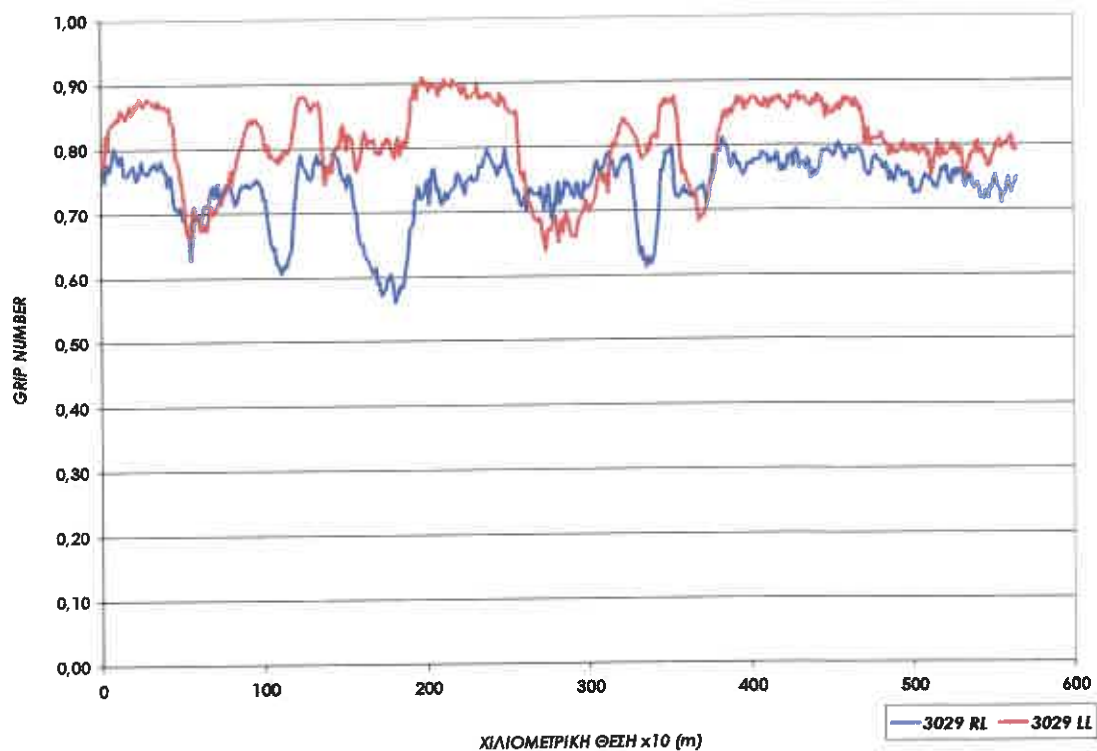
Διάγραμμα 105 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 32A32, Μάιος 2005



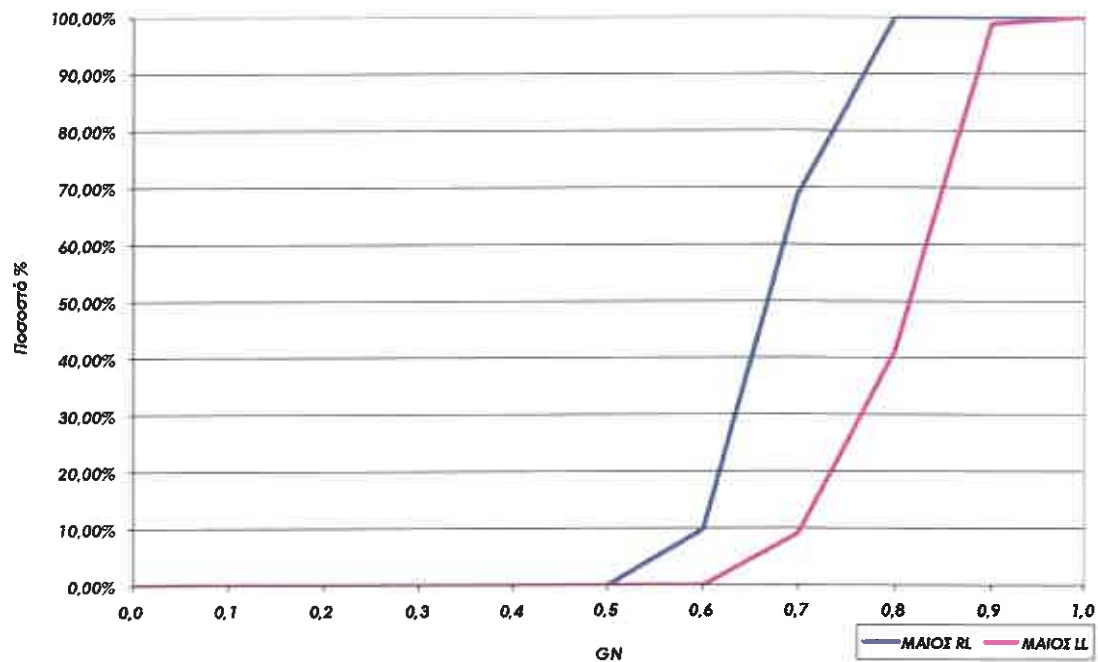
Διάγραμμα 106 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3231, Μάιος 2005



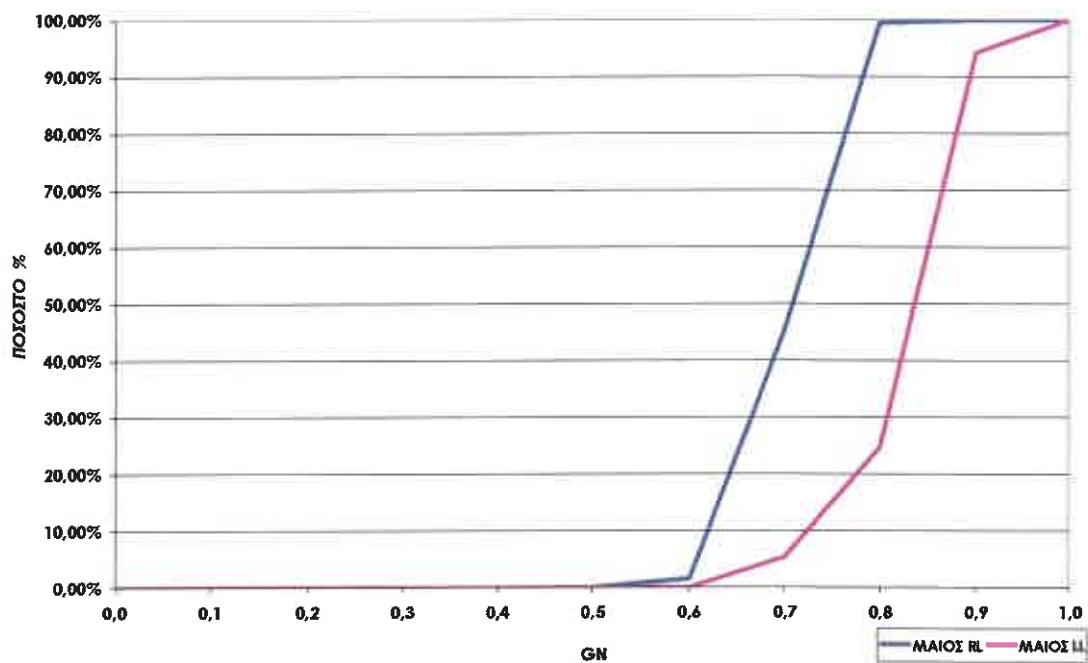
Διάγραμμα 107 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3130, Μάιος 2005



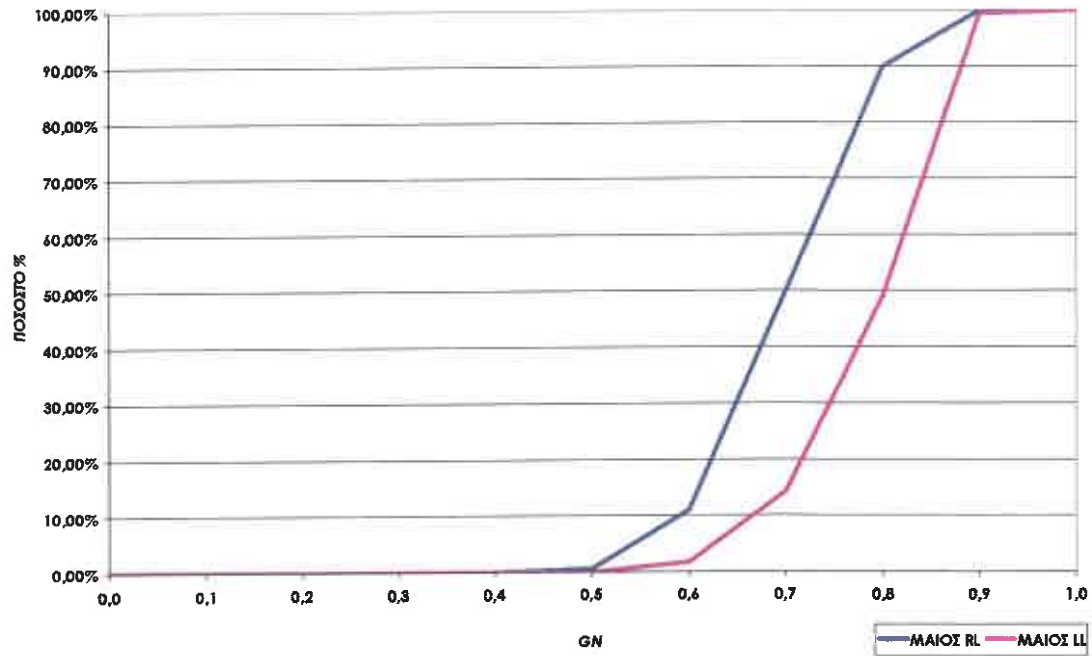
Διάγραμμα 108 Σύγκριση μεταβολής GN μεταξύ δεξιάς (RL) και αριστερής (LL) λωρίδας, τμήμα 3029, Μάιος 2005



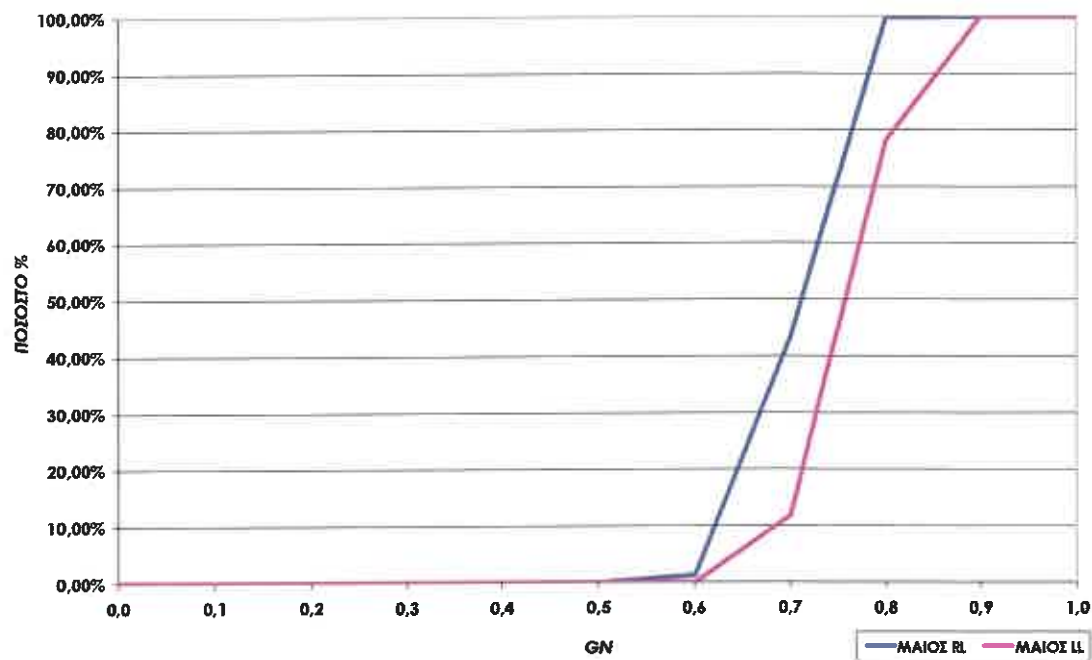
Διάγραμμα 109 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 2930, Μάιος 2005



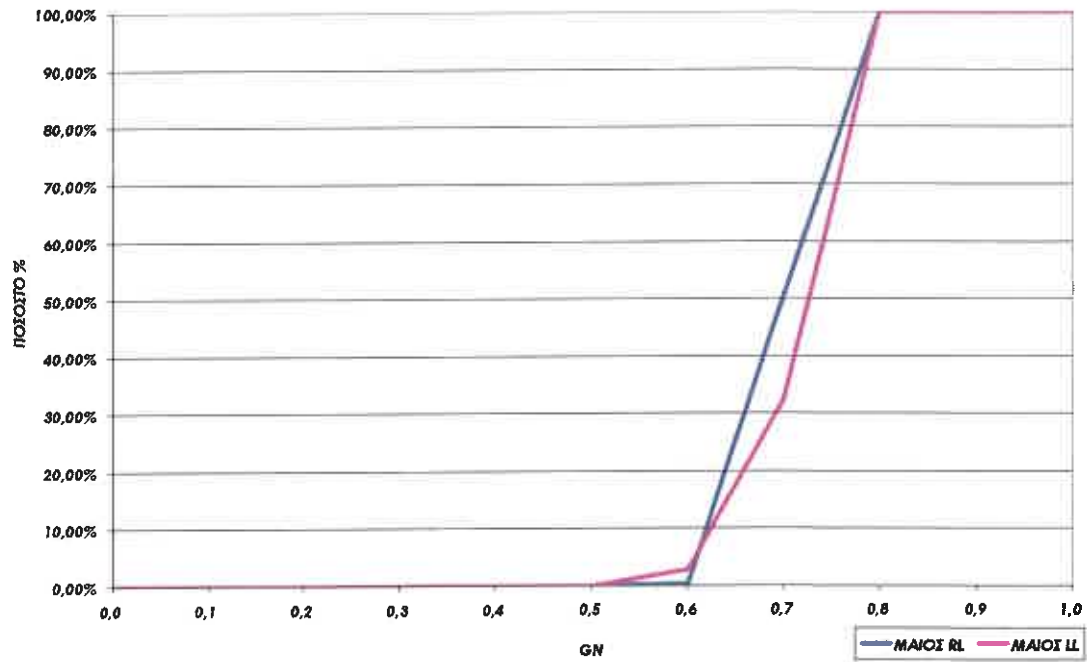
Διάγραμμα 110 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3031, Μάιος 2005



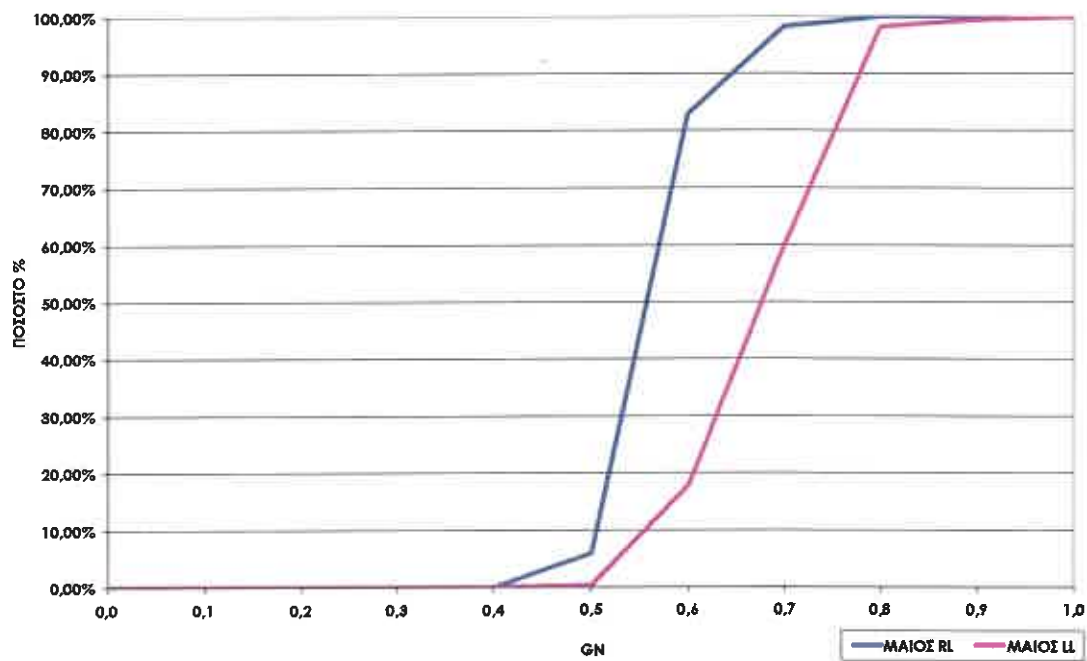
Διάγραμμα 111 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3132, Μάιος 2005



