

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

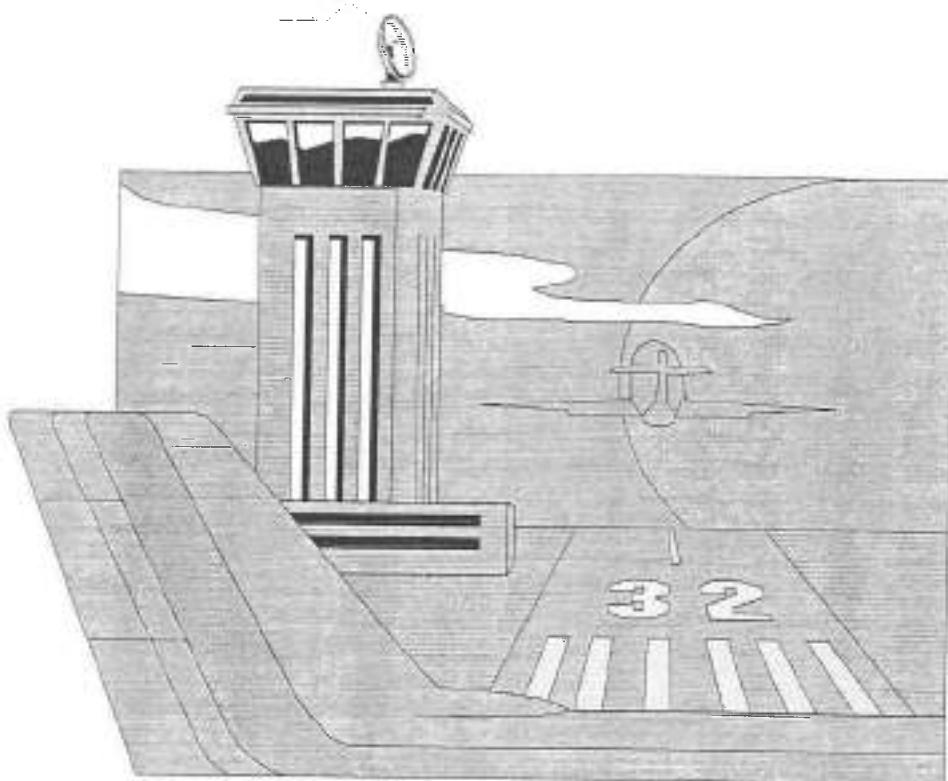
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ : ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Κ. Γ. ΑΜΠΑΚΟΥΜΚΙΝ

ΕΠΟΠΤΗΣ : Α. ΔΟΙΖΟΣ



ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΔΟΜΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΩΝ

ΙΩΑΝΝΑ ΧΑΣΙΩΤΟΥ

Διπλωματική Εργασία

Αθήναι Μάρτιος 1999

Στον πατέρα μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους διδάσκοντες του μαθήματός των αεροδρομίων που μου έδωσαν τη δυνατότητα να σχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο.

Ιδιαιτέρως ευχαριστώ τον καθηγητή κ. Κ Γ. Αμπακούμκην Διευθυντή του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιών της Υποδομής του ΕΜΠ, η διδαχή του οποίου, μου έδωσε το ένασυνα να σχοληθώ ευρύτερα με το αντικείμενο, καθώς και για την πολύτιμη αρωγή του στη συνέχεια.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Ανδρέα Λοΐζο επίκουρο καθηγητή του ΕΜΠ, καταρχός για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντας μου την εργασία αυτή καθώς και για την αμέριστη υποστήριξη και καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της.

Τέλος ευχαριστώ θερμά τον υποψήφιο διδάκτορα Γιώργο Χαρωνίτη για την πολύτιμη βοήθειά και συμπαράσταση του σε δημή τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας, καθώς και τον επιστημονικό συνεργάτη του ΕΜΠ Β. Παπαβασιλείου, για την υποστήριξη που παρείχε σε θέματα συμβατότητος σποιχείων, από εππόπου καταστρεπτικές μετρήσεις και ανάστροφου υπολογισμού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

Φέρευσα ικανότητα οδοστρώματος αεροδρομίου

1.1 Βασικές έννοιες – Η μέθοδος ACN – PCN 3
1.2 Ελεγχος δομικής επάρκειας οδοστρώματος με τη μέθοδο ACN – PCN 5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

Βασικές μέθοδοι υπολογισμού PCN

2.1 Σύντομη αναφορά στις αρχές και στην λειτουργία των μεθόδων 7
 2.1.α Μέθοδος της F.A.A 7
 2.1.β Μέθοδος Γαλλικού υπαυργείου συγκοινωνιών 9
2.2 Εφαμογή των μεθόδων σε στοιχεία από επιτόπου μετρήσεις
 υφισταμένου οδοστρώματος 12
 2.2.1 Μέθοδος της F.A.A 13
 2.2.2 Γαλλική μέθοδος 17
2.3 Σχολιασμός αποτελεσμάτων 19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

Διαδικασία υπολογισμού PCN με βάση την εισαγωγή του συγολικού πάχους του οδοστρώματος (PCN-H)

3.1 Σύντομη περιγραφή της διαδικασίας 20
3.2 Εφαμογή της μεθοδολογίας (PCN-H) σε στοιχεία από επιτόπου

μετρήσεις υφισταμένου οδοστρώματος	22
3.3 Σχολιασμός αποτελεσμάτων	25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

Συμπλήρωση της διαδικασίας υπολογισμού PCN με βάση την εισαγωγή του συνολικού πάχους του οδοστρώματος (PCN-H)

4.1 Περιγραφή της διαδικασίας	26
4.2 Διαγράμματα (PCN-H) για CBR=3%	28
4.3 Παρατηρήσεις – Σχόλια	33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

Επιβεβαίωση της θεωρητικής υπόθεσης - δύον αφορά τα dual tandem – όπι μια διέλευση α/φ ισοδυναμεί με δύο διελεύσεις των τροχών φόρτωσης

5.1 Αναλυτική περιγραφή του θεωρήματος	34
5.2 Διαδικασία αποδείξεως	34
5.3 Παρατηρήσεις – Σχόλια	41

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

Επιρροή της πληρότητος των αεροσκαφών στην εντατική κατάσταση του οδοστρώματος

6.1 Περιγραφή της διαδικασίας	42
6.2 Σχολιασμός	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο

Εναλλακτική πρόταση προσδιορισμού PCN

7.1 Ανάγκη ύπαρξης μιας εναλλακτικής μεθόδου	52
7.2 Παράμετροι υπολογισμού – Παραδοχές	53
7.3 Περιγραφή της διαδικασίας	55
7.3.α Επιλογή πρωτόπιων σ/φ – Κριτήρια επιλογής	59
7.3.β Επιλογή αντιπροσωπευτικών διατομών και εύρεση του PCN τους μέσω του ορισμού	62
7.3.γ Σχεδιασμός των διαγραμμάτων (PCN - Er)	65
7.4 Προσδιορισμός PCN με βάση τις επιπρεπόμενες διελεύσεις της ασφαλικής στρώσης	71
7.4.α Διαδικασία υπολογισμού	71
7.4.β Σχεδιασμός των διαγραμμάτων (PCN - N)	72
7.5 Σχολιασμός – Συμπεράσματα	77

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο

Συσχέτιση των μεθόδων ACN - PCN [4] και του δείκτη ALI [10]

8.1 Γενικά	79
8.2 Οι δείκτες ALI και APCI	79
8.3 Δημιουργία διαγραμμάτων (PCN-APCI) για διάφορες τιμές CBR	81
8.4 Σχολιασμός	88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9ο

Εφαρμογές

Ανακεφαλαίωση – Συμπεράσματα	93
------------------------------------	----

Παράρτημα 1

Πίνακες ACN αεροσκαφών98

Παράρτημα 2

Πίνακες χαρακτηριστικών αεροσκαφών και σημείωση σχετικά με την άσφαλτη πλάτη106

Παράρτημα 3

Διαγράμματα της μεθοδολογίας (PCN – H) και στοιχεία

διατομών για CBR=3%.....164

Παράρτημα 4

Στοιχεία διατομών και επιμέρους διαγράμματα των

προτύπων α/φ.....177

Παράρτημα 5

Στοιχεία διατομών και επιμέρους διαγράμματα (PCN – APCI)215

Βιβλιογραφία – Παραπομπές.....242

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο καπώφλι του 21ου αιώνα φι απαιτήσεις του σύγχρονου ανθρώπου για βελτιωμένο επίπεδο εξυπηρέτησης, τόσο στις χερσαίες - θαλάσσιες όσο και στις εναέριες μεταφορές γίνονται συνεχής επιπλεκτικότερες. Η ταχύτητα, ο εκμηδενισμός των αποστάσεων, η αυξημένη μεταφορική ικανότητα αποτελούν στόχους που οδηγούν σε όλο και πιο εξελιγμένα μοντέλα αεροσκαφών όπως και στην αύξηση των διελεύσεων τους.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη των παραπάνω είναι η σωστή λειτουργία των αεροδρομίων γενικά, και ειδικότερα των οδοστρωμάτων τους.

Ένα οδόστρωμα αεροδρομίου καλείται να δεχθεί μεγάλη ποικιλία φορτίων, όσον αφορά το μέγεθός και τον τρόπο εφορμογής τους. Άρα, βασικό αντικείμενο μελέτης αποτελεί ο πρόσδιορισμός της φέρουσας ικανότητας του οδοστρώματος, του μεγέθους δηλαδή που θα καθορίσει ποιούς τύπους αεροσκαφών μπορεί να εξυπηρετήσει ένα συγκεκριμένο οδόστρωμα αεροδρομίου. Εξάλλου η γνώση της φέρουσας ικανότητας ενός οδοστρώματος αεροδρομίου είναι βασικό στοιχείο για τη σωστή διαχείρισή του και για τον έλεγχο - σε κάποιες περιπτώσεις - της δομικής του επάρκειας.

Αρχικός στόχος, λοιπόν, της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας ενός οδοστρώματος αεροδρομίου - υπολογισμός PCN - μέσω των υφιστάμενων θεωρητικών μεθόδων.

Σε πρώτη φάση έγιναν δοκιμές με στοιχεία από επιτόπιου μετρήσεις του υφισταμένου οδοστρώματος, του αεροδρομίου της Μυτιλήνης για τυχόν ενεργόποιηση της F.A.A. Γαλλικής μεθόδου καθώς και της διαδικασίας υπολογισμού του PCN βάσει του συνολικού πάχους του οδοστρώματος (PCN - H). Οι παραπάνω μέθοδοι δεν ήταν δυνατόν να εφαρμοσθούν και τα σποτελέσματα παρουσιάσαν μεγάλη απάκλιση στην τελευταία (PCN - H) (Κεφάλαια 2ο, 3ο).

Εν συνεχεία συμπληρώθηκε η διαδικασία υπολογισμού του PCN βάσει του συνολικού πάχους του οδοστρώματος, για την κατηγορία του CBR = 3% και υπολογίσθηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα (PCN - H) (Κεφάλαιο 4ο).

Κατόπιν διερευνήθηκαν δύο θεωρητικά θέματα σχετικά με τα α/φ. Αφενδός η επιβεβαίωση της θεωρητικής υπόθεσης ότι μια διέλευση α/φ ισοδυναμεί με δύο διελεύσεις των τροχών φόρτισης για τα dual tandem (Κεφ. 5ο), αφετέρου η επιρροή της πληρότητας των α/φ όσον αφορά τη φόρτιση των οδοιποριμάτων αεροδρομίων. (Κεφαλ. 6ο).

Τέλος επιχειρήθηκε η δημιουργία μιας εναλλακτικής μεθόδου για τον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας του οδοιπρώματος.

Η μέθοδος αποσκοπεί στον υπολογισμό του PCN μέσω των ανηγμένων παραμορφώσεων της ασφαλτικής στρώσης και των επιτρεπόμενων διελεύσεων (Κεφάλαιο 7ο)

Στο 8ο κεφάλαιο πραγματοποιείται η συσχέτιση της μεθόδου ACN – PCN και του δείκτη ALI (Aircraft Loading Index) περιόν σχετικά προσφάτων ερευνών στον Τομέα Μεταφορών και Συγκατανωνιάκης Υποδομής.

Η πρακτική εφαρμογή των παραπάνω εξετάσθηκε στο 9ο κεφάλαιο με τη βοήθεια κυκλαφοριακών στοιχείων από τα αεροδρόμια της Μυτιλήνης και της Ρόδου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟΥ.

1.1 Βασικές έννοιες – Η μέθοδος ACN – PCN.

Σημαντικό ζήτημα για τα οδοστρώματα αεροδρομίων αποτελεί η ύπαρξη μιας διαδικασίας για τη δομική κατάταξη και τον έλεγχο επάρκειας της φέρουσας ικανότητάς τους. Η ανάκη ύπαρξης αυτής της διαδικασίας γίνεται επιτακτικότερη, όσο αυξάνεται η αερομεταφορική ζήτηση και κατασκευάζονται διαρκώς νέοι τύποι αεροσκαφών, με ποικιλία φορτίων που το οδόστρωμα καλείται να εξυπηρετήσει χωρίς κίνδυνο αστοχίας.

Για τον προσδιορισμό και τον έλεγχο επάρκειας της φέρουσας ικανότητας των ευκάμπτων οδοστρωμάτων αεροδρομίων έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι.

Η LCN (Load Classification Number) [2],[3] – μία από τις παλαιότερες μεθόδους – επιτυγχάνει τον προσδιορισμό και τον έλεγχο της επάρκειας της φέρουσας ικανότητας οδοστρώματος με τον αριθμό κατάταξής του σ' ένα καθορισμένο σύστημα αναφοράς φορτίων.

Η μέθοδος ACN – PCN (Aircraft Classification Number – Pavement Classification Number) [2],[4] είναι ο κύριος τρόπος έλεγχου δομικής κατάταξης και εκφράζει την αντοχή των οδοστρωμάτων καθώς και τα φορτία των α/φ το γεγονός αυτό την καθιστά χρήσιμη στη διαπτυσσολόγηση και τον σχεδιασμό του οδοστρώματος. Βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη δημιουργία ενός δείκτη, ο οποίος χαρακτηρίζει το φορτίο του α/φ.

Το ACN είναι ένας αριθμός που εκφράζει τη σχετική επιδραση της αντοχής α/φ σε ένα οδόστρωμα για μια προκαθορισμένη αντοχή εδάφους. Αριθμητικά προσδιορίζεται ως το διπλάσιο φορτίο (σε χιλιάδες kgf) του μονού τροχού που έχει πίεση 1,25 MPa και προκαλεί την ίδια ένταση με το πραγματικό σύστημα τροχών του α/φ σε ένα οδόστρωμα πάχους 1cm με το πάχος αναφοράς.

Το πάχος αναφοράς για εύκαμπτα οδοστρώματα είναι ίσο με το συμβατικό πάχος του οδοστρώματος που επιτρέπει 10.000 δύσεις του πραγματικού συστήματος τροχών του α/φ για μια συγκεκριμένη κατηγορία εδαφικής αντοχής.

Ο αριθμός PCN, ο οποίος εκφράζει την φέρουσα ικανότητα ενός οδοστρώματος, αρίζεται ως το ACN του α/φ που προκαλεί την μέγιστη ένταση την οποία μπορεί να δεχθεί το οδόστρωμα χωρίς περιορισμό του αριθμού των διελεύσεων του α/φ.

Υπάρχουν ακόμα τέσσερις παράμετροι που συνοδεύουν το PCN ενός οδοστρώματος και είναι οι ακόλουθες :

- Τύπος οδοστρώματος** : Εάν το οδόστρωμα είναι εύκαμπτο χρησιμοποιείται ο χαρακτήρας F (Flexible), ενώ εάν είναι δύσκαμπτο ο συμβολισμός R (Rigid).
- Κατηγορία εδαφικής αντοχής** : Ανάλογα με το CBR της στρώσης ξύρασης το εύκαμπτο οδόστρωμα κατατάσσεται σε μια από τις κατηγορίες εδαφικής αντοχής (A, B, C, D) κατό ICAO (International Civil Aviation Organization). Για το δύσκαμπτο οδόστρωμα η κατάταξη γίνεται σύμφωνα με τον δείκτη k, όπως φαίνεται στον πίνακα 1.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΑΝΤΟΧΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	CBR	k (MN / m ³)
ΥΨΗΛΗ	A	15%	150
ΜΕΣΗ	B	10%	80
ΧΑΜΗΛΗ	C	6%	40
ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ	D	3%	20

- Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση ελαστικών** : Μετά από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν κατά το σχεδιασμό της μεθόδου ACN – PCN, επιβεβαιώθηκε ότι η επιδραση της πίεσης των ελαστικών στην εντάτική κατάσταση που δημιουργείται στο οδόστρωμα είναι δευτερεύουσα ως προς το φορτίο και τα διαστήματα των τροχών. [2] Γι' αυτόν το λόγο θεωρείται ικανοποιητική η κατάταξη των οδοστρωμάτων σε μια από τις τέσσερις ακόλουθες κατηγορίες, ανάλογα με τη μέγιστη για τα οδόστρωμα

επιτρέπομενη πίεση των αεροθολόμων των τροχών, δημιουργώντας στον πίνακα 1.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΙΕΣΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΟΥ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΠΙΕΣΗ
ΥΨΗΛΗ	W	ΧΩΡΙΣ ΌΡΙΟ
ΜΕΣΗ	X	1 – 1,5
ΧΑΜΗΛΗ	Y	0,5 – 1
ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ	Z	0 – 0,5

δ) Μεθοδολογία υπολογισμού : Υπάρχει περίπτωση το PCN ενός οδοστρώματος να προσδιορίζεται εμπειρικά – αν υπάρχει εμπειρία μακράς χρήσης του αεροδρομίου από συγκεκριμένο τύπο α/φ – , σπότε χαρακτηρίζεται από τον κωδικό U, ενώ εάν ο υπολογισμός του γίνεται με κάποια υπολογιστική μέθοδο ο αντίστοιχος κωδικός είναι ο T.

Συνεπώς, η τελική έκφραση του PCN έχει την παρακάτω μορφή :
αριθμ. ημή / τύπος οδοστρ. / κατηγ. εδαφ. συνοχής / μεγ. επιτρεπ. πίεση / μέθ. υπολογισμού

1.2 Έλεγχος δομικής επάρκειας οδοστρώματος με τη μέθοδο ACN - PCN

Εφόσον υπολογισθεί το PCN του οδοστρώματος ενός αεροδρομίου υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου για το κατά πόσο το συγκεκριμένο οδόστρωμα μπορεί να εξυπηρετήσει χωρίς προβλήματα ένα δεδομένο τύπο α/φ.

Το γεγονός αυτό εξαρτάται από την ισχύ ή μη της παρακάτω ανισότητας:

PCN οδοστρωμ. ≥ ACN αερόσκαφ.

Εάν η ανισότητα ισχύει τότε οι αρχές του αεροδρομίου μπορούν να επιτρέψουν τη χρήση του από το α/φ, καθώς η αντοχή του οδοστρώματος είναι επαρκής (δεν υπάρχει κίνδυνος αστοχίας). Στην αντίθετη περίπτωση το

οδοστρωμά δεν μπορεί να παραλάβει το φορτίο του α/φ (πιθανός κίνδυνος αστοχίας), απότελε είναι σκόπιμο να μην επιτραπεί η χρήση του αεροδρομίου. [2]

▪ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Μετά από συστηματική διερεύνηση της μεθόδου ACN – PCN έχουν διαπιστωθεί σημαντικές αδυναμίες και ελλείψεις τόσο στον προσδιορισμό της φέρουσας ικανότητας των ευκάμπτων οδοστρωμάτων αεροδρομίων όσο και τον έλεγχο της δομικής επάρκειας τους. [5] Ειδικά στην περίπτωση της φέρουσας ικανότητας της ασφαλτικής στρώσης η ανεπάρκεια της ACN – PCN υπογραμμίζεται από την ανυπαρξία μεθοδολογίας για τον υπολογισμό του PCN στο εγχειρίδιο της μεθόδου. [4]

Αξίζει να σημειωθεί ότι η έλλειψη συγκεκριμένης διαδικασίας για τον προσδιορισμό του PCN καθιστά δυσχερή την εφαρμογή της μεθόδου ACN – PCN σε χώρες όπως η Ελλάδα, όπου δεν έχει μιούτετηθεί οριστικά καμία τέτοια πρόταση ούτε έχει ελεγχθεί η συμβατότητα άλλων μεθόδων που έχουν εφαρμοσθεί σε άλλον δειγματικό χώρα.

Απότελεσμα για τον έλεγχο της συμβατότητας των μεθόδων της F.A.A. και του Γαλλικού Υπουργείου Συγκοινωνιών με τα Ελληνικά δεδομένα γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο με στοιχεία από επιτόπου μετρήσεις του διαδρόμου του αεροδρομίου της Μυτιλήνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ PCN

2.1 Σύντομη αναφορά στις αρχές και στη λειτουργία των μεθόδων.

Ο προσδιορισμός της πυμής PCN του οδοστρώματος ενάς αεροδρομίου δεν γίνεται με κάποια αυγκεκριμένη μεθοδολογία, αλλά ο ICAO (International Civil Aviation Organization) επιτρέπει στις αρχές του αεροδρομίου να επιλέγουν την καταλληλότερη ανάλογα με τις κατά τόπους συνθήκες.

Έγινε προσπάθεια ενεργοποίησης των δύο περισσότερο διαδεδομένων και αναγνωρισμένων μεθόδων βάσει στοιχείων από επιπότου μετρήσεις – κυκλοφοριακών και μηχανικών χαρακτηριστικών διατομής του οδοστρώματος του διαδρόμου – εξαγόμενων από το αεροδρόμιο της Μυτιλήνης.

Στη συνέχεια αναφέρεται πολὺ συνοπτικά η λειτουργία των μεθόδων αυτών, διόπι ο στόχος είναι η πρακτική εφαρμογή τους, ενώ ανατρέχοντας στις πηγές που παρατίθενται στη βιβλιογραφία μπορεί κανείς να σχηματίσει μια ολοκληρωμένη εικόνα.

2.1.α Μέθοδος της F.A.A (Federal Aviation Administration)

Η μέθοδος F.A.A. υπολογίζει τη φέρουσα ικανότητα σε εύκαμπτα και σε δύσκαμπτα οδοστρώματα.^[6] Ο υπολογισμός βασίζεται σε μια σειρά διαγραμμάτων. Αρχικά, για τον υπόλογισμό του επιτρεπόμενου συνολικού βάρους, το οποίο μπορεί να φέρει το οδόστρωμα, χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα σχεδιασμού. Οι καμπύλες σχεδιασμού βασίζονται στην εμπειρική μέθοδο σχεδιασμού του CBR. ^[7]

Τα οδοστρώματα εδώ διακρίνονται σε δύο κατηγορίες με βάση το μέγεθος του φορτίου που μπορούν να παραλάβουν. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται τα οδοστρώματα βαρέος τύπου με ικανότητα παραλαβής φορτίου μεγαλύτερη από 13.608 kgt (30.000 lb) και στη δεύτερη τα

αδοστρώματα ελαφρού τύπου με ικανότητα παραλαβής μεταξύ 5.700 – 13.608 kgr (12.567 – 30.000 lb).

Η κατάταξη εδαφών που χρησιμοποιείται στην F.A.A. συσχετίζεται με την κατάταξη εδαφών στην ACN – PCN.

Τέλος, αφού κάνουμε χρήση των διαγράμματων διαστασιολόγησης για τον υπολογισμό του συνολικού επιτρεπόμενου βάρους που μπορεί να παραλάβει το οδόστρωμα, χρησιμοποιούμε τα διαγράμματα υπολογισμού για την εξαγωγή του PCN. Υπάρχει ένα διάγραμμα υπολογισμού για κάθε ούστημα τροχών προσγείωσης (single, dual & dual tandem), ώστε να μετράται εύκολα το PCN αύμφωνα και με την κατηγορία της εδαφικής αντοχής.

- Διαδικασία υπολογισμού

Προσδιορίζεται κατ' αρχάς το μέγιστο επιτρεπόμενο συνολικό βάρος που μπορεί να φέρει το οδόστρωμα από τα διαγράμματα διαστασιολόγησης. Ακολουθείται μια αντιστροφή διαδικασία απ' αυτήν της διαδικασιολόγησης του οδοστρώματος για τον προσδιορισμό του συνολικού επιτρεπόμενου βάρους, στην οποία πρέπει να είναι γνωστά :

- α) το συνολικό πάχος του οδοστρώματος
- β) ο δείκτης CBR της στρώσης έδρασης
- γ) ο αριθμός των ετησίων αφίξεων

Οι παράμετροι υπολογισμού του PCN είναι το συνολικό επιτρεπόμενο βάρος, ο δείκτης CBR και το είδος του συστήματος προσγείωσης. Εφόσον αυτές καταστούν γνωστές, εξάγεται εύκολα από τα διαγράμματα υπολογισμού το PCN.

Εξαίρεση αποτελούν τα αεροσκάφη ευρείας στράκτου, για τα οποία, αφού υπολογισθεί το επιτρεπόμενό βάρος από τα σχετικά διαγράμματα, λαμβάνονται τα ACN από πίνακες α/φ (παράρτημα 1) διότι δεν υπάρχουν γι' αυτά διαγράμματα υπολογισμού.

- Παρατηρήσεις

Για τα οδόστρώματα βαρέος φορτίου αναφέρονται προδιαγραφές κατασκευής της βάσης και της υπόβασης, δύσον αφορά το ελάχιστο πάχος και το

CBR, όπως επίσης και τα ελάχιστα όρια πάχους ασφαλτικής στρώσης και για τους δύο τύπους οδοοστρωμάτων. Ομως γενικότερα δεν εξετάζονται τα κριτήρια ποιότητας υλικών με τα οποία γίνεται αυτός ο διαχωρισμός.

Είναι αξιοσημείωτο ότι τα πάχη των επιμέρους στρώσεων καθώς και τα μηχανικά χαρακτηριστικά (μέτρα ελαστικότητας, λόγοι Poisson) δεν αποτελούν παραμέτρους υπολογισμού.

Τέλος, χρειάζεται με την εισαγωγή κάθε νέου τύπου αεροσκάφους να δημιουργείται και το αντίστοιχο διάγραμμα υπολογισμού.

2.1.β Μέθοδος Γαλλικού Υπουργείου Συγκοινωνιών. [4]

Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται αρχικά το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο του κυρίου σκέλους τροχών ενός αεροσκάφους. Υπάρχουν τρία τυπικά σκέλη τροχών με καθορισμένες τις αποστάσεις μεταξύ των τροχών και τα όρια πίεσης των ελαστικών. Είναι το σύστημα μονού τροχού (single), το σύστημα διπλού τροχού (dual) και το σύστημα διπλού μπρος – πίσω ζεύγους τροχών (dual tandem).

Έχουν δημιουργηθεί διαγράμματα υπολογισμού που το καθένα αντιστοιχεί σ' ένα τυπικό σκέλος στήριξης και εξ αυτών προκύπτει το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος που μπορεί να παραλάβει το κύριο σκέλος στήριξης. Επιπλέον με την εισαγωγή νέων τύπων αεροσκαφών, δημιουργήθηκαν διαγράμματα για κάθε καινούργιο τύπο α/φ.

Η εξεταζόμενη μέθοδος υπολογίζει δύο κατηγορίες οδοοστρωμάτων τα εύκαμπτα (και άκαμπτα με σοβαρές ζημιές) και τα άκαμπτα. Εδώ θεωρείται, ότι ένα εύκαμπτο οδόστρωμα αποτελείται από τρεις στρώσεις : την υπόβαση, τη βάση και την ασφαλτική στρώση.

Παράμετροι υπολογισμού είναι ο δείκτης CBR της στρώσης έδρασης και το συνολικό ισοδύναμο πάχος, ίσο με το άθροισμα των ισοδυνάμων παχών δλων των στρώσεων. Το ισοδύναμο πάχος μιας στρώσης είναι ίσο με το πραγματικό πάχος αυτής πολλαπλασιασμένο με τον συντελεστή ισοδυναμίας του υλικού. [4]

Εν τέλει, ο υπολογισμός του PCN βασίζεται στον προσδιορισμό του συνολικού μέγιστου επιτρεπόμενου βάρους που μπορεί να φέρει το

οδόστρωμα. Όταν αυτό καταστεί γνωστό, προσδιορίζεται το PCN από τους πίνακες ACN (παράρτημα 1) με γραμμική παρεμβολή.

- Διαδικασία υπολογισμού

- 1) Δημιουργείται μια λίστα από αεροσκάφη που χρησιμοποιούν ή αναμένεται να χρησιμοποιήσουν το οδόστρωμα.
- 2) Υπολογίζεται το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο που περιλαμβάνει το κύριο σκέλος τροχών από τα διάφορα μετρητικά υπολογισμού [4], έχοντας σαν δεδομένα την τιμή του CBR και το ισοδύναμο πάχος. Από το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο του σκέλους στήριζες και το ποσοστό του συνολικού βάρους του α/φ που παραλαμβάνεται από αυτό, έχουμε το μέγιστο επιτρεπόμενο συνολικό βάρος του αεροσκάφους.
- 3) Δεδομένου ότι τις περισσότερες φορές η τιμή του δείκτη CBR διαφέρει από τις χαρακτηριστικές τιμές που ορίζουν τις εδαφικές κατηγορίες, δεν είναι δυνατή η εξαρχής κατάταξη του εδάφους σε μια συγκεκριμένη κατηγορία. Για αυτόν το λόγο, γίνεται η υπόθεση ότι το έδαφος ανήκει σε δύο κατηγορίες, των οποίων οι χαρακτηριστικές τιμές βρίσκονται πλησιέστερα στη διοικητική πιμή του CBR. Κατόπιν, υπολογίζεται για κάθε κατηγορία εδάφους το ACN που αντιστοιχεί στο συνολικό μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο με γραμμική παρεμβολή μέσω της σχέσης :

$$ACN = \frac{\min ACN + (\max ACN - \min ACN)(Po - \min M)}{(\max M - \min M)}$$

όπου $\max M$ και $\min M$ η μέγιστη και η ελάχιστη μάζα αντίστοιχα και δύο το συνολικό επιτρεπόμενο φορτίο. Υπολογίζουμε τις τιμές ACN για όλους τους τύπους α/φ που χρησιμοποιούν το οδόστρωμα. Συνεπώς, για κάθε εδαφική κατηγορία λαμβάνεται το PCN μεταξύ του μεγίστου και του ελαχίστου ACN που έχει βρεθεί.

- 4) Για κάθε εδαφική κατηγορία υπολογίζεται ακόμα το συνολικό επιτρεπόμενο φορτίο για κάθε α/φ μέσω του PCN από τη σχέση :

$$Po = \frac{\min M \cdot (\max M - \min M)(PCN - \min ACN)}{(\max ACN - \min ACN)}$$

όπου Ρο το συνολικό επιτρεπόμενο φόρτιο για κάθε α/φ φόρτισης. Σε κάθε εδαφική κατηγορία συγκρίνουμε τα συνολικά επιτρεπόμενα φορτιά των α/φ από τα διαγράμματα, με αυτά που προέκυψαν από την παραπάνω σχέση. Η εδαφική κατηγορία με διαφορές μικρότερες μεταξύ των δύο Ρο είναι η οριστική. Το τελικό PCN είναι το αντίστοιχο της επιλεγμένης κατηγορίας.

- Παραπορήσεις

Στη γαλλική μέθοδο με την εισαγωγή του ισοδυνάμου πάχους, τα πάχη των στρώσεων και όι μεταβολές τους υπεισέρχονται στον υπολογισμό. Το γεγονός αυτό είναι σημαντικό, διότι μια μεταβολή στα πάχη των στρώσεων επιφέρει αλλαγές στην εντατική κατάσταση της διατομής και κατά συνέπεια στην φέρουσα ικανότητα του οδοστρώματος.

Βεβαίως, η μεθοδολογία του ισοδύναμου πάχους δεν προβλέπει την μεταβολή των μηχανικών χαρακτηριστικών (μέτρα ελαστικότητας, λόγοι Poisson) στα υλικά των στρώσεων, η οποία μπορεί να επέλθει επί παραδειγματι με την αλλαγή της θερμοκρασίας.

Η μέθοδος δεν είναι σε θέση να διερευνήσει την κρισιμότητα της ανηγμένης εφελκυστικής παραμόρφωσης της ασφαλτικής στρώσης, η οποία επηρεάζει την επιφανειακή κατάσταση του οδοστρώματος και τη φέρουσα ικανότητά της.

2.2 Εφαρμογή των μεθόδων σε στοιχεία από επιτόπου μετρήσεις υφιστάμενου οδοστρώματος.

Οι πλέον καθιερωμένες διεθνείς μέθοδοι προσδιορισμού της φέρουσας ικανότητας των οδοστρωμάτων αεροδρομίων αναπτύχθηκαν πιο πάνω. Εδώ γίνεται πραστιάθεια εφαρμογής τους στα Ελληνικά δεδαμένα και συγκεκριμένα σε στοιχεία από επιτόπου μετρήσεις του υφιστάμενου διαδρόμου του αεροδρομίου της Μυτιλήνης.

Πραγματοποιήθηκον επιτόπου μετρήσεις με τη χρήση της συσκευής FWD (Falling Weight Deflectometer) ή παραμορφωσίμετρο πίπτοντος βάρους. [9], [10].

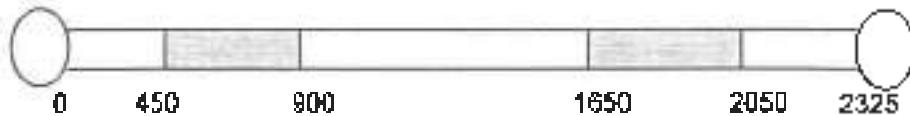
Η συσκευή FWD αποτελείται από ένα βάρος το οποίο αφήνεται να πέσει κάθετα υπό την επίδραση της βαρύτητας. Το βάρος αυτό πέφτοντας προσκραύει σε ειδικά σχεδιασμένες επιφάνειες δημιουργεί μια παλμική φόρτιση που μεταβιβάζεται σε ένα κυκλικό δίσκο ο οποίος βρίσκεται σε επάφη με το οδόστρωμα. Μέ τον τρόπο αυτό επιβάλλεται στο οδόστρωμα φόρτιση από τη συσκευή που προσομοιάζει πολύ καλά την πραγματική φόρτιση του οδοστρώματος από την διέλευση ενός άξονα αεροσκάφους. Κατά τη διάρκεια της φόρτισης καταγράφονται οι μέγιστες ελαστικές υποχωρήσεις κάτω από το φορτίο και σε ορισμένες αποστάσεις από αυτό.

Εφόσον είναι μετρημένες πλέον οι ελαστικές υποχωρήσεις από τη συσκευή σε μια διατομή του οδοστρώματος, λαμβάνονται τα πάχη των στρώσεων από επιτόπου γεωτρήσεις, υπολογίζονται οι παράμετροι που εκφράζουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών των στρώσεων αξιοποιώντας τις δυνατότητες καταλλήλων λογισμικών.

Η αξιοποίηση των στοιχείων που αφορούν τις παραπάνω παραμέτρους, ανάγεται στον έλεγχο αξιοποιήσιας του αναστρόφου υπολογισμού. Η μέθοδος αναστρόφου υπολογισμού που έλαβε χώρα εδώ προσεγγίζει τις μετρημένες υποχωρήσεις της συσκευής, με διαδοχικούς κύκλους υπολογισμών μέσω του διεθνώς εφαρμοζόμενου Λογισμικού Συστήματος MODCOMP 3 [11]. Προς τούτο τηρήθηκαν επακριβώς οι οδηγίες κατά SHRP (Strategic Highway Research Program) [12], καθώς και οι ανάλογες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής [13].

Όσον αφορά τα πάχη των στρώσεων, ενέχουν την αβεβαιότητα της επιπόπου δειγματοληψίας περίπου ± 1 cm για την ασφαλτο και ± 3 cm για το αμυγδάλικο, που βρίσκονται μέσα στα όρια ανοχής των προδιαγραφών κατά SHRP.

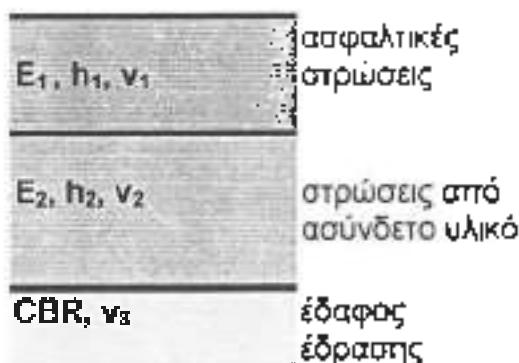
Η διαδικασία επάναλημβάνεται για όλα τα τμήματα του διαδρόμου της Μυτιλήνης όπως αυτά φαίνονται στο σκαρίφημα 2.1



Σχ. 2.1 Σκαρίφημα διαδρόμου αεροδρομίου Μυτιλήνης.

Οι τύποι των αεροσκαφών που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο αεροδρόμιο είναι οι B737-200, B737-400 για πτήσεις εσωτερικού και οι MD-81, MD-82, MD-83, B757-200 για πτήσεις εξωτερικού.

2.2.1 Μέθοδος της F.A.A



Σχήμα 2.2: Εποικό πρότυπο ανάλησης αδυνατισμάτων αεροδρομίου Μυτιλήνης.