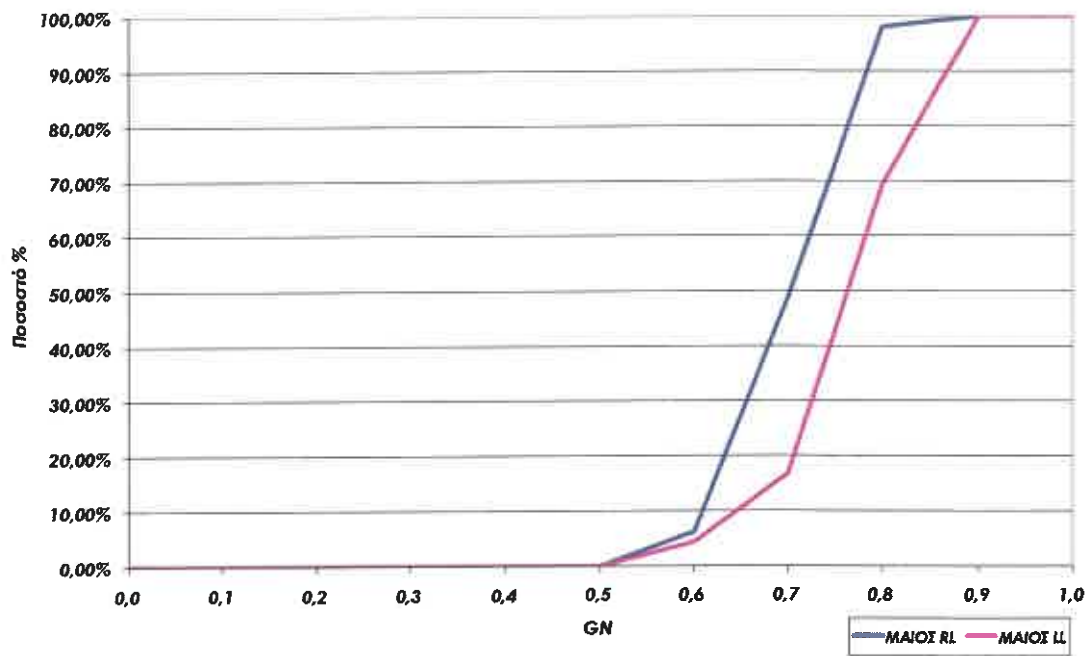
Διάγραμμα 112 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3232A, Μάιος 2005



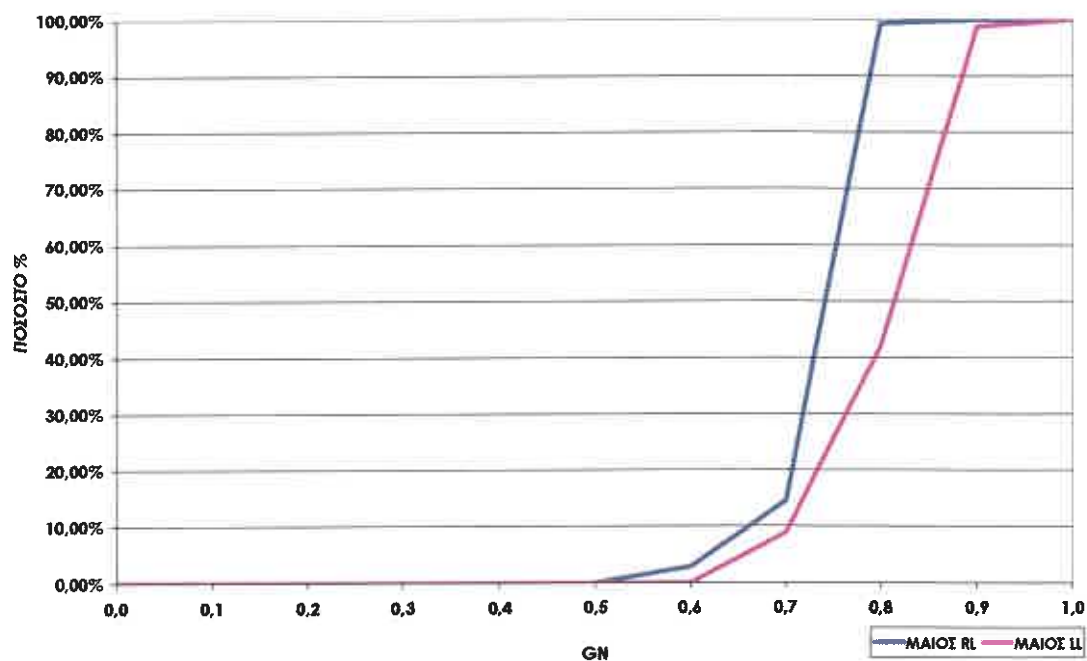
Διάγραμμα 113 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 32A32, Μάιος 2005



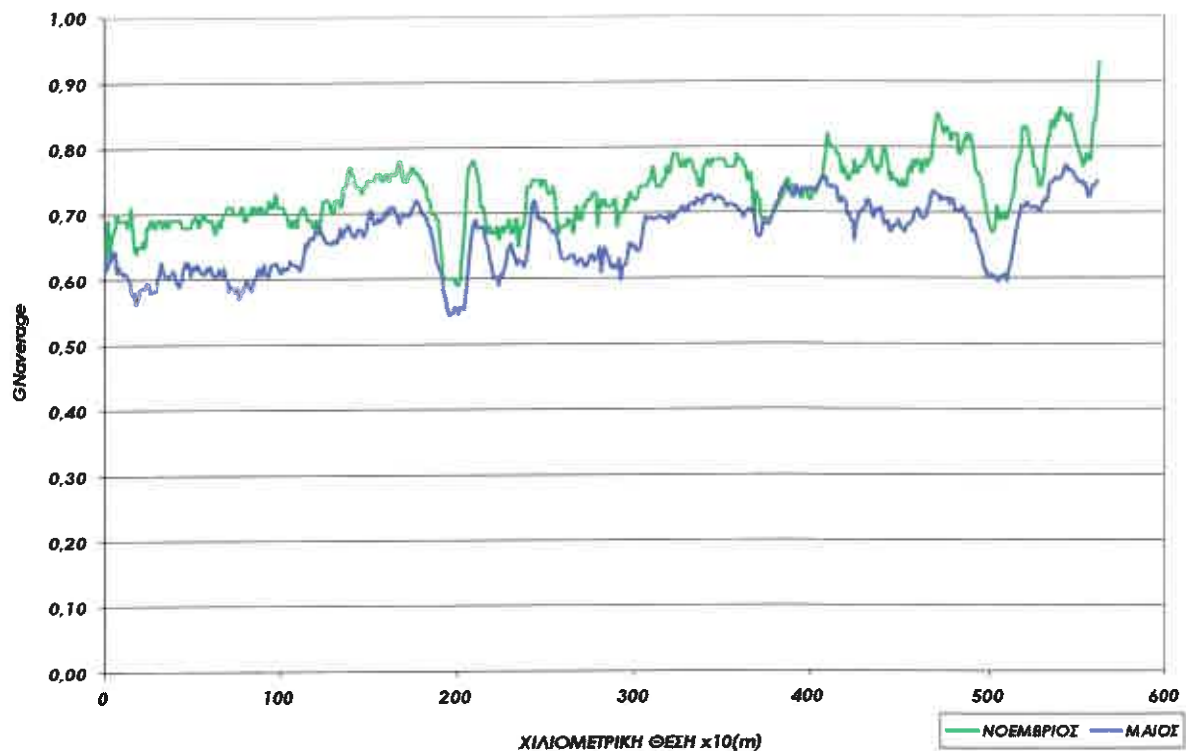
Διάγραμμα 114 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3231, Μάιος 2005



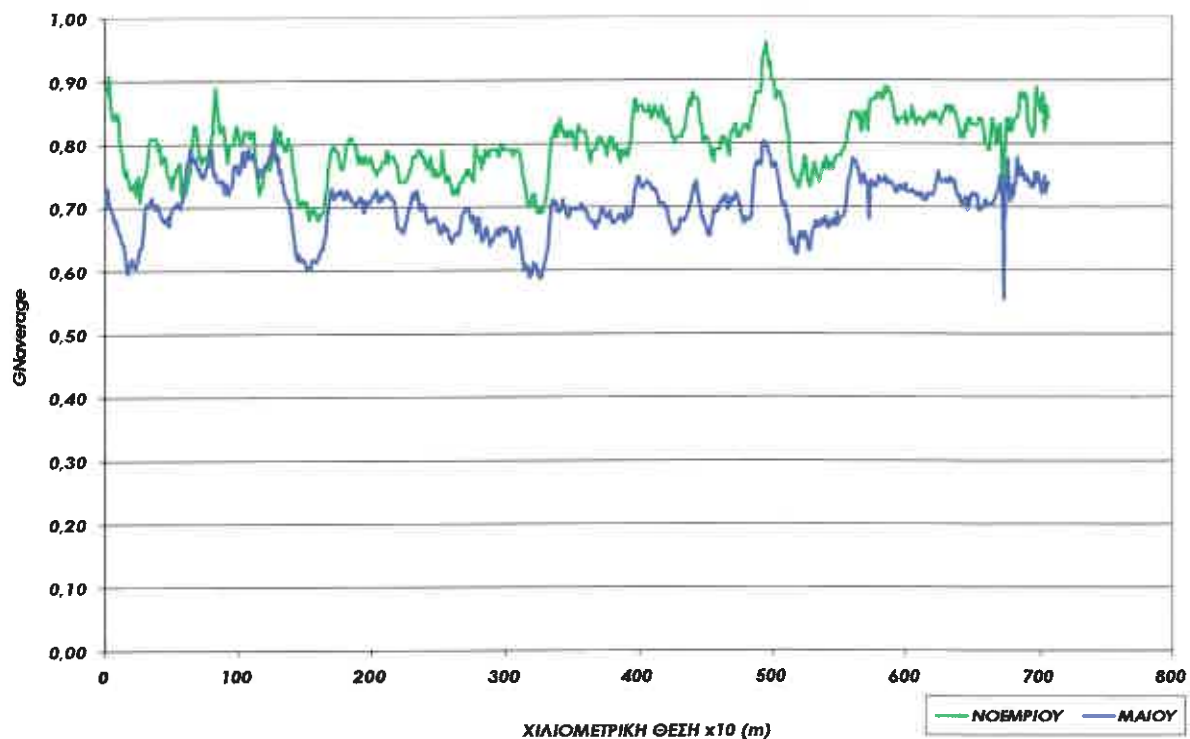
Διάγραμμα 115 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3130, Μάιος 2005



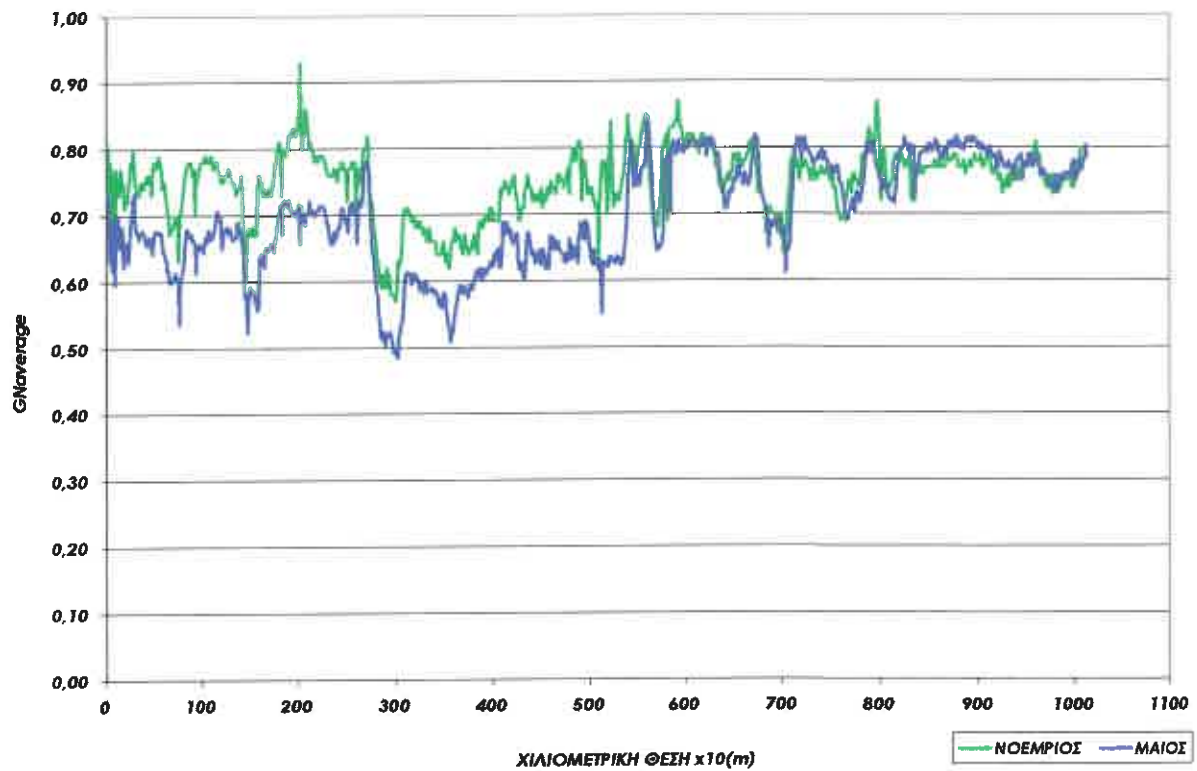
Διάγραμμα 116 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων δεξιάς και αριστερής λωρίδας, τμήμα 3029, Μάιος 2005



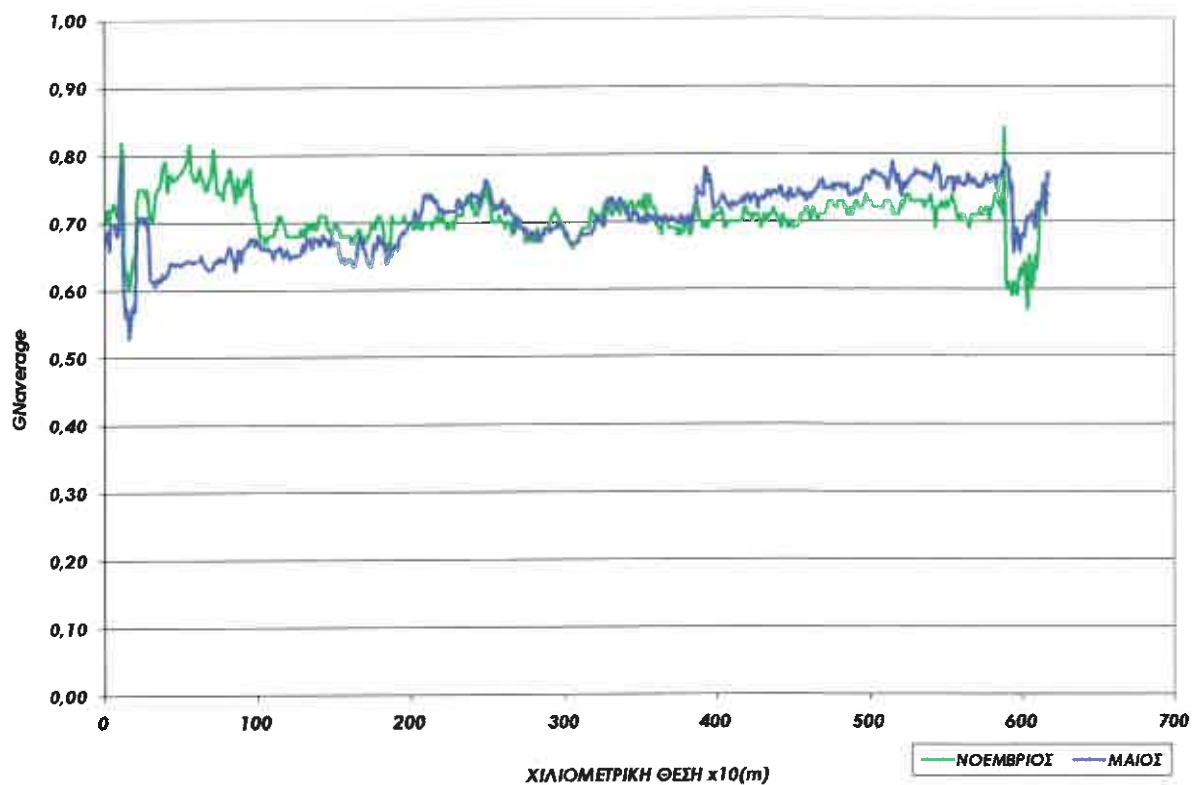
Διάγραμμα 117 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 2930