Τμήμα 1

Μήκος 450 m (Επέκταση διαδρόμου)

$h_1=10\text{cm}$	$h_2=95\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=9600\text{Mpa}$	$E_2=850\text{Mpa}$	$E_3=155\text{Mpa}$

Για συνολικό πάχος οδοστρώματος $h_{αλ.οδ.}=h_1+h_2=105\text{cm}=1050\text{mm}=41,34\text{inch}$, για δείκτη εδαφικής αντοχής $CBR= E_3/10=15,5\%$ και έχοντας σαν δεδομένο την πρόβλεψη επησίων σφίξεων για το $2015=8050$ αφίξεις προσπαθούμε να υπολογίσουμε το συνολικό επιτρεπόμενο βάρος από το αντίστοιχο διάγραμμα διαστασιολόγησης του κάθε αεροσκάφους που χρησιμοποιεί το οδόστρωμα.

Οσον αφορά το ΔΔ για Dual wheel gear (όπου ανήκουν όλα τα α/φ που πετούν στη Μυτιλήνη εκτός από το B757-200) για $CBR=15,5\%$ και $h_{αλ.οδ.}=41,34\text{inch}$, το συνολικό επιτρεπόμενο βάρος βρίσκεται εκτός ορίων του διαγράμματος διαστασιολόγησης.

Ομοίως ισχύει για το ΔΔ του B757-200.

Στη συνέχεια παρατίθενται οι δοκιμές για όλα τα τμήματα του διαδρόμου της Μυτιλήνης.

Τμήμα 2

Μήκος 450 m (Touch down)

$h_1=20\text{cm}$	$h_2=50\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=10.850\text{Mpa}$	$E_2=845\text{Mpa}$	$E_3=130\text{Mpa}$

$h_{αλ.οδοστρ.}=h_1+h_2=70\text{cm}=700\text{mm}=27,56\text{inch}$

$CBR= E_3/10=13\%$

Πρόβλεψη επησίων σφίξεων για το $2015=8050$ αφίξεις

i) Dual wheel gear

Για $CBR=13\%$

$h_{αλ.}=27,56\text{inch}$

Συνολικό επιτρεπόμενο βάρος εκτός ορίων του διαγράμματος διαστασιολόγησης

ii) B757-200

Για $CBR=13\%$

$h_{αλ.}=27,56\text{inch}$

Συνολικό επιτρεπόμενο βάρος εκτός ορίων του διάγραμματος διαστασιολόγησης

Τμήμα 3

Μήκος 750 m

$h_1=20\text{cm}$	$h_2=50\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=10.900\text{Mpa}$	$E_2=715\text{Mpa}$	$E_3=110\text{Mpa}$

$$h_{\text{εκθεσης}} = h_1 + h_2 = 70\text{cm} = 700\text{mm} = 27,56\text{inch}$$

$$\text{CBR} = E_3/10 = 11\%$$

Πρόβλεψη ετησίων αφίξεων για το 2015=8050 αφίξεις

i) Dual wheel gear

Για CBR=11%

$$h_{\text{εκ.}} = 27,56\text{inch}$$

Συνολικό επιτρεπόμενο βάρος από τα διάγραμμα διαστασιολόγησης
 $=200.000\text{kN}=90800 \text{ kgr}$

ii) B757-200

Για CBR=11%

$$h_{\text{εκ.}} = 27,56\text{inch}$$

Συνολικό επιτρεπόμενο βάρος εκτός ορίων του διάγραμματος διαστασιολόγησης

Αρα PCN σπό διάγραμμα υπολογισμού (κατηγορία εδαφικής αντοχής B)=54

PCN = 54/F/B/W/T

* Οριακή εφαρμογή της F.A.A για dual wheel gear .

Τμήμα 4

Μήκος 400 m

$h_1=20\text{cm}$	$h_2=50\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=11.150\text{Mpa}$	$E_2=860\text{Mpa}$	$E_3=245\text{Mpa}$

$$h_{\text{εκθεσης}} = h_1 + h_2 = 70\text{cm} = 700\text{mm} = 27,56\text{inch}$$

$$CBR = E_3/10 = 24,5\%$$

Πρόβλεψη ετησίων αφίξεων για το 2015=8050 αφίξεις

i) Dual wheel gear

$$\text{Για } CBR=24,5\%$$

$$h_{\alpha}=27,56 \text{ inch}$$

Συνολικό επιτρεπόμενο βάρος εκτός ορίων του διαγράμματος διαστασιολόγησης

ii) B757-200

$$\text{Για } CBR=24,5\%$$

$$h_{\alpha}=27,56 \text{ inch}$$

Συνολικό επιτρεπόμενο βάρος εκτός ορίων του διαγράμματος διαστασιολόγησης

Τμήμα 5

Μήκος 275 m

$h_1=20 \text{ cm}$	$h_2=50 \text{ cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=11.200 \text{ MPa}$	$E_2=650 \text{ MPa}$	$E_3=145 \text{ MPa}$

$$h_{\text{αλ.δεσμ.}} = h_1 + h_2 = 70 \text{ cm} = 700 \text{ mm} = 27,56 \text{ inch}$$

$$CBR = E_3/10 = 14,5\%$$

Πρόβλεψη ετησίων αφίξεων για το 2015=8050 αφίξεις

i) Dual wheel gear

$$\text{Για } CBR=14,5\%$$

$$h_{\alpha}=27,56 \text{ inch}$$

Συνολικό επιτρεπόμενο βάρος εκτός ορίων του διαγράμματος διαστασιολόγησης

ii) B757-200

$$\text{Για } CBR=14,5\%$$

$$h_{\alpha}=27,56 \text{ inch}$$

Συνολικό επιτρεπόμενο βάρος εκτός ορίων του διαγράμματος διαστασιολόγησης.

2.2.2 Γαλλική μέθοδος

E_1, h_1, v_1	ασφαλτικές στρώσεις
E_2, h_2, V_2, α	στρώσεις από ασύνδετο υλικό
CBR, v_3	έδαφος έδρασης

Σχήμα 2.2. Επιλκόδιο πρόδυτο σκάλισμας αδαντριώματος αεροσέρβωμάτων Μυντίνης.

Συντελεστές ισοδυναμίας υλικών

- α) ασφαλτικού μείγματος (κακή κατάσταση) 1-1,5
- β) αμμοχάλικο 1,5

Προσδιορισμός ισοδύναμου πάχους

$$H_{isoDynamic} = h_1 * 1,5 + h_2 * 1,5$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1
ΤΥΠΟΙ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ	B737-200 B737-400	Dual wheel gear Dual wheel gear	Δ.Δ.1
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ	MD-81 MD-82 MD-83	Dual wheel gear Dual wheel gear Dual wheel gear	Δ.Δ.2
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ	B757-200	Dual tandem gear	Δ.Δ.3

Τμήμα 1

Μήκος 450 m (Επέκταση διαδρόμου)

$h_1=10\text{cm}$	$h_2=95\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=9600\text{MPa}$	$E_2=850\text{MPa}$	$E_3=155\text{MPa}$

$$\text{CBR} = E_3/10 = 15,5\%$$

$$H_{\text{συστ}}=h_1*1,5+h_2*1,5=157,5\text{cm}$$

Δ.Δ.1

Σημείο τομής εκτός διαγράμματος

Ομοίως στα διαγράμματα διαστασιολόγησης Δ.Δ.2 και Δ.Δ.3

Δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός του επιτρεπόμενου φορτίου.

Τμήμα 2

Μήκος 450 m (Touch down)

$h_1=20\text{cm}$	$h_2=50\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=10.850\text{MPa}$	$E_2=845\text{MPa}$	$E_3=130\text{MPa}$

$$\text{CBR} = E_3/10 = 13\%$$

$$H_{\text{συστ}}=h_1*1,5+h_2*1,5=105 \text{ cm}$$

Δ.Δ.1

Σημείο τομής εκτός διαγράμματος

Ομοίως στα διαγράμματα διαστασιολόγησης Δ.Δ.2 και Δ.Δ.3

Δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός του επιτρεπόμενου φορτίου.

- ❖ Δοκιμές εφαρμογής της μεθόδου πραγματοποιήθηκαν επίσης στα τμήματα 3,4,5 του διαδρόμου του αεροδρομίου της Μυτιλήνης με τα ίδια αποτελέσματα. Ήταν αδύνατος ο προσδιορισμός του επιτρεπόμενου φορτίου, από τα διαγράμματα διαστασιολόγησης και υπολογισμού της Γαλλικής μεθόδου.

2.3 Σχολιασμός αποτελέσματων.

Όπως διαπιστώθηκε από τις προσπάθειες εφαρμογής των δύο βασικών μεθόδων σε μασίχεια υφισταμένου οδοστρώματος του αεροδρομίου της Μυτιλήνης, δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν αυτές για τον προσδιορισμό της φέρουμασας ικανότητας του διαδρόμου του αεροδρομίου.

Τα όρια λειτουργίας των διαγραμμάτων διαστασιολόγησης των μεθόδων είναι περιορισμένα σε σχέση μ' αυτά που εμείς επεζητούμε, προκειμένου να προσεγγίσουμε την πραγματική τιμή του PCN της διατομής του οδοστρώματος.

Επίσης από τις μεθόδους αυτές εκλείπουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των επιμέρους στρώσεων (μέτρα ελαστικότητας, λόγοι Poisson), σαν πάραμετρος υπολογισμού της φέρουμασας ικανότητας ζήτημα πολύ σημαντικό ιδιαίτερα για τα ελληνικά δεδομένα των οδοστρωμάτων αεροδρομίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ PCN ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΤΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (PCN – H)

3.1 Σύντομη περιγραφή της διαδικασίας.

Στη συγκεκριμένη διαδικασία ο προσδιορισμός της φέρουμεσας ικανότητας του οδοστρώματος, βασίστηκε στον υπολογισμό της εντατικής κατάστασης που επιβάλλεται σ' αυτό, μετά από φορτίσεις αεροσκαφών.

Το μέγεθος που επλέχθηκε για τον αναλυτικό υπολογισμό του PCN είναι η εφελκυστική παραμόρφωση της ασφαλτικής στρώσης. Προκειμένου να υπολογισθεί η εφελκυστική παραμόρφωση, έλαβαν χώρα δοκιμαστικές φορτίσεις διατομών. Η φόρτιση εξασκείται από το αεροσκάφος μέσω του κυρίου συστήματος προσγείωσης. Δημιουργήθηκαν δύο κατηγορίες διατομών ανάλογα με τα μέτρα δυσκαμψίας οι άλλαγές εντός του πεδίου τιμών κάθε κατηγορίας δεν αποφέρουν σημαντικές αυξομειώσεις στις τιμές PCN που υπολογίζεται, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

ΟΡΙΑ ΜΕΤΡΩΝ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ

ΜΕΤΡΑ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β
Ασφαλτικής στρώσης	4.000 – 6.000 MPa	6.000 – 8.000 MPa
Στρώσης βάσης	400 – 600 MPa	600 – 800 MPa

Ταυτόχρονα, έγινε κατάταξη των διατομών με βάση το λόγο των παχών των στρώσεων, εφάσον διαπιστώθηκε ότι αύξηση του συνολικού πάχους προκαλεί ανάλογη αύξηση και στην τιμή του PCN, όταν ο λόγος των παχών παραμένει σταθερός.

Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν οι κατηγορίες λόγου παχών 1/2, 1/3 που αποτελούν τα συνήθη δρισ των οδοστρωμάτων αεροδρομίων. Για τον προσδιορισμό της εδαφικής αντοχής χρησιμοποιήθηκαν τρεις από τις τέσσερις

κατηγορίες CBR (6%, 10%, 15%) οι πλέον συνήθεις στα οδόστρωματα των ελληνικών αεροδρομίων.

* Διαδικασία υπολογισμού

Για τον υπολογισμό του PCN έγινε χρήση του ορισμού : «Το PCN κάθε διατομής είναι το ACN του αεροσκάφους που μπορεί να χρησιμοποιήσει το οδόστρωμα για 10.000 δι/σεις». Οι διελεύσεις υπολογίζονται με βάση την εφελκυστική παραμόρφωση της ασφαλτικής στρώσης μέσω του νόμου αστοχίας: [13A]

$$\text{Σχέση 3.1} \quad N_{\text{επ}} = 4,3 \cdot 10^{-14} \cdot (\varepsilon_r)^{-1,81}$$

όπου : $N_{\text{επ}} =$ ο αριθμός των επαναλήψεων φορτίσεων μέχρι την στοχία

$\varepsilon_r =$ η μέγιστη επιτρεπόμενη, εφελκυστική παραμόρφωση στη βάση της ασφαλτικής στρώσης

Εξάλλου ο αριθμός διελεύσεων ενός α/φ εξαρτάται ακόμη από το είδος του συστήματος προσγείωσης. Εάν αυτό είναι μονού ή διπλού τροχού, υπολογίζεται η παραμόρφωση που αντιστοιχεί σε 10.000 δι/σεις, ενώ εάν είναι διπλής διάταξης, διπλού τροχού μπρος – πίσω, υπολογίζεται η παραμόρφωση που αντιστοιχεί σε 20.000 δι/σεις

Οι παράμετροι υπολογισμού του PCN για το οδόστρωμα είναι τα πάχη των στρώσεων, τα μέτρα δυσκαρμψίας τους και ο δείκτης CBR της στρώσης έδρασης. Για το αεροσκάφος είναι η πίεση του ελαστικού, η ακτίνα επαφής, το σύστημα και οι αποστάσεις των τροχών.

Ο υπολογισμός ξεκινά από μια διατομή με σταθερά πάχη, μέτρα δυσκαρμψίας στρώσεων και συγκεκριμένο CBR στρώσης έδρασης. Δοκιμάζονται διάφορα αεροσκάφη, τα οποία ανάλογα με τις παραμέτρους τους, προκαλούν μια εφελκυστική παραμόρφωση στην βάση της ασφαλτικής στρώσης.

Όταν η προκαλούμενη ανηγμένη παραμόρφωση είναι ίδια με τη ψητούμενη, τότε το ACN του αεροσκάφους είναι το ίδιο με το PCN του οδόστρωματος.

Τα αποτελέσματα του υπολογισμού κάθε κατηγορίας διατομών καταχωρίζηκαν με τη μορφή ζεύγους τιμών συνολικού πάχους και τιμής PCN

Τα σημεία (συνολικό πάχος, PCN) απεικονίζονται σε διαγράμματα ανά κατηγορία μέτρου δισκαρμίας και λόγου πάχων. (Παράρτημα 3)

Έτσι, με τις καμπύλες που δημιουργήθηκαν είναι δυνατός ο γρήγορος υπόλογισμός του PCN με την εισαγωγή του συνολικού πάχους.

3.2 Εφαρμογή της μεθοδολογίας (PCN – H) σε στοιχεία από επιτόπου μετρήσεις υφισταμένου οδοστρώματος.

Επιχειρήθηκε η εφαρμογή της μεθοδολογίας στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στό οδόστρωμα του αεροδρομίου της Μυτιλήνης. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε καθώς και τα σποτελέσματα των υπόλογισμών παρατίθενται στη συνέχεια.

E_1, h_1, v_1	ασφαλτικές στρώσεις
E_2, h_2, v_2	στρώσεις από ασύνδετό υλικό
CBR, v_3	έδαφος έδρασης

Σχήμα 2.2: Στοικό πρότυπο ανάλυσης οδοστρώματος αεροδρομίου Μυτιλήνης.

Τμήμα 1

Μήκος 450 m (Επέκταση διαδρόμου)

$h_1=10\text{cm}$	$h_2=95\text{cm}$	$h_3=\omega$
$E_1=9600\text{Mpa}$	$E_2=850\text{Mpa}$	$E_3=155\text{Mpa}$

Για συνολικό πάχος οδοστρώματος $h_{\text{λ.σ}}=h_1+h_2=10\text{cm}+95\text{cm}=105\text{mm}$ και για δείκτη εδαφικής αντοχής $CBR= E_3/10=15,5\%$ επιλέγω έστω κατηγορία B { $E_1=6000-8000\text{Mpa}$, $E_2=600-800 \text{ Mpa}$ }, κατηγορία λόγου πάχων ασφαλτικής στρώσης/στρώση βάσης = $10\text{cm}/95\text{cm}=0,105\text{m}$, άρα έστω κατηγορία $1/3=0,333$ και έστω $CBR=15\%$.

Εάν εισάγω το συνολικό πάχος στην αντίστοιχη καμπύλη έχω PCN=81

Άρα PCN=81/F/A/W/T

Τυμπα 2

Μήκος 450 m (Touch down)

$h_1=20\text{cm}$	$h_2=50\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=10.850\text{Mpa}$	$E_2=845\text{Mpa}$	$E_3=130\text{Mpa}$

Για συνολικό πάχος οδοστρώματος h αλασσαρ. = $h_1+h_2=70\text{cm} = 700\text{mm}$ και για δεικτη εδαφικής αντοχής $\text{CBR}= E_3/10=13\%$ εστω κατηγορία B { $E_1=6000-8000\text{Mpa}$, $E_2=600-800 \text{ Mpa}$ } , κατηγορία λόγου παχών ασφαλτικής στρώσης/στρώση βάσης = $20\text{cm}/50\text{cm}=0,4\text{cm}$, άρα έστω κατηγορία $1/2=0,5$ και έστω $\text{CBR}= 15\%$.

Εάν εισάγω το συνολικό πάχος στην αντίστοιχη καμπύλη έχω PCN=64

[Εάν $\text{CBR}= 10\%$ τότε έχω PCN=70]

Άρα PCN=66/F/A/W/T εφόσον εδώ έχω CBR= 13%

Τυμπα 3

Μήκος 750 m

$h_1=20\text{cm}$	$h_2=50\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=10.900\text{Mpa}$	$E_2=715\text{Mpa}$	$E_3=110\text{Mpa}$

Για συνολικό πάχος οδοστρώματος h αλασσαρ. = $h_1+h_2=70\text{cm} = 700\text{mm}$ και για δεικτη εδαφικής αντοχής $\text{CBR}= E_3/10=11\%$ εστω κατηγορία B { $E_1=6000-8000\text{Mpa}$, $E_2=600-800 \text{ Mpa}$ } , κατηγορία λόγου παχών ασφαλτικής στρώσης/στρώση βάσης = $20\text{cm}/50\text{cm}=0,4\text{cm}$, άρα έστω κατηγορία $1/2=0,5$ και έστω $\text{CBR}= 10\%$.

Εάν εισάγω το συνολικό πάχος στην αντίστοιχη καμπύλη έχω PCN=70

Άρα PCN=70/F/A/W/T

Τυμπα 4

Μήκος 400 m

$h_1=20\text{cm}$	$h_2=50\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=11.150\text{Mpa}$	$E_2=860\text{Mpa}$	$E_3=245\text{Mpa}$

Για συνολικό πάχος οδοστρώματος h αλοθυπρ. $=h_1+h_2=70\text{cm}=700\text{mm}$ και για δείκτη εδαφικής αντοχής $\text{CBR} = E_3/10 = 24,5\%$ επιλέγω έστω κατηγορία B { $E_1=6000-8000\text{Mpa}$, $E_2=600-800 \text{ Mpa}$ }, κατηγορία λόγου πάχων ασφαλτικής στρώσης/στρώση βάσης $=20\text{cm}/50\text{cm}=0,4\text{cm}$, άρα έστω κατηγορία $1/2=0,5$ και έστω $\text{CBR}=15\%!!!$

Εάν εισάγω το συνολικό πάχος στην αντίστοιχη καμπύλη έχω $\text{PCN}=64$

Άρα $\text{PCN}=64/\text{F/A/W/T}$

Τυμπα 5

Μήκος 275 m

$h_1=20\text{cm}$	$h_2=50\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=11.200\text{Mpa}$	$E_2=850\text{Mpa}$	$E_3=145\text{Mpa}$

Για συνολικό πάχος οδοστρώματος h αλοθυπρ. $=h_1+h_2=70\text{cm}=700\text{mm}$ και για δείκτη εδαφικής αντοχής $\text{CBR} = E_3/10 = 14,5\%$ επιλέγω έστω κατηγορία B { $E_1=6000-8000\text{MPa}$, $E_2=600-800 \text{ MPa}$ }, κατηγορία λόγου πάχων ασφαλτικής στρώσης/στρώση βάσης $=20\text{cm}/50\text{cm}=0,4\text{cm}$, άρα έστω κατηγορία $1/2=0,5$ και έστω $\text{CBR}=15\%$

Εάν εισάγω το συνολικό πάχος στην αντίστοιχη καμπύλη έχω $\text{PCN}=64$

Άρα $\text{PCN}=64/\text{F/A/W/T}$

3.3 Σχολιασμός αποτελεσμάτων.

Κατά την εξέταση της μεθοδολογίας (PCN – Η) διαπιστώθηκε ότι μπορεί να εφαρμοσθεί, στα δεδομένα από επιτόπου μετρήσεις του διαδρόμου του αεροδρομίου της Μυτιλήνης.

Πρέπει να παρατηρηθεί βεβαίως, ότι η εφαρμογή της κατέστη δυνατή, αφού έγιναν αρχικά κάποιες σοβαρές παραδοχές, τόσο ως πράξ των λόγω των παχών των στρώσεων της κάθε διατομής, ώστε να μπορεί να ενταχθεί σε κατηγορία λόγου παχών 1/2 ή 1/3, όσο και ως προς τα μέτρα δυσκαμψίας της ασφαλτικής στρώσης, ώστε η διατομή να ενταχθεί σε κατηγορία Α ή Β προκειμένου να εξαχθούν κάποια αποτελέσματα.

Οι περιορισμοί που επιβάλλονται από τις βασικές αρχές ανάπτυξης της μεθοδολογίας, καθώς και η αξιολόγηση των εξαγομένων αποτελεσμάτων, – τα οποία κρίθηκαν συγκριτικά με άλλες επεξεργασίες και θεωρήθηκε μεγάλη η απόκλισή τους από τις άλλες πράσεγγίσεις της τιμής του PCN – μπαγορεύουν την αναζήτηση μιας νέας πρότασης προσδιορισμού της φέρουσας ικανότητας των οδοστρωμάτων αεροδρομίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ PCN ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΤΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ (PCN - H)

4.1 Περιγραφή της διαδικασίας.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε συνοπτική περιγραφή της μεθοδολογίας (PCN - H). Όπως αναφέρθηκε η μεθοδολογία υπολογίζει την φέρουσα ικανότητα – υπολογισμός PCN – βάσει διαγραμμάτων όπου με την εισάγωγή του συνολικού πάχους εξάγεται άμεσα η τιμή PCN του οδοστρώματος.

Τα διαγράμματα διακρίνονται :

- α) ανάλογα με τα μέτρα δυσκαμψίας (βάσης και ασφαλτικής μετρώσης) των διατομών σε κατηγορίες A και B, τα οριά των οποίων φαίνονται στον πίνακα 3.1 και
- β) ανάλογα με το λόγο παχών της ασφαλτικής στρώσης πρός τη βάση σε κατηγορίες λόγου παχών 1/2 και 1/3.

Επίσης σε κάθε διάγραμμα υπάρχουν τρείς καμπύλες ανάλογα με την κατηγορία της εδαφικής αντοχής A.B.C, που αντιπροσωπεύονται από τις χαρακτηριστικές τιμές CBR 15%, 10%, και 6% αντίστοιχα.

Η καμπύλη για την κατηγορία εδαφικής αντοχής D με χαρακτηριστική τιμή CBR=3% δεν είχε υπολογισθεί και η μελέτη αυτής καθώς και η ένταξή της στα αρχικά διαγράμματα αποτελεί το αντικείμενο αυτού του κεφαλαίου.

Ακολουθείται η γνωστή πλέον διαδικασία υπολογισμού της εφελκυστικής παραμόρφωσης στη βάση της ασφαλτικής μετρώσης με δοκιμαστικές φορτίσεις διατομών. Δημιουργούνται οι δύο κατηγορίες διατομών ανάλογα με τα μέτρα δυσκαμψίας με χαρακτηριστικές τιμές μέσα στο διάστημα των ορίων για κάθε κατηγορία ήτοι :

Για την κατηγορία Α, με όρια τιμών του μέτρου δυσκαμψίας της ασφαλτικής στρώσης 4000 –6000 MPa, επιλέγονται τιμές του E_1 μέσα σ' αυτό το διάστημα και για τη στρώση βάσης, επιλέγονται τιμές του E_2 στο διάστημα με όρια τιμών 400-600 MPa.

Ομοίως για την κατηγορία Β επιλέγονται τιμές του E_1 στο διάστημα με όρια τιμών του μέτρου δυσκαμψίας της ασφαλτικής 6000 –8000 MPa και για τη στρώση βάσης επιλέγονται τιμές του E_2 στο διάστημα με όρια τιμών 600-800 MPa. Στη συνέχεια έγινε κατάταξη διατομών με βάση τον λόγο των παχών των στρώσεων σε λόγο παχών 1/2 και 1/3.

Ο υπολογισμός του PCN έχει σαν αφετηρία μία διατομή με σταθερά πάχη και μέτρα δυσκαμψίας των στρώσεων για CBR της στρώσης έδρασης =3%. Δοκιμάζονται διάφορα α/φ (Παράρτημα 2) μέσω του προγράμματος APSA 1.0, τα οποία συνάλογα με τα χαρακτηριστικά τους προκαλούν μία εφελκυστική παραμόρφωση στη βάση της ασφαλτικής στρώσης. Όταν η προκαλούμενη παραμόρφωση είναι ίδια με τη ζητούμενη (254 micro για α/φ single ή dual και 222 micro για α/φ dual tandem) τότε το ACN του α/φ είναι ίσο με το PCN του αδιστρώματος.

Κατόπιν, μεταβάλλουμε τα μέτρα δυσκαμψίας από κατηγορία Α σε κατηγορία Β και το λόγο παχών από 1/2 σε 1/3 σε κάθε κατηγορία. Η μεταβολή των συνολικών παχών κυμαίνεται από 480 mm – 900mm στην κατηγορία Α και από 480 mm – 750mm στην κατηγορία Β.

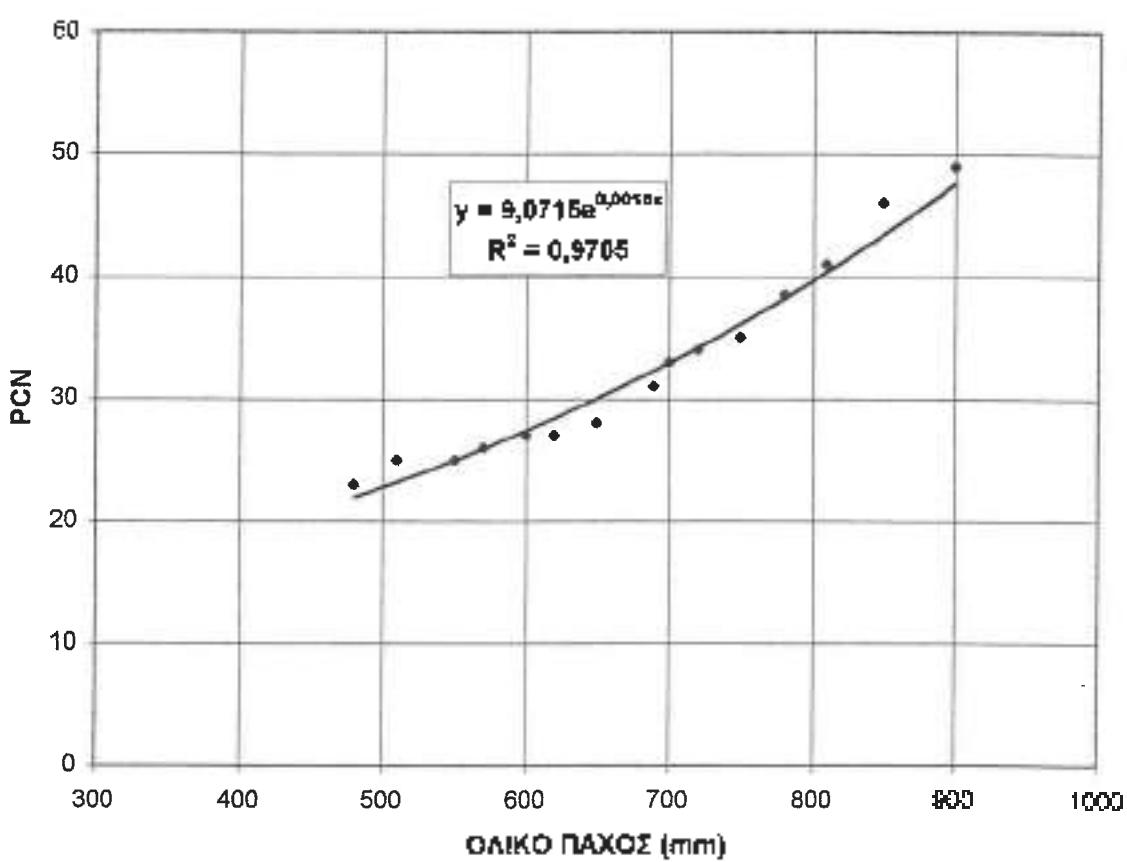
Τα αποτελέσματα του υπολογισμού απεικονίζονται σε διαγράμματα [PCN – H (ολικού πάχους)] ανά κατηγορία μέτρου δυσκαμψίας και λόγου παχών. Για κάθε ομάδα σημείων σταθερού μέτρου δυσκαμψίας και λόγου παχών βρέθηκε μια κάμπύλη της μορφής $PCN=f(H)$. Οι δοκιμές προσαρμόγησε έδειξαν ότι στην κατηγορία Α είναι κατάλληλες οι εκθετικές κάμπύλες, ενώ στην κατηγορία Β οι γραμμικές

Ακολούθως, γίνεται ολοκληρωμένη πλέον παράθεση των σχετικών διαγράμμάτων για όλες τις κατηγορίες που καθορίζονται από τις βασικές αρχές ανάπτυξης της μεθοδολογίας.

4.2 Διαγράμματα (PCN – H) για CBR=3%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ PCN-H		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α		CBR=3%
ΛΟΓΟΣ 1/3		
Διατομή	Ολικό πάχος, mm	PCN
1	480	23
2	510	25
3	550	25
4	570	26
5	600	27
6	620	27
7	650	28
8	690	31
9	700	33
10	720	34
11	750	35
12	780	38,5
13	810	41
14	850	46
15	900	49

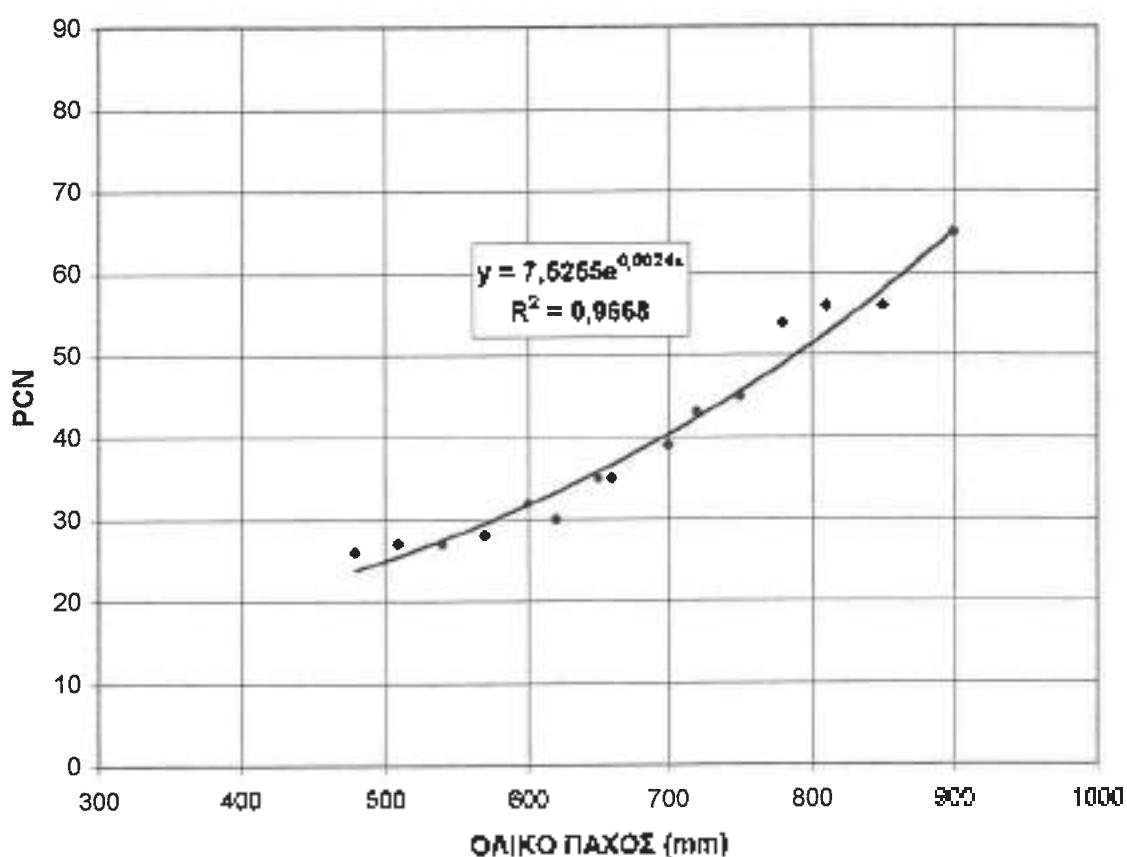
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α - 1/3



Σχ.4.2.1 Υπολογισμός PCN μέσω του ολικού πάχους του οδοστρώματος, για κατηγορία μέτρων δυσκαρψίας της ασφαλτικής στρώσιμης Α, λόγο παχών 1/3 και CBR=3%

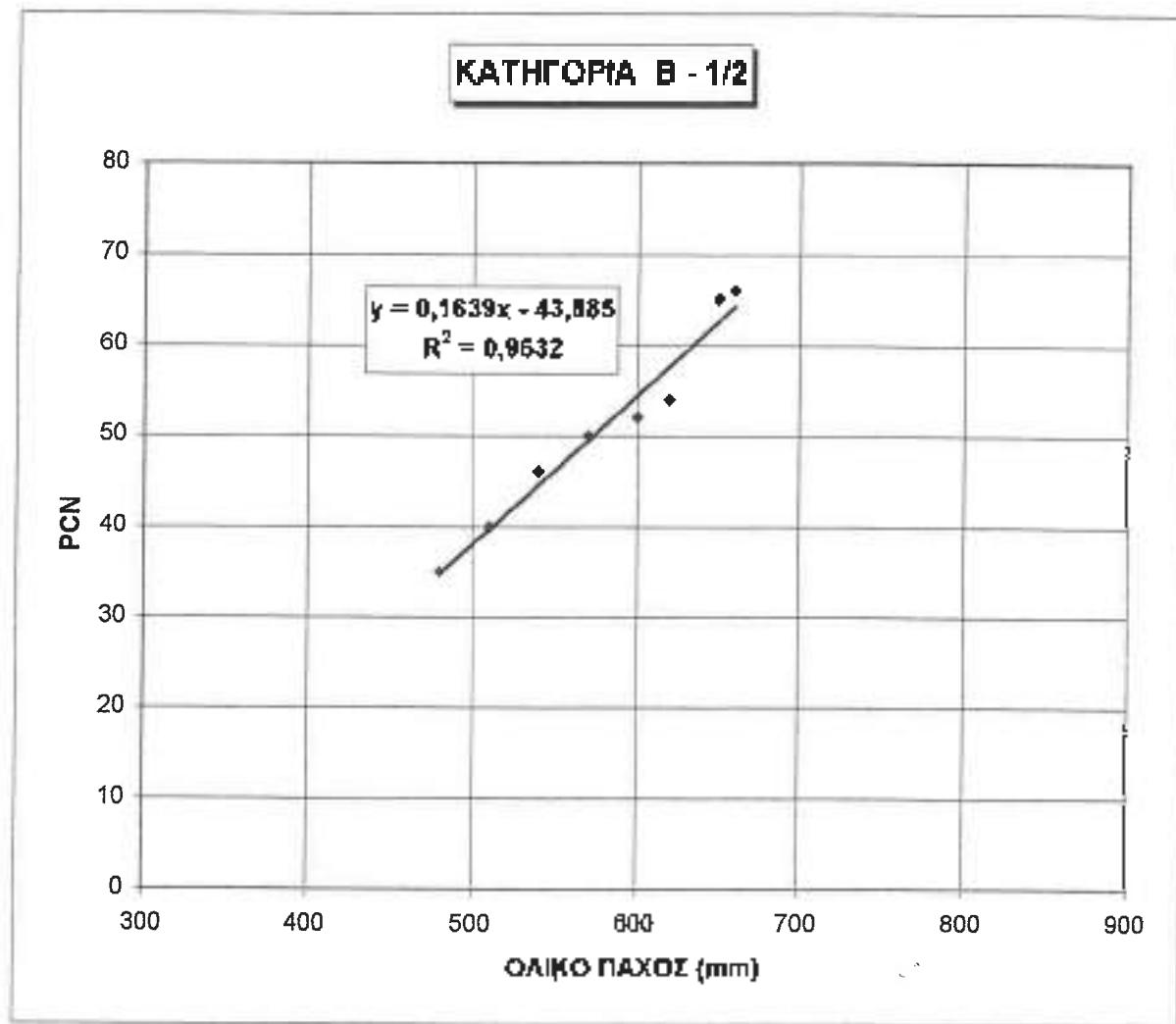
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ PCN-H		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α		CBR=3%
		ΛΟΓΟΣ 1/2
Διαγραμή	Ολικό πάχος	PCN
1	400	26
2	510	27
3	540	27
4	570	28
5	600	32
6	620	30
7	650	35
8	660	35
9	700	39
10	720	43
11	750	45
12	780	54
13	810	56
14	850	56
15	900	65

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α - 1/2



Σχ.4.2.2 Υπολογισμός PCN μέσω του ολικού πάχους του αδοστρώματος, για κατηγορία μέτρων δυσκαμψίας της ασφαλτικής στρώσης Α, λόγο πάχυν 1/2 και CBR=3%

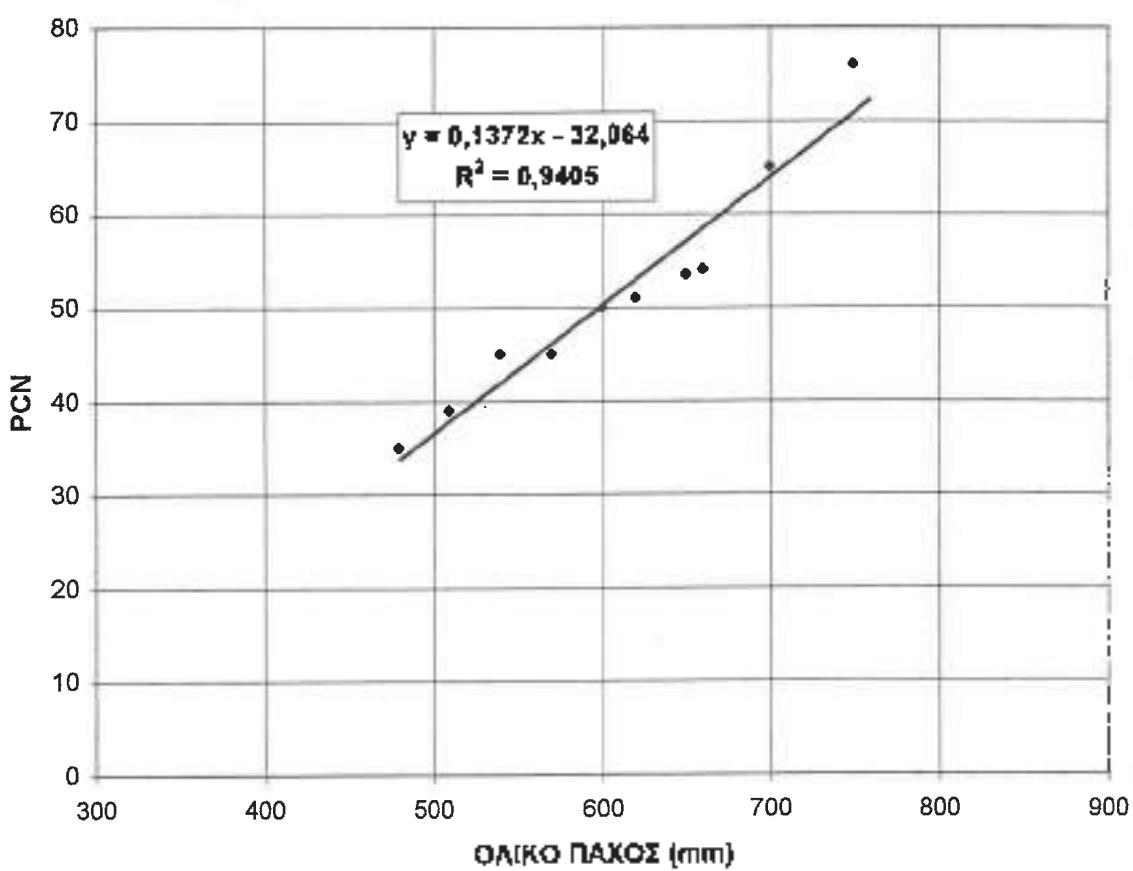
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ PCN-Η		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β		CBR=3%
ΛΟΓΟΣ 1/2		
Διάσταση	Ολικό πάχος	PCN
1	480	35
2	510	40
3	540	46
4	570	50
5	600	52
6	620	54
7	650	65
8	660	68



Σχ.4.2.3 Υπολογισμός PCN μέσω του ολικού πάχους του οδοστρώματος, για κατηγορία μέτρων δυσκαρφίας της ασφαλτικής στρώσης θ, λόγο παχών 1/2 και CBR=3%

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ PCN-Η		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β		CBR=3%
ΛΟΓΟΣ 1/3		
Διατομή	Ολικό πάχος	PCN
1	480	35
2	510	38
3	540	45
4	570	45
5	600	50
6	620	51
7	650	53,5
8	680	54
9	700	65
10	750	76

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β - 1/3



Σχ.4.2.4 Υπολογισμός PCN μέσω του ολικού πάχους του αδειστρώματος, για κατηγορία μέτρων δυσκαρπίας της ασφαλτικής μισθώσης Θ, λόγο παχύτων 1/3 και CBR=3%

4.3 Παραπρήσεις – Σχόλια

Πραγματοποιήθηκαν δοκιμές και σε άλλες τιμές των μέτρων δυσκαμψίας στα πλαίσια των οριών της κάθε κατηγορίας, αλλά δεν σημειώθηκε ιδιαίτερη διαφοροποίηση της τιμής του PCN και έτσι χρησιμοποιήθηκαν οι ήδη διαμορφωμένες διατομές με τις μέσες τιμές των μέτρων δυσκαμψίας. Τα στοιχεία των διατομών αναφέρονται αναλυτικά στο παρόρτυμα 3.

Επιτεύχθηκε η ολοκλήρωση του σχεδιασμού των διαγράμματων της μεθοδολογίας (PCN - H) με τη δημιουργία της καμπύλης για την εδαφική κατηγορία D ($CBR=3\%$). Η προσπάθεια διμως ένταξης της δημιουργηθείσας καμπύλης στα συνολικά υπάρχοντα διαγράμματα της μεθοδολογίας με τις καμπύλες των άλλων εδαφικών κατηγοριών (Κεφ.3 § 3.2) απεδείχθη ανεπιτυχής. Η θέση της καμπύλης σε σχέση με τις πρόηγούμενες δεν ήταν η αναμενόμενη βάσει αντιστοίχων νομογραφημάτων και έμπειρικής γνώσης.

Ως εκ τούτου, ενισχύεται η πιθανότητα λάθους κατά τη διαδικαστική πορεία της μεθοδολογίας. Το γεγονός αυτό καθώς και οι περιορισμοί που επιβάλλονται προκειμένου να εφαρμοσθεί η μεθοδολογία (Κεφ.3 § 3.1) όπως επίσης και η έλλειψη ακριβείας των αποτελεσμάτων υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας, του διαδρόμου του αεροδρόμου της Μυτιλήνης (Κεφ.3 § 3.3) αθούν αναμφίβολα στην ανάπτυξη μιας εναλλακτικής πρότασης υπολογισμού του PCN.

Η πρόταση συτή πρέπει να είναι απαλλαγμένη από τους περιοριστικούς όρους της υφιστάμενης και συγχρόνως βελτιωμένη ώστε να παρέχει με ακρίβεια και ταχύτητα την πράγματική τιμή του δείκτη της φέρουσας ικανότητας του οδοστρώματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ – ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΤΑ DUAL TANDEM – ΟΤΙ ΜΙΑ ΔΙΕΛΕΥΣΗ Α/Φ ΙΣΟΔΥΝΑΜΕΙ ΜΕ ΔΥΟ ΔΙΕΛΕΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ ΦΟΡΤΙΣΗΣ.

5.1 Αναλυτική περιγραφή του θεωρήματος.

Σ' ένα αεροπλάνο με δύο τροχούς (dual) σαν φορέο τροχών, εμφανίζεται μία φορά στην περίπτωση τροχοδρόμησης για απογείωση μία επανάληψη φόρτισης, ώστε ο αριθμός των επιτρεπόμενων διελεύσεων του αεροσκάφους να αντιστοιχεί στον αριθμό των επιτρεπόμενων επαναλήψεων φόρτισης.

Στην περίπτωση αεροπλάνων με γένοσσερις τροχούς ανά φορέο τροχών, οι οποίοι είναι σε διάταξη δύο τροχών μπροστά και δύο πίσω (dual tandem) εμφανίζονται στην άσφαλτο κατά την τροχοδρόμηση προς απογείωση ενός α/φ δύο μέγιστρες τιμές έντασης, καθώς επίσης και δύο επαναλήψεις φόρτισης.

Ως εκ τούτου ο αριθμός των επιτρεπόμενων διελεύσεων του αεροσκάφους, είναι μόνο κατά το ήμισυ μεγάλος σε σχέση με τον αριθμό των επιτρεπόμενων επαναλήψεων φόρτισης.

5.2 Διαδικασία αποδείξεως.

Προκειμένου να επιβεβαιωθεί η παραπάνω θεωρητική υπόθεση για τα αεροσκάφη με σύστημα προσγείωσης διπλού μπρός – πίσω τροχού (dual tandem) ακολουθήθηκε η παρακάτω πορεία

Επιλέχθησαν δύο αντιπροσωπευτικά αεροσκάφη τύπου dual tandem από το σύνολό των α/φ που διατίθενται στην πηγή [14]. Αυτά ήταν το B757-200 και το B767-300. Με δεδομένα τα χαρακτηριστικά τους υπολογίσθηκε η ακτίνα επαφής των καθώς και οι θέσεις των τροχών τους.

Αναλυτικότερα, δημιουργήθηκε ένας κάναβος για το κάθε α/φ, όπου τοποθετήθηκαν οι συντεταγμένες του νοητού κέντρου του ενός φορείου τροχών του α/φ καθώς και οι συντεταγμένες των τροχών του συγκεκριμένου φορείου.

Βάση για την επιβεβαίωση της θεωρητικής υπόθεσης είναι η δημιουργία 3 ζώων σε μικρή απόσταση από τους τροχούς του α/φ, όπως φαίνεται στα σχήματα 5.1 και 5.2.

Εάν αποδειχθεί ότι μετά την επιβαλλόμενη φόρτιση από το α/φ, οι ζώνες (a) και (a') δέχονται την ίδια παραμόρφωση και η ενδιάμεση (b) (Σχ.5.1, Σχ.5.2) δέχεται πολύ μικρότερη τινά άλλων δύο, τότε εξασφαλίζεται η ισχύς της θεωρητικής υπόθεσης. Αυτό καθίσταται δυνατό, εάν επιλεγούν σημεία εντελώς συμμετρικά ως πρός το νοητό κέντρο του φορείου τροχών μέσα στις ζώνες (a) και (a') καθώς και στη ζώνη (b) και υπολογισθεί γι' αυτά τα σημεία, η εντατική κατάσταση του οδοιπορίου στη βάση της ασφαλτικής στρώσης και στην επιφάνεια της στρώσης έδρασης.

Οι παραπόνια υπολογισμοί γίνονται με τη βοήθεια του λογισμικού Bisar [5]. Το πρόγραμμα Bisar χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των τάσεων, ανηγγένων παραμορφώσεων και μεταποτίσεων που αναπτύσσονται σε ελαστικό πολυστρωματικό σύστημα, λόγω της επιβολής ενός ή περισσότερων εξωτερικών φορτίων ομοιόμορφα κατανεμημένων σε κυκλική επιφάνεια.

Τα αποτελέσματα της σύγχρονης δράσης πολλών φορτίων ισαδιναμούν με το άθροισμα των αποτελεσμάτων της δράσης του κάθε φορτίου ξεχωριστά (αρχή της επιβλητισμός). Στην περίπτωση όμως που οι άξονες των φορτίων δεν συμπίπτουν μεταξύ τους, η άθροιση αυτή γίνεται στο σύστημα των καρτεσιανών συντεταγμένων.

Τα στοιχεία που εισάγονται ως μεταβλητές στο πρόγραμμα είναι:

- Ο αριθμός των στρώσεων.
- Το μέτρο ελαστικότητας της κάθε στρώσης.
- Ο λόγος Poisson κάθε στρώσης.
- Το πάχος της κάθε στρώσης (η τελευταία θεωρείται απείρου πάχους)
- Ο αριθμός των τροχών του υπό εξέταση φορείου.
- Η πίεση του ελαστικού, η σκτίνα επάφης και οι συντεταγμένες του κάθε τροχού.
- Ο αριθμός των σημείων επίλογής
- Οι συντεταγμένες τους ως προς το επίπεδο του κανάθου και ως προς το κατακόρυφο επίπεδο (x,y,z).

Εξάγονται ως αποτελέσματα του προγράμματος :

- Τα στοιχεία του τανυστή των τάσεων και των ανηγμένων παραμορφώσεων.
- Τα στοιχεία του τανυστή των μετατόπισεων.
- Οι κύριες τιμές και διευθύνσεις του τανυστή των τάσεων.
- Οι μέγιστες διατμητικές τάσεις.
- Οι μέγιστες διατμητικές παραμορφώσεις.

Στην προκειμένη περίπτωση ελέγχονται : α) η οριζόντια ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση – η μέγιστη από την ακτινική και την εφαπτομενική – σαν κρίσιμο μέγεθος όταν εξετάζεται η εντατική κατάσταση του οδοιπρώματος στη βάση της ασφαλτικής στρώσης και β) η κατακόρυφη παραμόρφωση όταν εξετάζεται η εντατική κατάσταση του οδοιπρώματος στην επιφάνεια της στρώσης έδρασης.

Ο έλεγχος έγινε για δύο τα τμήματα του διαδρόμου της Μυτιλήνης και διαπιστώθηκε ότι παντού οι παραμορφώσεις είναι οι ίδιες στα σημεία επιλογής που ανήκουν στις ζώνες (a) και (a') και πολύ μικρότερες στην ζώνη (b) από τη ζώνη (a). Κατ' αυτόν τον τρόπο αποδεικνύεται έμπρακτα η θεωρητική υπόθεση.

Στην συνέχεια παραπίθενται η σχηματική διάταξη των τροχών των δύο υπό εξέταση αεροσκαφών (Σχ.5.1, 5.2), τα σημεία που επιλέχθησαν καθώς και οι παραμορφώσεις του B757-200 για δύο τμήματα ενδεικτικά του διαδρόμου της Μυτιλήνης, για τα δύο επίπεδα αναφοράς (στην βάση της ασφαλτικής στρώσης και στην επιφάνεια της στρώσης έδρασης).

Αεροσκάφος

B757-200 Dual Tandem

Συντεταγμένες νοητού κέντρου φόρείου προχών

1657 1000

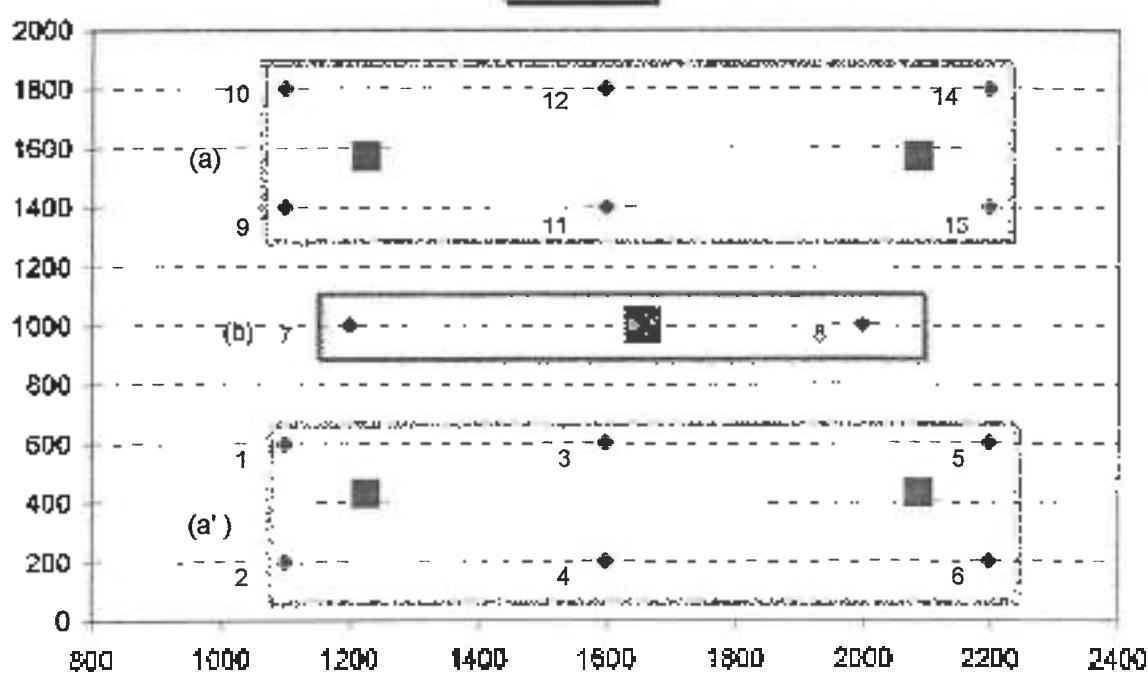
Συντεταγμένες τροχών

x	y
1226	429
2069	429
2089	1572
1226	1572

Σημεία επιλογής

1	1100	600
2	1100	200
3	1600	600
4	1600	200
5	2200	600
6	2200	200
7	1200	1000
8	2000	1000
9	1100	1400
10	1100	1800
11	1600	1400
12	1600	1800
13	2200	1400
14	2200	1800

B757-200



Αεροσκάφος

B767-300 Dual Tandem

Συντεταγμένες νοητού κέντρου φορείου τραχών

1848 1000

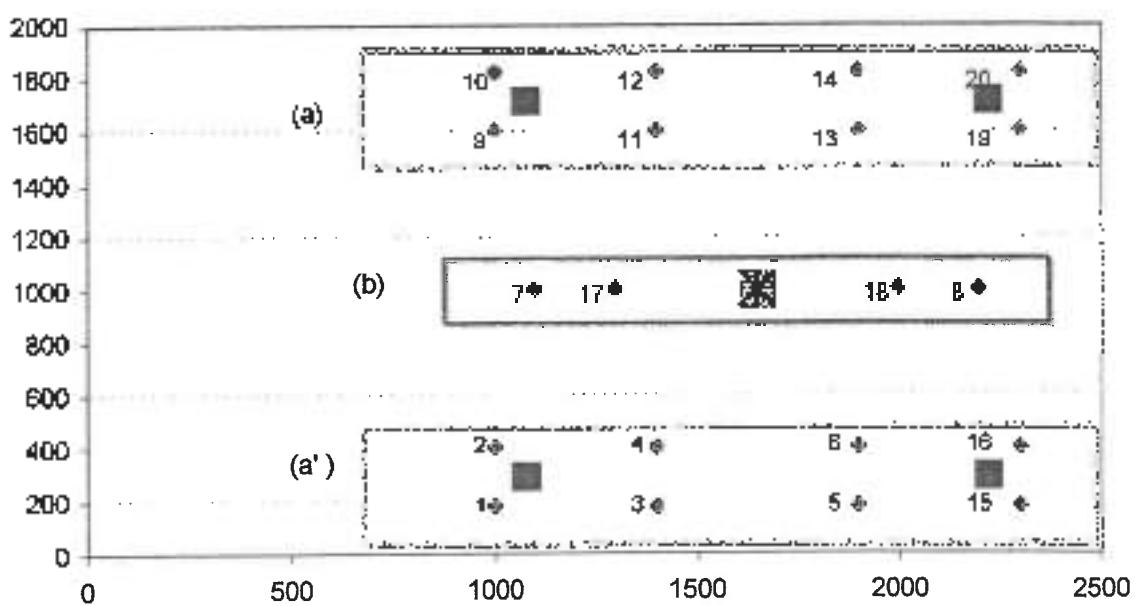
Συντεταγμένες τραχών

x	y
1077	289
2220	289
2220	1711
1077	1711

Σημείο επιλογής

1	1000	178
2	1000	400
3	1400	178
4	1400	400
5	1896	178
6	1896	400
7	1100	1000
8	2196	1000
9	1000	1600
10	1000	1822
11	1400	1600
12	1400	1822
13	1896	1600
14	1896	1822
15	2297	178
16	2297	400
17	1300	1000
18	1996	1000
19	2297	1600
20	2297	1822

B767-300



B757-200						
Τμήμα 1	Μικρήνης	Παραμορφώσεις (πίσω)				
	Βάση ασφαλτικής στρώσης Οδι(Ζ1)				Επιφάνεια στρώσης έδρασης Οδι(Ζ3)	
Θέση		Οριζόντια	Κατακόρυφη		Οριζόντια	Κατακόρυφη
1		113,3	5,73		58,07	-144,3
2		83,2	5,38		56,83	-139
3		26,29	17,26		51,97	-119
4		20,83	17,96		50,96	-115
5		87,04	5,525		57,02	-139,8
6		118,6	5,75		58,27	-145,2
7		5,4	15,13		45,72	-95,53
8		4,97	14,92		45,46	-94,63
9		112,7	5,74		58,05	-144,2
10		83,53	5,39		56,86	-139,1
11		26,2	17,28		51,96	-118,9
12		20,93	17,95		50,97	-115,1
13		118,1	5,76		58,25	-145,1
14		87,57	5,53		57,04	-139,9

B757-200						
Τμήμα 2 Μυτιλήνης		Παραμορφώσεις (micro)				
	Βάση ασφαλισικής στρώσης Οδ2(Ζ1)				Επιφάνεια στρώσης έδρασης Οδ2(Ζ3)	
Θέση		Οριζόντια	Κατακόρυφη		Οριζόντια	Κατακόρυφη
1		84,81	1,4		95,06	-239
2		72,93	1,4		92,35	-227,5
3		43,78	1,4		62,12	-186,8
4		40	1,38		80,08	-179,2
5		74,58	1,4		92,75	-229,2
6		86,87	1,4		95,49	-240,9
7		26,23	1,37		70,01	-143,8
8		25,73	1,18		69,53	-142,3
9		84,62	1,4		95,02	-238,9
10		73,14	1,4		92,4	-227,7
11		43,72	1,4		82,09	-186,7
12		40,06	1,38		80,12	-179,3
13		86,67	1,4		95,45	-240,7
14		74,8	1,4		92,81	-229,4

5.3 Παρατηρήσεις – Σχόλια

Η συχνότητα κυκλοφορίας σε κάποιες μεθόδους σχεδιασμού οδοστρωμάτων, διακρίνεται ανάλογα με τον αριθμό των coverage' s. Με τον όρο coverage χαρακτηρίζεται η εφαρμογή μεγίστης τάσης σε ένα σημείο του οδοστρώματος, το οποίο για τα εύκαμπτα είναι το σημείο επισφής του τροχού με την έπιφάνεια. Οι coverage' s συνδέονται με τις διελεύσεις μέσω του λόγου των διελεύσεων προς τις coverage' s, για τις οποίες θα μπορούσε να υιοθετηθεί ο όρος ισοδύναμες διελεύσεις. [15]

Σε πολλές χώρες έχουν αναπτυχθεί διάφορες μεθοδολογίες, δύσον αφορά τις ισοδύναμες διελεύσεις, αλλά έως τώρα δεν υπάρχει καμμία που να έχει γίνει επισήμως αποδεκτή σε διεθνή βάση.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε διάκριση σε ζώνες και υπολογίσθηκε η εντατική κατάσταση του οδοστρώματος μετά από επιβαλλόμενη φόρτιση σε αυτές, προκειμένου να αποδειχθεί η θεωρητική υπόθεση ότι μια διέλευση των τροχών του α/φ ισοδυνάμει με δύο διελεύσεις των τροχών φόρτισης.

Η διαδικασία επιβεβαίωσης της θεωρητικής υπόθεσης ακολουθεί την μορφή μεθοδολογίας, ώστε να δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής με κατάλληλη βαθμονόμηση και προσαρμογή σε σποιονδήποτε τρόπο προσδιορισμού των ισοδύναμων διελεύσεων που κάθε φορά επλέγεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΟΣ ΤΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ.

Όπως είναι γνωστό, η φόρτιση ενός οδόστρωματος από ένα συγκεκριμένο αεροσκάφος επιφέρει σ' αυτό τάσεις και παραμόρφωσεις. Γεννάται εύλογα το ερώτημα εάν και κάτα πόσο η διακύμανση της πληρότητας του αεροσκάφους προκαλεί μια διαφορετική εντατική κατάσταση στο υπό εξέταση οδόστρωμα.

Κατά την εκπόνηση της μελέτης αυτής κρίθηκε σκόπιμη η διερεύνηση του αποτελέσματος της φόρτισης ενός αεροσκάφους, ότον η πληρότητά του δεν φθάνει το 100% της τιμής της.

Συγκεκριμένα, εξετάσθηκαν 10 αντιπροσωπευτικά αεροσκάφη από το σύνολο των 53, που αποτελούν το αρχείο των αεροσκαφών (planes dat.) στο πρόγραμμα APSA 1.0 (Παράρτημα 2). Τα εντατικά μεγέθη βάσει των αποίων ελέγχθηκε η επιρροή της πληρότητάς τους, είναι η ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση της ασφαλτικής στρώσης και η κατακόρυφη παραμόρφωση της στρώσης έδρασης.

6.1 Περιγραφή της διαδικασίας

Είναι γνωστό, ότι το μικτό βάρος του α/φ – ίδιο και ωφέλιμο – που κατανέμεται στους τροχούς του, προκαλεί μια εντατική κατάσταση στο οδόστρωμα ανάλογα με την ακτίνα επαφής του κάθε τροχού και την επιβαλλόμενη πίεση του ελαστικού.

Συνεπώς, γνωρίζοντας το μικτό βάρος του κάθε αεροσκάφους καθώς και το ίδιο βάρος - από πίνακες ACN των α/φ (παράρτημα 1) - , υπολογίζεται το ωφέλιμο για 100% πληρότητα και στη συνέχεια η τιμή αυτού για 80%, 60% και 40% πληρότητα.

Ετοι η τιμή του εξαγομένου αφελίμου βάρους προστίθεται κάθε φορά στην τιμή του ίδιου βάρους του α/φ και προκύπτει μια νέα τιμή μικτού βάρους για κάθε συντελεστή πληρότητος. Διανέμοντας το συνολικό βάρος του α/φ στο βάρος που αναλογεί σε κάθε τροχό, υπολογίζουμε την ακτίνα του τροχού από τη σχέση 6.1

$$\text{Σχέση 6.1} \quad R = \left(\frac{B}{\pi^* p} \right)^{1/2} \quad \text{όπου :}$$

R=ακτίνα του τροχού (mm)

B=βάρος του τροχού (KN)

$\pi=3,14$

p=πίεση του ελαστικού (Kpa)

Έχοντας γνωστή την ακτίνα του α/φ καθώς και όλα τα υπόλοιπα στοιχεία όπως πίεση του ελαστικού, βάρος, συντεταγμένες των τροχών, τα εισάγουμε σαν στοιχεία ενός νέου α/φ που μπαίνει στο αρχείο (planes dat.) του APSA 1.0. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλα τα α/φ και για όλα τα ποσοστά πληρότητος. Ο υπολογισμός των ανηγμένων παραμορφώσεων της ασφαλτικής στρώσης και της στρώσης έδρασης γίνεται με το λογισμικό πρόγραμμα APSA 1.0 σε δύο διατόμες ενδεικτικά, των οποίων τα στοιχεία δίδονται παρακάτω:

Τμήμα 1

(Επέκταση διαδρόμου Μυτιλήνης)

$h_1=10\text{cm}$	$h_2=95\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=9600\text{Mpa}$	$E_2=850\text{Mpa}$	$E_3=155\text{MPa}$

Διατομή T

$h_1=15\text{cm}$	$h_2=40\text{cm}$	$h_3=\infty$
$E_1=6500\text{Mpa}$	$E_2=500\text{Mpa}$	$E_3=100\text{MPa}$

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών φαίνονται στους παρακάτω πίνακες

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1

Βάρη α/φ ανάλογα με την πληρότητά τους

Α/Φ	Τέτοιο Βάρος (kgr)	Ωφέλιμο Βάρος (kgr)	Βάρος(kgr) πλ.(100%)	Βάρος(kgr) πλ.(80%)	Βάρος(kgr) πλ.(60%)	Βάρος(kgr) πλ.(40%)
B737-200	27.125	25.491	52.616	47.518	42.420	37.321
MD-83	36.230	36.793	73.023	65.664	58.306	50.947
MD-82	35.629	32.637	68.266	61.739	55.211	48.684
MD-81	35.551	28.386	63.957	56.280	52.603	46.925
B757-200	60.260	49.056	109.916	98.505	89.893	79.882
B707-320C	67.269	85.138	152.407	135.379	118.352	101.324
B707-320B	64.784	84.014	148.778	131.975	115.172	98.370
B767-200	78.976	64.813	143.789	130.826	117.864	104.901
B707-320	64.682	78.653	143.935	127.604	111.874	96.143
B707-120B	57.833	59.194	117.027	105.188	93.350	81.511

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2

Ακτίνες τροχών α/φ ανάλογα με την πληρότητά τους.

Α/Φ	Ακτίνα(mm) πλ.(100%)	Ακτίνα(mm) πλ.(80%)	Ακτίνα(mm) πλ.(60%)	Ακτίνα(mm) πλ.(40%)
B737-200	189	180	170	160
MD-83	206	195	184	172
MD-82	205	195	184	173
MD-81	206	197	187	177
B757-200	191	182	173	163
B707-320C	219	206	193	179
B707-320B	218	204	190	176
B767-200	207	197	187	177
B707-320	212	200	188	174
B707-120B	197	187	176	165

ΤΙΤΛΑΚΑΣ 6.3

Παρατημαρφώσεις α/φ ανάλογα με την πληρότητά τους,

(Τιμήμα 1. Επέκταση διαδρόμου Μυτιλήνης.)

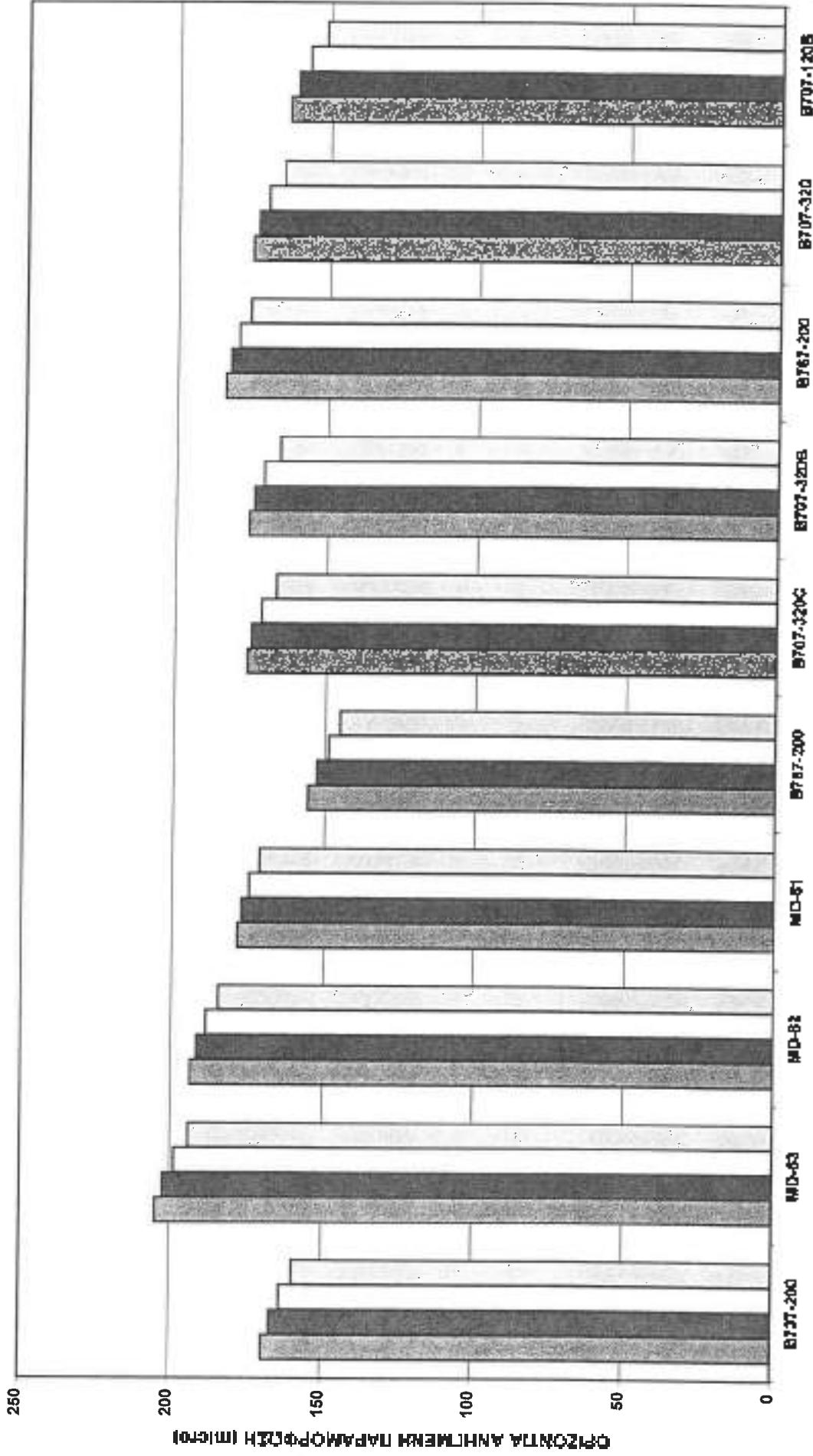
Α/Φ	ε_r [μιλετο]				ε_{zz} [μιλετο]			
	πλ.{100%}	πλ.{80%}	πλ.{60%}	πλ.{40%}	πλ.{100%}	πλ.{80%}	πλ.{60%}	πλ.{40%}
B737-200	169,742	167,030	163,929	159,887	232,156	208,835	188,466	167,250
MD-83	204,724	202,437	198,782	194,294	335,947	301,754	266,418	235,856
MD-82	193,870	191,610	188,733	184,575	315,384	283,125	255,216	226,099
MD-81	178,751	177,182	174,749	171,551	293,326	266,768	242,702	217,872
B757-200	155,889	152,586	148,856	144,953	307,841	276,665	250,001	224,664
B707-320C	176,102	174,751	171,711	166,885	386,097	342,216	297,805	259,376
B707-320B	175,903	174,254	171,137	166,046	375,746	332,450	291,704	250,706
B767-200	184,124	182,385	179,720	176,050	317,674	288,177	260,055	233,320
B707-320	175,528	173,659	170,203	165,165	382,154	322,819	282,866	245,094
B707-120B	163,228	160,595	158,673	151,571	286,638	266,7092	236,553	206,155

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4

Παραμορφώσεις ω/φ ανάλογα με την πληρότητά τους,
(Διατομή Τ)

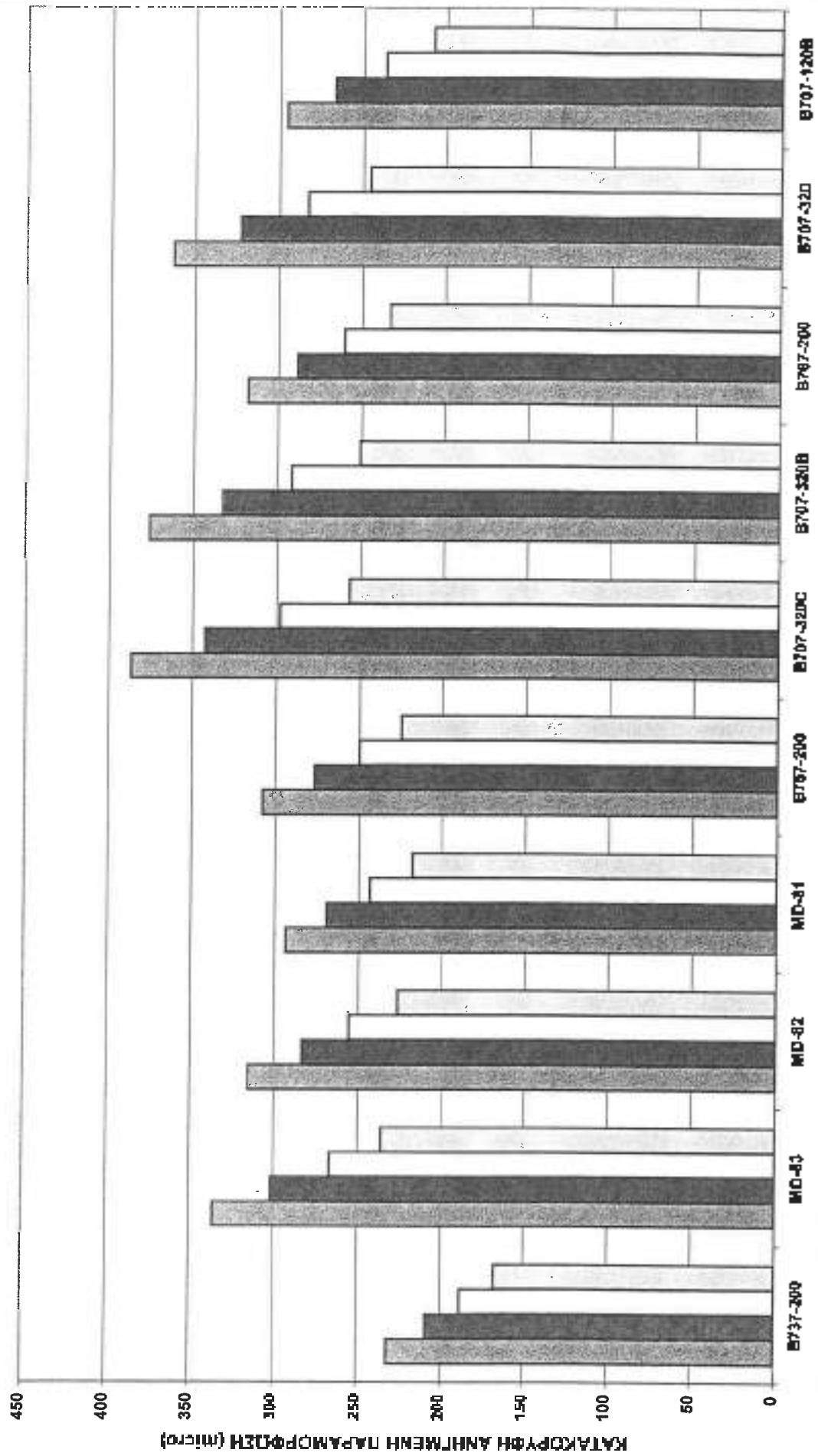
ΑγΦ	Ε _T [m²/κτο]			Ε ₂₂₄ [m²/κτο]		
	ΠΛ. [100%]	ΠΛ. [80%]	ΠΛ. [60%]	ΠΛ. [100%]	ΠΛ. [80%]	ΠΛ. [60%]
B737-200	280,225	246,758	234,218	218,774	175,363	690,841
MID-83	338,173	321,058	301,619	283,150	1120,97	1009,36
MID-82	318,057	302,782	287,424	269,981	1052,6	947,259
MD-84	285,271	263,085	269,077	254,623	978,761	898,700
B757-200	226,824	216,761	205,284	193,236	871,512	705,905
B707-320C	289,543	274,388	256,799	237,882	1111,86	890,562
B707-320B	288,141	270,732	254,171	236,082	1083,36	863,404
B707-200	281,680	269,728	257,038	243,581	981,477	870,206
B707-320	281,477	267,011	250,192	232,220	1045,82	936,584
B707-120B	248,372	236,068	221,792	208,695	858,673	777,498
						692,266
						611,417