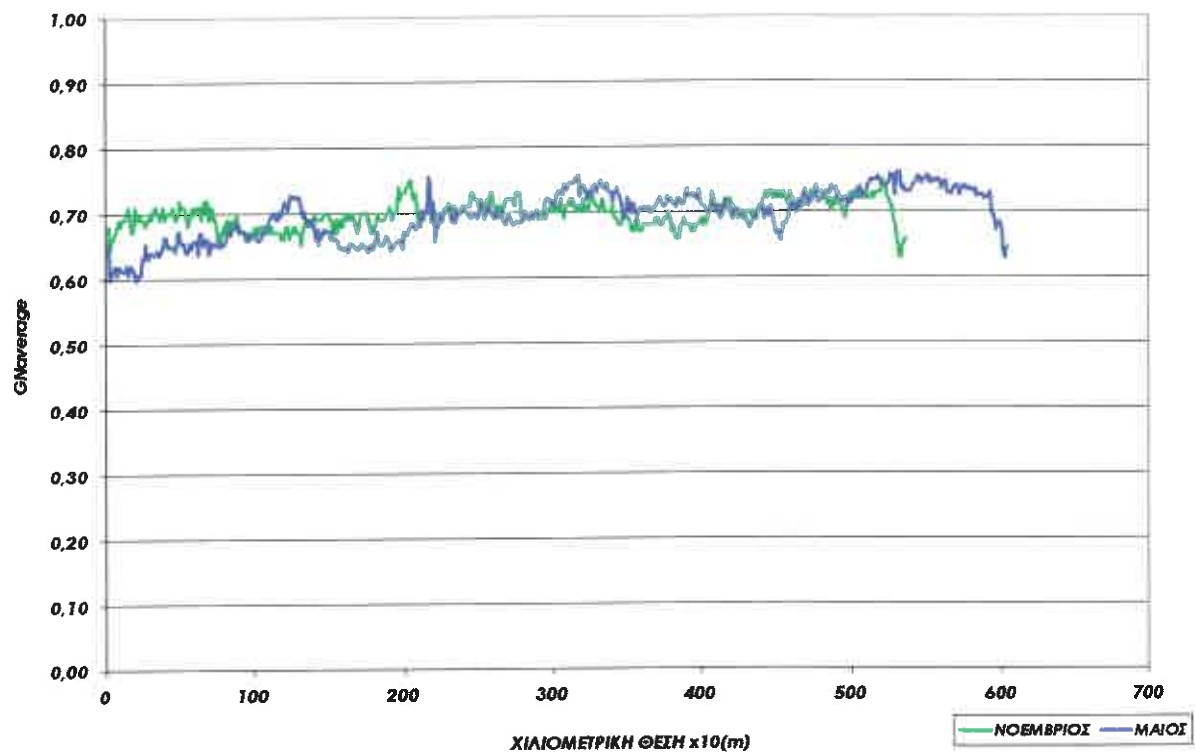
Διάγραμμα 118 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3031



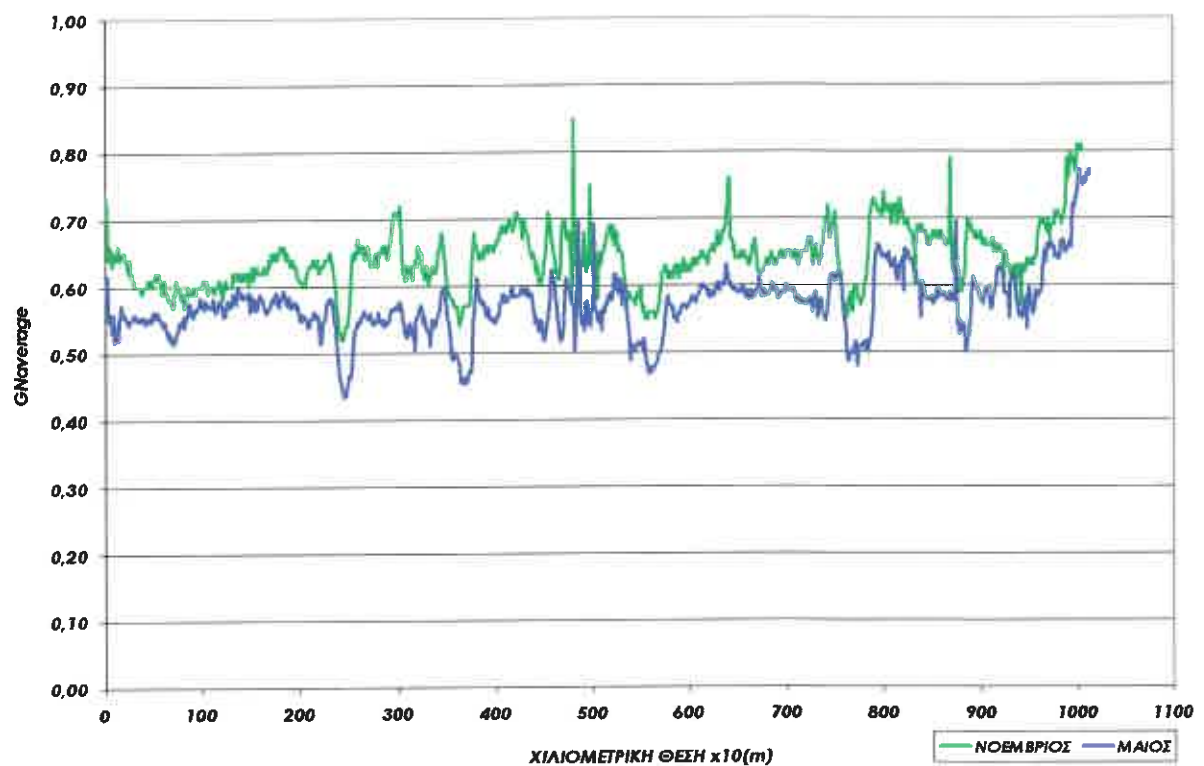
Διάγραμμα 119 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3132



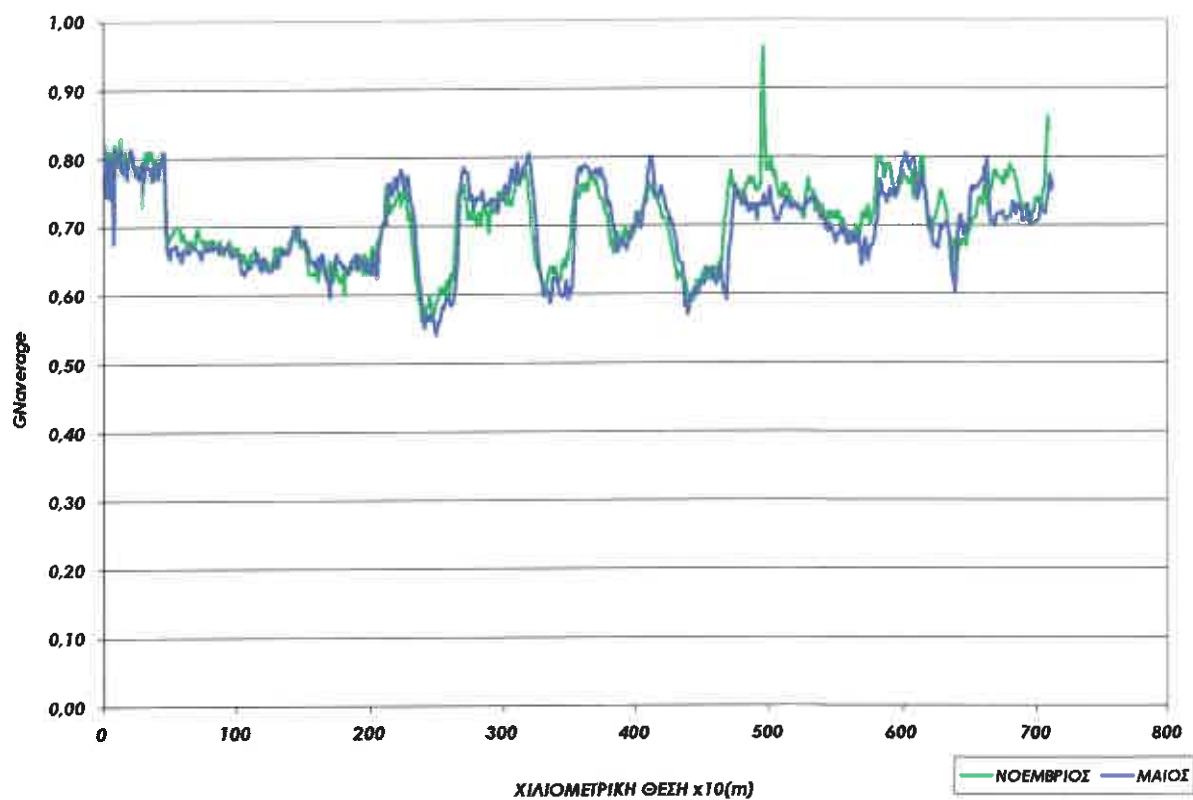
Διάγραμμα 120 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3232A



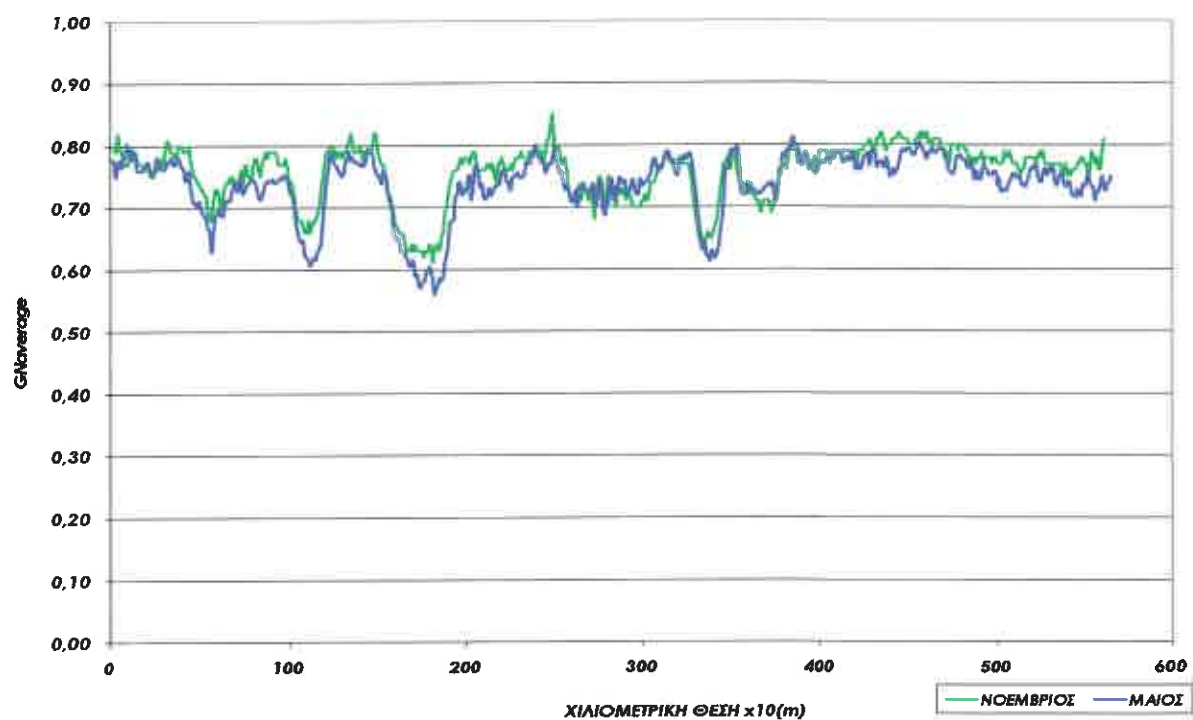
Διάγραμμα 121 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 32A32



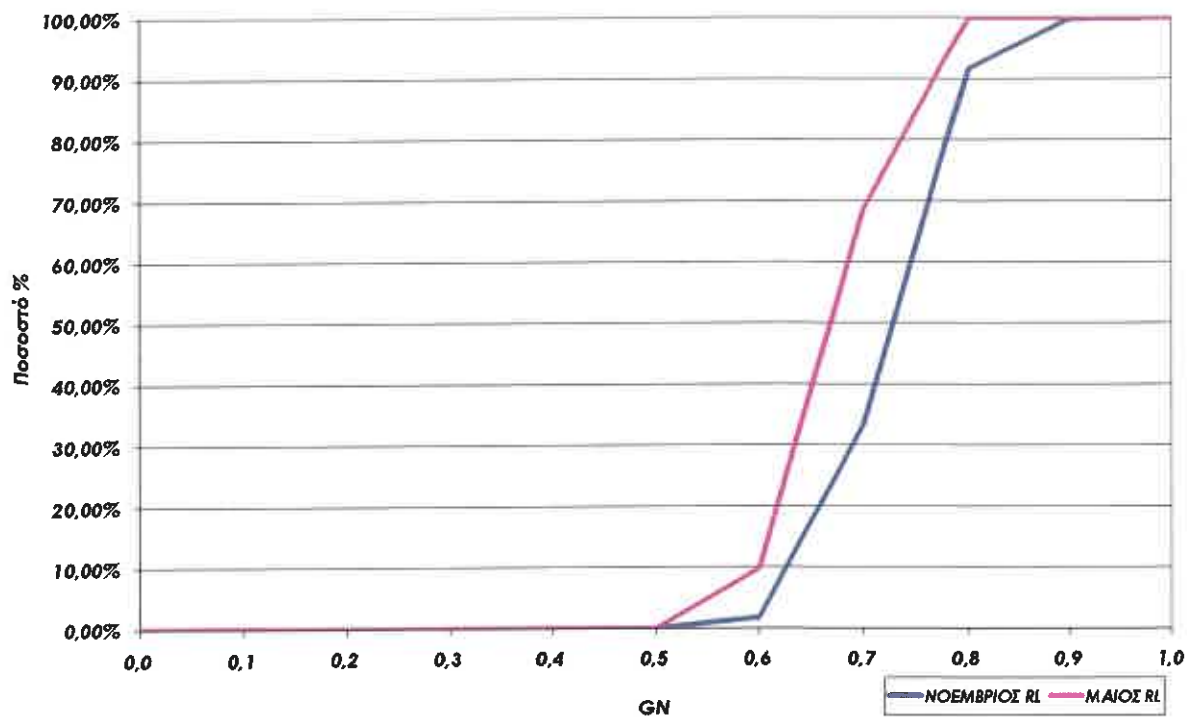
Διάγραμμα 122 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3231



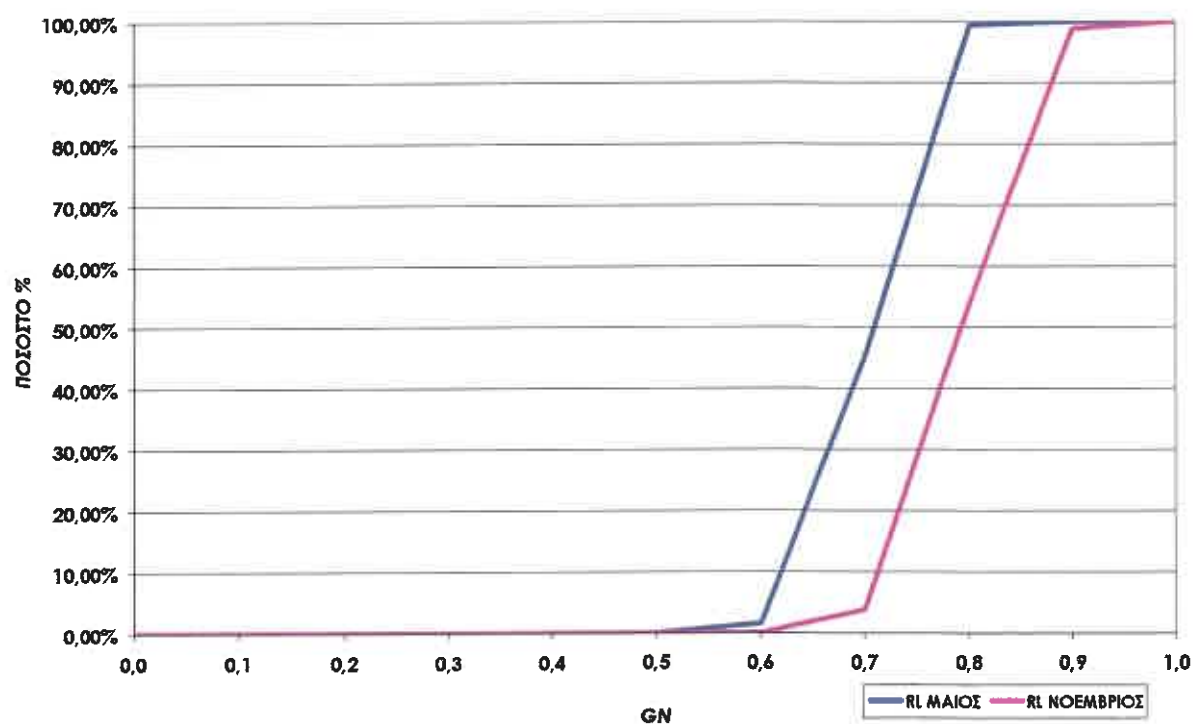
Διάγραμμα 123 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3130