■ Παρίστη (παλαιό) πάλι (100%) ■ Παρίστη (παλαιό) γάλα (80%) □ Παρίστη (μειωτό) πάλι (40%)



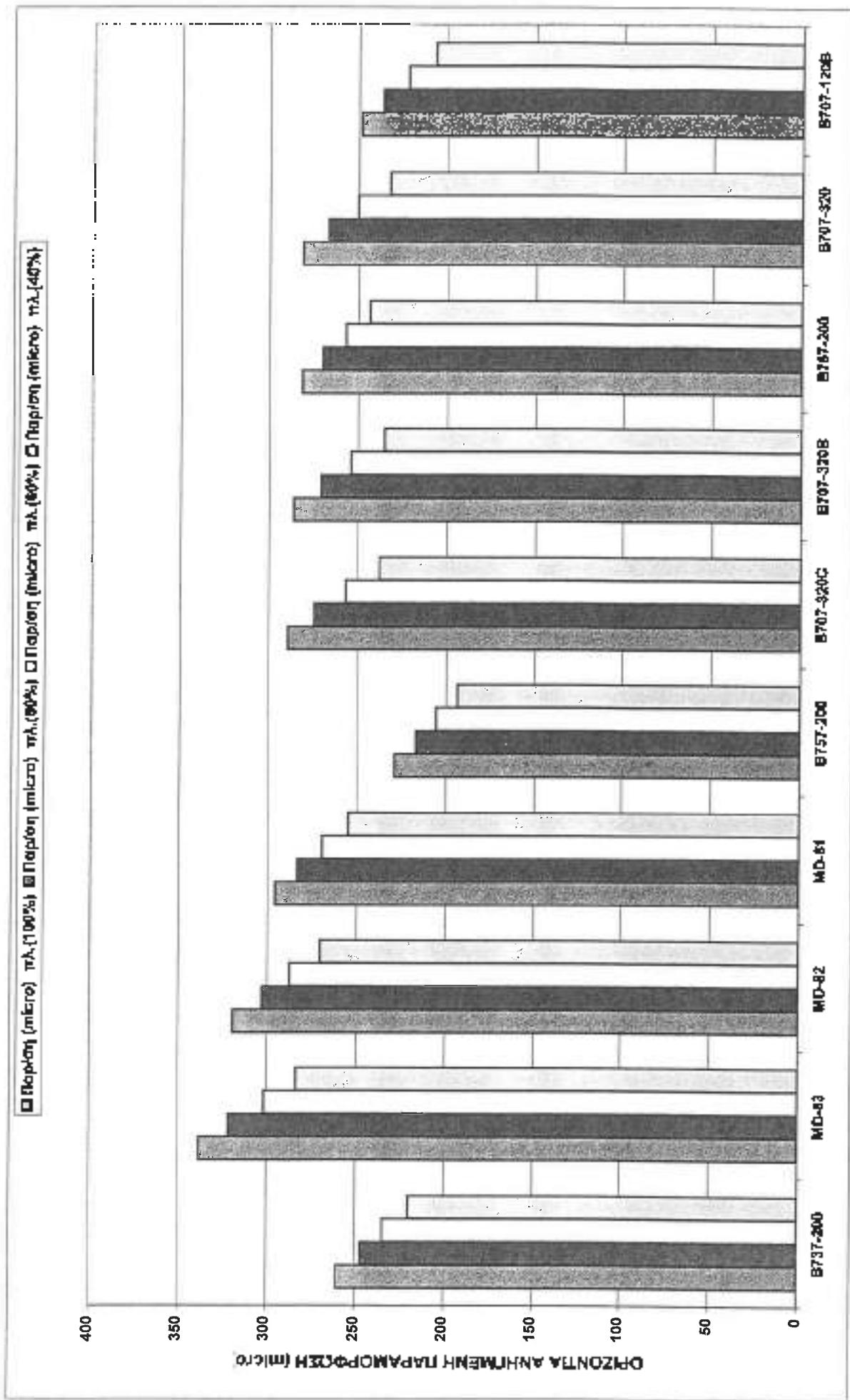
Σχήμα 8.1 Επαργόν της πλημμέρης των ωφ οπην ορμώνατο τα θαλασσινή ιατρική φάρμαση του ανθρωπόμορφου Μαριάννης.

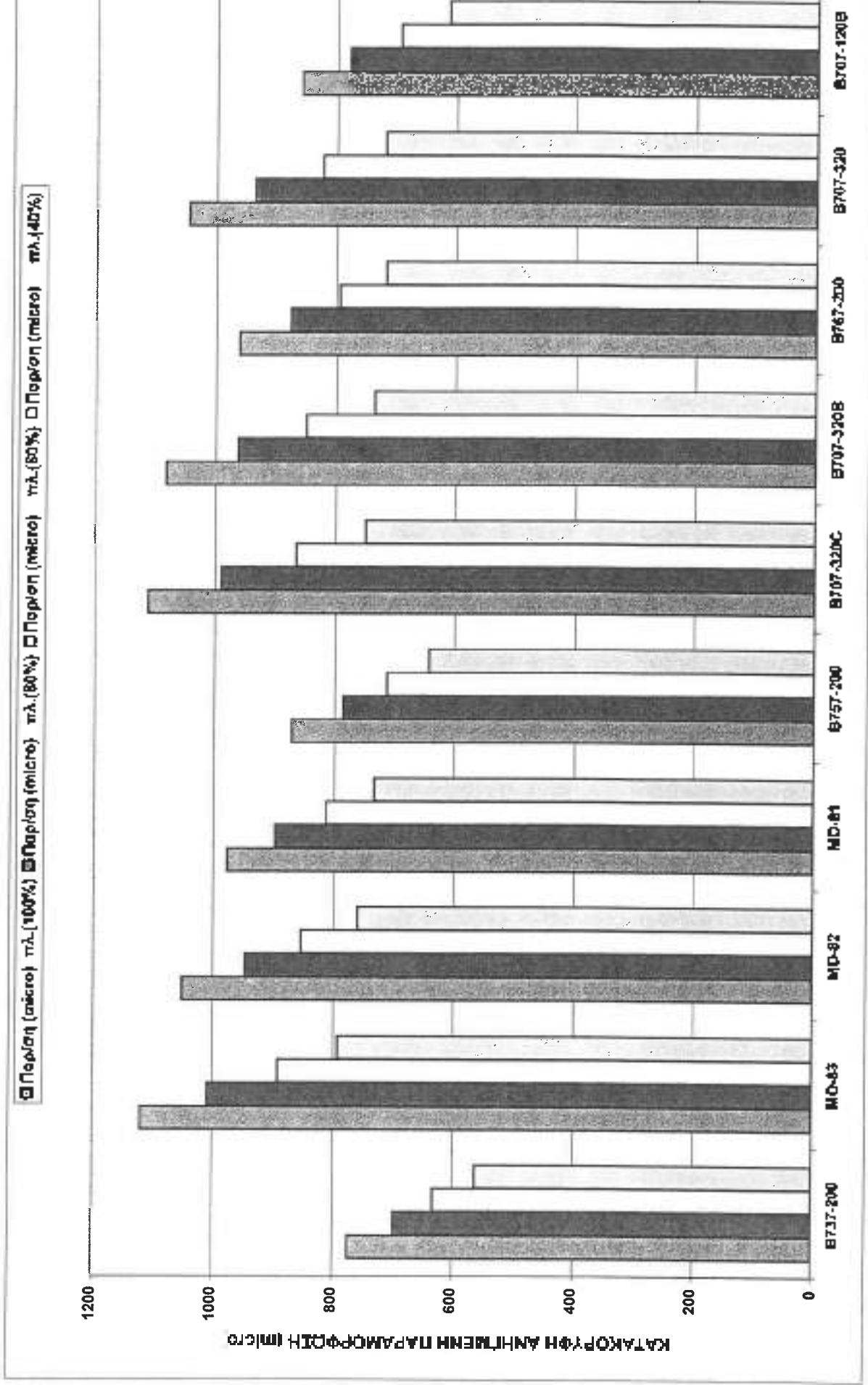
□ Πορφύρη [μεταφ] πλ. {100%} ■ Ροδόπη [μεταφ] πλ. [60%] □ Ροδόπη [μεταφ] πλ. [40%]



Σχήμα 6.2 Επίφερη ήπις σλαβόπετρας των μερών κατοκέφυσης μεγαλύτερη ποσοτημέτρωση του αξεστά ρυπαντος. [Τμήμα 1. Επίσκαση στη διαδρόμου Αθηνών-Αγρίου].

Σχήμα 6.3 Επιφυτή ηλις πλημμύρης των αγρού στην αρχική φάση του ανθεκτικότητας (Διανομή T)





Σχήμα 6.4 Επιφερότας πάς γενικότερας των ωφ στην κατασκευή σημαντική ποσοτιμούσα η αδεστρασμένη (Διάγραμμα 1)

6.2 Σχολιασμός.

Οπως φαίνεται από τους πίνακες 6.3 και 6.4 καθώς επίσης και από τα σχήματα 6.1-6.4 όσον αφορά το Τμήμα 1 (Επέκταση του διαδρόμου της Μυτιλήνης) όταν η πληρότητα των α/φ κυμαίνεται από 40% - 100%, παρουσιάζεται μια διαφορά στην οριζόντια ανηγμένη παραμόρφωση στη βάση της ασφαλτικής στρώσης, της τάξεως του 4,027% - 7,14% και στην κατακόρυφη ανηγμένη παραμόρφωση στην επιφάνεια της στρώσης έδρασης, αρκετά μεγαλύτερη της τάξης του 25,72% - 33,60%, για τα 10 εξεταζόμενα αεροσκάφη.

Όσον αφορά δε τη διατομή Τ όταν η πληρότητα των α/φ κυμαίνεται από 40% - 100%, παρουσιάζεται μια διαφορά στην οριζόντια ανηγμένη παραμόρφωση στη βάση της ασφαλτικής στρώσης, της τάξεως του 13,76% - 17,85% και στην κατακόρυφη ανηγμένη παραμόρφωση στην επιφάνεια της στρώσης έδρασης, επίσης μεγαλύτερη της τάξης του 25,26% - 32,57%.

Διαπιστώθηκε λοιπόν, ότι η πληρότητα των α/φ παίζει σημαντικό ρόλο στην εντατική κατάσταση του οδοστρώματος και συγκεκριμένα όσο μειώνεται η πληρότητα του υπό εξέταση α/φ, μειώνεται και η ανηγμένη παραμόρφωση (οριζόντια και κατακόρυφη) που αυτό επιφέρει σε ένα οδόστρωμα αεροδρομίου. Κατά συνέπεια συζένονται οι έπιτρεπόμενες διελεύσεις του αεροσκάφους.

Το συμπέρασμα αυτό μπορεί να σποιβεί εξαιρετικά χρήσιμο στις μεθόδους προσδιορισμού του PCN και γενικότερα αποτελεί αντικείμενο προς περαιτέρω διερεύνηση και μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ PCN

7.1 Ανάγκη ύπαρξης μιας εναλλακτικής μεθόδου

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας διαπιστώθηκε η έλλειψη συγκεκριμένης διαδικασίας για τον προσδιορισμό του δείκτη φέρουσας ικανότητας των ευκάμπτων οδοστρωμάτων αεροδρομίων – υπολογισμός PCN – στη μέθοδο ACN – PCN, γεγονός που ειδικά στην Ελλάδα επιφέρει σημαντικά προβλήματα, εφόσον δεν έχει υιοθετηθεί οριστικά καμία τέτοια μεθοδολογία.

Ο έλεγχος δε της συμβατότητας των διαφορετικών μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί σε άλλο δειγματικό χώρο – όπως της F.A.A., Γαλλικής - με τα Ελληνικά δεδομένα που έγινε στη συνέχεια δεν έδωσε τα αναμενόμενα επιτυχημένα αποτελέσματα.

Εξάλλου με την εφαρμογή της διαδικασίας προσδιορισμού του PCN μέσω του ολικού πάχους του οδοστρώματος (PCN – H) έγινε μια δεύτερη απόπειρα υπολογισμού του δείκτη της φέρουσας ικανότητας, χωρίς όμως να επιτευχθεί ικανοποιητική προσέγγιση.

Υστερα από εξέταση των παραπάνω μεθόδων υπολογισμού και διαστασιολόγησης των ευκάμπτων οδοστρωμάτων αεροδρομίων, διαπιστώθηκε ότι τα μηχανικά χαρακτηριστικά των στρώσεων (μέτρα ελαστικότητας, πάχη των στρώσεων, λόγοι Poisson) δεν αποτελούν παραμέτρους υπολογισμού του PCN. Όμως αυτές οι παράμετροι –όπως άλλωστε έχει καταδειχθεί και από την (PCN – H) – παίζουν καθοριστικό ρόλο στον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας του οδοστρώματος.

Η φόρτιση ενός οδοστρώματος από ένα α/φ έχει σαν αποτέλεσμα την πράκτηση εντατικών μεγεθών ο' αυτό, όπως τάσεις και παραμορφώσεως. Είναι γνωστό ότι στην περίπτωση ευκάμπτου οδοστρώματος κρίσιμες είναι οι ανηγμένες παραμορφώσεις στον πυθμένα του ασφαλτομίγματος (οριζόντια παραμόρφωση ϵ_{xx}) και στην επιφάνεια του εδάφους έδρασης (κατακόρυφη παραμόρφωση ϵ_{zz})

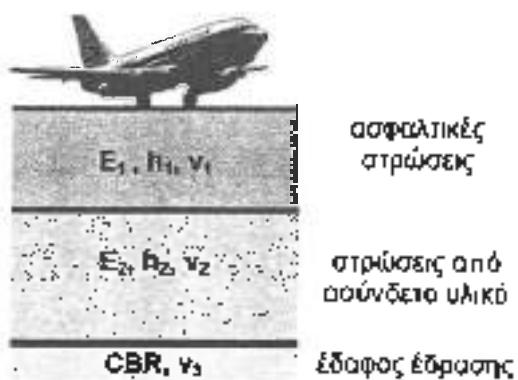
Για τον έλεγχο της επάρκειάς αντοχής των υλικών των στρώσεων του οδοστρώματος χρησιμοποιήθηκαν πειραματικοί νόμοι αστοχίας, βασισμένοι σε μακρά έμπειρα στην Ελλάδα, αλλά και διεθνώς που συνδέουν τις εν λόγω παραμορφώσεις με τις επιτρεπόμενες διίσεις. Βάσει αυτών η αύξηση των παραμορφώσεων οδηγεί σε μείωση των επιτρεπόμενων διελεύσεων· άρα και σε μείωση της φέρουμεσας ικανότητας του οδοστρώματος.

Ως εκ τούτου είναι πρόδηλη η ανάγκη ύπαρξης μιας νέας εναλλακτικής μεθόδου υπολογισμού του PCN, η οποία αξιοποιώντας τα μηχανικά χαρακτηριστικά των στρώσεων και λαμβάνοντας υπ' άψιν το κρίσιμο εντατικό μέγεθος – την ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση στην βάση της ασφαλτικής στρώσης – θα μπορεί να υπολογίσει άμεσα και με ακρίβεια την φέρουμεσα ικανότητα του οδοστρώματος.

7.2 Παράμετροι υπολογισμού – Παραδοχές

Επιλέχθηκε η ανηγμένη εφελκυστική παρίστη στη βάση της ασφαλτικής στρώσης (παρίστη λόγω εφελκυσμού ε.), εφόσον θεωρείται το κρισιμότερα εντατικό μέγεθος σε σχέση με την παραμόρφωση στην επιφάνεια της στρώσης έδρασης (κατακόρυφη παραμόρφωση ε_z). Στο συμπέρασμα αυτό καταλήξαμε μετά από έλεγχο, έχοντας σαν σημείο αναφοράς τον νόμο αστοχίας της ασφαλτικής στρώσης και της στρώσης έδρασης (Σχέσεις 7.3.1 και 7.3.2 αντίστοιχα).

Ο προσδιορισμός του PCN μέσω της ανηγμένης παρίστης της ασφαλτικής στρώσης βασιστηκε σε δοκιμαστικές φορτίσεις διατομών. Το οδόστρωμα προσομοιώνεται κάθε φορά με ένα σύστημα ελαστικών επαλλήλων στρώσεων, εδραζομένων στο ελαστικό έδαφος της στρώσης έδρασης (Σχ. 7.1). Οι βασικές παράμετροι που καθορίζουν τη μηχανική συμπεριφορά των υλικών είναι τα μέτρα ελαστικότητας των υλικών (E_i) ο λόγος του Poisson (ν), ο δείκτης φέρουμεσας ικανότητας (CBR) του εδάφους έδρασης και τα πάχη (h_i) των στρώσεων.



Σχήμα 7.1. Σκοπικό πρότυπο συάλιστης (ευκάρυπτου) οδοστρώματος αεροδρομίου.

Η εκάστοτε φόρτιση εξασκείται από κάποιο επιλεγμένο α/φ που επιδρά στο οδόστρωμα μέσω του κυρίου συστήματος τροχών προσγείωσης. Από πίνακες χαρακτηριστικών των αεροσκαφών [14] εξήχθησαν οι παράμετροι φόρτισης του κάθε αεροσκάφους που είναι: ο τόπος του συστήματος προσγείωσης, οι αποστάσεις μεταξύ των τροχών, η πίεση του ελαστικού και η ακτίνα επαφής.

Συγκεκριμένα, οι τύποι του συστήματος προσγείωσης διακρίνονται σε: α) διπλού τροχού (dual), β) διπλού μπρος – πίσω τροχού (dual tandem), γ) διπλής διάταξης διπλού μπρος – πίσω τροχού (twin-twin tandem). Η πίεση του ελαστικού είναι δεδομένη. Η ακτίνα επαφής εξάγεται συναρτήσει της πίεσης του ελαστικού και του βάρους που πέφτει σε κάθε τροχό.

Δεν είναι σκόπιμο να δημιουργηθεί ένα διάγραμμα υπολογισμού του PCN για κάθε αεροσκάφος, καθώς θα καθισταόταν την εργασία του χρήστη χρονοβόρα και δυσχερέστερη.

Η επιλογή του αεροσκάφους πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να επιτυγχάνεται – εκτός από τον υπολογισμό του PCN – η ταξινόμηση και η δομική κατάταξη των οδοστρωμάτων ανάλογα με τη φέρουσα ικανότητά τους, από το πιο ισχυρό έως το πιο ασθενές.

Επιχειρείται, λοιπόν, η υιοθέτηση ενός αντιπροσωπευτικού –προτύπου – αεροσκάφους προκειμένου να δημιουργηθεί η χαρακτηριστική κάμπυλη – διαφορετική για κάθε κατηγορία CBR της εδαφικής στρώσης - που θα εκφράζει μια αντιστοιχία τιμών μεταξύ των ανηγμένων παραμορφώσεων που επιφέρει το πρότυπο α/φ στην ασφαλτική στρώση και του PCN του οδοστρώματος.

Τελικός στόχος της μεθόδου αυτής είναι η δημιουργία ενός αντιπροσωπευτικού διαγράμματος – νομογραφήματος που να εμπεριέχει καμπύλες της μορφής PCN = f (ε_r) διαφορετικές για κάθε κατηγορία εδαφικής αντοχής A, B, C, D με χαρακτήρας τιμές CBR = 15%, 10%, 6%, 3% αντίστοιχα. Έτσι με δεδομένες τις ανηγμένες παραμορφώσεις που επιφέρει ένα α/φ σε συγκεκριμένο οδόστρωμα θα εξάγεται άμεσα και με ακρίβεια το PCN του αδιστρώματος.

7.3 Περιγραφή της διαδικασίας

Αρχή της διαδικασίας είναι η εισαγωγή στο πρόγραμμα υποστήριξης και ελέγχου APSA 1.0 [19] όλων των αεροσκαφών των οποίων τα χαρακτηριστικά καταγράφονται στο παραρτήμα 2, [14]. Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκε ένα αρχείο αεροσκαφών (planes.dat.) το οποίο αποτελείται αρχικά από 53 α/φ που καλύπτουν όλες τις βαθμίδες φόρτισης. Προκειμένου να γίνει αυτό προηγήθηκε μια χρονοβόρα προεργασία στο καθένα από τα α/φ, ώστε να υπολογισθούν οι διάφορες παράμετροι που τα χαρακτηρίζουν, όπως η ακτίνα επιφής, οι αποστάσεις μετάξυ των τροχών (για την εξαγωγή συντεταγμένων τους), ο τύπος του συστήματος προσγείωσης, αναγωγές μονάδων κτλ.

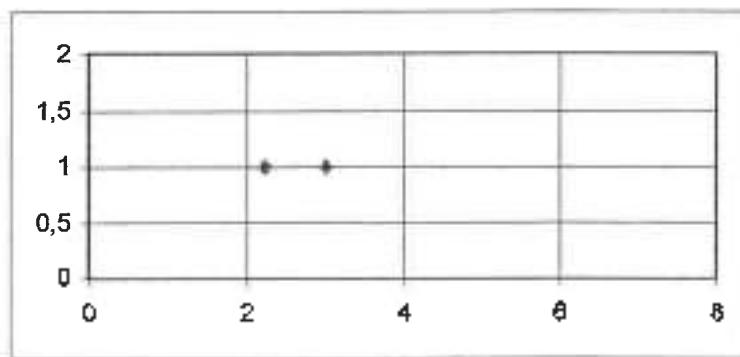
Ενδεκτικά παρατίθενται τα στοιχεία και η διάταξη τροχών του B 737-300, (σχήμα 7.2) όπως εισάγεται στο πρόγραμμα APSA 1.0

B737-300	A 1
Συνολικό βάρος α/φ	135500 lb 602,704 KN
Άριθμός τροχών	4
Βάρος τροχού	150,7KN
Πίεση ελαστικού	165 psi (1137,63 Kpa) (1,13783 Mpa)
π =	3,14159

Aktivof r 205,327 mm
 ft in m
 x1 = 8 7 2,8162
 y1 = 40 10 12,446
 a = 30,5 0,7747
 b = 0

m	mm
XI = 2,22885	2229
XII = 3,00355	3004

m	mm
YI = 1	1000
YII = 1	1000

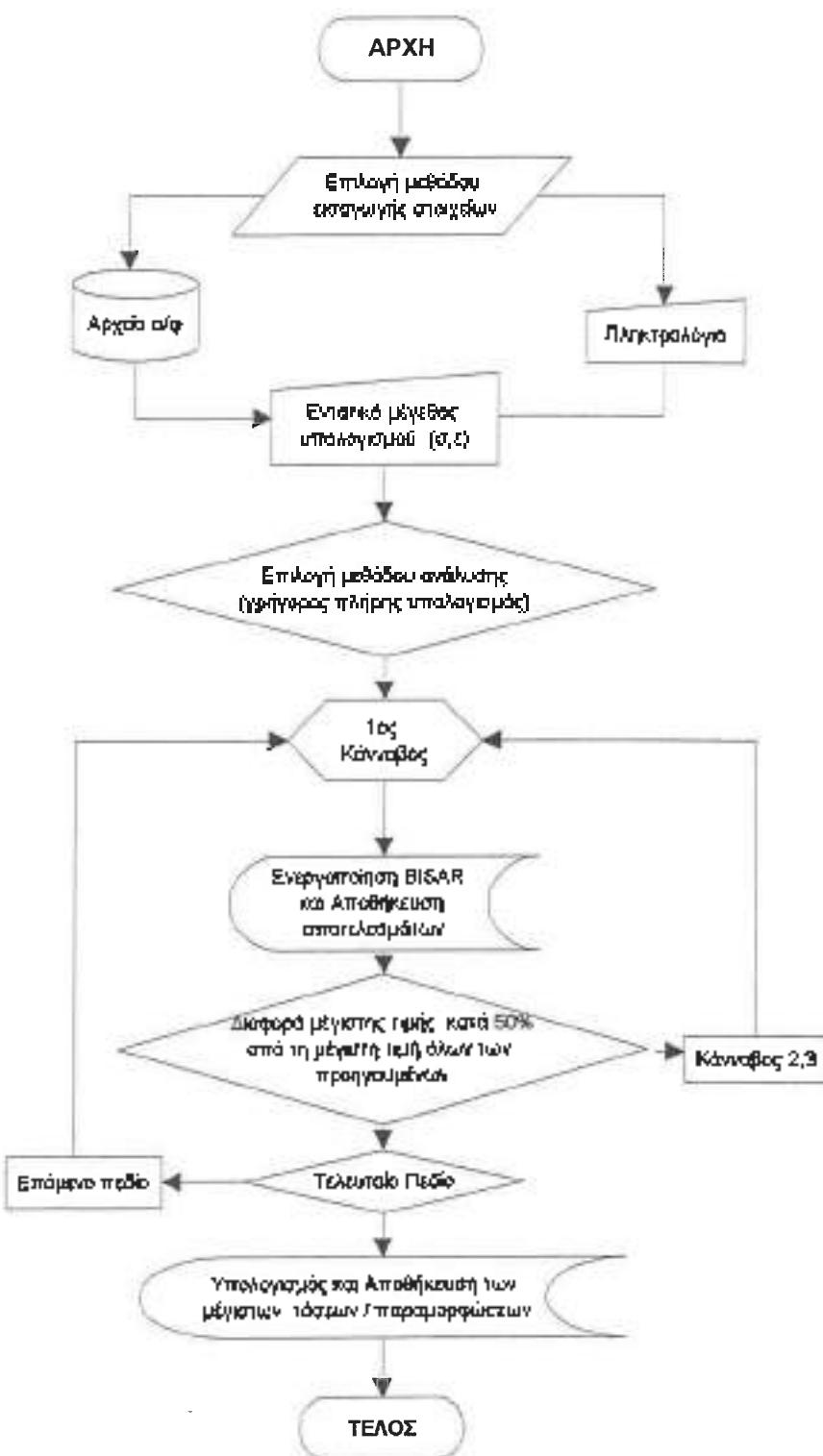


Σχήμα 7.2: Διάπτωση τροχών του ενδε φόρειου του B737-300

Το APSTA 1.0 (Aircraft Pavement Structural Analysis) του Εργαστηρίου Οδοπολίας του Ε.Μ.Π. είναι ένα πρόγραμμα υπολογισμού εντατικών μεγεθών, συγκεκριμένα τάσεων ή ανηγμένων παρβίσεων, σε εύκαμπτα αδιστρώματα αεροδρομίων. Η διαδικασία υπολογισμού βασίζεται στη δημιουργία ενδε κανάθου τεμσάρων ή δώδεκα πεδίων, όπου τα κάθε πεδίο θα έχει διστάσεις 2 x 2m. Η επιλογή του αριθμού των πεδίων γίνεται από το χρήστη του προγράμματος ανάλογα με την έκταση επφροτής του εξεταζομένου σεροσκάφους.

Μέσα σε κάθε πεδίο αναπτύσσονται διαδόχικά τρεις νέοι κάναβοι δεκαέξι ή είκοσι πέντε σημείων (κατ' επιλογήν του χρήστη). Η ανάπτυξη του β' και γ' κοννάβου γίνεται με κέντρο το σημείο που εμφανίζεται η μέγιστη τιμή της ανηγμένης παραμέρφωσης (τάσης) στον προηγούμενο κάνναβο, προσεργίζοντας έτσι το σημείο εφαρμογής και την πραγματική τιμή της. Ο υπολογισμός των τάσεων σε όλα τα σημεία γίνεται με χρήση του αλγορίθμου BISAR, και η μέγιστη τιμή προκύπτει από την σύγκριση των τιμών όλων των εξεταζομένων σημείων.

Η αξιοποστία των εξαγορένων αποτελεσμάτων με τη χρήση του λογισμικού APSA 1.0, ανάγεται στην αξιοποστία του λογισμικού BISAR, εφόσον αποτελεί εξέλιξη αυτού. Το πρόγραμμα πολλαπλών στρώσεων Bisar χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των τάσεων, ανηγμένων παραμορφώσεων και μετατοπίσεων που αναπτύσσονται σε ελαστικό πολυστρωματικό σύστημα, λόγω της επιβολής ενδιάμεσης στα περισσότερα εξωτερικά φορτίανα μηχανισμού παραμορφώσεων σε κυκλική επιφάνεια. Είναι ένα λογισμικό το οποίο θεωρείται το πλέον αξέποντο διεθνώς, έχει καλιμπραρισθεί, δοκιμασθεί και ελεγχθεί ευρέως ως προς τις αποκλίσεις από υπολογισμένες τιμές των τάσεων / παραμορφώσεων που εξάγονται φπό αυτό και από επιτόπου μετρημένες τιμές αυτών.



Σχήμα 7.3: Διάγραμμα ροής προγράμματος APRA 1.0 [19]

7.3.a Επιλογή προτύπων α/φ – Κριτήρια Επιλογής

Βασική προϋπόθεση για τη σωστή λειτουργία της προαναφερθείσας μεθόδου είναι η σωστή επιλογή του προτύπου αεροσκάφους.

Αρχικά, εξετάσθηκε το ενδεχόμενο να υπάρχει ένα πρότυπο για όλους τους τύπους συστημάτων προσγείωσης, προκειμένου να επιπευχθεί η δομική κατάταξη των οδοιποριών και να υπολογισθεί το διάγραμμα (PCN-ε.). Ωμως, μετά από πειραματική διαδικασία εξακριβώθηκε, ότι πρέπει να γίνεται διάκριση ανάλογα με τον τύπο συστήματος προσγείωσης καθώς επίσης ότι για να μπορεί ένα α/φ να λειτουργήσει ως πρότυπο πρέπει να είναι το αντιπροσωπευτικότερο της κατηγορίας του.

Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε – αφού δικιμάστηκαν όλα τα α/φ που αποτελούν το αρχείο αεροσκαφών (planes dat.) στο πρόγραμμα APSA 1.0 – ότι η βέλτιστη καμπύλη προκύπτει από το α/φ, του οποίου το βάρος αποτελεί το μέσο βάρος όλων των α/φ της αυτής κατηγορίας και η ακτίνα του τροχού του είναι περίπου η μέση ακτίνα τροχών αυτών των α/φ.

Συνεπώς, εφόσον επιβεβαιώθηκαν τα κριτήρια επιλογής τα τελικά πρότυπα είναι τα εξής:

> Από την κατηγορία 1 (twin - twin tandem) στην οποία ανήκουν τα α/φ:

MODEL	WEIGHT (ln)
B747-400	366,909
B747-200	379,198
B747-200/300	352,890
B747-100B/300	341,550
B747-SP	318,871
B747-100B/300SR	278,048

επιλέχθηκε το πρότυπο 1 :

MODEL	WEIGHT (ln)
B747-100B/300	341,550

> Από την κατηγορία 2 (dual tandem) στην οποία ανήκουν τα α/φ:

MODEL	WEIGHT (tn)
B767-300	159,662
B767-200ER	159,662
B707-320C	152,406
B707-320B	148,776
B767-200	143,787
B707-320/420	143,333
B707-120B	117,025
B757-200	109,314
DC10-10/10CF	207,742
DC-8-73/73F	162,384
DC-8-72/72F	160,116
DC-8-71/71F	150,137
DC-8-55/55F	148,776
DC-8-43	144,240
A300-C4	166,013
A300-B4	158,302
A310-300	153,902
A300-B2	142,878
A310-200	132,901
CONCORDE	186,878
L-1011-500	225,888
L-1011-100(200)	212,278
L-1011-1	195,949

επιλέχθηκε το πρώτυπο 2 :

MODEL	WEIGHT (tn)
B767-300	159,662

> Από την κατηγορία 3 (dual) επιλέχθηκαν 2 πρώτυπα :

Το πρότυπο 3a (πάνω από 63,956 tn)

MODEL	WEIGHT (tn)
MD-83	73,027

από τα πορειώτων α/φ:

MODEL	WEIGHT (tn)
B727-200ADV	95,253
B727-200	78,470
B727-100	77,110
MD-83	73,027
MD-82	68,265
MD-81	63,956

και

Το πρότυπο 3b (κάτω από 63,956 tn)

MODEL	WEIGHT (tn)
DC-9-32	49,441

από τα πορειώτων α/φ:

MODEL	WEIGHT (tn)
B737-300	61,461
B737-200ADV	58,331
B737-200	52,616
B737-100	50,348
DC-9-51	55,338
DC-9-41	52,162
DC-9-32	49,441
DC-9-21	45,812
DC-9-15	41,503

BAC1-11-500	45,359
Bae146-200	40,823
Bae146-100	37,558
ELECTRA L-188	52,616

♦ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Αξίζει να σημειωθεί, ότι μετά από δοκιμές προσσφρμογής στή δημιουργηθείσα καμπύλη της κάθε κατηγορίας, μπορεί κάθε αεροσκάφος που ανήκει σ' αυτή να λειτουργήσει ως πρότυπο με σχετικά μικρές αποκλίσεις από τις τιμές που υπολογίζονται μέσω του επιλεγμένου προτύπου.

Αυτός είναι ένας από τους βασικούς λόγους, για τον οποίο έγινε η κατηγοριοπάίρηση των μοντέλων σ/φ στην κατηγορία 3, έτσι ώστε η διάκριση των βαρών τους να διασφαλίζει την ισχύ της παραπάνω διαπίστωσης.

Το συγκεκριμένο συμπέρασμα μπορεί να αποβεί εξαιρετικά χρήσιμο, ιδιαίτερα στην συμπληρωματική μέθοδο υπολογισμού του PCN μέσω των επιτρεπομένων διελεύσεων που ακολουθεί:

7.3.β Επιλογή αντιπροσωπευτικών διατομών και υπολογισμός του PCN τους μέσω του φρισμού

Τα συνήθη δρια τιμών, εντάς των οποίων κυμαίνονται τα χαρακτηριστικά μεγέθη των διατομών των οδοστρωμάτων αεροδρομίων στην Ελλάδα, αλλά και διεθνώς, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.3

ΣΥΝΗΘΗ ΟΡΙΑ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΧΑΡΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΩΝ

	Μέτρο Ελαστικότητας (MPa)	Πάχος (cm)	Λόγος Poisson
1. Ασφαλτική στρώση	4000 – 8000 (8500)	12 – 25 (30)	0,35
2. Ενοποιημένη βάση	350 – 750 (800)	(20) 30 – 60	0,35
3. Στρώση έδρασης	(30) 50 – 150	=	0,35

Τα παραπάνω δρια των χαρακριτικών μεγεθών των διατομών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για τον αναλυτικό υπολογισμό, έχουν εκτιμηθεί από επιτόπου μετρήσεις όσον αφορά το CBR της στρώσης έδρασης, τα πάχη των στρώσεων και τα μέτρα ελαστικότητας της ενοποιημένης βάσης καθώς και από εργαστηριακές αναλύσεις που έλαβαν χώρα στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς.

Τα μέτρα δυσκαμψίας της ασφαλτικής στρώσης είναι σταθμισμένα κατά SHRP [12] από τα μέτρα δυσκαμψίας των επιμέρους στρώσεων (κυκλοφορίας, ασφαλτικής βάσης κ.τ.λ.), (για θερμοκρασία σχεδιασμού $T = 20^{\circ}\text{C}$) και έχουν συνεκτιμηθεί από διεθνή εμπειρία αλλά και από εργαστηριακές αναλύσεις που προγραμματίσθηκαν στο Εργαστήριο Οδοπολίας του ΕΜΠ [16].

Οσο για την τιμή του λόγου Poisson είναι μια σταθμισμένη και αντιπροσωπευτική τιμή δύσαν αφορά το αντικείμενο της παρούσης εργασίας. Τέλος η τιμή E_3 της στρώσης έδρασης λαμβάνεται από την εμπειρική προσέγγιστική σχέση της μορφής $E_3 = 10^{\ast} \text{CBR}$ [17].

Στην προσπάθεια να καλυφθεί όλο το φάσμα των δυνατών συνδυασμών μεταξύ των μέτρων ελαστικότητας και των παχών των επιμέρους στρώσεων, δημιουργείται ένας μεγάλος αριθμός διατομών – με βάση τον τον παραπάνω πίνακα – εκ των οποίων επιλέγονται τελικά 80 αντιπροσωπευτικές 20 για κάθε κατηγορία εδαφικής αντανακής. (Παραρτήμα 4)

Στη συνέχεια, μετά από πολλούπλες δοκιμές μέσω του προγράμματος APSA 1.0, υπολογίζεται το PCN των διατομών αυτών βάσει του ορισμού, δηλαδή,

"Το PCN κάθε διατομής είναι το ACN του ωφ που μπορεί να χρησιμοποιήσει το οδόστρωμα για 10.000 διελεύσεις."

Ο υπολογισμός των επιτρεπόμενων διελεύσεων γίνεται σύμφωνα με το νόμο αστοχίας σταθερής παραμόρφωσης της ασφαλτικής στρώσης που δίδεται στη σχέση 7.3.1 [13A]

$$\text{Σχέση 7.3.1} \quad N_{\text{cr}} = 4,3 \cdot 10^{14} \cdot (\varepsilon_r)^{-4,83}$$

όπου : N_{cr} = ο αριθμός των επαναλήψεων φορτίσεων μέχρι την αστοχία

ε_r = η μέγιστη επιτρεπόμενη εφελκυστική παραμόρφωση στη βάση της ασφαλτικής στρώσης.

Ο υπολογισμός των επιτρεπόμενων διελεύσεων με βάση το νόμο αστοχίας για της στρώση έδρασης πραγματοποιήθηκε μέσω της σχέσης 7.3.2 [17]

$$\text{Σχέση 7.3.2} \quad N_{\text{cr}} = 1,02 \cdot 10^{17} \cdot (\varepsilon_{zz})^{-4,167}$$

όπου : N_{cr} = ο αριθμός των επαναλήψεων φορτίσεων μέχρι την αστοχία

ε_{zz} = η ανηγμένη κατακόρυφη παραμόρφωση στην επιφάνεια της στρώσης έδρασης

Όπως προαναφέρθηκε διερευνήθηκε η κρισιμότητα της κατακόρυφης παραμόρφωσης στην επιφάνεια της στρώσης έδρασης και είναι μικρότερη από αυτή της ασφαλτικής στρώσης.

Έτσι επιλέγουμε ως εξεταζόμενο εντατικό μέγεθος την ανηγμένη παραμόρφωση στον πυθμένα της ασφαλτικής στρώσης

Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι ο αριθμός των επιτρεπόμενων διελεύσεων ενός α/φ, δπως έχει επιβεβαιωθεί και στο 5ο κεφάλαιο, εξαρτάται και από το είδος του συστήματος προσγείωσης. Σε περίπτωση που το σύστημα προσγείωσης είναι διπλού τροχού (dual), μία διέλευση του α/φ ισοδυναμεί με μία διέλευση των τροχών φόρτωσης αντιθέτως, όταν το σύστημα προσγείωσης είναι διπλού μπρός-πίσω τροχού (dual tandem) ή διπλής διάταξης διπλού μπρός-πίσω τροχού (twin - twin tandem), μία διέλευση του α/φ ισοδυναμεί με δύο διελεύσεις των τροχών φόρτωσης. Έτσι, η προκαλούμενη εφελκυστική παραμόρφωση στα α/φ αυτής της κατηγορίας αντιστοιχεί σε 20.000 διελεύσεις των τροχών φόρτωσης.

Συνεπώς, με απλή εφαρμογή της σχέσης 7.3.1 προκύπτει ότι η παραμόρφωση που αντιστοιχεί σε 10.000 διελεύσεις για α/φ κατηγορίας dual είναι 254 micro, ενώ η παραμόρφωση που φυτιστοιχεί σε 20.000 διελεύσεις για α/φ κατηγορίας dual tandem ή twin - twin tandem είναι 222 micro.

Έχοντας, λοιπόν, στο ήδη δημιουργηθέν αρχείο (planes.dat) όλα τα α/φ στη διάθεσή μας και μετά από διοκιμές, βρίσκουμε ποιό α/φ προκαλεί παραμόρφωση στην εκάστοτε εξεταζόμενη διατομή του οδοστρώματος ίση με 254 ή 222 micro, ανάλογα με την κατηγορία συστήματος προσγείωσης στην οποία ανήκει. Τότε σύμφωνα με όσα προαναφέρθησαν [4], το ACN του α/φ αυτού είναι ίσο με το PCN του οδοστρώματος.

[Τα ACN των α/φ λαμβάνονται από τους σχετικούς πίνακες (παράρτημα 1) και αντιστοιχούν στο μέγιστο βάρος αυτών]

Ο υπολογισμός των παραμόρφώσεων έγινε με το πρόγραμμα APSA 1.0 του Εργαστηρίου Οδοπολίας του Ε.Μ.Π., συνοπτική περιγραφή του οποίου δόθηκε πιο πάνω.

7.3.γ Σχεδιασμός των διαγράμμάτων (PCN - ε_r)

Εφόσον ολοκληρώθηκε η διαδικασία προσδιορισμού του PCN της κάθε διατομής μέσω του ορισμού, στη συνέχεια υπολογισθήκε μέσω του προγράμματος APSA 1.0 η ανηγμένη παραμόρφωση που επιφέρει το κάθε πρότυπο α/φ στην εκάστοτε διατομή.

Τα αποτελέσματα του υπολογισμού καταχωρίθηκαν με τη μορφή ζεύγους τιμών για την κάθε κατηγορία εδαφικής αντοχής, που αντιπροσωπεύεται από τις χαρακτηριστικές τιμές CBR = 15%, 10%, 6%, 3%, ώστε να μπορούν να απεικονισθούν σε διαγράμματα με μεγέθη στον άξονα των x την ανηγμένη παραμόρφωση του προτύπου α/φ στην κάθε διατομή και στον άξονα των y το PCN της εκάστοτε διατομής.

Έτοι λοιπόν τα σημεία (ανηγμένη παρ/ση, PCN) απεικονίσθηκαν σε διαγράμματα – νομογραφήματα ανά πρότυπο και ανά κατηγορία εδαφικής αντοχής.

Στη συνέχεια έγινε προσπάθεια προσαρμογής καμπύλης της μορφής $PCN = f(\epsilon)$ για κάθε ομάδα σημείων. Μετά από δοκιμές βρέθηκε ότι η καμπύλη τύπου δύναμης είναι η ενδεικνυόμενη, διότι εξασφαλίζει το μεγαλύτερο συντελεστή γραμμικής συσχέτισης, ο οποίος κυμαίνεται από 0,96 - 0,99 στις περισσότερες περιππώσεις.

Με τις δημιουργηθείσες καμπύλες καθίσταται δυνατός ο άμεσος και ακριβής υπολογισμός του PCN, αρκεί να εισαχθεί το μέγεθος της ανηγμένης παρ/σης ενός α/φ πάνω ανήκει στην αντίστοιχη κατηγορία με αυτή του προτύπου.

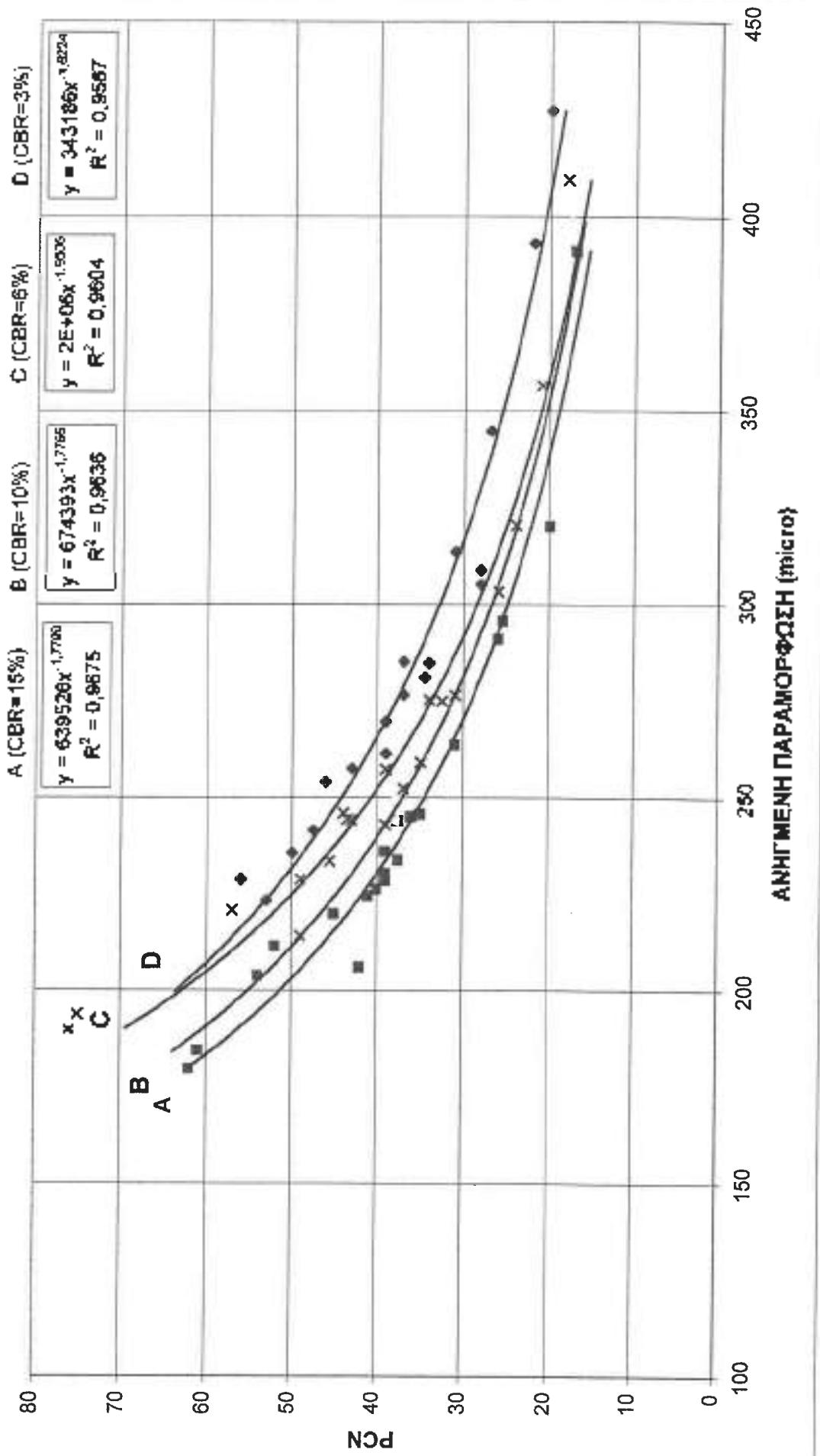
Συνεπώς, εάν είναι γνωστά τα πάχη των στρώσεων, τα μέτρα ελαστικότητας και ο λόγος Poisson μιας διατομής, καθώς επίσης ο τύπος του συστήματος προσγείωσης του α/φ και η παρ/ση που αυτό επιφέρει, ανατρέχουμε στο αντίστοιχο διάγραμμα και υπολογίζουμε εύκολα το PCN, δηλαδή τη φέρουσα ικανότητα της διατομής του οδοστρώματος.

♦ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Με στόχο την διευκόλυνση του χρήστη θα μπορούσε να προταθεί το διάγραμμα του προτύπου 2 για τον υπολογισμό του PCN στήν πράξη, παρότι όλα τα πρότυπα μπόριον να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή του δείκτη φέρουσας ικανότητας του οδοστρώματος.

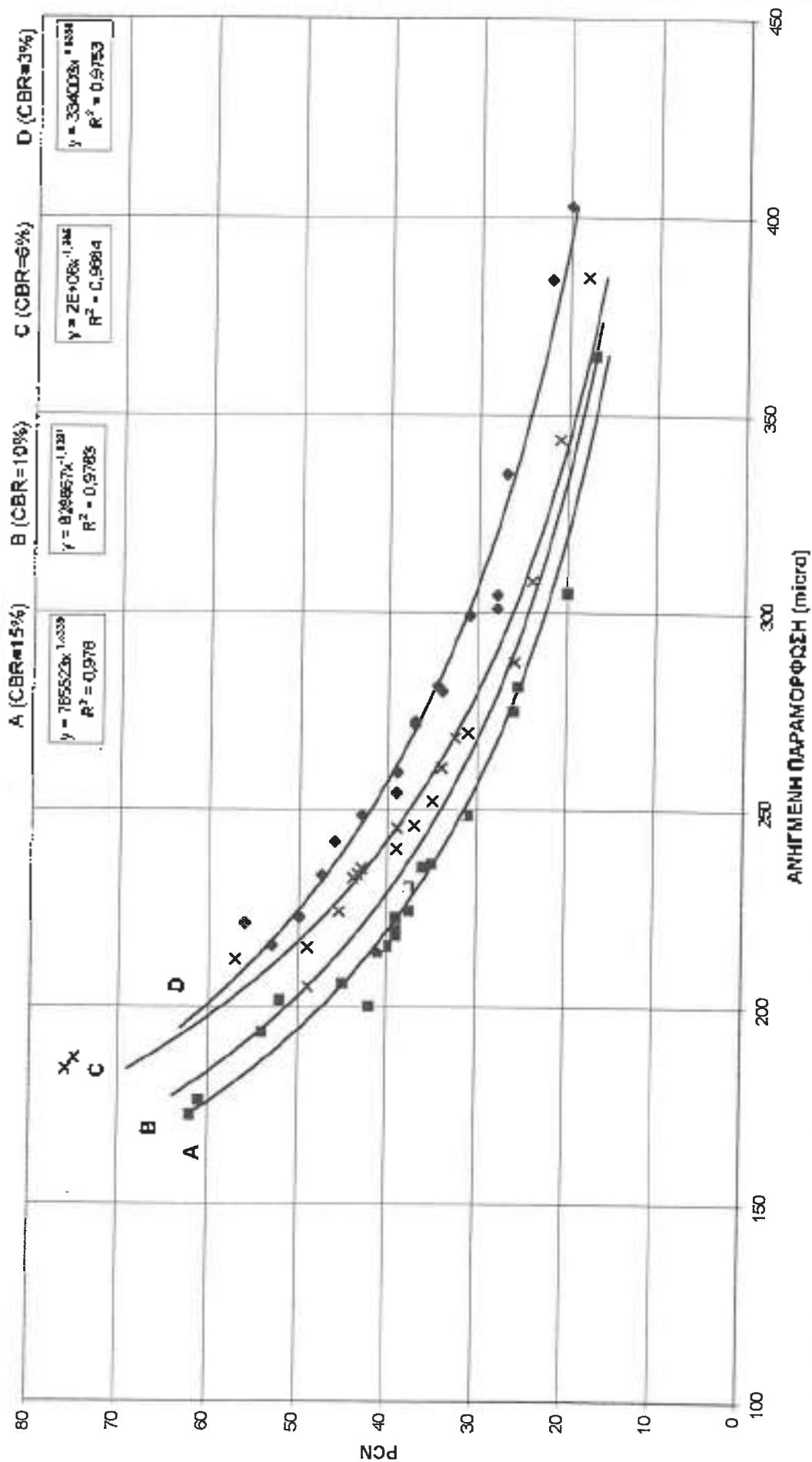
Στις επόμενες σελίδες παρατίθενται τα συνολικά διαγράμματά του κάθε προτύπου για όλες τις κατηγορίες CBR της εδαφικής στρώσης. Τα επιμέρους αναλυτικά διαγράμματα για κάθε κατηγορία CBR καθώς και όλα τα ζεύγη τιμών απ' τα οποία προήλθαν δίδονται στό παράτημα 4.

ΠΡΟΤΥΠΟ 1 (B747-100Β/300)



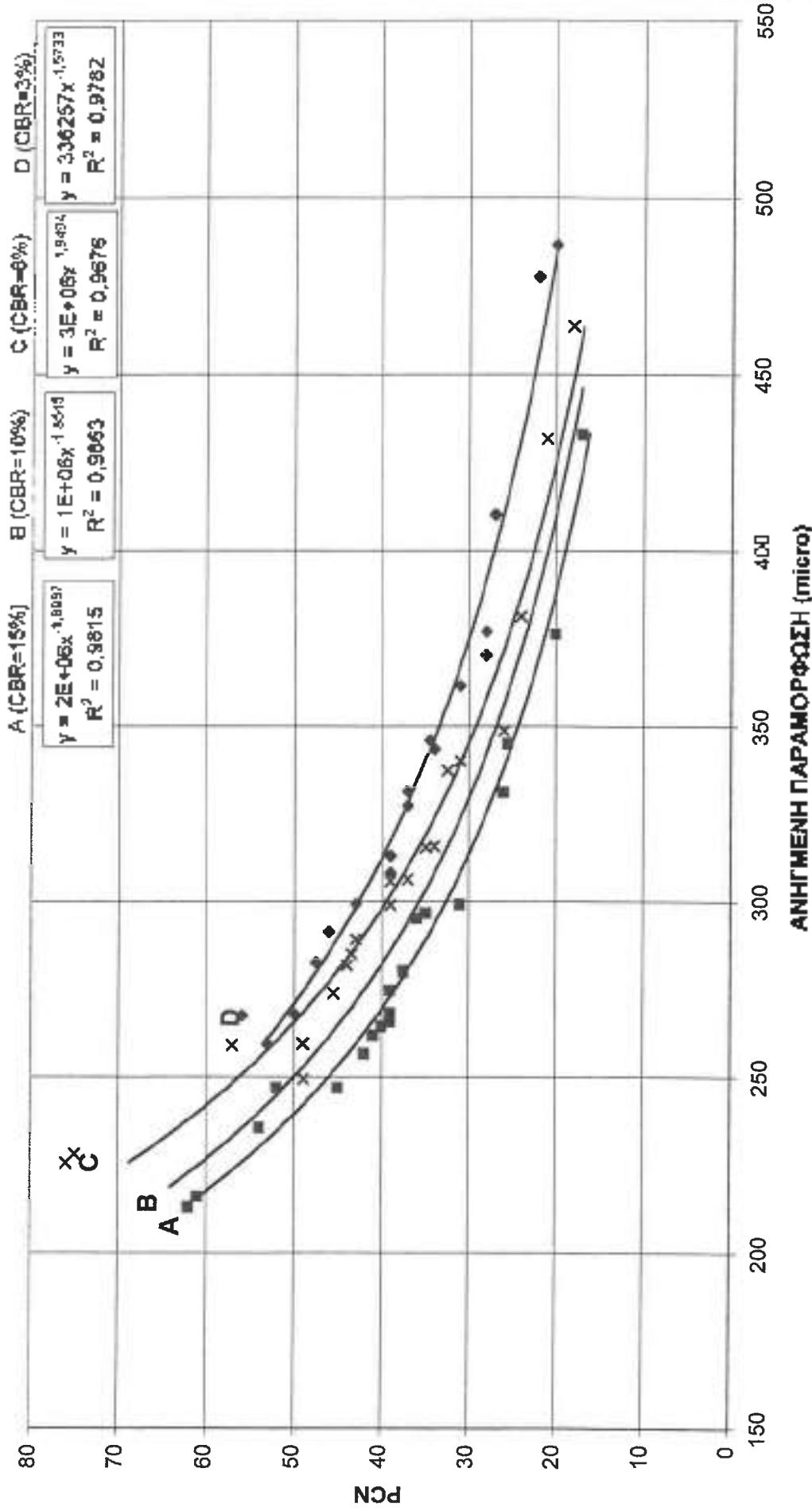
Σχ. 7.3.1 Υπολογισμός PCN με βάση την ανηγενέτη παρατηρήση της απόφασης για την προστασία του πρωτόποδου 1 (B747-100Β/300)

ΠΡΟΤΥΠΟ 2 (Ε767-300)



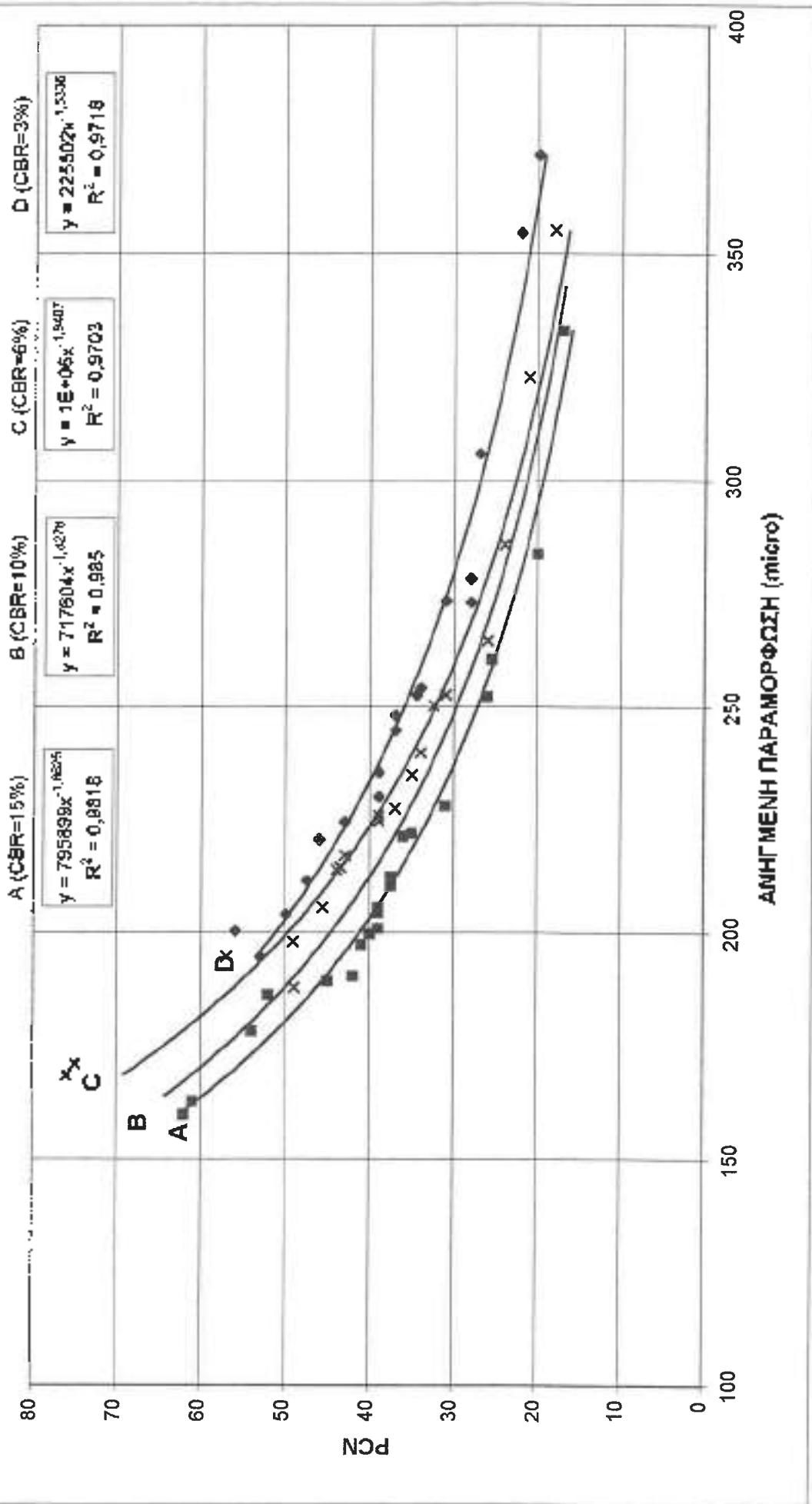
Σχ. 7.3.2 Υπολογισμός PCN με βάση την ανηγμένη σφραγίδωση της ασφαλτικής στρώσης, με πιν επίβολη του πρωτότυπου 2 (Ε767-300)

ΠΡΟΤΥΠΟ ζε (MD-83)



Σχ. 7.3.3 Υπολογισμός PCN με βάση την ανηγμένη παραμορφώση γιας ασφαλτικής στρώσης, με την επίβολη του προτύπου ζε (MD-83)

ΠΡΟΤΥΠΟ ζb (DC-9-32)



Σχ. 7.3.4 Υπολογισμός PCN με βάση την μηχανήν προσαρθρωσηή της ασφαλτικής στρώσης, με την επίβλητη του προτύπου ζb (DC-9-32)

7.4 Προσδιορισμός PCN με βάση της επιτρεπόμενες διελεύσεις της ασφαλτικής στρώσης

Η μέθοδος υπολογισμού του PCN μέσω των ανηγμένων εφελκυστικών παράσεων (ε) στον πυθμένα της ασφαλτικής στρώσης αναλύθηκε διεξοδικά στις προηγούμενες σελίδες του κεφαλαίου. Σχεδιάστηκαν επίσης τα σχετικά διαγράμματα της μορφής PCN = f (ε)

Κρίθηκε σκόπιμο εξάλλου, να μελετηθεί μια συμπληρωματική μέθοδος υπολογισμού του PCN με βάση το άμεσα σχετιζόμενο μέγεθος με την ανηγμένη παραμόρφωση, δηλαδή τις επιτρεπόμενες διελεύσεις της ασφαλτικής στρώσης.

Αυτό επιχειρήθηκε, διότι υπάρχει μεγαλύτερη εξοικείωση του χρήστη με τις διελεύσεις – ειδικά εάν είναι ο υπεύθυνος για τη διαχείριση της κυκλοφορίας των αεροσκαφών ενάς αεροδρομίου – παρά με ένα εντατικό μέγεθος, όπως η ανηγμένη παραμόρφωση.

Πολλά από τα προγράμματα υποστήριξης και ελέγχου που έχει στη διάθεσή του ο χρήστης έχουν συνήθως δυνατότητες υπολογισμού του ενός ή εναλλάκτικά του άλλου μεγέθους. Όμως υπάρχουν διεθνώς αποδεκτά λογισμικά προγράμματα που υπολογίζουν κατά κύριο λόγο διελεύσεις και όχι εντατικά μεγέθη (τάσεις, πάραμορφώσεις), όπως το APDS (Airport Pavement Structural Design System). [18]

Τέλος συνυπολογίζονται διάφορες παράμετροι για τον προσδιορισμό των διελεύσεων σε κάθε αεροδρόμιο και ο εκάστοτε χρήστης εξάγει τις επιτρεπόμενες διελεύσεις, προσφερμόζοντας αυτές στο δικό του σύστημα υπολογισμού, συχνά πολύ πιο εύκολα από ένα εντατικό μέγεθος.

7.4.4 Διεδικασία υπολογισμού

Τα δύο μεγέθη, η ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση και οι επιτρεπόμενες διελεύσεις της ασφαλτικής στρώσης, συνδέονται μεταξύ τους με τη σχέση 7.3.1

Κάνοντας χρήση της σχέσης αυτής, υπόλογιζονται για κάθε πυρή της ανηγμένης παραμόρφωσεως, την οποία επιφέρει με τη φάρτισή του το πρότυπο α/φ στο οδόστρωμα, οι επιτρεπόμενες διελεύσεις του εν λόγω προτύπου.

Ανάλογη διαδικασία ακολουθείται για όλα τα πρότυπα α/φ, καθώς και για όλες τις κατηγορίες εδαφικής συστοιχής για ($CBR = 15\%, 10\%, 6\%, 3\%$). Έτσι προκύπτουν ζεύγη πυρών (x, y), όπου ως x ορίζονται οι επιτρεπόμενες δισεις του προτύπου α/φ της κάθε διατομής και ως y το PCN της διατομής που έχει ήδη υπολογισθεί εκ των προτέρων βάσει του ορισμού.

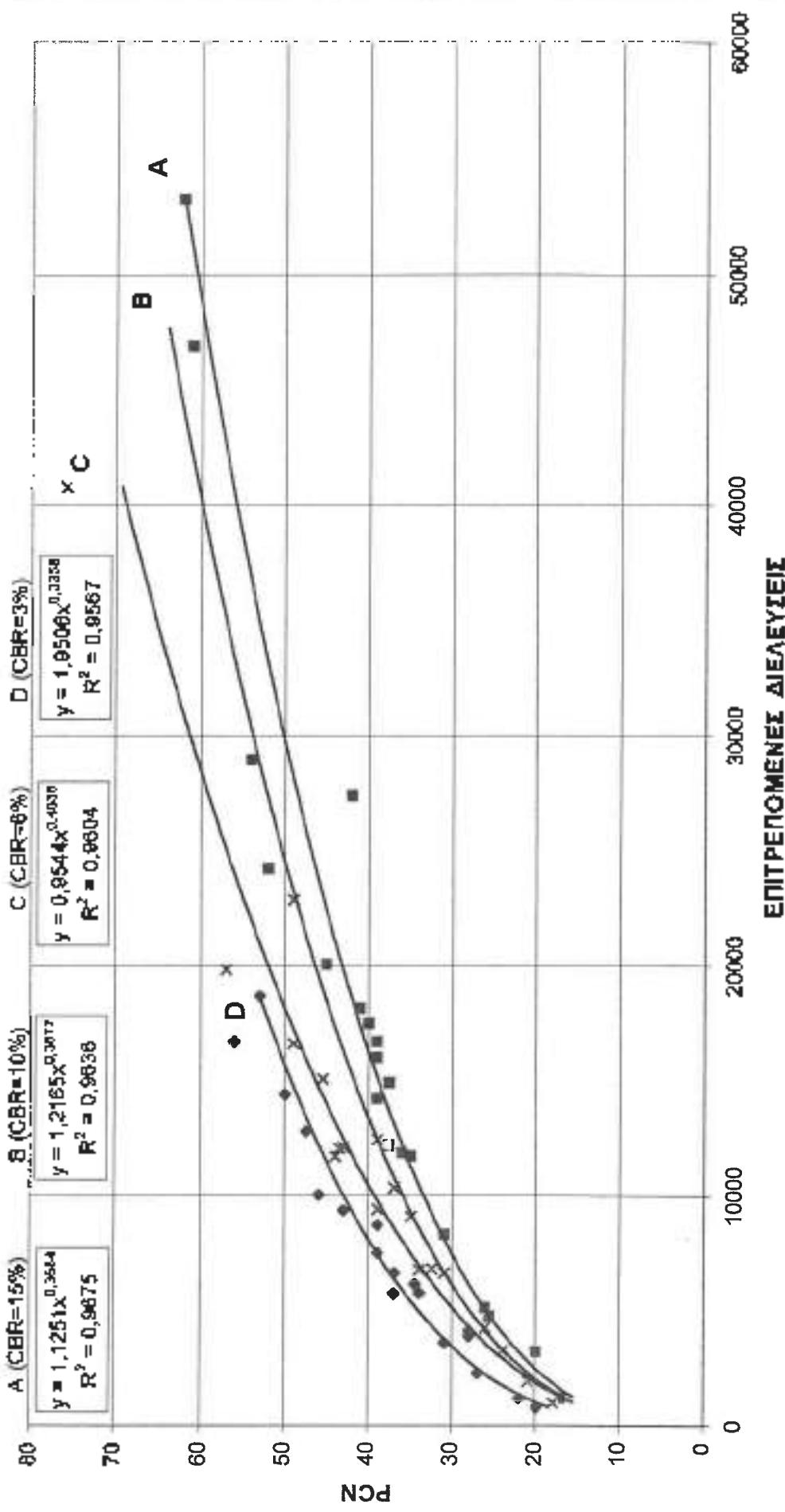
7.4.3 Σχεδιασμός των διαγραμμάτων (PCN – N)

Τα παραπάνω σημεία απεικονίζονται σε διαγράμματα ανά πρότυπο α/φ και για όλες τις κατηγορίες εδαφικής αντοχής.

Έγινε προσπάθεια προσαρμογής καμπύλης για κάθε ομόδα σημείων με σχέση της μορφής $PCN = f(N_{sp})$. Ακολούθησαν δοκιμές και επιλέχθησαν τελικά καμπύλες τύπου δύναμης, διότι παρουσίαζαν συντελεστή γραμμικής συσχέτισης σημείων – καμπύλης πιο κοντά στη μονάδα. Με τις δημιουργηθείσες καμπύλες είναι εφικτός ο άμεσος προσδιορισμός του PCN με την εισάγωγή στο διάγραμμα των επιτρεπόμενων διελεύσεων.

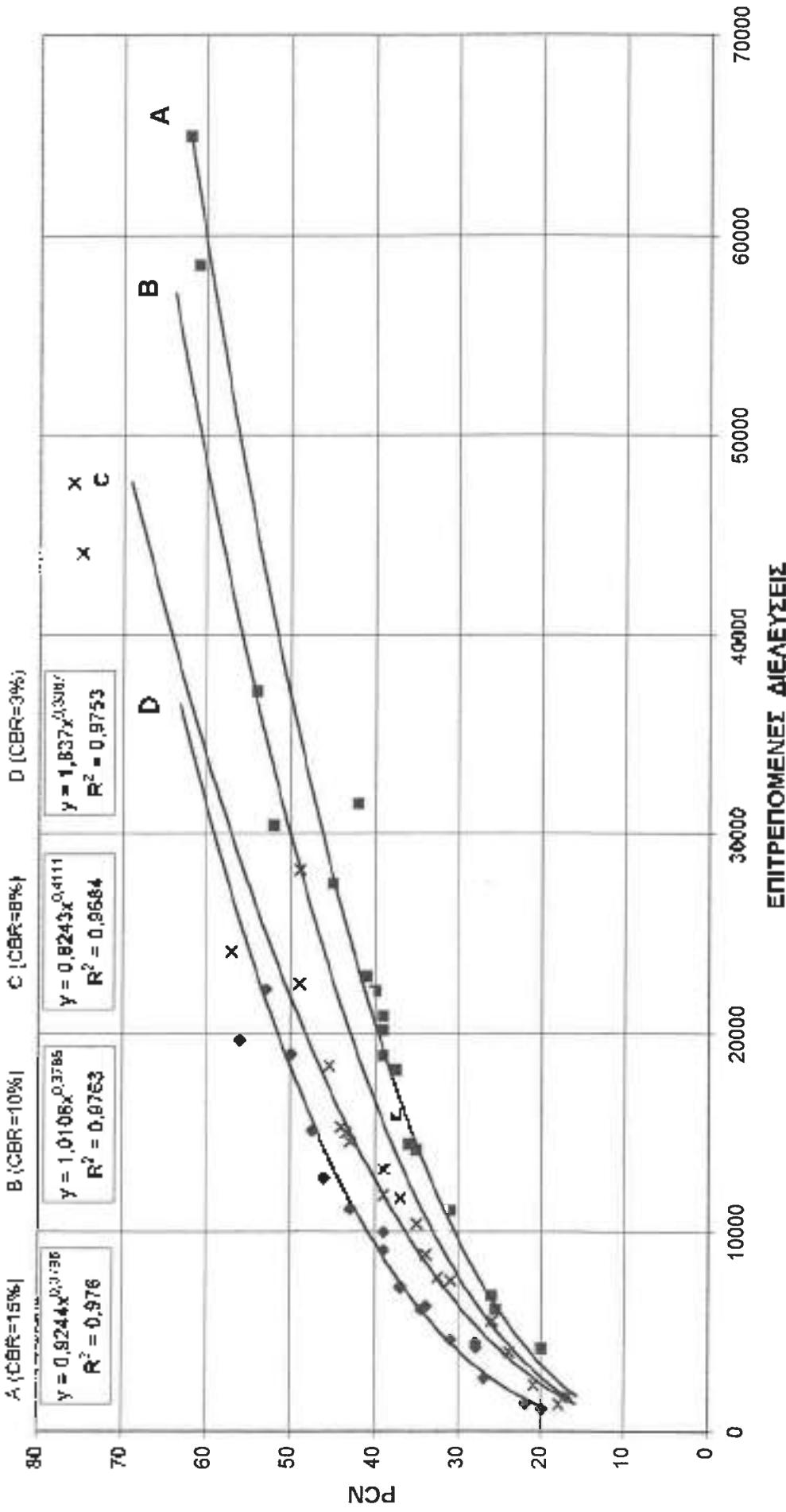
Τα συνολικά διαγράμματα παρατίθενται στις επόμενες σελίδες και τα επιμέρους για κάθε κατηγορία εδαφικής αντοχής ξεχωριστά στο παράρτημα 4.