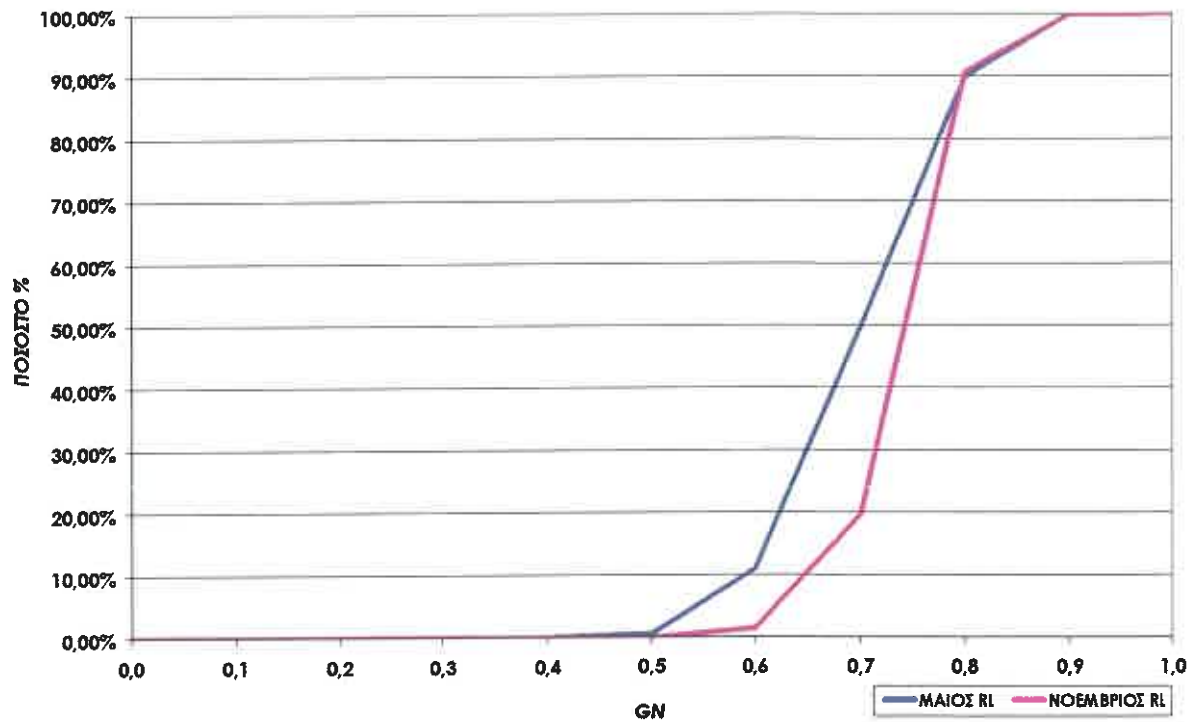
Διάγραμμα 124 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3029



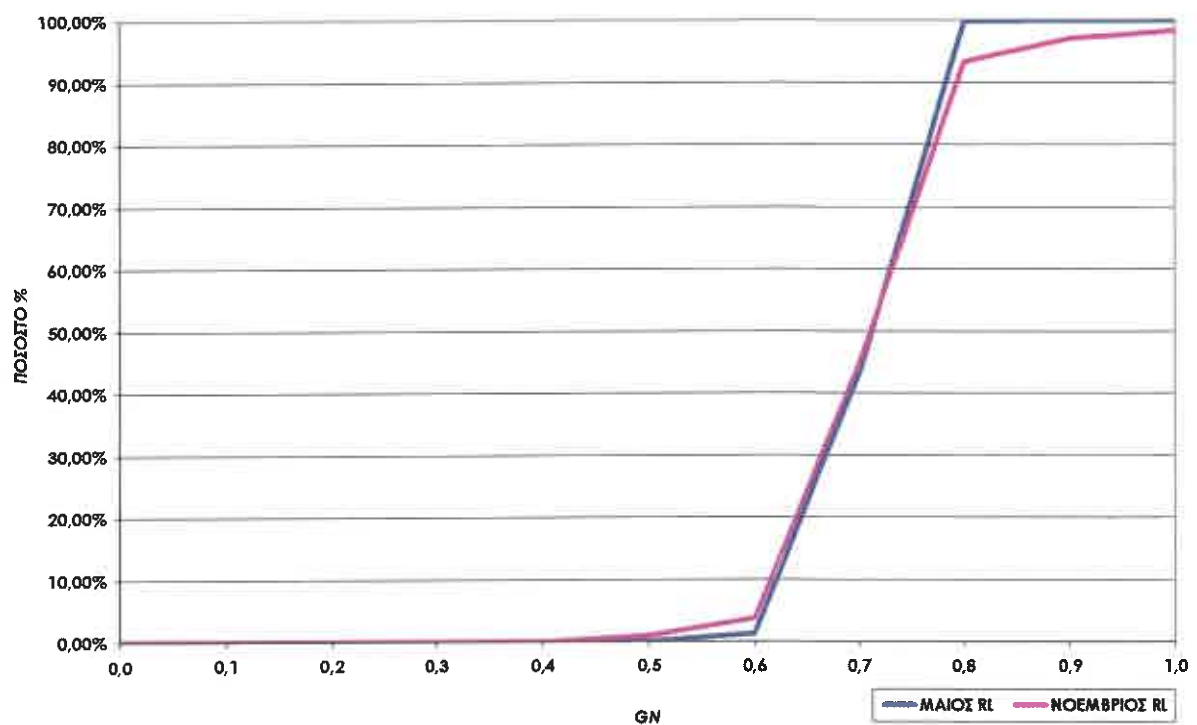
Διάγραμμα 125 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαίο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 2930



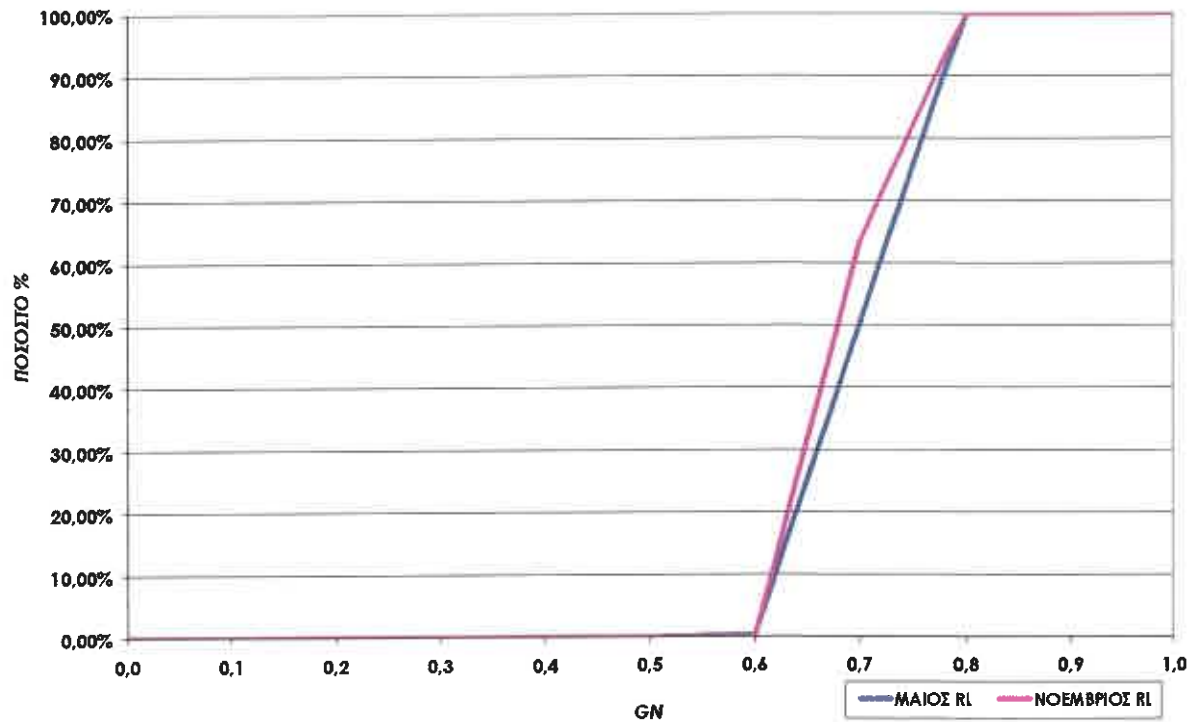
Διάγραμμα 126 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαίο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3031



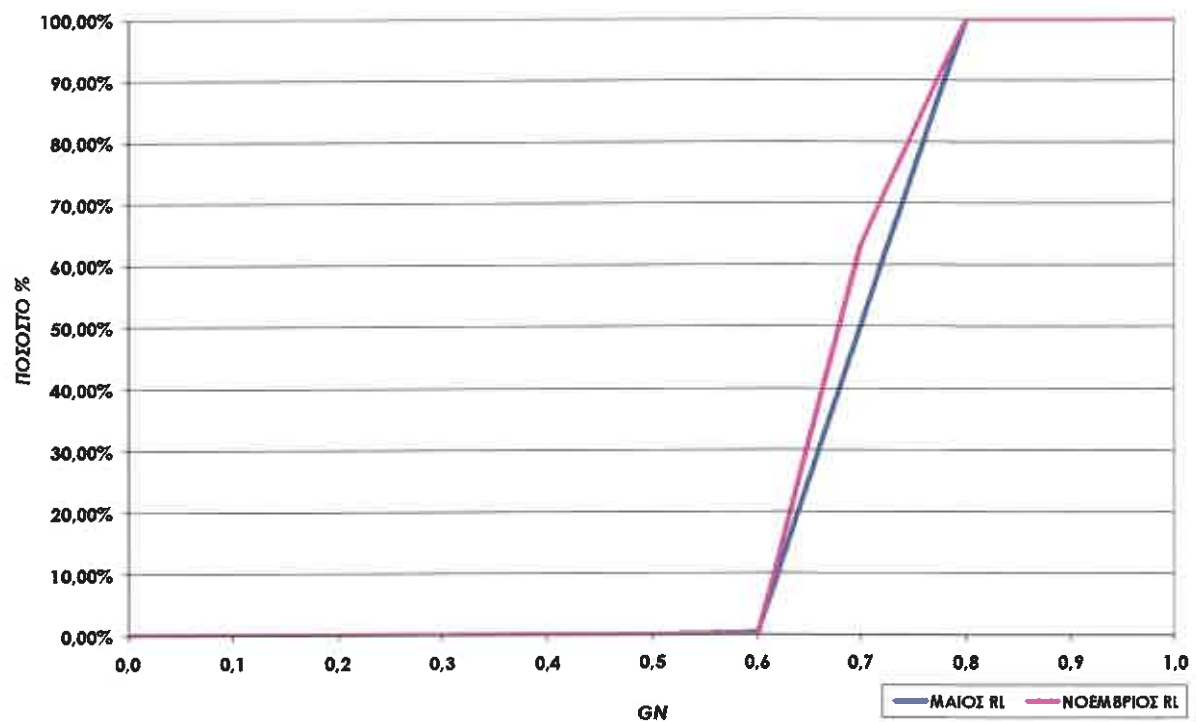
Διάγραμμα 127 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαίο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3132



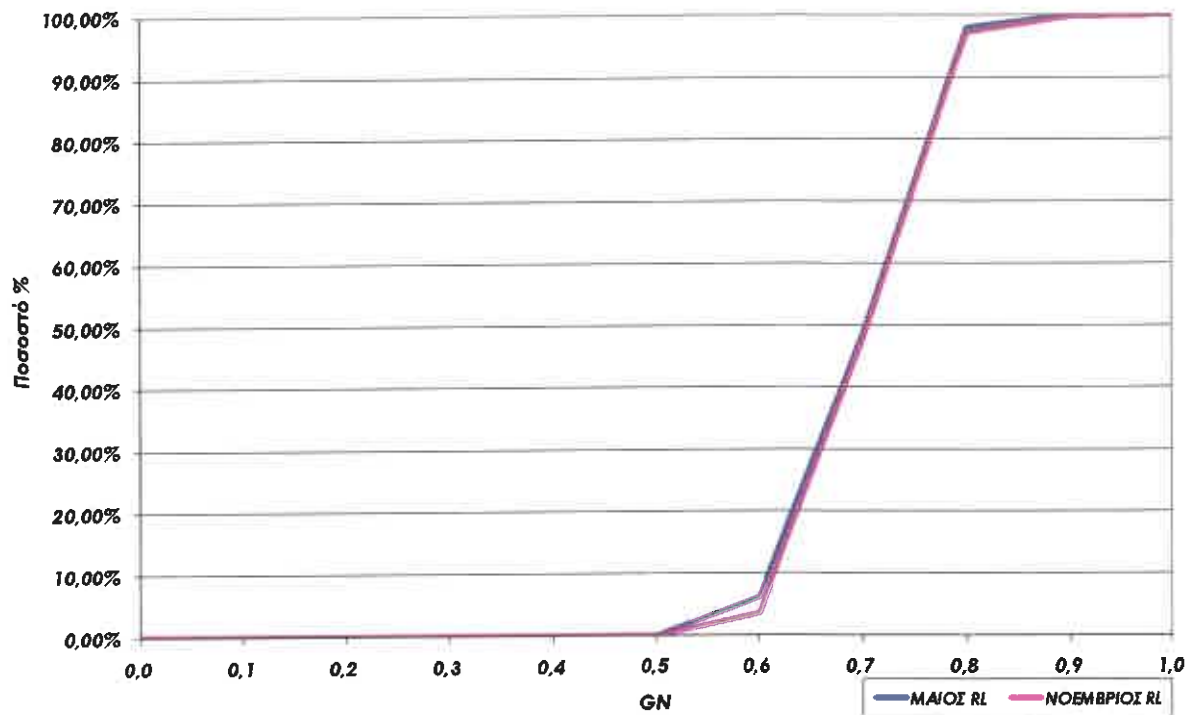
Διάγραμμα 128 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαίο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3232Α



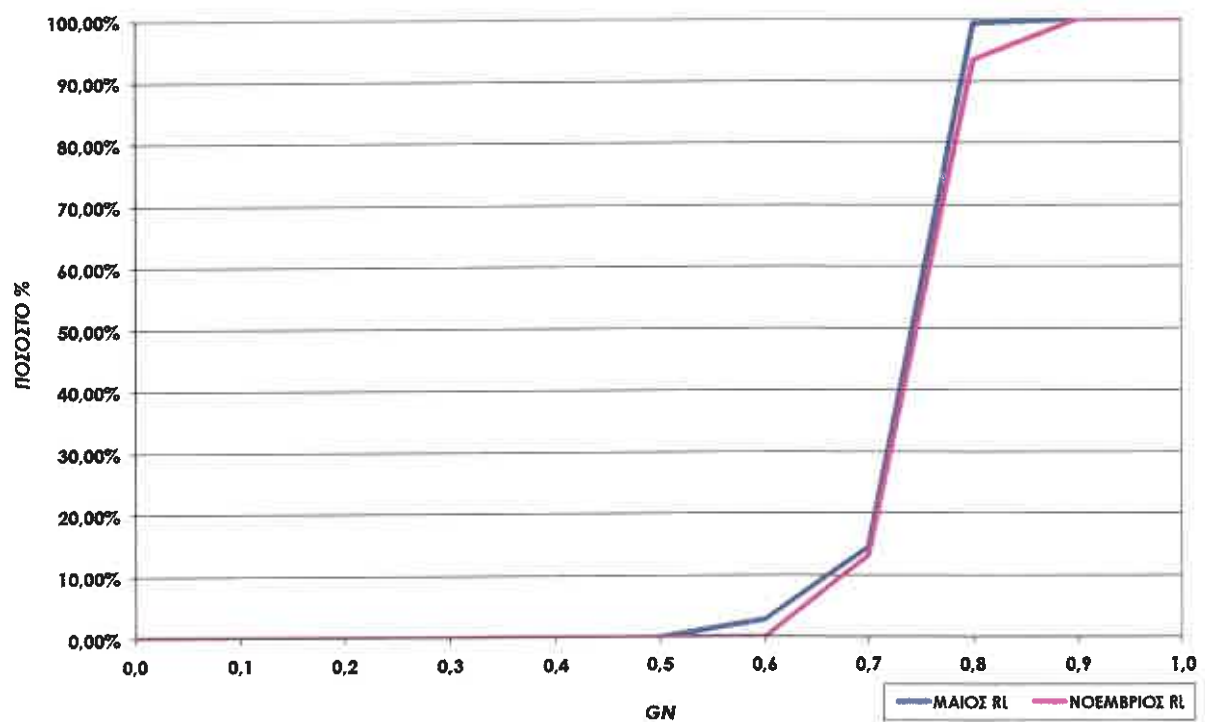
Διάγραμμα 129 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαΐο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 32A32



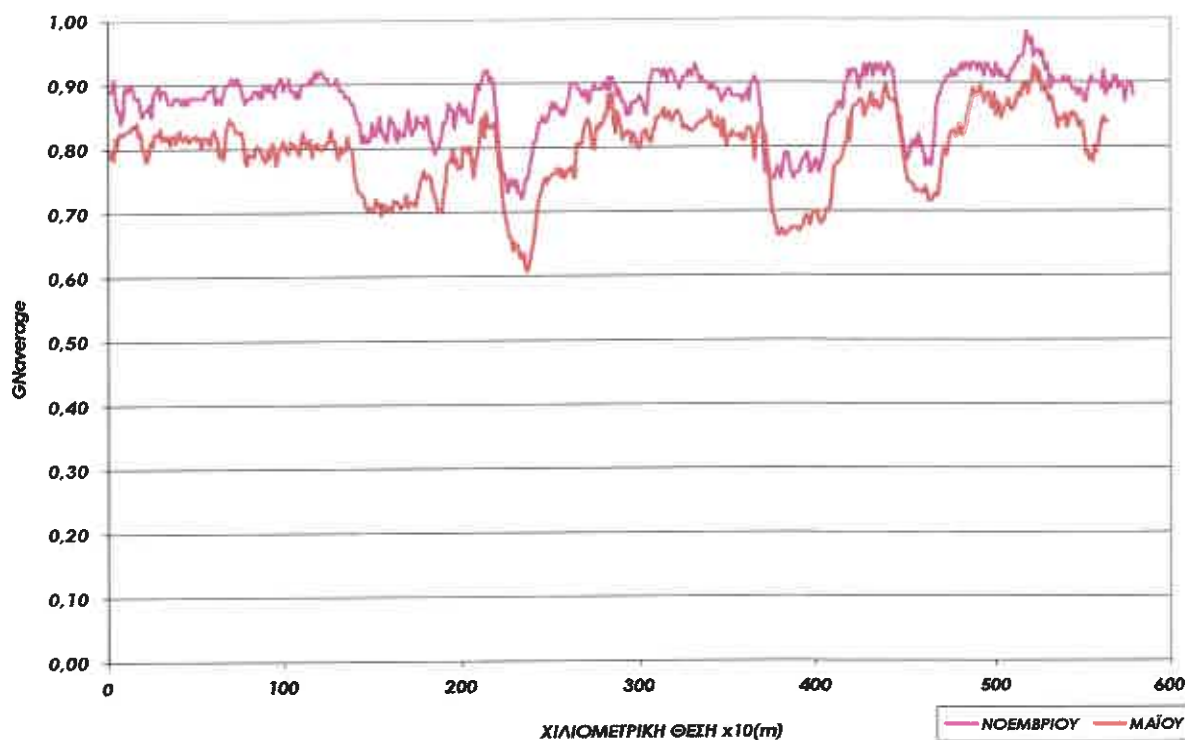
Διάγραμμα 130 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαΐο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3231



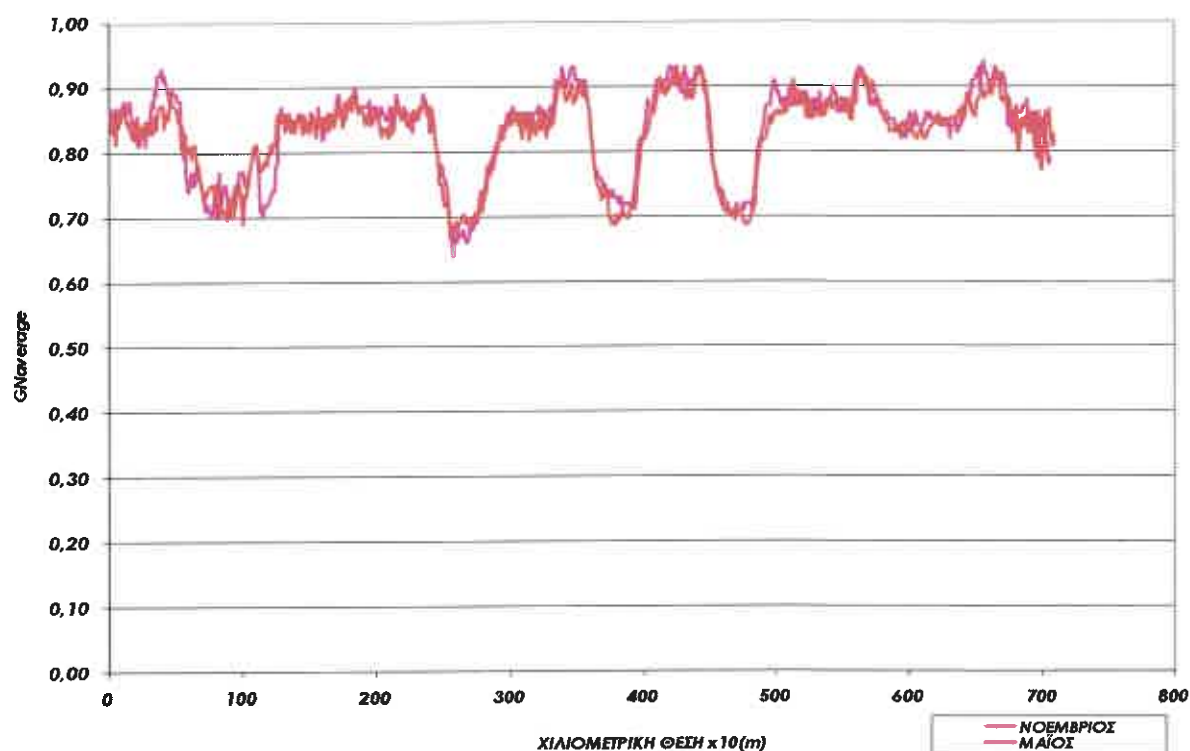
Διάγραμμα 131 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαΐο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3130



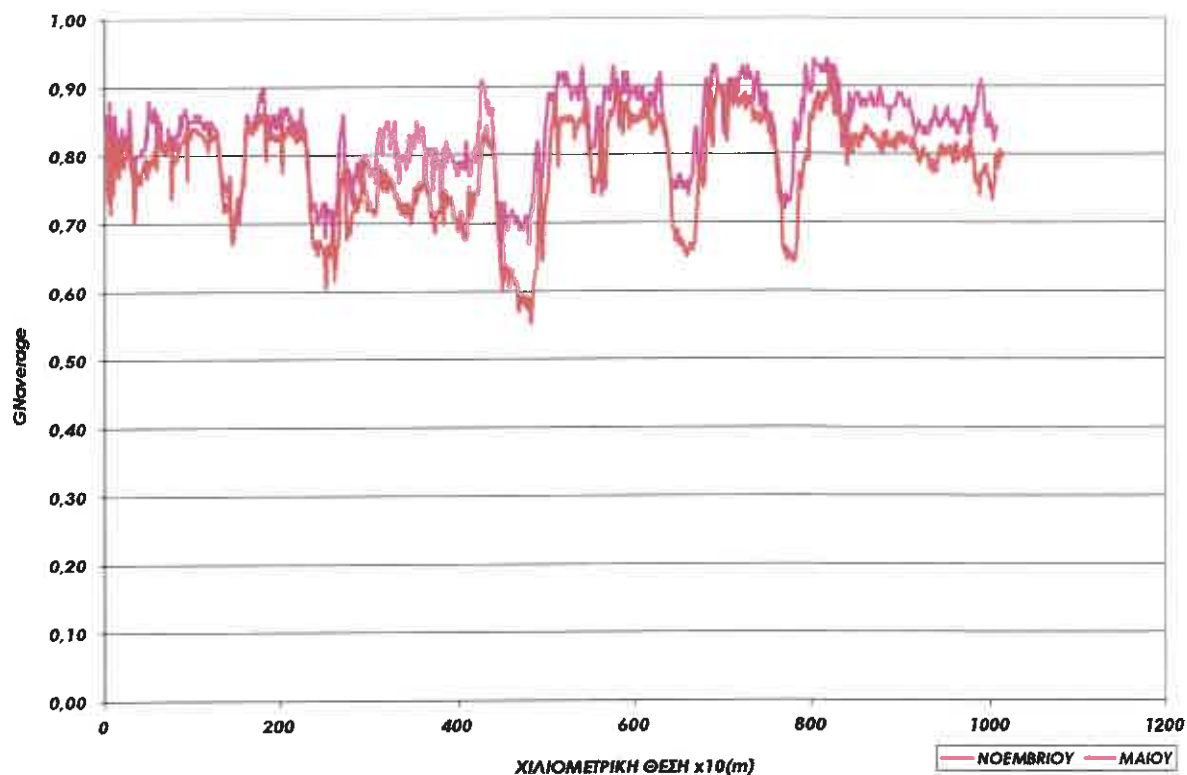
Διάγραμμα 132 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαΐο 2005, δεξιά λωρίδα, τμήμα 3029



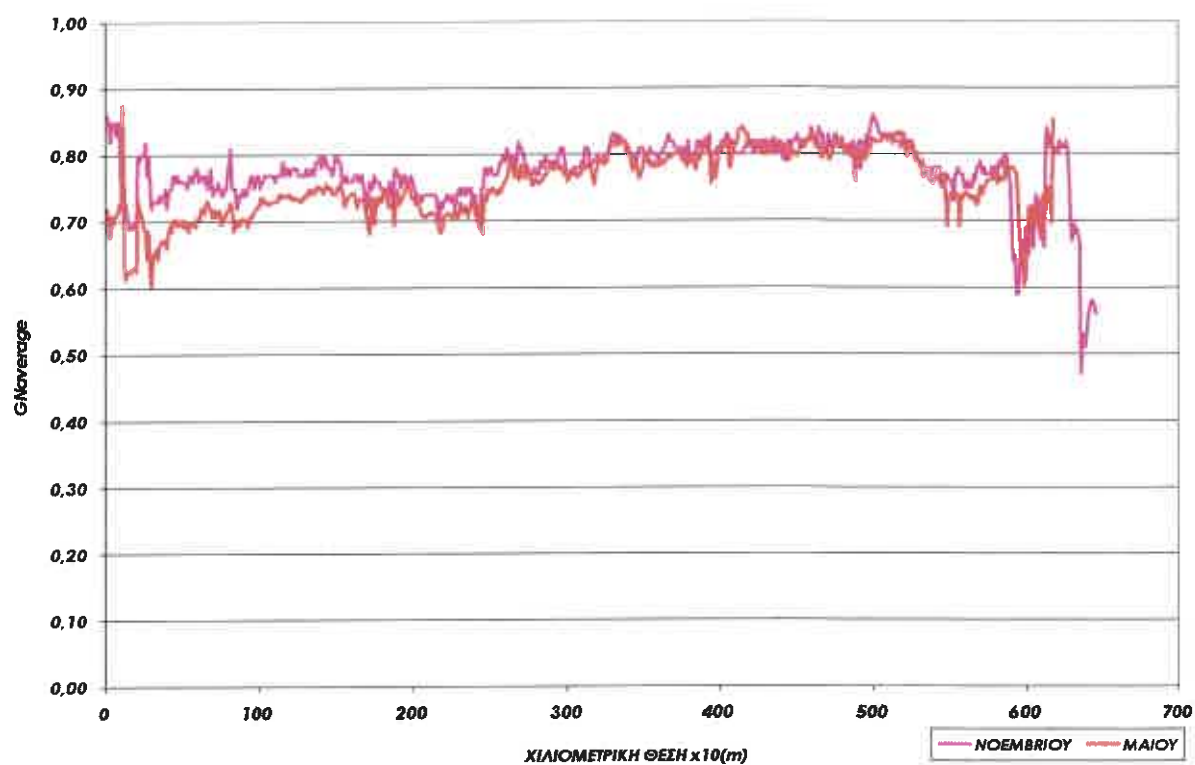
Διάγραμμα 133 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 2930



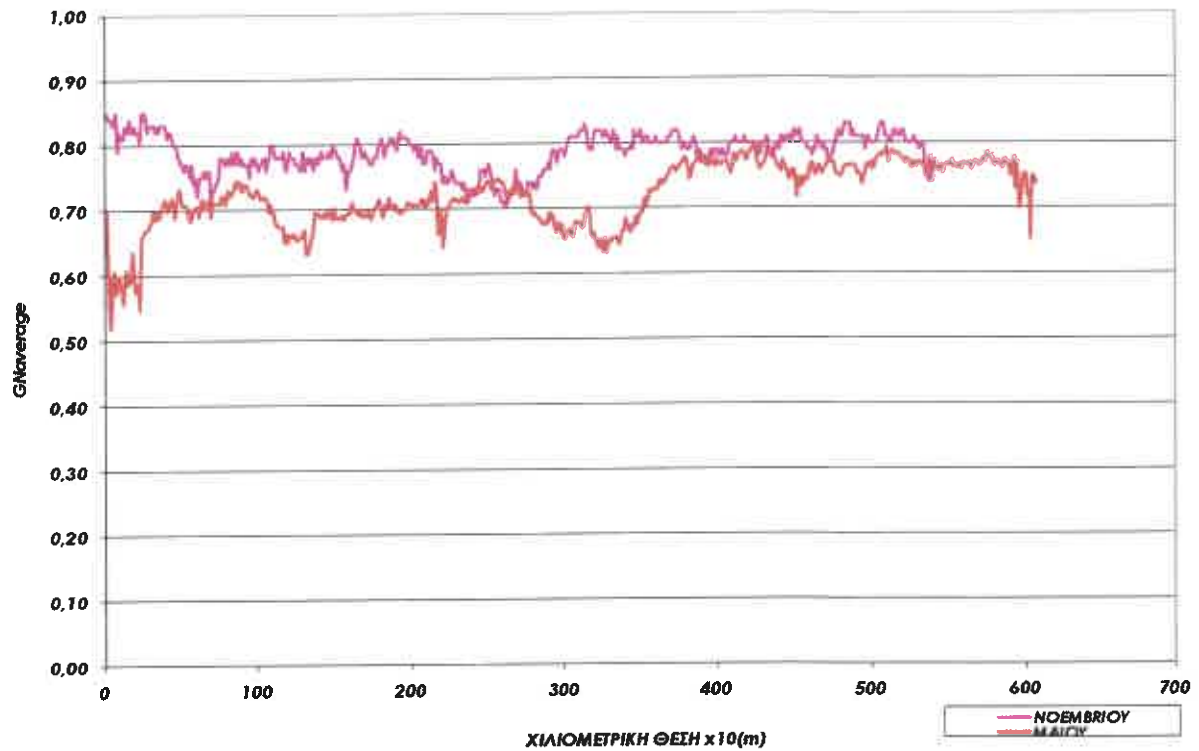
Διάγραμμα 134 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3031



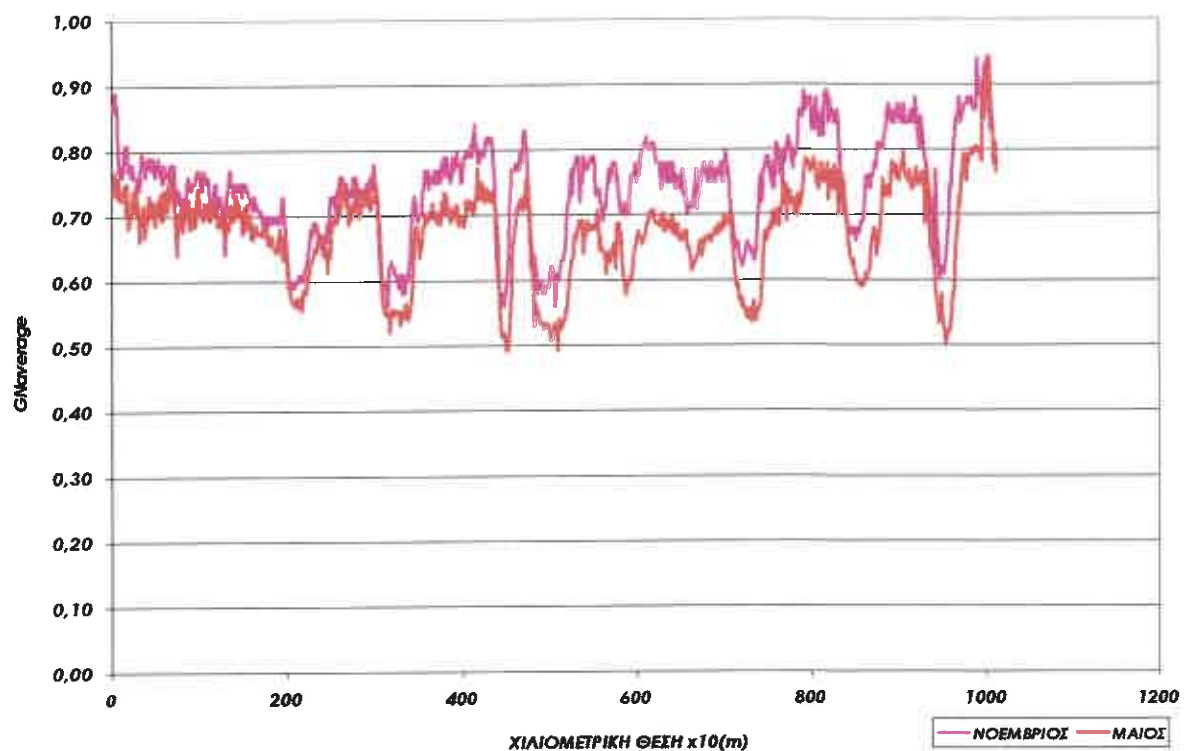
Διάγραμμα 135 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3132