ΠΡΟΤΥΠΟ 1 (B747-100Ε/300)



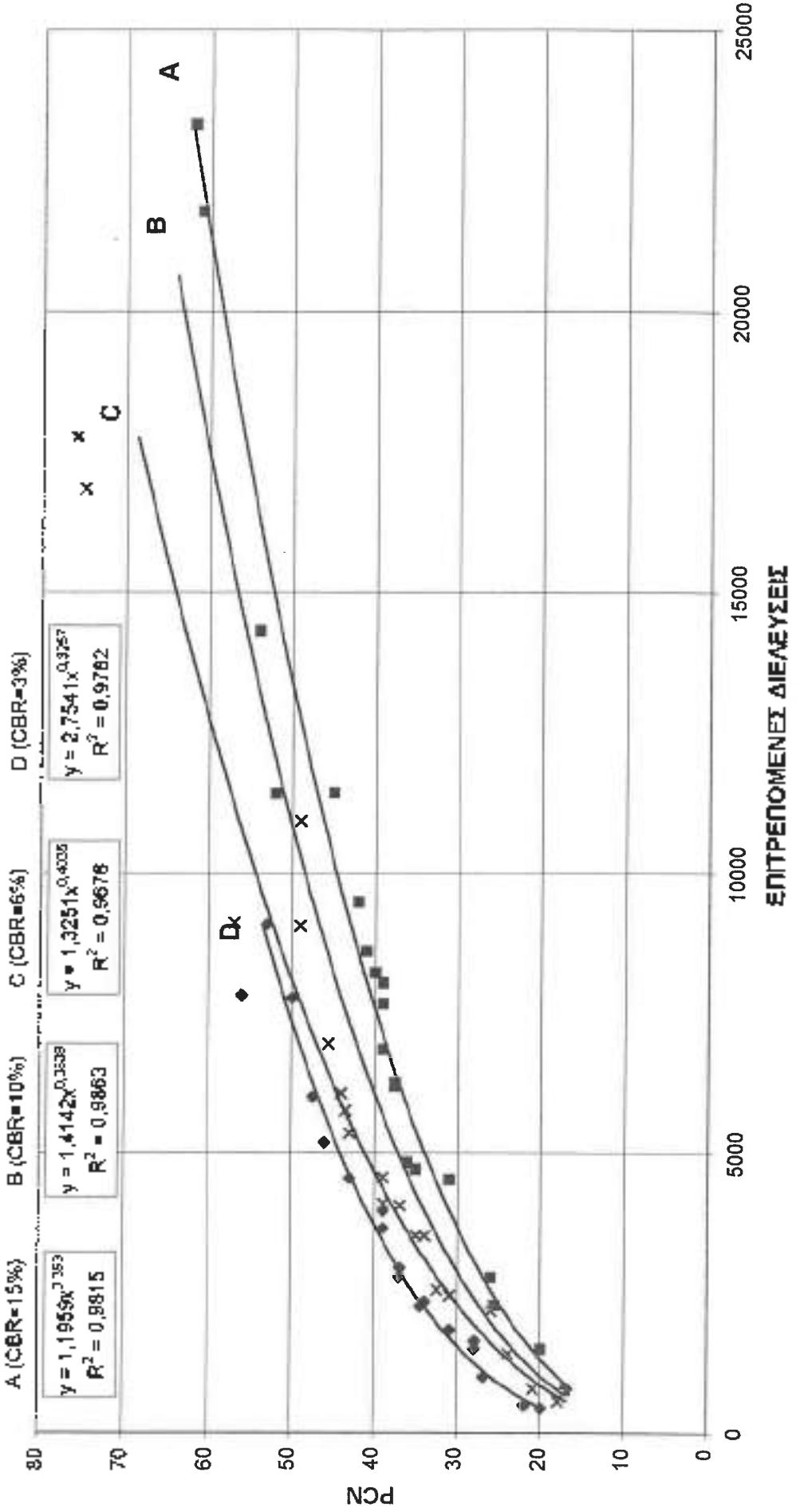
Σχ. 7.4.1 Υπολογισμός PCN με βάση τις επιτρεπόμενες διελεύσεις του προτύπου 1 (B747-100Ε/300)

ΠΡΟΤΥΠΟ 2 (B767-300)



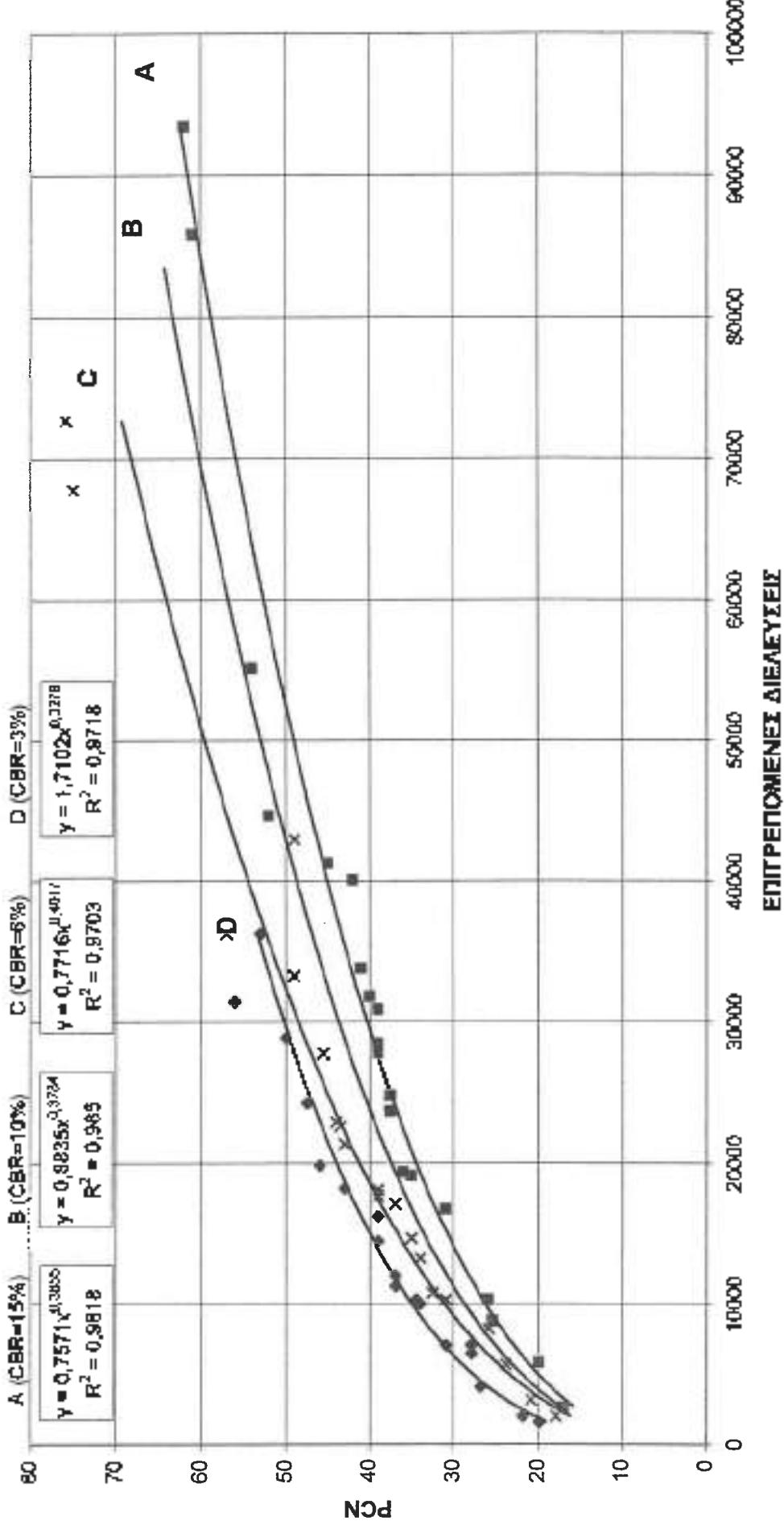
Σχ. 7.4.2 Υπολογισμός PCN με βάση τις επιτρεπόμενες διελεύσεις του προτύπου 2 (B767-300)

ΗΠΟΤΥΠΟ Ζα (MD-83)



Ζχ. 7.4.3 Υπολογισμός PCN [εε βάσι] ής επιτρεπόμενες διαθέσιτες του προτύπου Ζα (MD-83)

ΠΡΟΤΥΠΟ 3b (DC-9-32)



Σχ. 7.4.4 Υπολογισμός PCN με βάση τις εμπειρικές διαλειδεύσεις του προτύπου 3b (DC-9-32)

7.5 Σχολιασμός – Συμπεράσματα

Οι καμπύλες, οι οποίες δημιουργήθηκαν σαν αποτέλεσμα της διαδικασίας υπολογισμού για τον προσδιορισμό της φέρουσας ικανότητας του οδοστρώματος, επιπρέπουν τον άμεσο υπολογισμό του PCN μόνο με την εισαγωγή στο διάγραμμα της ανηγμένης πάροισης πώς επιφέρει το συγκεκριμένο α/φ ή των επιτρεπτομένων διελεύσεων αυτού. Ως εκ τούτου εξοικονομείται πολύτιμος χρόνος σε σχέση με άλλες μεθόδους.

Επιπλέον, οι καμπύλες αντιπροσωπεύουν όλα τα χαρακτηριστικά μεγέθη που επηρεάζουν την φέρουσα ικανότητα του οδοστρώματος. Υπεισέρχονται σ' αυτές βασικές παράμετροι που καθορίζουν τη μηχανική συμπεριφορά των υλικών, όπως η δυσκαριψία των σαφαλτικών στρώσεων (E_1), το μέτρο ελαστικότητας της εναποιημένης βάσης (E_2), ο λόγος Poisson (ν), ο δείκτης φέρουσας ικανότητας του εδάφους έδρασης (CBR), τα πάχη (h_i) των στρώσεων· τα παραπάνω έχουν προκύψει μετά από ανθλυτικό υπολογισμό της εντατικής κατάστασης του οδοστρώματος.

Η υπέροχη της εναλλακτικής πρόστασης έναντι των λοιπών διεθνών μεθόδων έγκειται στην εξέταση παραμέτρων, όπως τα μηχανικά χαρακτηριστικά, τα οποία επηρεάζουν σαφώς την φέρουσα ικανότητα του οδοστρώματος και καθορίζουν την εντατική του κατάσταση.

Συγκριτικά με την υφισταμένη, αντίστοιχη μεθοδολογία (PCN – H) υπερέχει σημαντικά σε ακρίβεια.

Επίσης, μετά από δύοτιμές πώς ξέλαβαν χώρα στη δημιουργηθείσα καμπύλη της εκάστοτε κατηγορίας, εξήχθη το συμπέρασμα ότι κάθε α/φ που ανήκει σ' αυτήν μπορεί να λειπουργήσει ως πρότυπο με μικρές αποκλίσεις από τις τιμές (ε. PCN), οι οποίες υπολογίζονται μέσω του επιλεγμένου προτύπου.

Η κατηγοριοποίηση των α/φ ελέγχθηκε σε όλα τα διαγράμματα και για κάθε κατηγορία εδαφικής αντοχής· τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι αυξημένης σημασίας διάτι:

- α) Επιβεβαιώνουν την θεωρία του διαχωρισμού των βασικών μοντέλων των α/φ ανάλογα με το τυπικό ακέλος στήριξης και τόν τύπο του συστήματος τροχών, κάτι που βρίσκει εφαρμογή στην Γαλλική μέθοδο και την F.A.A.

β) Αποτελούν την αφετηρία προς περαιτέρω διερεύνηση και μελέτη, προκειμένου να εξετασθεί η χρησιμότητα τους ή δχι στις μεθόδους δομικής κατάταξης ή επάρκειας των οδοστρωμάτων αεροδρομίων.

Αξιοσημείωτο είναι επίσης το γεγονός ότι, κατόπιν τεστ προσαρμογής διοπιστώθηκε ότι όλα τα πρότυπα α/φ μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ικανοποιητικά αποτελέσματα για την εξαγωγή του PCN- δμως προς διευκόλυνση του χρήστη προτείνεται το πρότυπο 2 (B767-300).

Το B767-300 είναι ένα χαρακτηριστικό αεροσκάφος που απαντάται στα περισσότερα σχεδόν αεροδρόμια, τόσο για πτήσεις εσωτερικού δσο και για διεθνείς πτήσεις.

Μπορεί εύκολα κανείς, εάν έχει στη διάθεσή του –ή εάν υπάρχει δυνατότητα υπολογισμού τους- τα μηχανικά χαρακτηριστικά (E_1 , E_2 , v, CBR) του οδοστρώματος και τα πάχη των στρώσεων, μέσω κάποιου λογισμικού προγράμματος που υπολογίζει ανηγμένη παραμόρφωση ή επιτρεπόμενες διελεύσεις του B767-300 να εξάγει άμεσα την αριθμητική τιμή του PCN. Στην περίπτωση βεβαίως που τα μέτρα ελαστικότητας και τα πάχη των στρώσεων δεν είναι γνωστά, πρέπει να προσδιορισθούν με επί τόπου μετρήσεις (π.χ. FWD, δειγματοληψία με λήψη «καρότων»). Βεβαίως απαιτείται «καλιμπράρισμα» της προτεινόμενης μεθόδου προτού χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του δείκτη φέρουσας ικανότητας στην πράξη.

Τέλος, σκόπιμη θα ήταν η περαιτέρω μελέτη των τιμών των μέτρων δυσκαμψίας της σαφαλτικής στρώσης, πέραν των καθορισμένων και συχνά απότομα μένων στα ελληνικά οδοστρώματα αεροδρομίων (4.000 – 8.500 MPa), με στόχο να διθεί λύση στον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας του οδοστρώματος, ακόμη και στις πιο εξαιδικευμένες περιπτώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Βο

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ACN – PCN [4] ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ALI [19]

8.1 Γενικά

Είναι γνωστό ότι αρκετές μέθοδοι υπολογισμού και ελέγχου της δομικής επάρκειας των αεροδρομίων, ευρέως διαδεδομένες, αφορούν σε ισοδύναμο απλό τροχό.

Ενδεικτικά αναφέρεται η μέθοδος LCN, στην οποία εισάγεται η έννοια του ισοδύναμου φορτίου μοναδιαίου τροχού ESWL (Equivalent Single Wheel Load). Ορίζεται ως το φορτίου ενός μονού τροχού, το οποίο δρώντας με την ίδια πίεση, προκαλεί το ίδιο κρίσιμο αποτέλεσμα σ' ένα οδόστρωμα με το πραγματικό σύστημα τροχών. Η πίεση με την οποία ασκείται το φορτίο παραμένει σταθερή, ίση με την πίεση των αεροθαλάμων των τροχών του α/φ.

Αντίστοιχα, στη μέθοδο ACN – PCN υπάρχει το DSWL (Derived Single Wheel Load) το οποίο δεν είναι άλλο από το φορτίο μονού τροχού, που δρώντας σ' ένα οδόστρωμα με πάχος ίσο με το πάχος αναφοράς, δίνει ίδιες τάσεις – παραμορφώσεις με αυτές του α/φ. Μάλιστα η τιμή ACN ενός α/φ ορίζεται ως το διπλάσιο DSWL του.

Εν κατακλείδι, η πρόσφατη μέθοδος που έχει αναπτυχθεί είναι αυτή που εισάγει ένα δείκτη ισοδύναμης φόρτισης α/φ, τον A.L.I (Aircraft Loading Intex) [19] και η συσχέτιση αυτής με τη μέθοδο ACN – PCN αποτελεί αντικείμενο του παρόντος κεφαλαίου.

8.2 Οι δείκτες ALI και APCI

Ως δείκτης ισοδύναμης φόρτισης αεροσκάφους ALI (Aircraft Loading Intex) ορίστηκε η πίεση που χρειάζεται να ασκηθεί σε κυκλική επιφάνεια απλού τροχού ακτίνας R , έτσι ώστε, κατά τη φόρτιση του οδοστρώματος, οι γάστρες/παραμορφώσεις που δημιουργούνται στη βάση της ασφαλτικής στρώσης

να είναι ίσες μ' αυτές που προκύπτουν κατά τη φόρτιση του οδοστρώματος από το πραγματικό σύστημα τροχών του α/φ.

Φυσικά ο δείκτης ALI είναι μερικώς εξαρτώμενας από τα χαρακτηριστικά των υλικών του οδοστρώματος. Έτσι έχουν αναπτυχθεί δύο κατηγορίες διατομών οδοστρωμάτων. (Πίνακας 8.1)

Οι τιμές των ακτίνων για τον υπολογισμό του δείκτη ALI είναι 225mm για την κατηγορία A και 245mm για την κατηγορία B αυτίστοιχα. Πρακτικά κάθε οδόστρωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν οδόστρωμα αναφοράς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ Α ΚΑΙ Β

Συνολικό πάχας οδοστρώματος					60-90 cm	
40-60 cm		60-80 cm			80-90 cm	
Πόχος ασφαλτομίγματος		Πόχος ασφαλτομίγματος				
≤ 17 cm	> 17 cm	≤ 17 cm	17 cm < h ≤ 20 cm	≥ 20 cm		
A	B	A	A	B	B	B
		Ε ενοποιημένης βάσης ≥ 700 MPa ≤ 700 MPa				

Συνοπτικά, η κατηγορία A περιλαμβάνει οδοστρώματα με μικρά σχετικά πάχη στην ασφαλτική στρώση αλλά και στο σύνολο, και σ' αυτά προκαλούνται υψηλές τιμές τάσεων από α/φ με μικρές διαμέτρους ελαστικών μεγάλης πίεσης. Αντιθέτως, στα οδοστρώματα κατηγορίας B υψηλές τάσεις πράκταλούνται από α/φ με τροχούς μεγάλης διαμέτρου και μικρής σχετικής πίεσης.

Ο ALI είναι ένας δείκτης ο οποίος – εκτός από την κατάταξη των αεροσκαφών – μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της φέρουσας ικανότητας ενός οδοστρώματος. Προκειμένου να εξυπηρετηθεί αυτός ο σκοπός, εισάγεται η έννοια ενδς άλλου παράγοντα του δείκτη φέρουσας ικανότητας οδοστρώματος, APCI (Airfield Pavement Capacity Index) ο οποίος ορίζεται ως η αριθμητική τιμή του ALI του α/φ που το οδόστρωμα μπορεί να εξυπηρετήσει για ένα καθορισμένο αριθμό επαναλήψεων φόρτισης.

Ο αριθμός των επαναλήψεων εξαρτάται από τις διελεύσεις ή τις ισοδύναμες διελεύσεις που το οδόστρωμα καλείται να εξυπηρετήσει στην κάθε

περίπτωση, συνεπώς εκτιμάται από τις κυκλοφοριακές απαιτήσεις του εκάστοτε αεροδρομίου.

Με γνώμονα, λοιπόν, την περαιτέρω διερεύνηση του γρόπου υπόλογισμού του PCN έγινε μια προσπάθεια εξαγωγής του, μέσω διαγραμμάτων που είχαν σαν βάση τον APCI, προκειμένου να επιτευχθεί η συσχέτιση των δύο μεθόδων ACN – PCN και ALI – APCI.

8.3 Δημιουργία διαγραμμάτων (PCN – APCI) για διαφορετικές τιμές CBR

Στα πλαίσια της διαδικασίας εύρεσης του PCN μέσω του προτύπου του μονού τροχού ακολουθήθηκε πορεία πλανημοιότυπη με αυτή της εύρεσης PCN μέσω των εφελκυστικών παραμορφώσεων της ασφαλτικής στρώσης.

Σε πρώτη φάση έγινε διάκριση των ευκάμπτων οδοστρωμάτων σε δύο κατηγορίες (Α και Β) τα χαρακτηριστικά των οποίων φαίνονται στον πίνακα 8.1. Σ' ένα σύνολο από 40 διατομές καλύπτονται ικανοποιητικά και οι δύο κατηγορίες οδοστρωμάτων πραγματοποιούνται επίσης, όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί που άπτονται όλου του φάσματος των χαρακτηριστικών μεγεθών τους.

Αφού έγινε η επιλογή τους, υπόλογισθηκε το PCN της κάθε διατομής βάσει του ορισμού: "Το PCN κάθε διατομής είναι το ACN του α/φ που μπόρει να χρησιμοποιήσει το οδόστρωμα για 10.000 διελεύσεις." [4]

Ο υπόλογισμός των επιτρεπόμενων διελεύσεων γίνεται σύμφωνα με το νόμο αστοχίας σταθερής παραμόρφωσης της ασφαλτικής στρώσης που δίετει στη σχέση 7.3.1.

Συνεπώς, με απλή εφαρμογή της σχέσης 7.3.1 υπόλογίζεται η παραμόρφωση που αντιστοιχεί σε 10.000 διελεύσεις όπως επίσης και η παραμόρφωση που αντιστοιχεί σε 20.000 διελεύσεις. Οι τιμές αυτές των διελεύσεων χρησιμοποιούνται σαν μετρικές μονάδες χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν μπορεί να γίνει χρήση απαισυδήποτε άλλου αριθμού διελεύσεων για την εφαρμογή της παραπόνω σχέσης και την εξαγωγή της αντιστοιχης παραμόρφωσης.

Έχοντας, λοιπόν, στο ήδη δημιουργηθέν αρχείο (planes.dat) όλα τα σ/φ στη διάθεσή μας και μετά από δοκιμές, βρίσκουμε ποιό α/φ προκαλεί παραμόρφωση στην εκάστοτε εξεταζόμενη διατομή του οδοστρώματος ίση με τη ζητούμενη, ανάλογα με την κατηγορία συστήματος προσγείωσης στην οποία ανήκει. Τότε το ACN του α/φ αυτού είναι ίσο με το PCN του οδοστρώματος.
[Οι διατομές παρατίθενται αναλυτικά στο παράρτημα 5 του βιβλίου αυτού].

Επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός του APCI για κάθε διατομή.

Ο APCI εξάγεται με τη βοήθεια του προγράμματος LOBAC (Load Backcalculation) [19], το οποίο επιλέγεται ειδικά για ταν προσδιορισμό του μεγίστου ισοδυνάμου φορτίου που μπορεί να δεχθεί ένα οδόστρωμα.

Το πρόγραμμα αυτά, με γνωστές τις τιμές κάποιου εντατικού μεγέθους (τάση ή παραμόρφωση) στις θέσεις ελέγχου – βάση ασφαλτικής στρώσης, επιφάνειας στρώσης έδρασης – και τα χαρακτηριστικά του οδοστρώματος προσδιορίζει το μέγιστο φορτίο (σε σταθερή επιφάνεια) πάνω παράγει το δεδομένο εντατικό μέγεθος στη μία θεση ελέγχου χωρίς ταυτόχρονα να υπερβαίνει την αντίστοιχη τιμή στη δεύτερη θεση ελέγχου. Εάν τα εντατικά μεγέθη τα οποία χρησιμοποιούνται είναι τα μέγιστα επιτρεπόμενα, τότε το αποτέλεσμα προσδιορίζει τα μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο για να μην αστοχήσει το οδόστρωμα.

Η επαναληπτική διαδικασία που χρησιμοποιείται ξεκινά με μια αρχική τιμή πίεσης που εισάγεται από το χρήστη, η σποία αυξάνεται ή μειώνεται ανάλογα με τη σχέση των εντατικών μεγεθών που παράγονται από την επιβαλλόμενη φόρτιση, με αυτές που προσπαθούμε να πρασεγγίσουμε. Η επαναληπτική διαδικασία σταματά όταν πλησιάσουμε το "κρίσιμο" εντατικό μέγεθος με απόκλιση μικρότερη του 3%.

Γίνεται διάκριση του υπόλογισμού του APCI για $N_{APCI} = 10.000$ δ/σεις και για $N_{APCI} = 20.000$ δ/σεις.

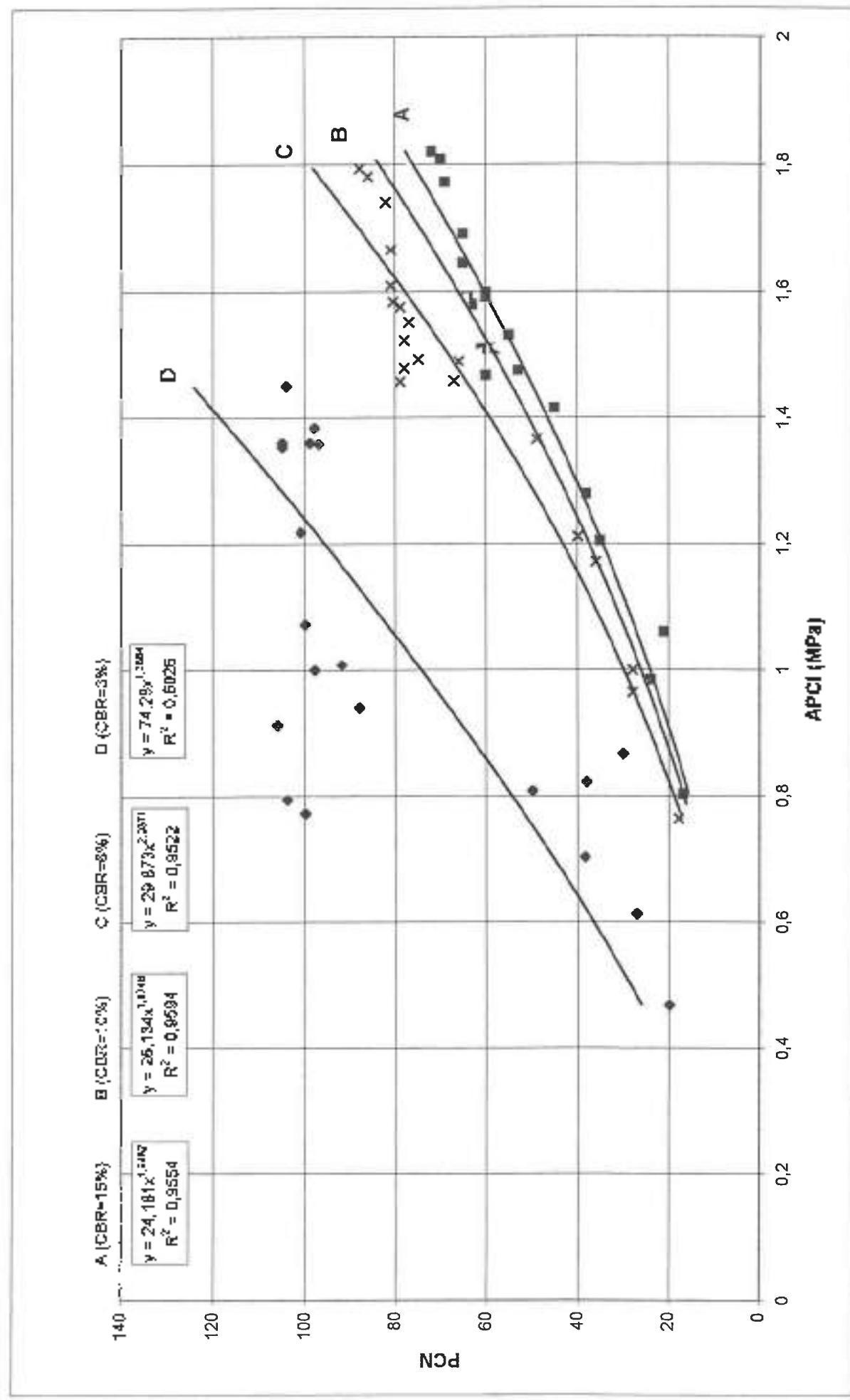
Έτσι, για σταθερή τιμή της ανηγμένης παραμόρφωσης, υπολογισμένης βάσει του νόμου αστοχίας (Σχ. 7.3.1) στη βάση της ασφαλτικής στρώσης και με δεδομένα τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε οδοστρώματος, προσδιορίζεται το μέγιστο ισοδύναμο φορτίο που μπορεί να δεχτεί το οδόστρωμα (APCI).

Επαναλαμβάνεται η διαδικασία και για τις 40 διατομές – 20 της κατηγορίας A και 20 της κατηγορίας B – και δημιουργούνται ζεύγη τιμών (PCN – APCI) για τις δύο κατηγορίες διατομών και φυσικά για τις δύο τιμές του N επιρροφέντων.

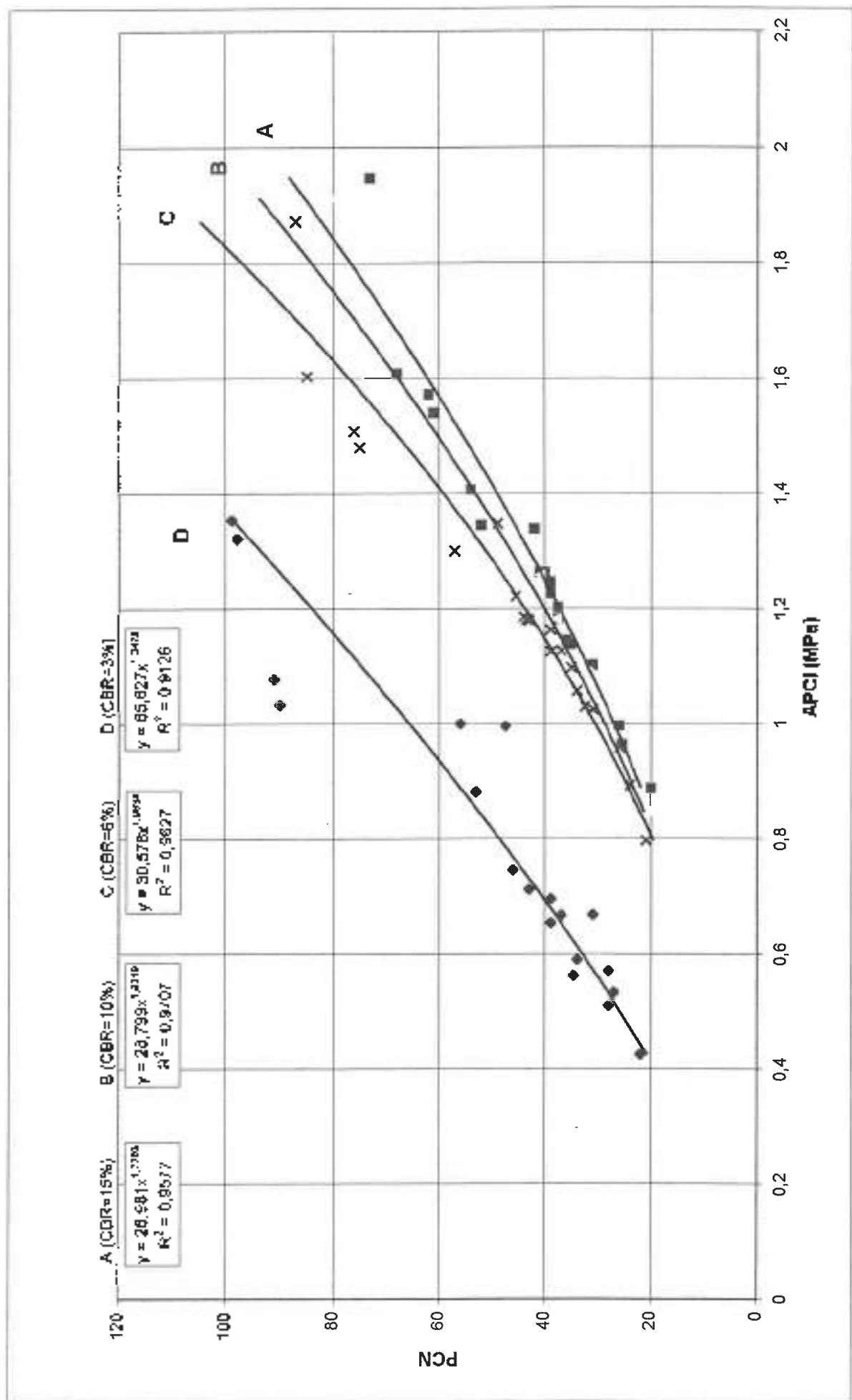
Επόμενο στάδιο η δημιουργία διαγραμμάτων. Έγινε προσπάθεια προσαρμογής καμπύλης της μορφής PCN = f (APCI) για κάθε ομάδα στημάτων. Μετά από δοκιμές βρέθηκε ότι η καμπύλη τύπου δύναμης είναι η ενδεικνυόμενη, διότι εξασφαλίζει το μεγαλύτερο συντελεστή γραμμικής συσχέτισης, ο οποίος κυμαινόταν από 0,96 - 0,99 στις περισσότερες περιπτώσεις. Στο κάθε διάγραμμα υπάρχουν τέσσερις καμπύλες, μια για κάθε κατηγορία CBR της εδαφικής στρώσης.

Με τις δημιουργηθείσες καμπύλες καθίσταται δυνατός ο όμεσος και ακριβής υπολογισμός του PCN, αρκεί να εισαχθεί το μέγεθος του μεγίστου κινδυνάμου φορτίου, που μπορεί να δεχθεί το υπό εξέταση οδόστρωμα κάθε φορά (APCI) όπως αυτό εξάγεται από το λογιομικό LOBAC.

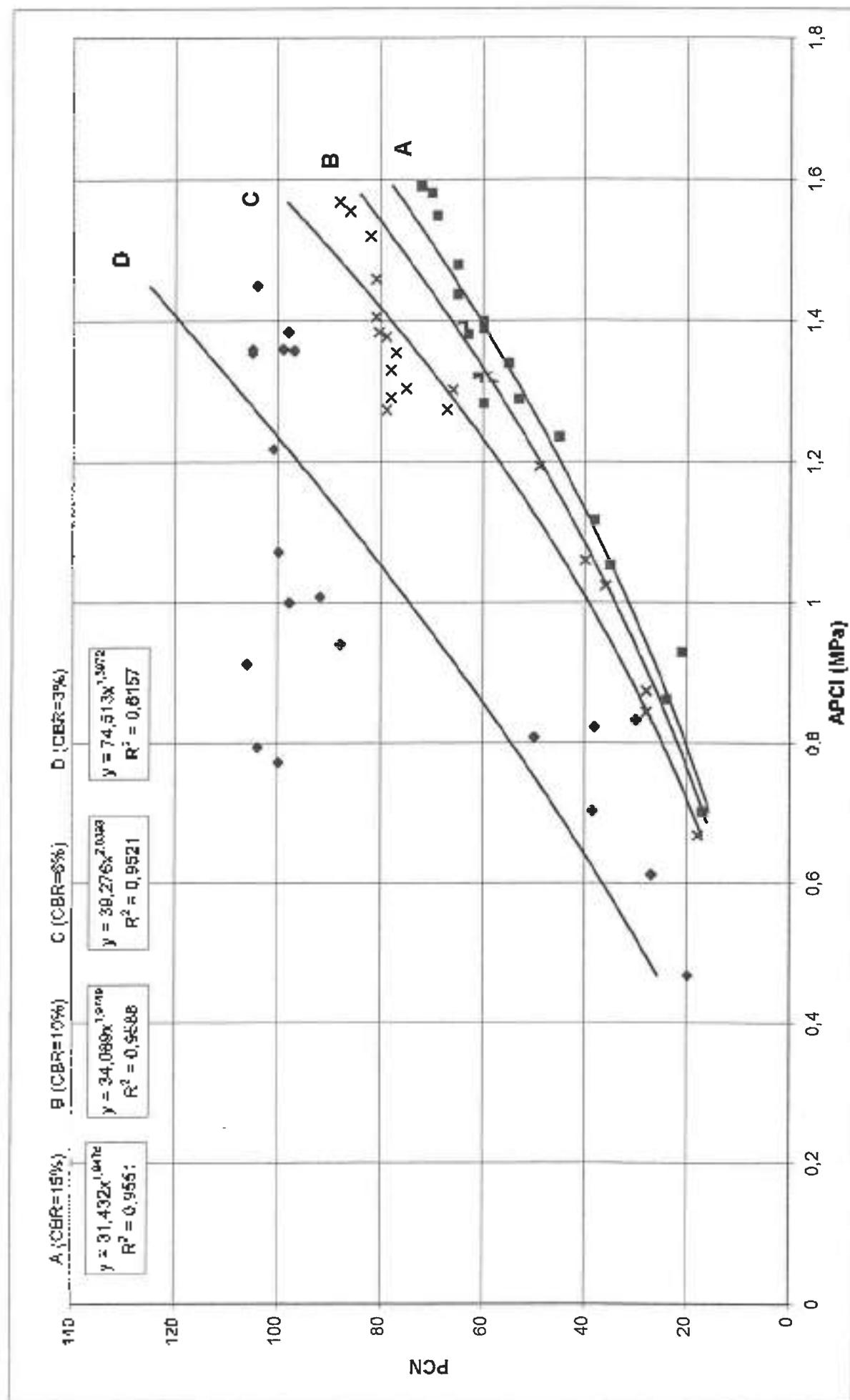
Τα συνολικά διαγράμματα παρατίθενται στις επόμενες σελίδες και τα επιμέρους αναλυτικά στο παράρτημα 5, καθώς και όλα τα ζεύγη τιμών από τα οποία προήλθαν.