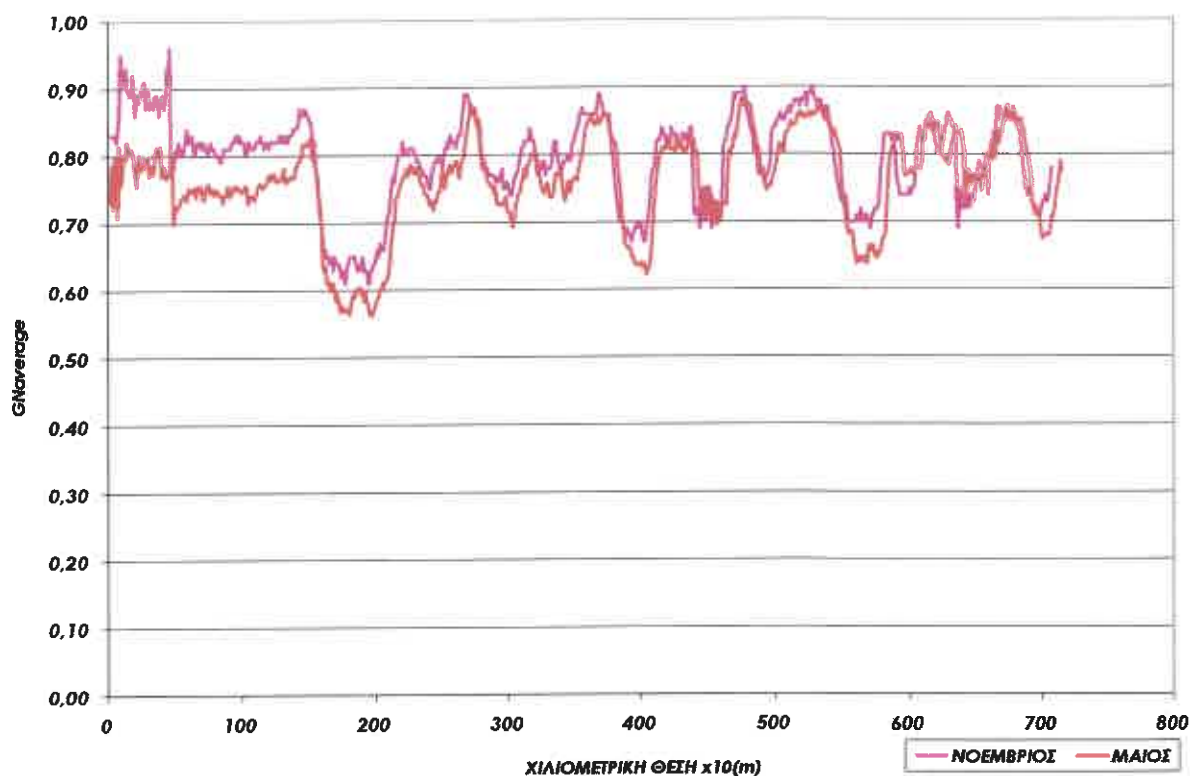
Διάγραμμα 136 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3232A



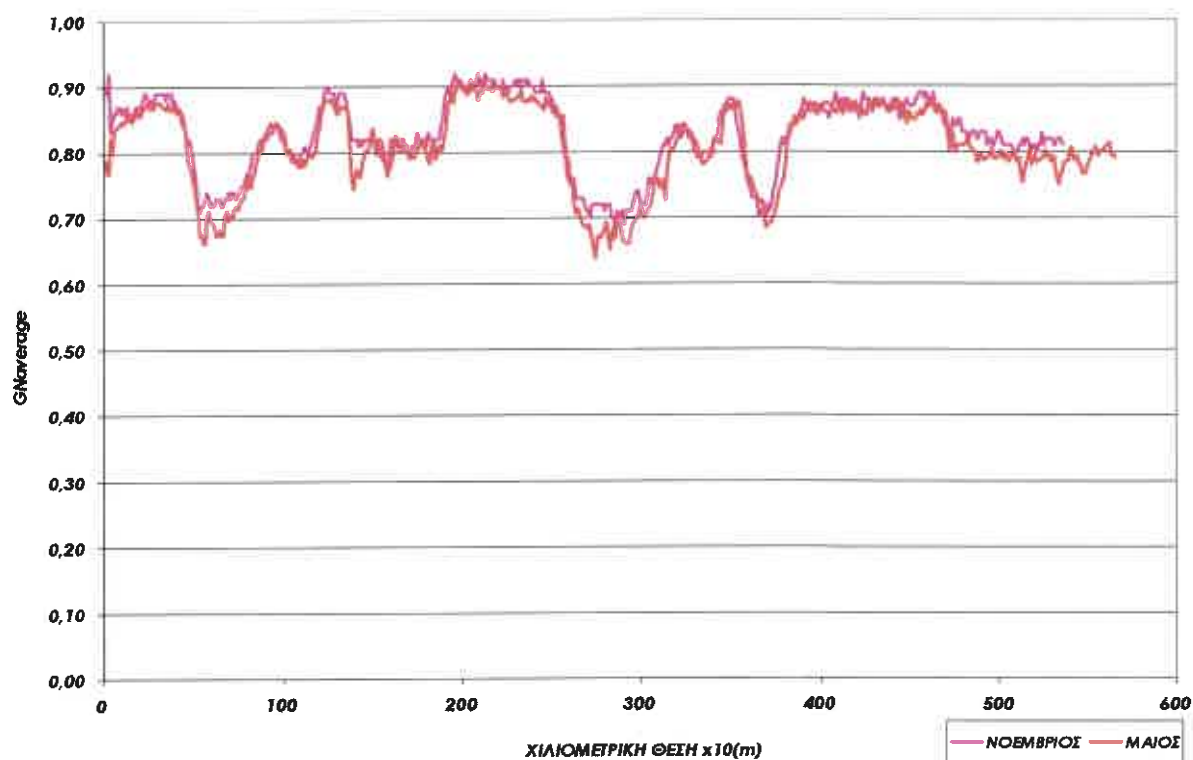
Διάγραμμα 137 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 32Α32



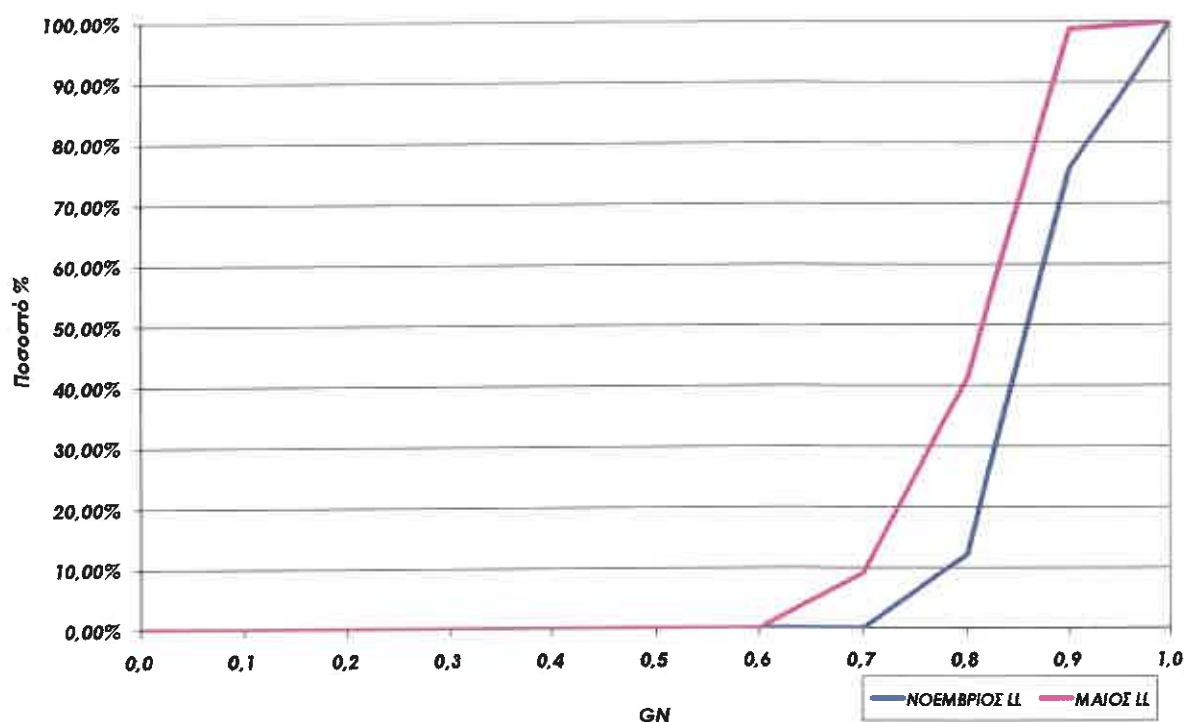
Διάγραμμα 138 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3231



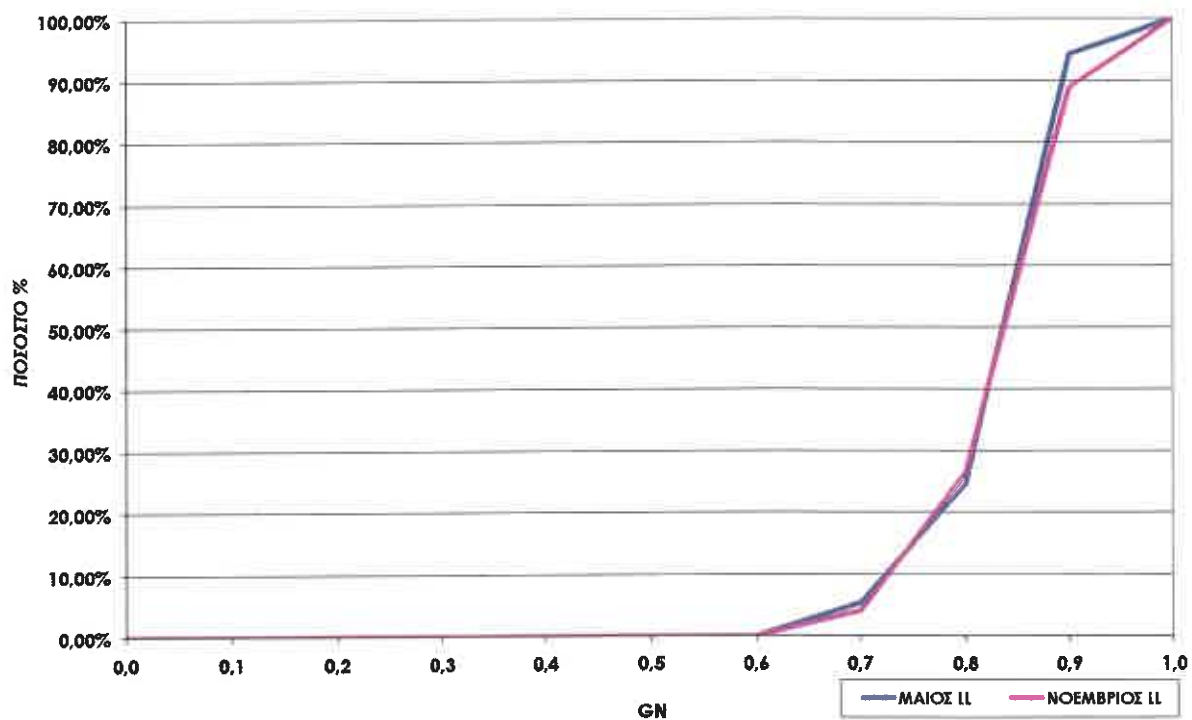
Διάγραμμα 139 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3130



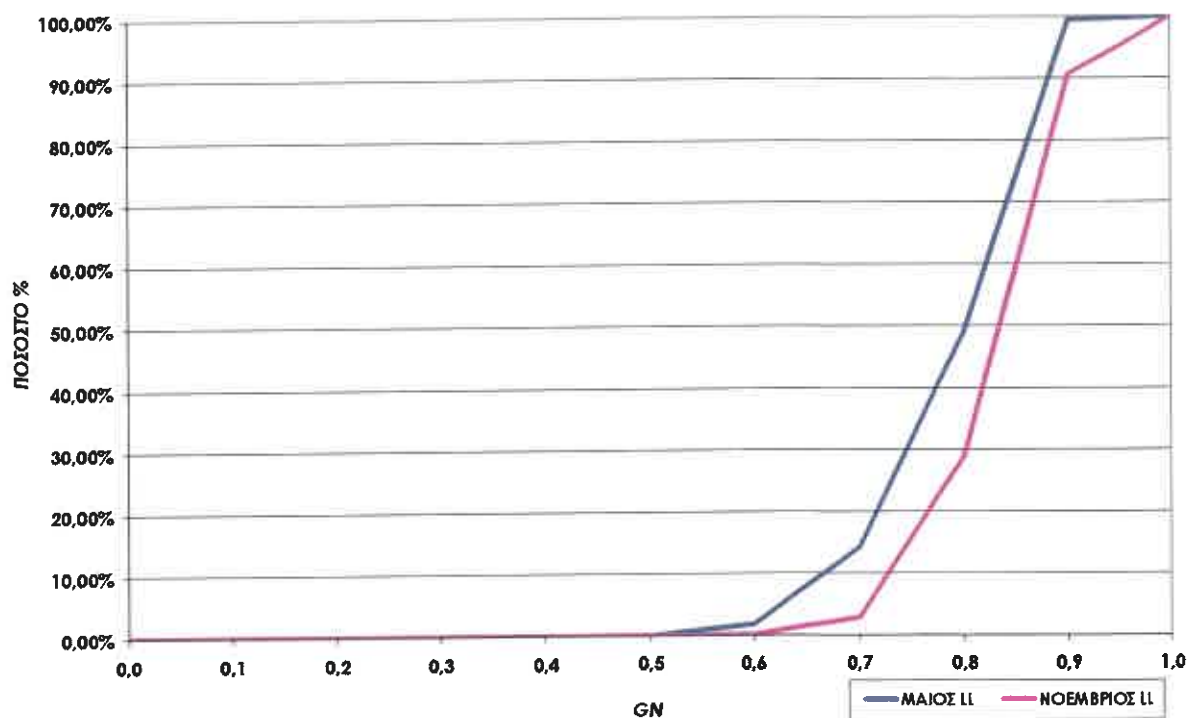
Διάγραμμα 140 Σύγκριση διαγραμμάτων μεταβολής GN μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μάιο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3029