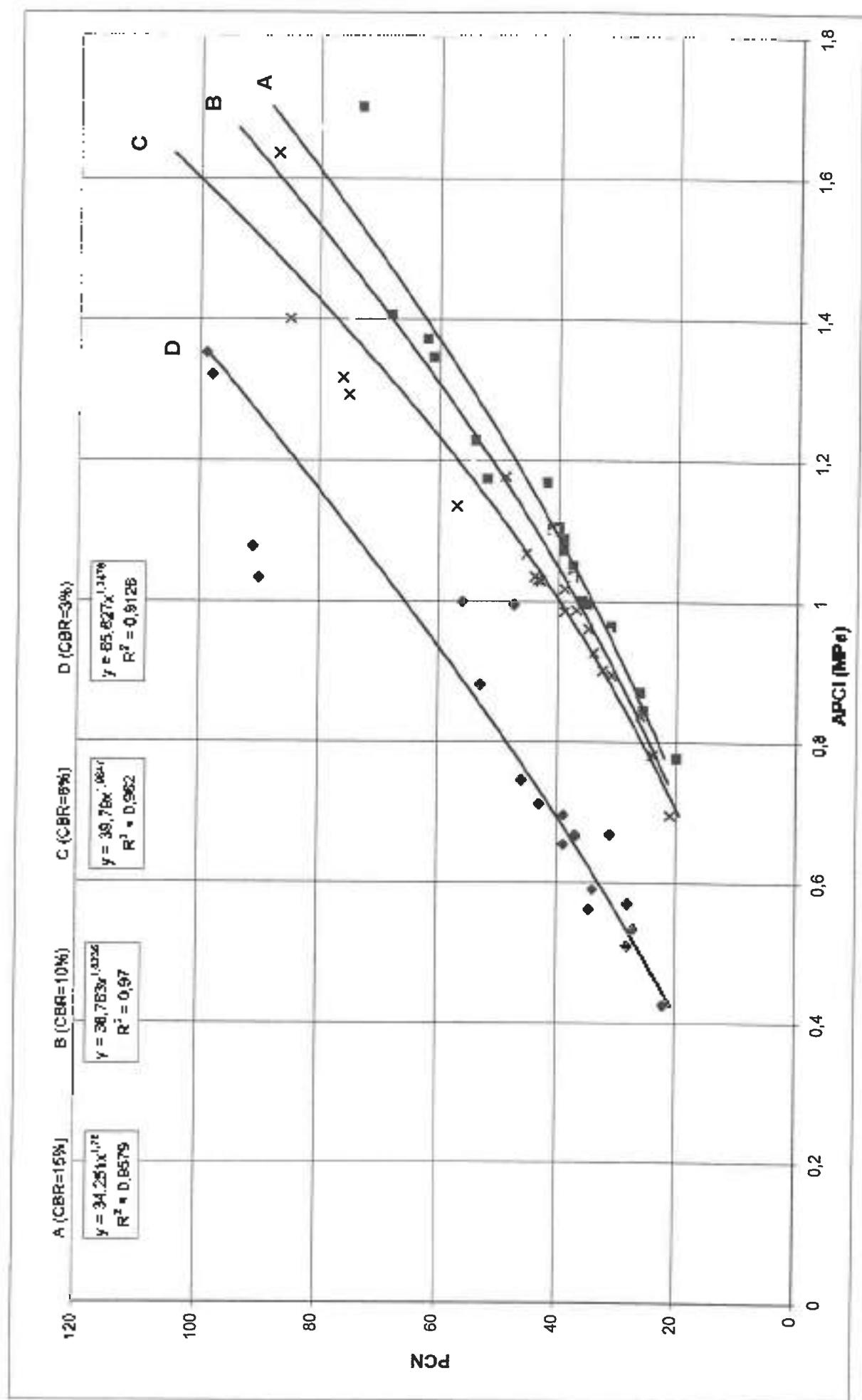
Σχ. 8.1 Υπολογισμός PCN μέσω του φορτίου στρεβλωμένου [μετρώντας για αδιαστρέματο καπηλούριας A, και χιονοστικής φόρτωσης.



Σχ. 8.2 Υπολογισμός PCN μέσω την φορτίου παρεγγελίου μηνού τροχών για συστήματα κατηγορίας Β και για 10.000 επαναλήψεις φορτιστής.



Σχ. 8.3 Υπολογισμός PCN μέσω του φορίου λαδιούνταυτού μετανάτησης κατηγορίας A και υπό 20.000 επαναλήψεις φόρτωσης.



Σχ. 8.4 Υπολογισμός PCN μέσω των φυσικών ταρτών που παρατημένα κατηγορίας B και για 20.000 σταθερής φορητού.

8.4 Σχολιασμός

Με την προαναφερθείσα μέθοδο, ολοκληρώθηκε η προσπάθεια εύρεσης εναλλακτικών λύσεων για τον υπολογισμό του PCN πέραν των καθιερωμένων μεθόδων, οι οποίες δεν ήταν δυνατόν να εφαρμοσθούν στα διαθέσιμα δεδομένα.

Τα διαγράμματα – νομογραφήματα αυτής της μεθόδου, όπως και της προηγούμενης, εξετάσθηκαν διεξοδικά. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης των ληφθέντων σημείων και της καμπύλης είναι πολύ υψηλός, της τάξεως του 0,91% - 0,97%. Το γεγονός αυτό μας επιπρέπει να έχουμε ικανοποιητική προσέγγιση της τιμής του PCN.

Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος ALI – APCI ή των προτύπων αφ' για τον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας των οδοστρωμάτων, ανάλογα, βεβαίως, με τα στοιχεία που έχουμε στη διάθεσή μας καθώς και το είδος των προγραμμάτων υποστήριξης και ελέγχου. Άλλωστε μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα για τον έλεγχο ή την περαιτέρω διερεύνηση των αποτελεσμάτων.

Αξίζει να αναφερθεί επίσης ότι η μέθοδος ALI – APCI καθώς και οι διαδικασίες κατάταξης των οδοστρωμάτων που παρουσιάζονται εδώ είναι γενικές και στην πράξη μπορούν να συνεργασθούν, με όποιες διαφορετικές προσεγγίσεις αναπτύσσονται για τις ισοδύναμες διελεύσεις.

Μέσω των τελικών διαγραμμάτων (PCN – APCI) συνδέονται δύο μέθοδοι, οι ACN – PCN και ALI – APCI. Η πρώτη ACN – PCN, είναι η πλέον διαδεδομένη μέθοδος για τον προσδιορισμό της δομικής κατάταξης των οδοστρωμάτων και η δεύτερη ALI – APCI είναι μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της δομικής επάρκειας των υφισταμένων καθώς και των υπό κατασκευή οδοστρωμάτων αεροδρομίων.

Ως εκ ταύτου η προσπάθεια της συσχέτισης των δύο μεθόδων και η επίτευξή της είναι ιδιαιτέρας σημασίας διότι συμβάλλει στην ύπαρξη μιας διαδικασίας υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας του οδοστρώματος (υπολογισμός PCN) μέσω του μεγίστου ισοδυνάμου φαρτίου που μπορεί αυτό να δεχθεί για συγκεκριμένο αριθμό διελεύσεων (APCI).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9ο

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται ορισμένα παραδείγματά εφαρμογής των μεθόδων που αναπτύχθηκαν στα δύο προηγούμενα κεφάλαια, με τη χρήση στοιχείων που προέρχονται από επιτόπου μετρήσεις των οδοστρωμάτων των αεροδρομίων της Ρόδου και της Μυτιλήνης, καθώς και κυκλοφοριακών στοιχείων των παραπάνω αεροδρομίων.

Παράδειγμα 1ο

Χαρακτηριστική διατομή Ρόδου

$E_1=6500 \text{ MPa}$	$E_2=650 \text{ MPa}$	$E_3=150 \text{ MPa}$
$h_1=29 \text{ cm}$	$h_2=20 \text{ cm}$	$h_3=\infty$
$\nu=0,35$	$\nu=0,35$	$\nu=0,35$

Μελλοντικές προβλεπόμενες πτήσεις για το έτος 2000 έστω 31.580 εκ των οποίων 10.527 πτήσεις είναι εσωτερικού και 21.053 πτήσεις είναι εξωτερικού.

Για το εσωτερικό η κατανομή της κυκλοφορίας είναι η εξής :

B737-300 $N = 8.421$ διελεύσεις

B727-200 $N = 1053$ διελεύσεις

B747-200 $N = 421$ διελεύσεις

B757-200 $N = 1684$ διελεύσεις

Για το εξωτερικό η κατανομή της κυκλοφορίας είναι η εξής :

B737-300 $N = 16.843$ διελεύσεις

B727-200 $N = 421$ διελεύσεις

MD - 83 $N = 1684$ διελεύσεις

MD - 81 $N = 1263$ διελεύσεις

B747-200 $N = 1684$ διελεύσεις

Υπολογίζονται οι παραμορφώσεις που επιφέρουν τα παραπάνω αεροσκάφη στη συγκεκριμένη διατομή, μέσω του λογισμικού APSA 1.0 και στη συνέχεια μέσω της σχέσεως 7.3.1 οι επιτρεπόμενες διελεύσεις αυτών ήτοι :

B737-300 $N_{\text{stn.}} = 64.738$ διελεύσεις

B727-200 $N_{\text{stn.}} = 30.302$ διελεύσεις

B747-200 $N_{\text{stn.}} = 52.911$ διελεύσεις

B757-200 $N_{\text{stn.}} = 294.702$ διελεύσεις

MD - 83 $N_{\text{stn.}} = 24.396$ διελεύσεις

MD - 81 $N_{\text{stn.}} = 46.985$ διελεύσεις

Σύμφωνα με την αρχή Mainier [17] υπολογίζεται η αναμενόμενη "ψθορά" των στρώσεων του οδοστρώματος για το έτος 2000

$$\text{σχέση 9.1} \quad \sum (N_i / N_{\text{stn.}}) \leq 1$$

όπου N_i : οι προβλεπόμενες διελεύσεις των παραπάνω α/φ και $N_{\text{stn.}}$ οι επιτρεπόμενες διελεύσεις αυτών.

Με εφαρμογή της σχέσης 9.1 η "ψθορά" των στρώσεων του οδοστρώματος για το έτος 2000 είναι $\phi = 0,580314$

Οι επιτρεπόμενες διελεύσεις του πρωτύπου 2 (B767-300) στο συγκεκριμένο οδόστρωμα είναι 86.577 διελεύσεις (υπολογισμός μέσω του λογισμικού APSA 1.0) και οι αναμενόμενες του πρωτύπου 2 (B767-300) προκειμένου να δώσουν την παραπάνω φθορά είναι 50.242 διελεύσεις (σχέση 9.1)

Συνεπώς το PCN του οδοστρώματος είναι ≈56 (διάγραμμα 7.4.2) για το 2000.

Παράδειγμα 2ο

Στο παραπάνω παράδειγμα οι συνολικές προβλεπόμενες διελεύσεις που δίνουν $\phi = 0,580314$ είναι 33.475 διελεύσεις και αντιστοιχούν σε παραμόρφωση 198 *micro* (σχέση 7.3.1)

Για την εφαρμογή σε ισοδύναμο απλό τροχό υπολογίζεται μέσω του λογισμικού LOBAC η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση (APCI) = 1,294 MPa και για καπηλογρία οδοστρώματος Β υπολογίζεται το PCN του οδοστρώματος ≈54 (διάγραμμα 8.4)

Παράδειγμα 3ο

Στην ίδια διατομή του οδοστρώματος του αεροδρομίου της Ρόδου υπολογίσθηκαν ομοίως με τα παραδείγματα 1 από δεδομένα προβλεπόμενα κυκλοφοριακά στοιχεία οι συνολικές διελεύσεις των α/φ για το 2003 που είναι 58.578. Αυτές αντιστοιχούν σε πάραμόρφωση 176 micro (σχέση 7.3.1)

Για την εφαρμογή σε ισοδύναμο σπλό τροχό υπολογίζεται μέσω του λογισμικού LOBAC η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση (APCI) = 1,152 MPa και για κατηγορία οδοστρώματος B υπολογίζεται το PCN του οδοστρώματος ≈44 (διάγραμμα 8.4)

Παράδειγμα 4ο

Χαρακτηριστική διατομή Μυτιλήνης

$E_1=11000 \text{ MPa}$	$E_2=750 \text{ MPa}$	$E_3=150 \text{ MPa}$
$h_1=20 \text{ cm}$	$h_2=20 \text{ cm}$	$h_3=\infty$
$\nu=0,35$	$\nu=0,35$	$\nu=0,35$

Η κατανομή της κυκλοφορίας από την λειτουργία του αεροδρομίου εως σήμερα είναι η εξής :

B757-200 $N = 60.000$ διελεύσεις

B737-300 $N = 30.000$ διελεύσεις

B727-200 $N = 10.000$ διελεύσεις

MD - 82 $N = 10.000$ διελεύσεις

Από δεδομένα κυκλοφοριακά στοιχεία οι συνολικές διελεύσεις των α/φ έως σήμερα είναι 110.000. Αυτές αντιστοιχούν σε πάραμόρφωση 155 micro (σχέση 7.3.1)

Για την εφαρμογή σε ισοδύναμο σπλό τροχό υπολογίζεται μέσω του λογισμικού LOBAC η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση (APCI) = 1,178 MPa και για κατηγορία οδοστρώματος B υπολογίζεται το PCN του οδοστρώματος ≈46 (διάγραμμα 8.4)

❖ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα παραπόνω παρουσιάζονται σαν παραδείγματα εφαρμογής των μεθόδων, αλλά απαιτείται σπαραγήτως «καλυμπράσιμα» των προτεινόμενων μεθόδων προκειμένου να εφαρμοσθούν ευρέως στην πράξη.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Επιθυμητό στόχο, όσον αφορά τα εύκαμπτα οδοστρώματα αεροδρομίων αποτελεί η ύπαρξη μιας γρήγορης και αξιόπιστης διαδικασίας για τον προσδιορισμό της φέρουμεσσας ικανότητάς τους καθώς και για τον έλεγχο της επάρκειας αυτής.

Στα πλαίσια εξυπηρέτησης αυτού του σκοπού έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι διεθνώς. Στην Ελλάδα δεν έχει υιοθετηθεί επίσημα καμία μέθοδος, έχουν γίνει δύος ορισμένες προσπάθειες στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π. μέρος των οποίων έχει ανακοινωθεί.

Η μέθοδος ACN – PCN του ICAO – μία από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους δομικής κατόταξης και υπό την ευρύτερη έννοια, ελέγχου δομικής επάρκειας των οδοστρωμάτων αεροδρομίων – πάρουσιάζει σημαντικές αδυναμίες, με σημαντικότερη την έλλειψη συγκεκριμένης διαδικασίας για τον προσδιορισμό του PCN, γεγονός που καθιστά δυσχερή την εφαρμογή της μεθόδου στον Ελλαδικό χώρο.

Κατά την εκπόνηση της παρούσης εργασίας θεωρήθηκε σε πρώτη φάση σκόπιμό να γίνει προσπάθεια εφαρμογής μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί σε άλλο δειγματικό χώρο, για τον προσδιορισμό του PCN σε συσχεία μετόπου μετρήσεις ελληνικού, υφισταμένου οδοστρώματος αεροδρομίου, προκειμένου να ελεγχθεί η συμβατότητά τους με τα ελληνικά δεδομένα. Τέτοιες μέθοδοι είναι η μέθοδος της F.A.A και η μέθοδος του Γαλλικού Υπουργείου Συγκοινωνιών που βασίζονται στην μακρά εμπειρία του σχεδιασμού και επί τόπου αξιολόγησης των ευκάμπτων οδοστρωμάτων αεροδρομίων.

Όπως διαπιστώθηκε όμως, στάθηκε αδύνατο να προσαρμοσθούν τα διαθέσιμα στοιχεία στα διαγράμματα υπολογισμού και διαστασιολόγησης των μεθόδων αυτών και έτσι η δυνατότητα εφαρμογής κατέστη ανεπιτυχής. Επίσης από τις συγκεκριμένες μεθόδους εκλείπουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών των στρώσεων (μέτρα ελαστικότητας, λάγοι Poisson), παράμετροι που σαφώς επηρεάζουν τη φέρουμεσσα ικανότητα του οδοστρώματος, αλλά για τις πρααναφερθείσες μεθόδους δεν αποτελούν στοιχεία υπολογισμού.

Δεύτερο βήμα ήταν η προσπάθεια εφαρμογής – σε δεδομένα από επί τόπου μετρήσεις, υφισταμένων οδοστρωμάτων επίσης – της μεθόδου

προσδιορισμού του PCN μέσω της εισαγωγής του συνολικού πάχους του οδοστρώματος (PCN – H). Εδώ δεν παραπρήμηκε αδυναμία ενεργοποίησης της μεθόδου, παρότι έγιναν καθοριστικές παραδοχές προκειμένου να εφαρμοσθεί, όπως ένταξη των στοιχείων στην πλησιέστερη από τις κατηγορίες εδαφικής αντοχής και μέτρων ελαστικότητας της ασφαλτικής στρώσης, όταν ήταν εκτός των ορίων αυτών των κατηγοριών. Οι περιορισμοί δε που επιβάλλονται από τις αρχές λειτουργίας της μεθόδου, όσον αφορά το λόγο παχών και τα μέτρα ελαστικότητας της ασφαλτικής στρώσης, καθιστούν δυσχερή την εφαρμογή της και την εξαγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων για τον υπολογισμό του PCN.

Η μεθόδος (PCN – H) συμπληρώθηκε με την δημιουργία μιας καμπύλης για την κατηγορία εδαφικής αντοχής D (CBR=3%), όμως η προσπάθεια ένταξης της καμπύλης αυτής στα συνολικά διαγράμματα της μεθόδου δεν καρποφόρησε, διότι – ως γνωστόν – η μείωση του CBR συνεπάγεται αύξηση του PCN για τα ελληνικά ζεδομένα. Αφού, λοιπόν, δεν επιβεβαιώθηκε η ισχύς της παραπάνω πρότασης, ενισχύεται η πιθανότητα λάθους κατά την ανάπτυξη της μεθόδου.

Το γεγονός αυτό, οι περιορισμοί που επιβάλλονται ως προς την εφαρμογή της μεθόδου καθώς και η έλλειψη ακριβείας των αποτελεσμάτων υπολογισμού του δείκτη φέρσασας ικανότητας υπαγόρευσαν την προσπάθεια ανάπτυξης μιας νέας βελτιωμένης μεθόδου με σκοπό τον αποτελεσματικότερο τρόπο προσδιορισμού του PCN.

Κατά την διάρκεια της εργασίας και κατόπιν διερεύνησης επιβεβαιώθηκαν δύο θεωρητικά ζητήματα που αφορούν, το μεν πρώτο την ισχύ της θεωρητικής υπόθεσης ότι μία διέλευση αεροσκάφους ισοδυναμεί με δύο διελεύσεις των τροχών φόρτισης, το δε δεύτερο την επρροή της πληρότητας των αεροσκαφών στην εντάκτη κατάσταση του οδοστρώματος αεροδρομίου. Τα αποτελέσματα της έρευνας θεωρείται ότι πάρουσιάζουν ενδιαφέρον και περιγράφονται αναλυτικά στα αντίστοιχα κεφάλαια.

Η εναλλακτική πρόταση για τον υπολογισμό του PCN συνίσταται στη δημιουργία διαγραμμάτων ενάς προτύπου αεροσκάφους με καμπύλες της μορφής $PCN=f(\epsilon_i)$ και $PCN=f(N_{\text{επι}})$. Επιτρέπει τον άμεσο και ακριβή υπολογισμό του PCN του οδοστρώματος, λαμβάνοντας υπ' όψιν την εντάκτη κατάσταση του (συγκεκριμένα την ανηγμένη εφελκυστική παραμόρφωση στη βάση της

ασφαλτικής στρώσης και τις επιτρεπόμενες διελεύσεις που υπολογίζονται βάσει του νόμου αστοχίας της ασφαλτικής στρώσης) μετά από επιβαλλόμενη φόρτιση από τα αεροσκάφος.

Στην πορεία της διαδικασίας δημιουργήθηκαν πρότυπα α/φ ανάλογα με τόν τύπο του συστήματος προσγείωσης, προκειμένου το PCN του οδοστρώματος να εξάγεται με ακρίβεια από την καμπύλη της αντίστοιχης κατηγορίας. Προς διευκόλυνση του χρήστη όμως, προτείνεται το πρότυπο 2 (B767-300) ως το αντιπροσωπευτικότερο άλλων.

Η μεθόδος θεωρείται ότι πλεονεκτεί έναντι άλλων μεθόδων, διότι συνυπολογίζει τα μηχανικά χαρακτηριστικά των στρώσεων και τα πάχη τους ως πάραμέτρους υπολογισμού επίσης εν αντιθέσει με την υφιστάμενη μέθοδο (PCN - H) είναι απαλλαγμένη από περιοριστικές αρχές ανάπτυξης, όπως κατηγορίες του λόγου παχών των στρώσεων και των μέτρων ελαστικότητας της ασφαλτικής στρώσης.

Συγχρόνως, παρέχει την δυνατότητα υπολογισμού του PCN με δύο τρόπους, είτε με την εισαγωγή στα διαγράμματα – νομάγαφήματα της μεθόδου της ανηγμένης εφελκυστικής παραμόρφωσης της ασφαλτικής στρώσης, είτε με την εισαγωγή των επιτρεπόμενων διελεύσεων ενδιαφέροντας α/φ, όπως αυτές υπολογίζονται βάσει των νόμων αστοχίας του υλικού της ασφαλτικής στρώσης. Το τι θα εισαχθεί εξαρτάται από τα διαθέσιμα λογισμικά και από τις ανάγκες του εκάστοτε αεροδρομίου.

Το γεγονός ακόμη της δυνατότητας κατηγοριοποίησης των αεροσκαφών ανάλογα με τους τύπους των συστημάτων προσγείωσης όπως και το ότι σχεδόν κάθε α/φ της κατηγορίας του μπορεί να λειτουργήσει ως πρότυπο είναι ιδιαιτέρως σημαντικό και αποτελεί πεδίο μπροστινής διερεύνησης, προκειμένου να εξετασθεί η χρησιμότητά του στον προσδιορισμό και στον έλεγχο της επόρκειας της φέρουσας ικανότητας των οδοστρωμάτων αεροδρυμίων.

Τέλος, στα πλαίσια της κατά το δυνατόν εξάντλησης των εναλλακτικών λύσεων για τον προσδιορισμό του PCN – πέραν των καθιερωμένων μεθόδων που παρουσίαζαν σημαντικές αδυναμίες – όπως και κατά την προσπάθεια εισαγωγής του ισοδυνάμου φορτίου μονού τροχού, στην όλη μεθοδολογία προσδιορισμού της φέρουσας ικανότητας των οδοστρωμάτων αεροδρομίων,

διερευνήθηκε η δυνατότητα συσχέτισης της μεθόδου ACN – PCN και του δείκτη ALI.

Η επίγευξη αυτής της συσχέτισης πραγματοποιήθηκε με τη δημιουργία διαγράμματων PCN – APCI είναι ιδιαιτέρας σημασίας διότι αφενός μέσω αυτών των διαγραμμάτων συνδέονται δύο μέθοδοι, η μέθοδος ACN – PCN ευρέως διαδεδομένη μέθοδος του ICAO για τον προσδιορισμό της δομικής κατάταξης των οδοστρωμάτων και η ALI – APCI μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της δομικής επάρκειας των υφιστάμενων και των υπό κατασκευήν οδοστρωμάτων αεροδρομίων. Αφετέρου, η συσχέτιση των μεθόδων συνώνυμη συμβάλει στην ύπαρξη μιας διαδικασίας υπολογισμού του δείκτη φέρουσας ικανότητας του οδοστρώματος (PCN), μέσω του μεγίστου ισοδυνάμου φορτίου μονού τροχού που μπορεί αυτό να δεχθεί, για συγκεκριμένο αριθμό διελεύσεων (APCI).

Εν κατακλείδι, η μέθοδος (PCN – APCI) και η μέθοδος των προτύπων α/φ δύνανται να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας των ευκάμπτων οδοστρωμάτων αεροδρομίων, ανάλογα με τα στοιχεία που έχουμε στη διάθεσή μας και το είδος των προγραμμάτων υποστήριξης και έλεγχου.

Επιπλέον μία πρώτη εκτίμηση από το κεφάλαιο των εφάρμογών αδηγεί στο ότι η μέθοδος (PCN – APCI) μπορεί να βρεί εφαρμογή στα υπάρχοντα οδοστρώματα εφόσον συνυπολογισθεί η "φθορά" τους (damage) και να δώσει μια σταθμισμένη (μέση) πυρή του PCN, ενώ η μέθοδος των προτύπων α/φ να δώσει τιμή του PCN για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Βεβαίως σπαπείται έλεγχος και περαιτέρω διερεύνηση των αποτελεσμάτων αφού γίνει βαθμονόμηση της μεθόδου.

Τέλος παρέχεται η δυνατότητα για συνέχεια της ερευνητικής δραστηριότητας δύον αφορά τα παρακάτω θέματα:

- Την κατάλληλη βαθμονόμηση των προτεινόμενων μεθόδων προκειμένου να επιτευχθεί η πράκτικη εφαρμογή τους.
- Τη δυνατότητα συνεργασίας ενδεχόμενως της μεθόδου των προτύπων α/φ με μεθόδους που χρησιμοποιούν το αεροσκάφος σχεδιασμού

- Τη μελέτη ευαισθησίας των αποτελεσμάτων των μεθόδων όσον αφορά τη δομική κατάταξη των οδοστρωμάτων σε σχέση με τις τυχόν επιδράσεις των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών.
- Την έρευνα για ειδικές περιπτώσεις ασφαλομιγμάτων με μέτρια δυκαμψία της ασφαλτικής στρώσης πέραν του διαστήματος τιμών που εξετάσθηκε.
- Τη διερεύνηση για δημιουργία διαγραμμάτων για 100.000 επαναλήψεις φόρτισης στην τελευταία μέθοδο (PCN ~ APCI) διότι είναι ένας αριθμός διελεύσεων που προσεγγίζει περισσότερα πραγματικά δεδομένα αεροδρομίων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΠΙΝΑΚΕΣ ΑСП ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

Table A1-1. ACNs for several aircraft types on rigid and flexible pavements

Aircraft type	All-up mass (kg)	Load on one main gear leg (t)	Tire pressure (MPa)	ACN FOR RIGID PAVEMENT SURFACES - MPa/m ³				ACN FOR FLEXIBLE PAVEMENT SURFACES - t/ER			
				High 150	Medium 90	Low 50	Ultra-low 20	High 15	Medium 10	Low 6	Very low 3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A320-82 Airbus	147 000 85 910	47.0	1.1	35 18	42 21	50 25	59 29	39 20	40 22	53 24	56 24
A320-82 Airbus	142 000 81 910	47.0	1.29	35 19	43 22	53 26	61 30	40 21	45 22	55 25	71 34
A300-8C Airbus	150 000 99 380	47.0	1.39	41 20	49 22	57 36	65 31	41 21	49 22	59 25	76 35
A300-8C Airbus	137 000 88 300	47.0	1.48	45 20	53 22	62 36	70 31	46 21	52 22	63 25	80 36
A300-8C Airbus	163 000 90 305	47.0	1.29	56 37	53 20	64 25	73 29	49 20	56 21	68 25	84 36
A300-600 Airbus	165 000 87 100	47.0	1.29	56 37	55 19	64 24	73 28	49 19	56 22	68 24	86 35
A300-600R Airbus	170 000 85 033	47.4	1.35	49 17	59 19	68 23	72 26	52 19	59 23	72 23	85 34
A300-600R Airbus	171 700 85 033	47.4	1.35	50 17	59 19	69 23	79 26	52 19	59 20	72 23	90 34
A310-200 Airbus	137 000 76 616	46.7	1.23	33 15	39 18	46 21	54 24	36 18	40 20	48 20	64 27
A310-200 Airbus	138 600 76 747	46.7	1.3	35 16	42 19	50 21	58 25	35 19	40 19	52 20	66 28
A310-200 Airbus	142 000 75 956	46.7	1.33	37 15	44 17	52 20	60 23	40 17	44 18	54 22	70 27
A310-300 Airbus	159 000 77 010	47.0	1.42	42 13	49 14	58 17	66 20	44 15	49 15	59 16	76 24
A310-300 Airbus	157 000 76 916	47.4	1.49	45 14	56 15	63 18	71 22	47 15	53 15	64 16	81 25
A320-100 Airbus Dual	66 000 37 309	47.1	1.28	37 19	40 20	42 21	44 20	33 18	36 18	38 19	44 22
A320-100 Airbus Dual	66 200 37 700	47.1	1.34	39 20	41 22	45 21	45 24	35 19	36 19	40 21	46 22
A320-100 Airbus Dual	66 000 36 243	47.1	1.40	38 19	41 20	43 17	48 12	38 10	49 15	23 11	32 16

Aircraft Type	All-up mass (kg)	Load on one main gear leg (kN)	Tire pressure (MPa)	ACN FOR RIGID PAVEMENT SUBGRADES - MN/m ³				ACN FOR FLEXIBLE PAVEMENT SUBGRADES - CPD			
				High 150 Medium 80 Low 40			Ultra- low 20	High 15 Medium 10 Low 6 Very low 3			
				5	6	7	8	9	10	11	12
A320-200	73 500	47.0	1.45	44 20	46 22	49 23	50 25	38 19	40 19	44 20	50 24
A320neos	73 748										
Dual											
A320-200	73 500	47.0	1.21	38 9	32 10	26 11	30 12	19 9	21 10	26 12	35 16
Airbus Dual Tandem	70 291										
BAC 1-11 Series 400	26 690	47.5	0.93	25 13	26 13	28 14	29 15	22 11	26 12	27 13	29 15
BAC 1-11 Series 475	44 619	47.5	1.57	22 10	25 12	27 12	28 12	19 9	24 14	26 12	31 15
BAC 1-11 Series 500	47 400	47.5	1.08	32 15	24 16	35 16	36 17	29 13	30 13	33 15	35 17
Bae 146 Series 100	37 308	46.0	0.90	19 10	20 11	22 12	23 13	17 10	18 10	20 11	24 13
Bae 146 Series 100	37 308	46.0	0.52	16 9	18 10	19 11	21 12	13 8	16 9	19 11	23 13
Bae 146 Series 200	40 600	47.1	0.85	22 11	23 12	25 13	26 14	19 10	21 10	23 11	27 13
Bae 146 Series 200	40 600	47.1	0.61	19 10	21 11	23 12	24 12	16 8	20 10	22 11	23 13
B707-120B	817 027	46.7	1.17	28 12	33 12	39 15	46 17	31 13	34 14	41 15	54 20
B707-120B	57 833										
B707-320	648 778	45.0	1.24	38 13	56 14	54 17	62 20	47 15	47 13	57 17	72 22
B707-320C (Preflighted)	652 467	46.7	1.24	40 13	48 14	57 16	66 19	44 14	49 15	60 17	76 21
B707-320C (Convertible)	652 467	46.7	1.24	40 14	48 15	57 15	66 21	44 16	49 17	60 19	76 24
B707-320/620	143 335	46.0	1.24	36 13	43 14	52 17	59 20	40 15	44 15	54 17	69 22
B720	104 326	47.4	1.00	25 10	30 11	37 13	42 15	29 11	31 12	39 14	51 18
B720 0	106 594	45.4	1.00	25 10	30 11	37 13	42 16	29 11	31 12	39 14	51 18
B727-100	77 119	47.5	1.24	46 22	58 23	51 25	53 26	41 20	45 20	49 22	54 26
B727-100C	70 928	47.8	1.09	40 22	45 23	48 25	50 26	39 20	40 21	46 22	51 26

Aircraft type	Alt-up mass (kg)	Load on one main gear leg (t)	Tire pressure (PSI)	ACI FOR BICONIC PAVEMENT SURFACES - MM/m ²				ACI FOR FLEXIBLE PAVEMENT SURFACES - t/m			
				Climatic Category			Dust level Low 20	High 15	Medium 10	Low 6	Very low 3
				High 150	Medium 90	Low 40					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B727-200 (Scorched)	78 471 44 291	48.5	1.15	48 24	50 26	53 27	56 29	43 22	45 23	51 25	56 29
B727-200 (Advanced)	84 005 44 270	48.0	1.02	49 23	52 24	55 26	58 28	45 23	48 22	55 24	50 29
B727-200 (Advanced)	85 635 44 347	47.7	1.06	51 22	54 25	58 26	60 28	47 22	50 22	56 24	51 28
B727-200 (Advanced)	89 671 44 470	46.9	1.15	54 23	57 25	60 27	62 29	49 21	51 22	58 24	63 28
B727-200 (Advanced)	93 254 45 677	46.5	1.15	58 24	61 25	64 27	67 29	52 22	55 22	62 21	66 25
B737-100	44 361 25 581	46.2	0.93	23 12	24 13	26 14	27 15	20 12	22 12	26 13	29 15
B737-200	44 722 27 170	46.4	0.97	26 13	25 14	27 15	29 16	22 12	23 12	26 14	30 16
B737-200	47 616 27 144	45.3	1.14	29 13	31 14	32 15	36 16	26 12	27 12	30 13	34 15
B737-200	52 516 27 125	45.5	0.86	24 11	26 12	28 13	30 14	21 10	25 11	29 13	34 15
B737-200/200C (Advanced)	53 297 29 257	46.4	1.16	30 15	32 16	34 17	35 18	27 14	28 14	31 15	36 17
B737-200/200C (Advanced)	56 699 29 925	46.3	1.23	33 15	34 16	36 17	39 18	29 14	30 14	34 15	38 17
B737-200 (Advanced)	58 302 26 620	46.0	1.25	34 15	36 15	38 17	39 18	30 14	31 14	35 15	39 17
B737-300	61 462 32 904	45.9	1.34	37 18	39 18	41 20	42 21	32 16	33 16	37 17	41 20
B737-300	61 462 32 904	45.9	1.14	35 17	37 18	39 19	41 20	31 15	33 16	37 17	41 20
B737-400	64 864 33 643	46.9	1.44	41 19	43 20	45 21	47 22	35 16	37 17	41 18	45 21
B737-500*	50 782 31 312	46.1	1.14	37 17	38 17	40 19	42 19	32 15	33 15	37 16	41 19
B747-100	312 410 162 353	23.4	1.50	41 17	42 19	57 22	65 23	41 19	48 20	58 22	77 28
B747-100B	314 749 171 036	22.1	1.56	41 18	50 20	59 24	68 29	46 20	50 21	60 24	80 30

* Preliminary data

Part 1.- Pavements

1-343

Aircraft Type	All-up Mass (kg)	Load on one main gear leg (kN)	Tire pressure psi (bar)	ACI 350				ACI 350			
				RIGID PAVEMENT SUBGRADES - MM/m ³				FLEXIBLE PAVEMENT SUBGRADES - CM			
				High 150	Medium 80	Low 40	Very low 20	High 15	Medium 10	Low 6	Very low 3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
737-100B	341 553 173 870	23.1	1.02	41 17	49 19	58 22	68 26	46 20	51 21	62 23	82 30
737-200B SR	260 362 164 543	24.1	1.04	27 16	31 17	40 21	47 25	33 19	36 20	43 23	59 30
737-200P	302 093 162 716	25.9	1.03	35 14	42 16	51 19	59 22	40 17	44 17	52 19	71 25
737-200P	318 881 167 996	25.9	1.00	37 14	44 15	52 18	60 21	41 16	45 17	54 18	72 23
737-200B	352 893 172 866	23.6	1.07	45 18	53 20	64 24	73 28	50 21	53 22	67 24	98 41
737-200C	373 305 166 749	20.1	1.30	46 14	55 18	66 21	76 25	52 19	57 20	70 22	92 29
737-200F/300	379 201 136 562	23.2	1.39	47 16	57 17	68 20	78 24	53 19	59 19	72 21	94 28
737-400	395 287 172 659	23.4	1.41	53 19	63 21	75 23	85 29	57 21	64 22	79 25	101 32
737-200	405 216 160 260	45.2	1.17	27 12	32 14	38 17	44 19	29 14	32 14	39 17	52 22
737-300	443 789 178 976	46.2	1.31	31 15	39 17	46 20	54 24	37 14	40 19	47 21	63 22
737-200-ER	459 755 180 853	46.5	1.21	37 16	44 18	54 21	63 25	43 19	47 19	57 22	77 28
737-300	459 665 196 070	47.3	1.21	38 17	45 19	54 23	63 27	43 20	48 21	58 24	78 32
737-300-ER	472 819 187 926	46.9	1.31	43 18	51 20	51 24	71 29	48 21	53 22	61 24	86 32
737-300-ER	483 520 188 470	46.0	1.38	47 18	56 20	66 24	76 28	51 21	57 22	70 24	92 31
Caravelle Series 10	52 000 29 634	46.2	0.75	15 7	27 8	20 9	22 10	15 7	17 7	19 9	21 11
Caravelle Series 12	55 964 31 800	46.0	0.88	16 8	19 9	22 13	23 18	17 8	19 9	21 10	26 12
Concorde	101 566 79 638	48.0	1.26	61 21	71 22	82 25	91 29	65 21	72 22	81 26	98 32
Concord C. G. 44	55 708 40 370	47.5	1.12	25 9	30 10	35 11	40 13	27 9	30 13	36 11	47 14

11/8/89
No. 2

Aircraft type	All-up mass (kg)	Load on one main gear leg (t)	Tire pressure (MPa)	AOI FOR STONE ENVIRONMENT SURFACES - MW/m ³				AOI FOR FLEXIBLE PAVEMENT SURFACES - CBR			
				High 150		Medium 80	Low 40	Ultra-low 20		High 15	
				1	2	3	4	5	6	7	8
Convair 880 M	87 700 40 195	45.6	1.03	25 9	31 13	36 12	41 14	17 10	31 10	36 12	44 13
Convair 990	115 566 54 685	48.5	1.28	41 15	48 17	54 19	60 22	40 15	45 16	51 19	64 24
DC-3	11 430 7 767	46.6	0.31	6 4	7 5	7 5	7 5	4 3	6 4	8 5	9 8
DC-4	33 113 22 075	45.8	0.51	13 8	15 9	17 10	18 11	11 7	14 9	16 10	20 12
DC-3-43	144 242 61 919	46.5	1.22	41 15	49 15	57 18	65 21	43 15	49 16	59 12	74 20
DC-3-55	148 778 62 756	47.0	1.30	45 15	53 16	62 19	69 22	46 15	53 16	63 18	78 24
DC-3-61/71	148 778 68 992	48.0	1.30	46 17	54 19	63 22	71 25	48 18	54 19	64 21	80 28
DC-3-62/72	150 121 65 225	46.5	1.29	47 15	56 16	65 19	73 22	49 16	56 16	67 18	83 24
DC-3-63/73	162 386 72 302	47.6	1.34	50 17	60 19	69 23	79 26	52 18	59 19	71 22	87 29
DC-3-75	41 504 22 300	46.2	0.90	23 11	25 12	26 13	28 14	21 10	22 11	26 12	28 14
DC-3-21	45 613 23 879	47.2	0.98	27 12	25 13	30 16	32 15	24 11	26 12	29 13	32 15
DC-3-32	59 442 25 789	46.2	1.07	29 16	31 15	33 15	34 16	26 12	28 13	31 14	34 16
DC-3-41	52 163 27 821	46.7	1.10	32 15	38 16	35 17	37 18	28 13	30 14	33 15	37 18
DC-3-51	55 238 29 336	47.0	1.17	35 17	37 17	39 18	40 19	31 15	32 15	36 16	39 19
MD-81	63 952 35 571	47.8	1.17	41 20	43 21	45 23	46 24	36 18	38 19	43 21	46 24
MD-82/88	68 766 35 629	47.6	1.27	45 21	47 22	49 24	50 25	39 25	42 19	46 20	50 24
MD-83	73 023 36 230	47.4	1.34	49 21	51 22	53 24	55 25	42 18	46 19	50 21	54 26
MD-87	62 266 33 965	47.4	1.27	45 19	47 21	49 22	50 21	39 17	42 18	46 19	50 22