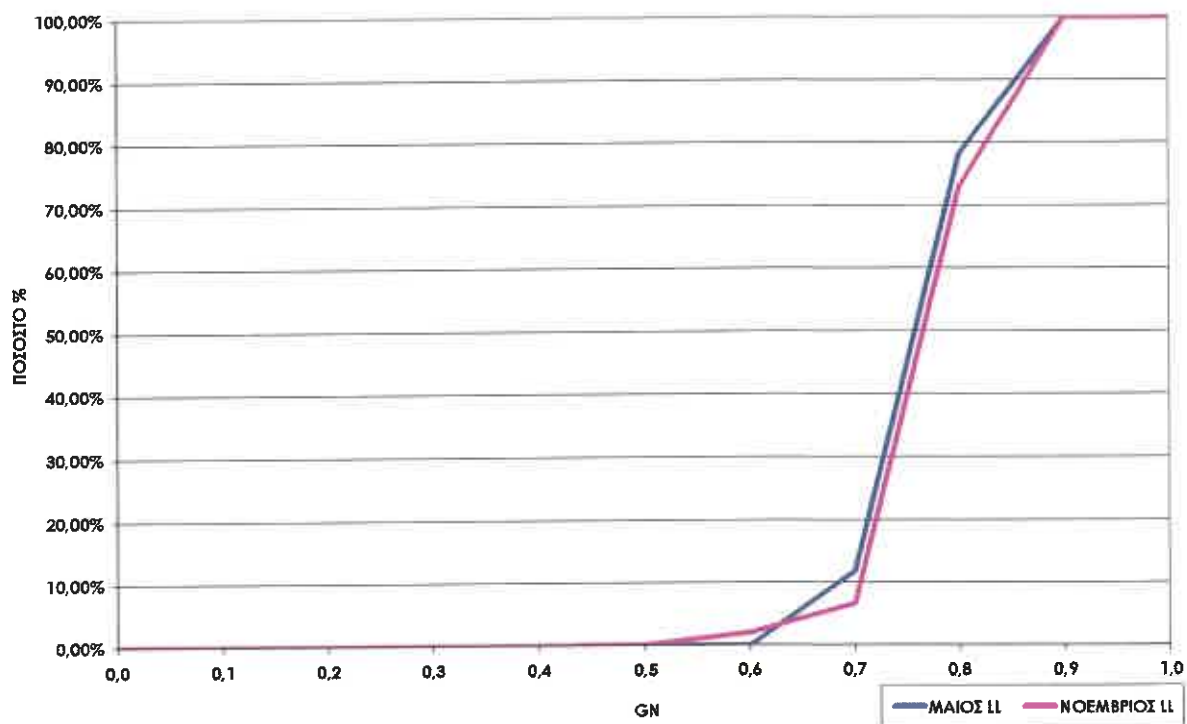
Διάγραμμα 141 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαΐο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 2930



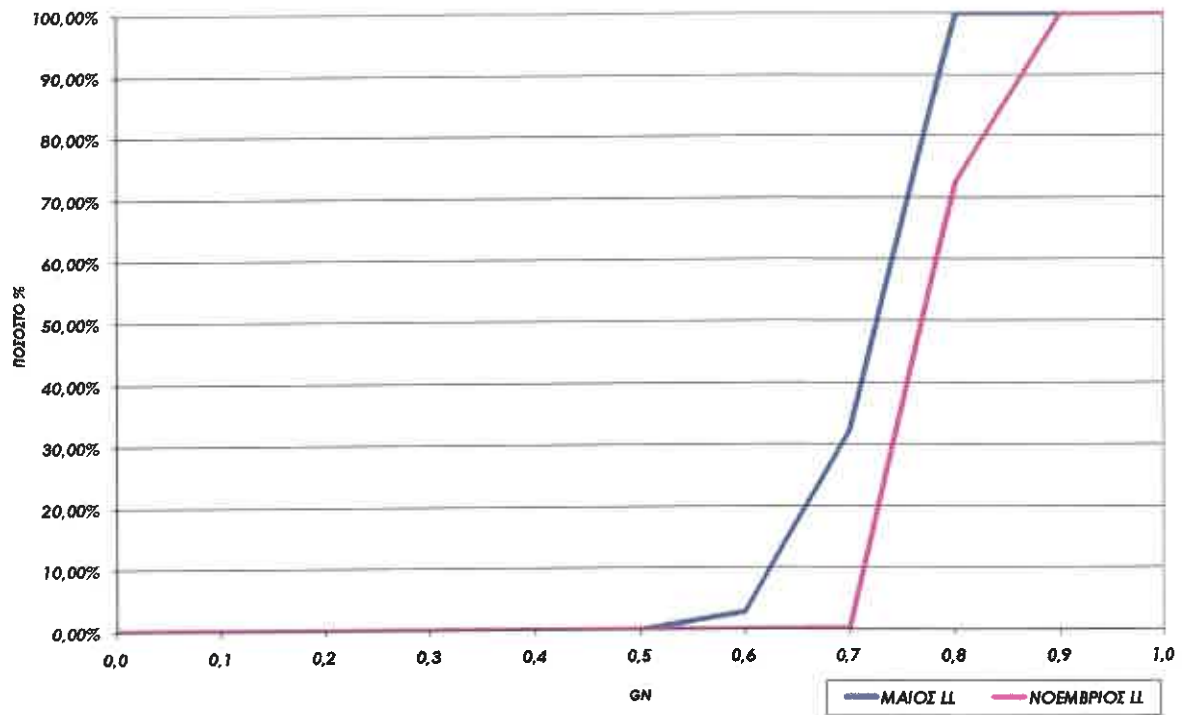
Διάγραμμα 142 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαΐο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3031



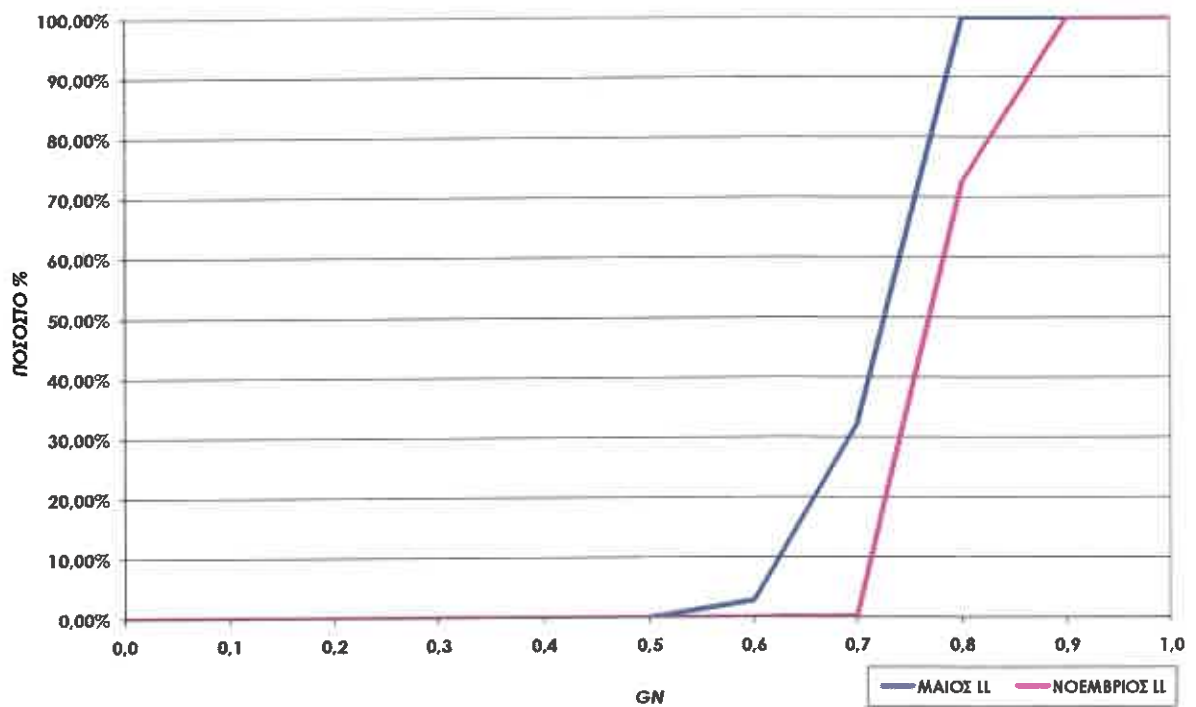
Διάγραμμα 143 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαίο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3132



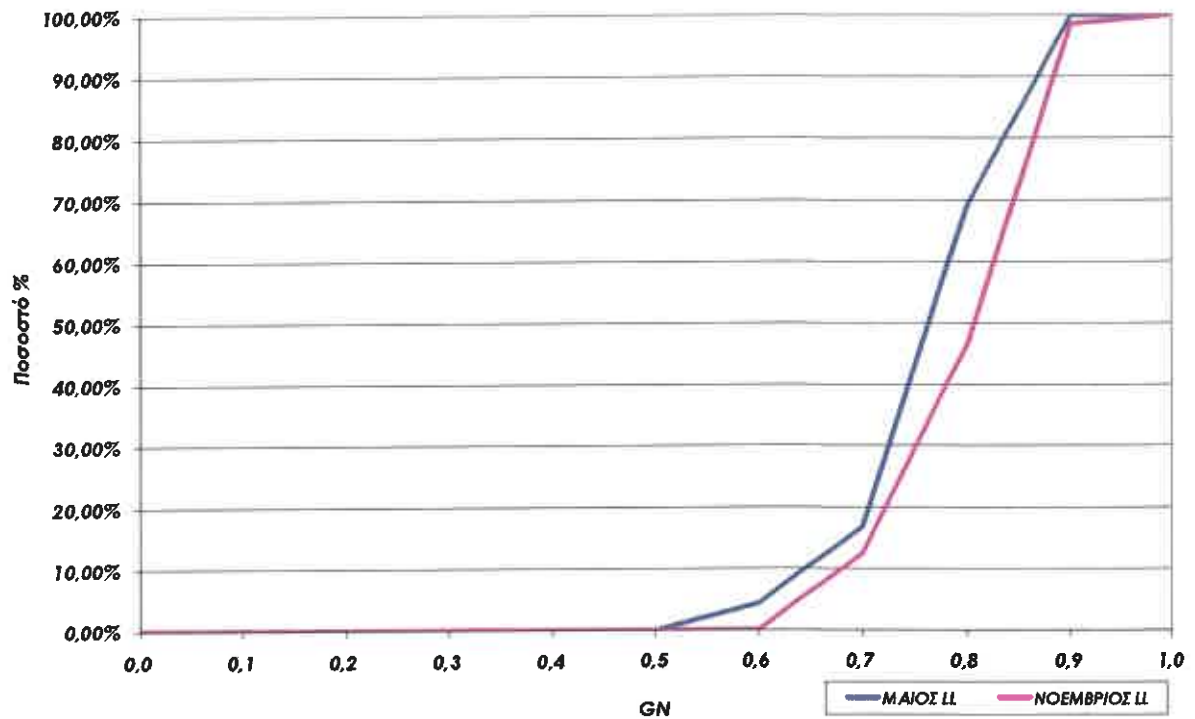
Διάγραμμα 144 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαίο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3232A



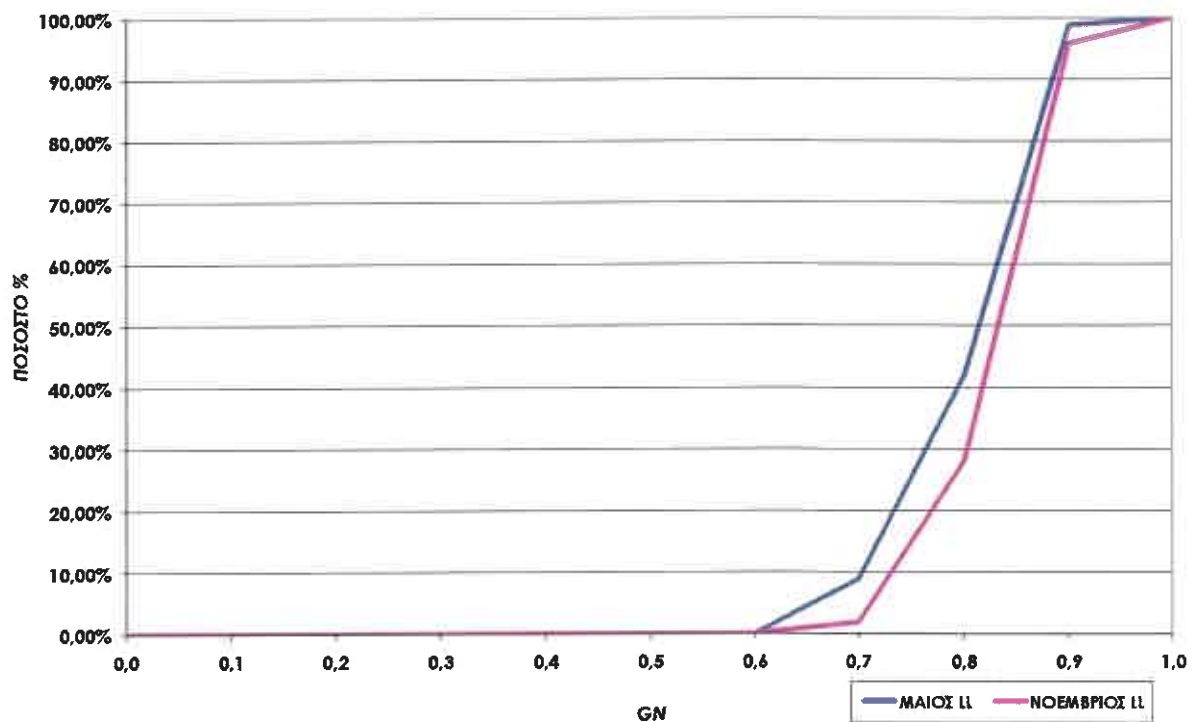
Διάγραμμα 145 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαΐο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 32A32



Διάγραμμα 146 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαΐο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3231



Διάγραμμα 147 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαίο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3130



Διάγραμμα 148 Σύγκριση διαγραμμάτων αθροιστικών συχνοτήτων μεταξύ Νοέμβριο 2004 και Μαίο 2005, αριστερή λωρίδα, τμήμα 3029

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 2930 RL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,73339254
Τυπικό σφάλμα	0,002143694
Διάμεσος	0,73
Επικρατούσα τιμή	0,69
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,050864768
Διακύμανση	0,002587225
Κύρτωση	0,248108925
Ασυμμετρία	0,164196231
Εύρος	0,34
Ελάχιστο	0,59
Μέγιστο	0,93
Άθροισμα	412,9
Πλήθος	563
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,004210632

Πίνακας 1 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 2930, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3031 RL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,799575672
Τυπικό σφάλμα	0,001830381
Διάμεσος	0,8
Επικρατούσα τιμή	0,79
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,048668863
Διακύμανση	0,002368658
Κύρτωση	-0,06131361
Ασυμμετρία	-0,029364784
Εύρος	0,29
Ελάχιστο	0,67
Μέγιστο	0,96
Άθροισμα	565,3
Πλήθος	707
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,003593641

Πίνακας 2 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3031, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3132 RL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,747982107
Τυπικό σφάλμα	0,001627935
Διάμεσος	0,76
Επικρατούσα τιμή	0,77
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,051634032
Διακύμανση	0,002666073
Κύρτωση	0,80300796
Ασυμμετρία	-0,74430346
Εύρος	0,36
Ελάχιστο	0,57
Μέγιστο	0,93
Άθροισμα	752,47
Πλήθος	1006
Βαθμός εμπιστοσύνης(95.0%)	0,003194541

Πίνακας 3 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3132, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3232A RL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,717866639
Τυπικό σφάλμα	0,003156159
Διάμεσος	0,71
Επικρατούσα τιμή	0,7
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,080094335
Διακύμανση	0,006415102
Κύρτωση	14,79123122
Ασυμμετρία	2,494172368
Εύρος	0,79
Ελάχιστο	0,41
Μέγιστο	1,2
Άθροισμα	462,3061153
Πλήθος	644
Βαθμός εμπιστοσύνης(95.0%)	0,006197624

Πίνακας 4 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3232A, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 32Α32 RL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,698152985
Τυπικό σφάλμα	0,00085631
Διάμεσος	0,7
Επικρατούσα τιμή	0,7
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,019825003
Διακύμανση	0,000393031
Κύρτωση	-0,061859798
Ασυμμετρία	-0,126773237
Εύρος	0,12
Ελάχιστο	0,63
Μέγιστο	0,75
Άθροισμα	374,21
Πλήθος	536
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,001682142

Πίνακας 5 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 32Α32, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3231 RL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,641075697
Τυπικό σφάλμα	0,001427637
Διάμεσος	0,64
Επικρατούσα τιμή	0,64
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,04523604
Διακύμανση	0,002046299
Κύρτωση	1,505139268
Ασυμμετρία	0,553763975
Εύρος	0,33
Ελάχιστο	0,52
Μέγιστο	0,85
Άθροισμα	643,64
Πλήθος	1004
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,002801497

Πίνακας 6 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3231, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3130 RL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,706135402
Τυπικό σφάλμα	0,002218515
Διάμεσος	0,71
Επικρατούσα τιμή	0,75
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,059072528
Διακύμανση	0,003489564
Κύρτωση	-0,20722694
Ασυμμετρία	0,036573544
Εύρος	0,4
Ελάχιστο	0,56
Μέγιστο	0,96
Άθροισμα	500,65
Πλήθος	709
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,004355656

Πίνακας 7 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3130, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3029 RL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,756434938
Τυπικό σφάλμα	0,001910985
Διάμεσος	0,77
Επικρατούσα τιμή	0,77
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,045262525
Διακύμανση	0,002048696
Κύρτωση	0,804895237
Ασυμμετρία	-1,154708442
Εύρος	0,24
Ελάχιστο	0,61
Μέγιστο	0,85
Άθροισμα	424,36
Πλήθος	561
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,003753575

Πίνακας 8 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3029, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 2930 LL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,8716609
Τυπικό σφάλμα	0,002031964
Διάμεσος	0,89
Επικρατούσα τιμή	0,9
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,048851729
Διακύμανση	0,002386491
Κύρτωση	0,493023695
Ασυμμετρία	-1,021145494
Εύρος	0,26
Ελάχιστο	0,72
Μέγιστο	0,98
Άθροισμα	503,82
Πλήθος	578
Βαθμός εμπιστοσύνης(95.0%)	0,003990948

Πίνακας 9 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 2930, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3031 LL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,835028329
Τυπικό σφάλμα	0,002626063
Διάμεσος	0,85
Επικρατούσα τιμή	0,86
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,069776232
Διακύμανση	0,004868723
Κύρτωση	0,70937665
Ασυμμετρία	-0,410799736
Εύρος	0,49
Ελάχιστο	0,64
Μέγιστο	1,13
Άθροισμα	589,53
Πλήθος	706
Βαθμός εμπιστοσύνης(95.0%)	0,005155841

Πίνακας 10 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3031, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3132 LL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,832162698
Τυπικό σφάλμα	0,001892345
Διάμεσος	0,84
Επικρατούσα τιμή	0,84
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,060080096
Διακύμανση	0,003609618
Κύρτωση	-0,262840501
Ασυμμετρία	-0,600766702
Εύρος	0,34
Ελάχιστο	0,6
Μέγιστο	0,94
Άθροισμα	838,82
Πλήθος	1008
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,003713392

Πίνακας 11 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3132, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3232Α LL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,774651163
Τυπικό σφάλμα	0,001944786
Διάμεσος	0,78
Επικρατούσα τιμή	0,77
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,049391429
Διακύμανση	0,002439513
Κύρτωση	8,339687975
Ασυμμετρία	-2,246281165
Εύρος	0,39
Ελάχιστο	0,47
Μέγιστο	0,86
Άθροισμα	499,65
Πλήθος	645
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,003818887

Πίνακας 12 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3232Α, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 32Α32 LL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,786648148
Τυπικό σφάλμα	0,001239306
Διάμεσος	0,79
Επικρατούσα τιμή	0,8
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,028798872
Διακύμανση	0,000829375
Κύρτωση	0,06920031
Ασυμμετρία	-0,608394959
Εύρος	0,15
Ελάχιστο	0,7
Μέγιστο	0,85
Άθροισμα	424,79
Πλήθος	540
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,002434462

Πίνακας 13 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 32Α32, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3231 LL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,743373134
Τυπικό σφάλμα	0,002401715
Διάμεσος	0,75
Επικρατούσα τιμή	0,76
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,076138537
Διακύμανση	0,005797077
Κύρτωση	-0,291936762
Ασυμμετρία	-0,26886435
Εύρος	0,38
Ελάχιστο	0,56
Μέγιστο	0,94
Άθροισμα	747,09
Πλήθος	1005
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,004712957

Πίνακας 14 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3231, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3130 LL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,793460452
Τυπικό σφάλμα	0,002569805
Διάμεσος	0,81
Επικρατούσα τιμή	0,82
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,068378077
Διακύμανση	0,004675561
Κύρτωση	-0,163462531
Ασυμμετρία	-0,604663134
Εύρος	0,35
Ελάχιστο	0,61
Μέγιστο	0,96
Άθροισμα	561,77
Πλήθος	708
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,005045363

Πίνακας 15 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3130, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3029 LL ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004	
Μέσος	0,826212687
Τυπικό σφάλμα	0,002484863
Διάμεσος	0,83
Επικρατούσα τιμή	0,82
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,057528729
Διακύμανση	0,003309555
Κύρτωση	-0,534210008
Ασυμμετρία	-0,579540181
Εύρος	0,23
Ελάχιστο	0,69
Μέγιστο	0,92
Άθροισμα	442,85
Πλήθος	536
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,004881284

Πίνακας 16 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3029, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	10	1,78%
0,7	178	33,39%
0,8	328	91,65%
0,9	46	99,82%
1,0	1	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 17 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 2930, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	27	3,82%
0,8	354	53,89%
0,9	318	98,87%
1,0	8	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 18 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3031, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	15	1,49%
0,7	183	19,68%
0,8	715	90,76%
0,9	92	99,90%
1,0	1	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 19 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3132, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	6	0,93%
0,6	18	3,73%
0,7	265	44,88%
0,8	312	93,32%
0,9	24	97,05%
1,0	8	98,29%
Μεγαλύτερο	11	100,00%

Πίνακας 20 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3232A, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	339	63,25%
0,8	197	100,00%
0,9	0	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 21 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 32A32, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	204	20,32%
0,7	729	92,93%
0,8	67	99,60%
0,9	4	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 22 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3231, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	26	3,67%
0,7	310	47,39%
0,8	353	97,18%
0,9	18	99,72%
1,0	2	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 23 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3130, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	74	13,19%
0,8	450	93,40%
0,9	37	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 24 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3029, δεξιά λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	0	0,00%
0,8	70	12,11%
0,9	368	75,78%
1,0	140	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 25 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 2930, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	29	4,11%
0,8	158	26,49%
0,9	440	88,81%
1,0	79	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 26 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3031, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	1	0,10%
0,7	28	2,88%
0,8	262	28,87%
0,9	623	90,67%
1,0	94	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 27 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3132, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	1	0,16%
0,6	12	2,02%
0,7	30	6,67%
0,8	427	72,87%
0,9	175	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 28 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3232A, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	1	0,19%
0,8	391	72,59%
0,9	148	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 29 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 32A32, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	60	5,97%
0,7	206	26,47%
0,8	558	81,99%
0,9	175	99,40%
1,0	6	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 30 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3231, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	88	12,43%
0,8	242	46,61%
0,9	368	98,59%
1,0	10	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 31 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3130, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	10	1,87%
0,8	140	27,99%
0,9	364	95,90%
1,0	22	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 32 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3029, αριστερή λωρίδα, Νοέμβριος 2004

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 2930 RL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,666111531
Τυπικό σφάλμα	0,002161313
Διάμεσος	0,6764001
Επικρατούσα τιμή	0,7136
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,05123725
Διακύμανση	0,002625256
Κύρτωση	-0,997553897
Ασυμμετρία	-0,183963682
Εύρος	0,2264002
Ελάχιστο	0,5452
Μέγιστο	0,7716002
Άθροισμα	374,3546806
Πλήθος	562
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,004245254

Πίνακας 33 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 2930, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3031 RL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,702009175
Τυπικό σφάλμα	0,001664586
Διάμεσος	0,7047999
Επικρατούσα τιμή	0,7399998
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,044323016
Διακύμανση	0,00196453
Κύρτωση	-0,063429621
Ασυμμετρία	-0,298436887
Εύρος	0,2553845
Ελάχιστο	0,5546154
Μέγιστο	0,8099999
Άθροισμα	497,7245049
Πλήθος	709
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,003268115

Πίνακας 34 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3031, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3132 RL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,700085821
Τυπικό σφάλμα	0,002489602
Διάμεσος	0,7006
Επικρατούσα τιμή	0,6535999
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,079199101
Διακύμανση	0,006272498
Κύρτωση	-0,768078533
Ασυμμετρία	-0,312697007
Εύρος	0,3636001
Ελάχιστο	0,4832
Μέγιστο	0,8468001
Άθροισμα	708,4868504
Πλήθος	1012
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,00488538

Πίνακας 35 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3132, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3232A RL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,70524268
Τυπικό σφάλμα	0,001846007
Διάμεσος	0,7083999
Επικρατούσα τιμή	0,6607999
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,045853859
Διακύμανση	0,002102576
Κύρτωση	-0,204500309
Ασυμμετρία	-0,442092131
Εύρος	0,2742614
Ελάχιστο	0,5292
Μέγιστο	0,8034614
Άθροισμα	435,1347337
Πλήθος	617
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,00362523

Πίνακας 36 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3232A, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 32Α32 RL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,695494501
Τυπικό σφάλμα	0,001455603
Διάμεσος	0,7
Επικρατούσα τιμή	0,6507999
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,03577351
Διακύμανση	0,001279744
Κύρτωση	-0,503270069
Ασυμμετρία	-0,431875719
Εύρος	0,1648
Ελάχιστο	0,5968001
Μέγιστο	0,7616001
Άθροισμα	420,0786788
Πλήθος	604
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,002858668

Πίνακας 37 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 32Α32, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3231 RL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,571414373
Τυπικό σφάλμα	0,001476425
Διάμεσος	0,5723999
Επικρατούσα τιμή	0,5508001
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,046944752
Διακύμανση	0,00220381
Κύρτωση	3,157917441
Ασυμμετρία	0,648696939
Εύρος	0,3379233
Ελάχιστο	0,4339999
Μέγιστο	0,7719232
Άθροισμα	577,6999309
Πλήθος	1011
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,002897212

Πίνακας 38 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3231, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3130 RL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,698932855
Τυπικό σφάλμα	0,002252303
Διάμεσος	0,7023537
Επικρατούσα τιμή	0,6656
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,060098934
Διακύμανση	0,003611882
Κύρτωση	-0,733431778
Ασυμμετρία	-0,194357336
Εύρος	0,2744001
Ελάχιστο	0,5407999
Μέγιστο	0,8152
Άθροισμα	497,6401927
Πλήθος	712
Βαθμός εμπιστοσύνης(95.0%)	0,00442196

Πίνακας 39 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3130, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3029 RL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,737445188
Τυπικό σφάλμα	0,00209026
Διάμεσος	0,7484615
Επικρατούσα τιμή	0,7600002
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,049684915
Διακύμανση	0,002468591
Κύρτωση	1,993118465
Ασυμμετρία	-1,515767375
Εύρος	0,2519229
Ελάχιστο	0,5600001
Μέγιστο	0,811923
Άθροισμα	416,6565313
Πλήθος	565
Βαθμός εμπιστοσύνης(95.0%)	0,004105645

Πίνακας 40 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3029, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 2930 LL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,796081216
Τυπικό σφάλμα	0,002590774
Διάμεσος	0,8104
Επικρατούσα τιμή	0,8243999
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,061472896
Διακύμανση	0,003778917
Κύρτωση	0,01402207
Ασυμμετρία	-0,720969865
Εύρος	0,3212001
Ελάχιστο	0,6064
Μέγιστο	0,9276001
Άθροισμα	448,1937248
Πλήθος	563

Πίνακας 41 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 2930, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3031 LL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,826075109
Τυπικό σφάλμα	0,002334192
Διάμεσος	0,8452001
Επικρατούσα τιμή	0,8536001
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,062152668
Διακύμανση	0,003862954
Κύρτωση	-0,224602965
Ασυμμετρία	-0,898174058
Εύρος	0,2664001
Ελάχιστο	0,6647999
Μέγιστο	0,9312
Άθροισμα	585,6872522
Πλήθος	709
Βαθμός εμπιστοσύνης(95.0%)	0,004582767

Πίνακας 42 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3031, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3132 LL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,783168045
Τυπικό σφάλμα	0,002263958
Διάμεσος	0,8017616
Επικρατούσα τιμή	0,8288
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,072092038
Διακύμανση	0,005197262
Κύρτωση	-0,023464954
Ασυμμετρία	-0,764686012
Εύρος	0,3665231
Ελάχιστο	0,5530769
Μέγιστο	0,9196
Άθροισμα	794,1323978
Πλήθος	1014
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,004442584

Πίνακας 43 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3132, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3232A LL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,755273027
Τυπικό σφάλμα	0,001930106
Διάμεσος	0,756
Επικρατούσα τιμή	0,7335998
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,04794284
Διακύμανση	0,002298516
Κύρτωση	-0,13010589
Ασυμμετρία	-0,413265819
Εύρος	0,2728001
Ελάχιστο	0,6023999
Μέγιστο	0,8752
Άθροισμα	466,0034579
Πλήθος	617
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,003790386

Πίνακας 44 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3232A, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 32Α32 LL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,720066209
Τυπικό σφάλμα	0,001932263
Διάμεσος	0,7224001
Επικρατούσα τιμή	0,7099999
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,047645084
Διακύμανση	0,002270054
Κύρτωση	0,900259509
Ασυμμετρία	-0,855380706
Εύρος	0,2783999
Ελάχιστο	0,5188001
Μέγιστο	0,7972
Άθροισμα	437,8002552
Πλήθος	608
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,003794733

Πίνακας 45 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 32Α32, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3231 LL ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,675419249
Τυπικό σφάλμα	0,002301795
Διάμεσος	0,6867999
Επικρατούσα τιμή	0,7032
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,073224591
Διακύμανση	0,005361841
Κύρτωση	0,241391965
Ασυμμετρία	-0,316531002
Εύρος	0,4520001
Ελάχιστο	0,4907999
Μέγιστο	0,9428
Άθροισμα	683,5242801
Πλήθος	1012
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,004516843

Πίνακας 46 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3231, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3130 ΛΛ ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,760129773
Τυπικό σφάλμα	0,002660828
Διάμεσος	0,768
Επικρατούσα τιμή	0,8112
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,071149167
Διακύμανση	0,005062204
Κύρτωση	0,322506008
Ασυμμετρία	-0,821510869
Εύρος	0,3211538
Ελάχιστο	0,5619231
Μέγιστο	0,8830769
Άθροισμα	543,4927879
Πλήθος	715
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,005223982

Πίνακας 47 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3130, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ 3029 ΛΛ ΜΑΙΟΣ 2005	
Μέσος	0,808977508
Τυπικό σφάλμα	0,00264096
Διάμεσος	0,8112
Επικρατούσα τιμή	0,8560001
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,0627749
Διακύμανση	0,003940688
Κύρτωση	-0,386664172
Ασυμμετρία	-0,662375252
Εύρος	0,2703999
Ελάχιστο	0,6388
Μέγιστο	0,9091999
Άθροισμα	457,0722919
Πλήθος	565
Βαθμός εμπιστοσύνης(95,0%)	0,005187318

Πίνακας 48 Περιγραφικά Στατιστικά του δείκτη GN, τμήμα 3029, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	55	9,79%
0,7	331	68,68%
0,8	176	100,00%
0,9	0	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 49 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 2930, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	11	1,55%
0,7	309	45,13%
0,8	385	99,44%
0,9	4	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 50 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3031, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	6	0,59%
0,6	105	10,97%
0,7	392	49,70%
0,8	407	89,92%
0,9	102	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 51 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3132, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	8	1,30%
0,7	259	43,27%
0,8	349	99,84%
0,9	1	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 52 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3232A, δεξιά λωρίδα,
Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	2	0,33%
0,7	301	50,17%
0,8	301	100,00%
0,9	0	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 53 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 32A32, δεξιά λωρίδα,
Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	60	5,93%
0,6	779	82,99%
0,7	154	98,22%
0,8	18	100,00%
0,9	0	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 54 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3231, δεξιά λωρίδα,
Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	44	6,18%
0,7	301	48,46%
0,8	353	98,03%
0,9	14	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 55 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3130, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	16	2,83%
0,7	66	14,51%
0,8	479	99,29%
0,9	4	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 56 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3029, δεξιά λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	51	9,06%
0,8	181	41,21%
0,9	324	98,76%
1,0	7	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 57 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 2930, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	38	5,36%
0,8	137	24,68%
0,9	493	94,22%
1,0	41	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 58 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3031, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	18	1,78%
0,7	126	14,20%
0,8	354	49,11%
0,9	510	99,41%
1,0	6	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 59 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3132, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	73	11,83%
0,8	409	78,12%
0,9	135	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 60 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3232Α, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	17	2,80%
0,7	179	32,24%
0,8	412	100,00%
0,9	0	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 61 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 32A32, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	4	0,40%
0,6	177	17,89%
0,7	426	59,98%
0,8	387	98,22%
0,9	13	99,51%
1,0	5	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 62 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3231, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	31	4,34%
0,7	89	16,78%
0,8	375	69,23%
0,9	220	100,00%
1,0	0	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 63 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3130, αριστερή λωρίδα, Μάιος 2005

Κλάση	Συχνότητα	Αθροιστικό %
0,0	0	0,00%
0,1	0	0,00%
0,2	0	0,00%
0,3	0	0,00%
0,4	0	0,00%
0,5	0	0,00%
0,6	0	0,00%
0,7	50	8,85%
0,8	187	41,95%
0,9	321	98,76%
1,0	7	100,00%
Μεγαλύτερο	0	100,00%

Πίνακας 64 Συχνότητες και αθροιστικές συχνότητες του δείκτη GN, τμήμα 3029, αριστερή
λωρίδα, Μάιος 2005