Aircraft type	All-up mass (kg)	Load on one main gear leg (%)	Tire pressure (MPa)	ACI FOR RIGID PAVEMENT SUBGRADES - MM/m ³					ACI FOR FLEXIBLE PAVEMENT SUBGRADES - CBR				
				ACI FOR RIGID PAVEMENT SUBGRADES - MM/m ³				ACI FOR FLEXIBLE PAVEMENT SUBGRADES - CBR					
				High 15	Medium 10	Low 6	Very low 3	High 15	Medium 10	Low 6	Very low 3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
DC-10-10	196 406 108 940	47.2	1.28	43 23	52 25	63 28	71 33	52 26	57 27	68 30	93 38		
DC-10-10	200 942 105 279	46.9	1.31	46 22	54 24	64 27	75 31	54 24	58 25	69 28	96 36		
DC-10-15	207 746 105 279	46.7	1.34	48 22	56 24	67 27	74 31	55 24	61 25	72 28	100 36		
DC-10-30/40	253 105 120 742	37.7	1.17	44 20	53 21	64 24	75 28	53 22	59 23	70 25	97 32		
DC-10-30/40	260 815 124 058	37.6	1.21	46 20	55 21	67 25	78 29	56 23	61 23	74 25	101 31		
DC-10-30/40	258 981 124 058	37.9	1.24	49 20	59 21	71 25	82 29	59 23	64 23	78 26	106 30		
MD-81	274 650 127 000	39.2	1.42	56 23	56 23	79 28	92 34	60 25	70 25	85 29	114 37		
DH-7	19 867 11 793	46.8	0.74	11 6	12 6	13 7	13 7	10 5	11 6	12 6	14 8		
DASH 7	19 777 11 879	47.5	0.54	10 5	11 5	12 6	12 7	8 4	10 5	12 6	13 7		
FOKKER 27	20 920 12 649	47.8	0.58/ 0.55	10 6	11 6	12 7	13 7	8 5	10 5	12 6	14 8		
FOKKER 50	20 820 12 649	47.8	0.41	9 5	10 5	11 6	12 7	6 4	9 5	11 6	14 8		
FOKKER 50	29 484 15 650	46.3	0.58	14 6	15 7	17 8	18 9	11 5	14 6	16 7	19 9		
FOKKER 50	29 484 16 550	46.3	0.69	15 8	16 8	18 9	18 10	13 6	15 7	17 8	20 10		
FOKKER 100	44 680 24 375	47.8	0.98	28 13	29 14	31 15	32 16	25 12	27 13	30 14	37 16		
HSL25-400A -400B	10 600 5 683	45.5	0.77	6 3	6 3	7 6	7 3	5 2	5 3	6 3	7 3		
HSL25-600A -600B	11 346 5 680	45.5	0.83	7 3	7 3	7 3	8 3	5 2	6 3	7 3	8 3		
HS748	21 062 12 183	43.6	0.59	10 5	11 5	11 6	12 6	9 4	9 5	11 6	13 7		
IL-62	162 600 56 400	47.0	1.08	42 14	50 15	60 18	63 20	47 16	54 17	64 18	79 24		

Aircraft type	All-up mass (kg)	Load on one main gear leg (t)	Tire pressure (MPa)	ACN FOR RIGID PAVEMENT SUBGRADES - 30 kPa				ACN FOR FLEXIBLE PAVEMENT SUBGRADES - CCR			
				High 150	Medium 80	Low 40	Moderate low 20	High 15	Medium 10	Low 5	Very low 3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IL-62H	168 000 71 400	47.0	1.06	43 16	32 17	61 19	72 22	50 17	57 18	67 20	83 26
IL-76T	171 000 81 900	23.5	0.64	38 11	38 14	38 16	39 16	37 15	40 16	45 19	53 22
IL-66	224 500 111 200	21.2	0.88	25 12	31 14	38 16	46 19	34 16	36 17	43 19	61 23
L-100-30	70 570 34 203	46.2	0.72	30 13	30 15	36 16	38 17	27 12	31 14	33 15	38 16
L-100-30	70 670 34 702	48.4	0.72	30 14	33 15	36 15	38 17	27 12	31 14	33 15	39 17
L-100-1-L	195 552 108 861	47.4	1.13	45 24	52 25	62 28	73 32	52 23	56 27	66 29	92 30
L-100-11-100V200	212 291 110 986	46.8	1.21	46 23	55 24	66 26	78 32	56 25	61 26	70 30	100 38
L-100-1-500	225 889 120 924	46.2	1.27	50 23	59 24	72 27	84 31	60 25	65 26	79 28	107 36
Trident 1E	61 160 33 203	46.0	1.03	32 15	32 16	37 17	39 18	23 10	24 11	27 12	36 15
Trident 2E	65 998 35 980	47.0	1.07	37 16	39 17	42 19	44 19	36 11	38 12	31 11	36 16
Trident 3	68 256 39 060	45.5	1.14	37 18	40 19	42 21	44 22	26 11	28 14	31 15	36 18
TU-134A	47 600 29 350	45.6	0.83	11 7	13 9	15 9	19 10	12 7	13 8	16 9	21 12
TU-154B	38 000 23 300	43.1	0.93	19 8	25 10	32 13	38 17	20 10	24 11	30 13	38 18
VOD-1150	151 953 73 940	48.4	1.01	38 16	46 17	56 20	65 23	44 17	50 18	61 21	77 27

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

**ΠΙΝΑΚΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ
ΚΑΙ
ΑΡΧΕΙΟ ΑΥΤΩΝ**

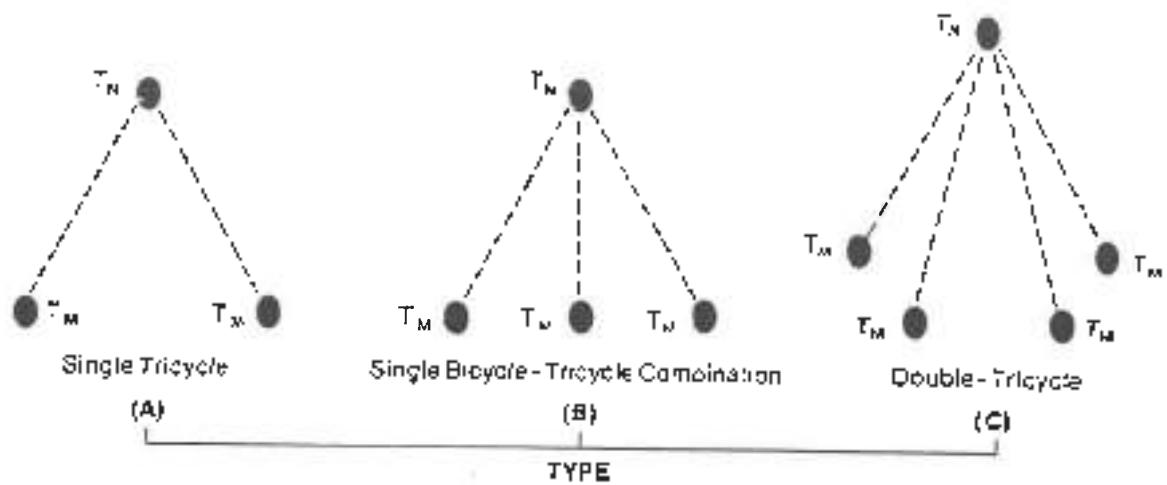


Figure IX-3. Various types of aircraft gear assemblies

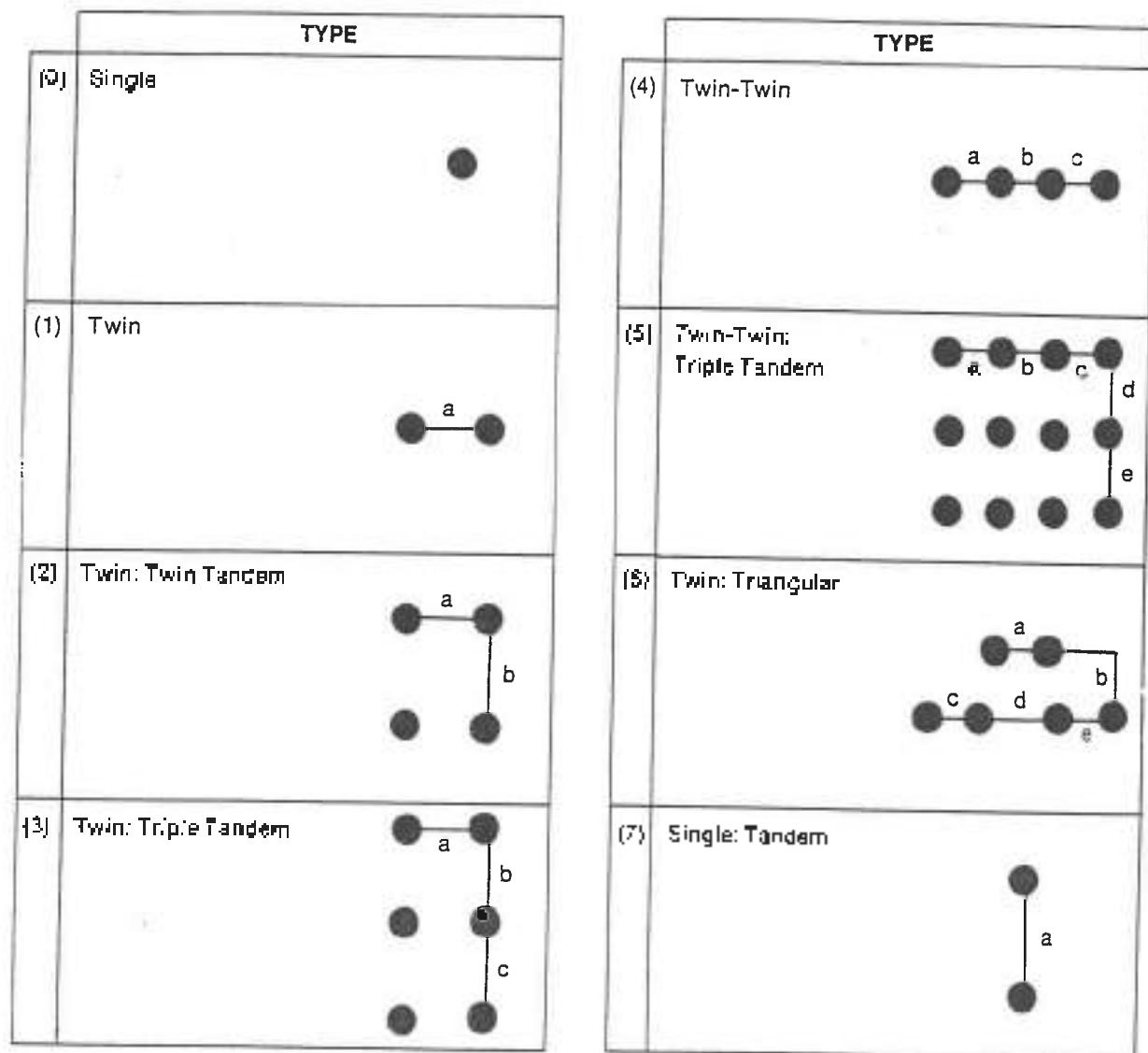
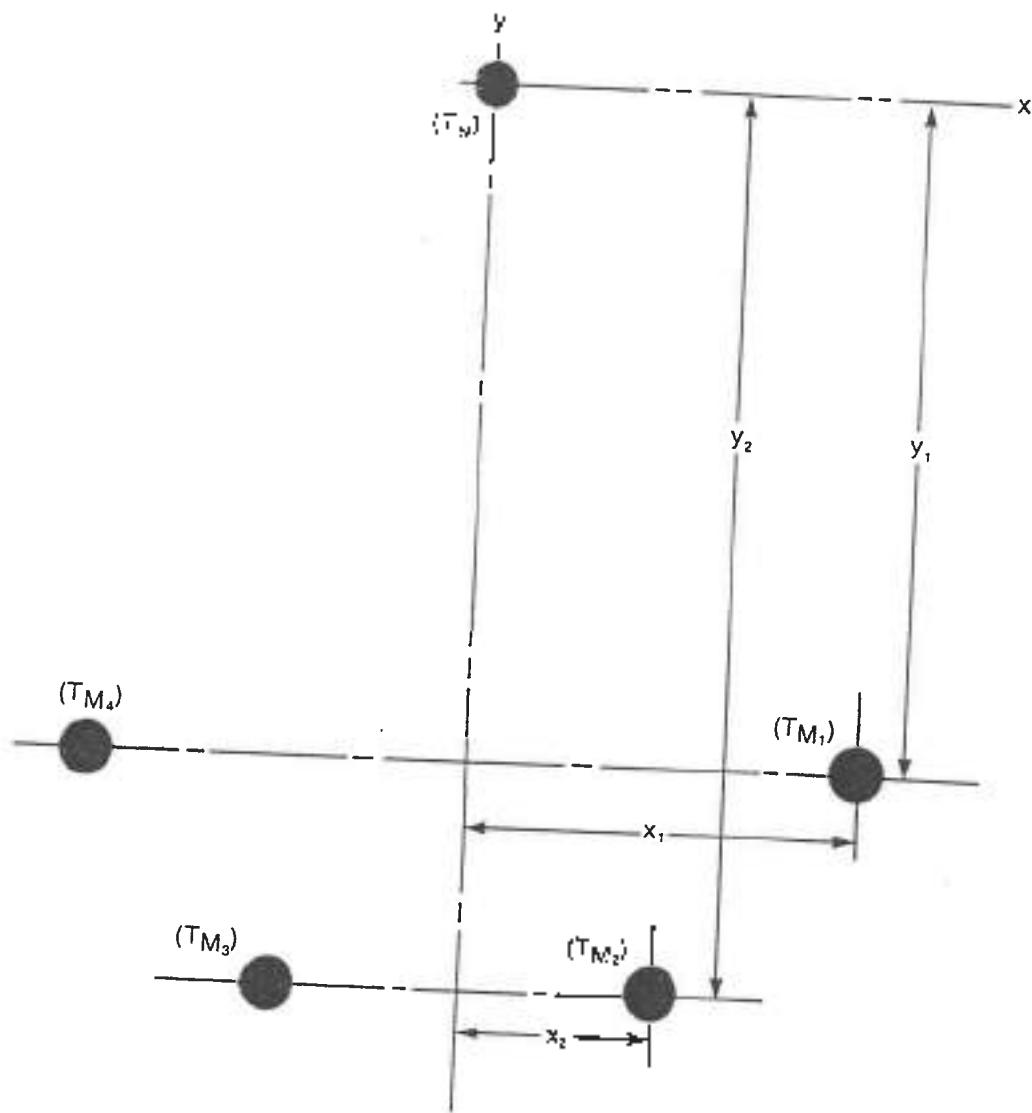


Figure IX-4. Various types of tire assemblies



T_N : Nose Gear Assembly

T_M : Main Truck (Gear) Assembly

NOTE: All X, Y distances taken from nose gear centerline to the geometric centerline of the main truck gear.

Figure JX-5. Aircraft gear identification and location.

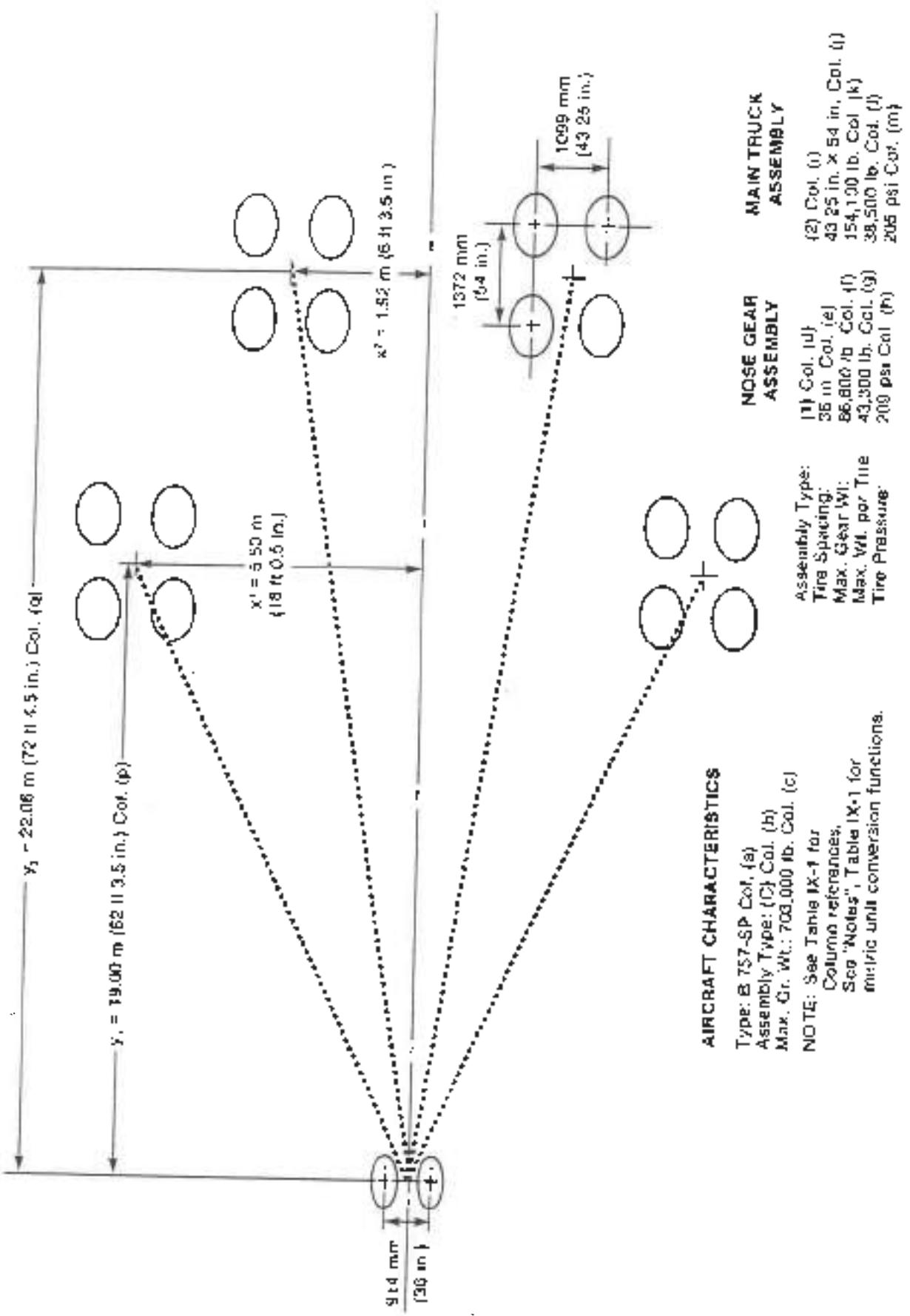


Figure IX-6. B 747-SP Aircraft Characteristics Summary

TABLE IX-2
AIRCRAFT CHARACTERISTICS

כוננותם, הדרתם לארץ ישראל ותומצאותם. ו. י. ז'אנטן.

אנו מודים לך על תרומותך לארץ ישראל

Durch die geistige Erneuerung kann die Seele erhöht werden.

Figure 10-3

Cf. Das gesetzliche Mindestlohn für Erwerbstätige

1784-Bu Juhong et al. / Effects of *Chrysanthemum* on *Leucosin*

卷之三

[1] Polats und haben unter gleichzeitigen und gleichen Bedingungen eine höhere Kapitalproduktivität als andere Unternehmen. Tageszeitung [hier].

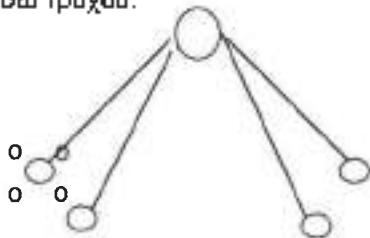
ESTUARIES AND COASTS (2010) 33:103–113
DOI 10.1007/s12237-009-9403-0

Kagoshima 104

ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΥΡΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΡΟΧΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

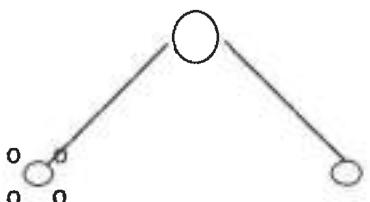
Τύπος C 2 (Twin-twin tandem)

Διπλή διάταξη, διπλού ρεύματος μπρός-πίσω τροχού.



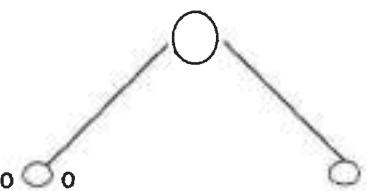
Τύπος A 2 (Dual tandem)

Διπλό ρεύματος μπρός- πίσω τροχού



Τύπος A 1 (Dual)

Απλό ρεύματος τροχών



1.B747-400

C 2

Συνολικό βάρος α/φ 653000 lb 3794,144 kN

Αριθμός τροχών 18

Βάρος τροχού 210,7858

Πίεση ελαστικού 200 psi 1378,951 kPa 1.3789514 MPa

$$\pi = 3,141593$$

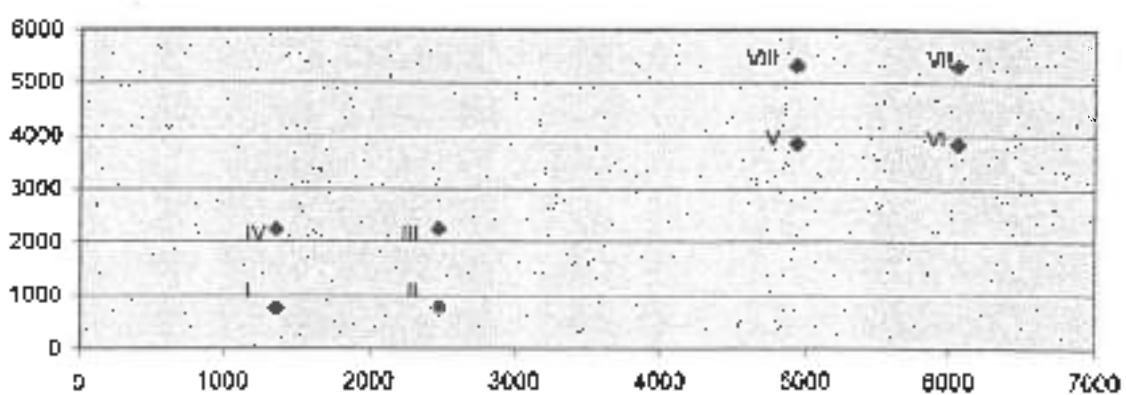
Ακτίνα r 220,5826 mm

	in	mm
x1 =	18	0,5
x2 =	6	3,5
y1 =	78	11,5
y2 =	89	0,5
a =		44
b =		58

	in	mm
x1 =	18	0,5
x2 =	6	3,5
y1 =	78	11,5
y2 =	89	0,5
a =		44
b =		58

	mm	X	Y
XI =	1,3589	1359	763
YI =	0,7634	763	2477
XII =	2,4785	2477	2477
YII =	0,7634	763	1359
XIII =	2,4785	2477	4940
YIII =	2,2366	2237	6058
XIV =	1,3589	1359	6058
YIV =	2,2366	2237	4940
XV =	4,9403	4940,3	
YV =	3,8368	3836,8	
YVI =	3,8368	3836,8	
XVI =	8,0579	6057,9	
XVII =	6,0579	6057,9	
YVII =	5,31	5310	
XVIII =	4,9403	4940,3	
YVIII =	5,31	5310	

Διάταξη τροχών ενός σκέλους του B747-400 τύπου C 2



2.B747-200

C 2

Συνολικό βάρος ατψ 836000 lb 3718,528 KN

Αριθμός τροχών 18

Βάρος τροχού 206,5849

Πίεση ελαστικού 201 psi 1385,846 KPa 1,385846 MPa

$\pi = 3,141593$

Ακτίνα r 217,8296 mm

	ft	in	m
x1 =	18	0,5	5,4991
x2 =	6	3,5	1,9177
y1 =	78	11,5	24,0665
y2 =	89	0,5	27,1399
a =		44	1,1176
b =		56	1,4732

	m	mm
XI =	1,3589	1359
YI =	0,7834	783
XII =	2,4765	2477
YII =	0,7834	783
XIII =	2,4765	2477
YIII =	2,2368	2237
XIV =	1,3589	1359
YIV =	2,2368	2237
XV =	4,9403	4940,3
YY =	3,8368	3836,8
YVI =	3,8368	3836,8
XVI =	6,0579	6057,9
XVII =	6,0579	6057,9
YVII =	5,31	5310
XVIII =	4,9403	4940,3
YVIII =	5,31	5310

3.8747-200/300

C 2

Συνολικό βάρος α/φ 778000 lb 3460.544 KN

Αριθμός τραχών 16

Βάρος τροχού 192,2624

Πίεση ελαστικού 199 psi 1372,057 KPa 1,372057 MPa

$\pi = 3,141593$

Ακτίνα r 211,1908 mm

 mm

x1 = 18 0,5 5,4991

x2 = 6 3,5 1,9177

y1 = 78 11,5 24,0865

y2 = 89 0,5 27,1399

a = 44 1,1176

b = 58 1,4732

 mm

XI = 1,3589 1359

YI = 0,7634 763

XII = 2,4785 2477

YII = 0,7634 763

XIII = 2,4785 2477

YIII = 2,2366 2237

XIV = 1,3589 1359

YIV = 2,2366 2237

XV = 4,9403 4940,3

YV = 3,8368 3836,8

YVI = 3,8368 3836,8

XVI = 6,0579 6057,9

XVII = 6,0579 6057,9

YVII = 5,31 5310

XVIII = 4,9403 4940,3

YVIII = 5,31 5310

4.8747-100B/300 C 2

Συνολικό βάρος α/φ	753000	lb	3349,344	KN
Αριθμός τροχών	18			
Βάρος τροχού	186,0747			
Πίστη ελαστικού	192	psi	1323,793	KPa

$$\pi = 3,141593$$

Άκτινα r = 211,5235 mm

	m	in	m
x1 =	18	0,5	5,4891
x2 =	6	3,5	1,9177
y1 =	78	11,5	24,0665
y2 =	89	0,5	27,1399
a =		44	1,1176
b =		56	1,4732

	m	mm
XI =	1,3589	1359
YI =	0,7634	763
XII =	2,4765	2477
YII =	0,7634	763
XIII =	2,4765	2477
YIII =	2,2366	2237
XIV =	1,3589	1359
YIV =	2,2366	2237
XV =	4,9403	4940,3
YV =	3,8368	3836,8
YYI =	3,8368	3836,8
XVI =	6,0579	6057,9
XVII =	6,0579	6057,9
YVII =	5,31	5310
XVIII =	4,9403	4940,3
YYIII =	5,31	5310

5.B747-SP

C 2

Συνολικό βάρος α/φ	703000	lb	3126.944 KN
Αριθμός τροχών	18		
Βάρος τροχού	173,7191		
Πίεση ελαστικού	205	psi	1413,425 KPa 1,413425 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r = 197,7937 mm

	in	mm
x1 =	18	0,5
x2 =	6	3,5
y1 =	62	3,5
y2 =	72	4,5
a =		43,25
b =		54

π = 1,368425

XI = 0,8142

XII = 2,466975

YII = 0,8142

XIII = 2,466975

YIII = 2,1858

XIV = 1,368425

YIV = 2,1858

XV = 4,949825

YY = 3,8878

YYI = 3,8876

XVI = 6,048375

XVII = 6,048375

YVII = 5,2592

XVIII = 4,949825

YVIII = 5,2592

6.B747-100B/300SP C 2

Συνολικό βάρος α/φ 613000 lb 2726,824 KN

Αριθμός τροχών 18

Βάρος τροχού 151,4791 KN

Πίεση ελαστικού 161 psi 1110,056 KPa 1,110056 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 208,415 mm

	ft	in	m
x1 =	18	0,5	5,4891
x2 =	6	3,5	1,9177
y1 =	78	11,5	24,0665
y2 =	89	0,5	27,1399
a =		44	1,1176
b =		58	1,4732

	m	mm
XI =	1,3589	1359
YI =	0,7634	763
XII =	2,4765	2477
YII =	0,7634	763
XIII =	2,4765	2477
YIII =	2,2366	2237
XIV =	1,3589	1359
YIV =	2,2366	2237
XV =	4,9403	4940,3
YY =	3,8368	3836,8
YVI =	3,8368	3836,8
XVI =	6,0579	6057,9
XVII =	6,0579	6057,9
YVII =	5,31	5310
XVIII =	4,9403	4940,3
YVIII =	5,31	5310

7.B767-300

A 2

Συνολικό βάρος αφ' 362000 lb 1565.696 KN

Αριθμός τροχών 8

Θύρα τροχού 195.712

Πίεση ελαστικού 175 psi 1206.582 KPa 1,206582 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Άκτινος r 227,2248 mm

	ft	in	m
x1 =	15	3	4,6482

y1 =	74	8	22,7584
------	----	---	---------

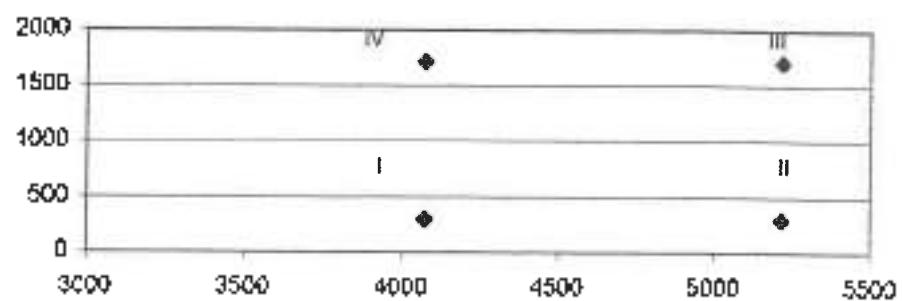
a =		45	1,143
-----	--	----	-------

b =		56	1,4224
-----	--	----	--------

	m	mm
XI =	4,0767	4077
YI =	0,2888	289
XII =	5,2197	5220
YII =	0,2888	289
XIII =	5,2197	5220
YIII =	1,7112	1711
XIV =	4,0767	4077
YIV =	1,7112	1711

X	Y
4077	289
5220	289
5220	1711
4077	1711

Διάταξη τροχών ενός σκέλους του B767-300 τύπου
(A 2)



8.B767-200ER

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 352000 lb 1565,696 KN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχών 195,712

Πίεση ελαστικού 175 psi 1206,582 KPa 1,206582 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Διατίνα γ 227,2246 mm

	ft	in	m
x1 =	15	3	4,5482

y1 =	84	7	19,685
------	----	---	--------

a =		45	1,143
-----	--	----	-------

b =		56	1,4224
-----	--	----	--------

	m	mm
--	---	----

XI =	4,0767	4077
------	--------	------

YI =	0,2888	289
------	--------	-----

XII =	5,2197	5220
-------	--------	------

YII =	0,2888	289
-------	--------	-----

XIII =	5,2197	5220
--------	--------	------

YIII =	1,7112	1711
--------	--------	------

XIV =	4,0767	4077
-------	--------	------

YIV =	1,7112	1711
-------	--------	------

9.B707-320C

A.2

Συνολικό βάρος αλφ 338000 lb 1494,528 KN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 188,816

Πίεση ελαστικού 180 psi 1241,056 KPa 1,241056 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Axial r 218,8953 mm

	ft	in	m
x1 =	11	0,8	3,38804

y1 =	59	0	17,0832
------	----	---	---------

a =		34,5	0,8763
-----	--	------	--------

b =		56	1,4224
-----	--	----	--------

	m	mm
--	---	----

XI =	2,92989	2930
------	---------	------

YI =	0,2688	269
------	--------	-----

XII =	3,80619	3806
-------	---------	------

YII =	0,2688	269
-------	--------	-----

XIII =	3,80619	3806
--------	---------	------

YIII =	1,7112	1711
--------	--------	------

XIV =	2,92989	2930
-------	---------	------

YIV =	1,7112	1711
-------	--------	------

10.B707-320B A 2

Συνολικό βάρος α/φ 328000 lb 1453,944 kN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 182,360

Πίεση ελαστικού 180 psi 1241,056 kPa 1,241056 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνος r 218,2737 mm

	ft	in	m
x1 =	11	0,6	3,36804

y1 =	59	17,9832
------	----	---------

a =	34,5	0,8763
-----	------	--------

b =	58	1,4224
-----	----	--------

XI =	2,92989 m	2930 mm
------	-----------	---------

YI =	0,2888 m	288 mm
------	----------	--------

XII =	3,80619 m	3806 mm
-------	-----------	---------

YII =	0,2888 m	288 mm
-------	----------	--------

XIII =	3,80619 m	3806 mm
--------	-----------	---------

YIII =	1,7112 m	1711 mm
--------	----------	---------

XIV =	2,92989 m	2930 mm
-------	-----------	---------

YIV =	1,7112 m	1711 mm
-------	----------	---------

11.8767-200

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 317000 lb 1410,016 KN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 176,252

Πίεση ελαστικού 190 psi 1310,004 KPa 1,310004 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 208,9454 mm

	ft	in	m
x1 =	15	3	4,6482

y1 =	54	7	19,685
------	----	---	--------

a =		45	1,143
-----	--	----	-------

b =		56	1,4224
-----	--	----	--------

XI =	4,0767	m	4077 mm
------	--------	---	---------

YI =	0,2888	m	289 mm
------	--------	---	--------

XII =	5,2197	m	5220 mm
-------	--------	---	---------

YII =	0,2888	m	289 mm
-------	--------	---	--------

XIII =	5,2197	m	5220 mm
--------	--------	---	---------

YIII =	1,7112	m	1711 mm
--------	--------	---	---------

XIV =	4,0767	m	4077 mm
-------	--------	---	---------

YIV =	1,7112	m	1711 mm
-------	--------	---	---------

12.B707-320/420 A 2

Συνολικό βάρος α/φ 316000 lb 1405,568 KN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 175,696

Πίεση ελαστικού 180 psi 1241,058 KPa 1,241058 MPa

$\pi = 3,141593$

Ακτίνα r 212,2806 mm

	ft	in	m
x1 =	11	0,6	3,36804

y1 =	59	17,9832
------	----	---------

a =	34,5	0,8763
-----	------	--------

b =	56	1,4224
-----	----	--------

XI =	2,92989 m	2930 mm
------	-----------	---------

YI =	0,2888 m	289 mm
------	----------	--------

XII =	3,80619 m	3806 mm
-------	-----------	---------

YII =	0,2888 m	289 mm
-------	----------	--------

XIII =	3,80619 m	3806 mm
--------	-----------	---------

YIII =	1,7112 m	1711 mm
--------	----------	---------

XIV =	2,92989 m	2930 mm
-------	-----------	---------

YIV =	1,7112 m	1711 mm
-------	----------	---------

13.B707-120B

A 2

Συνολικό βάρος αλφ 256000 lb 1147,584 kN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τραχού 143,448

Πίεση ελαστικού 170 psi 1172,109 kPa 1,172109 MPa

$$\pi = 3.141593$$

Ακτίνα r 197,3733 mm

	ft	in	m
x1 =	11	0,6	3,36604

y1 =	52	4	15,8512
------	----	---	---------

a =		34,5	0,8763
-----	--	------	--------

b =		56	1,4224
-----	--	----	--------

XI =	2,92989 m	2930 mm
------	-----------	---------

YI =	0,2888 m	289 mm
------	----------	--------

XII =	3,80619 m	3806 mm
-------	-----------	---------

YII =	0,2888 m	289 mm
-------	----------	--------

XIII =	3,80619 m	3806 mm
--------	-----------	---------

YIII =	1,7112 m	1711 mm
--------	----------	---------

XIV =	2,92989 m	2930 mm
-------	-----------	---------

YIV =	1,7112 m	1711 mm
-------	----------	---------

14.B757-200

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 241000 lb 1071,968 kN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 133,998

Πίεση ελαστικού 170 psi 1172,109 kPa 1,172109 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 190,7599 mm

	ft	in	m
x1 =	12	0	3,6576

y1 =	60	0,3	18,29582
------	----	-----	----------

a =		34	0,8636
-----	--	----	--------

b =		45	1,143
-----	--	----	-------

XI =	3,2258 m	3226 mm
------	----------	---------

YI =	0,4285 m	429 mm
------	----------	--------

XII =	4,0894 m	4089 mm
-------	----------	---------

YII =	0,4285 m	429 mm
-------	----------	--------

XIII =	4,0894 m	4089 mm
--------	----------	---------

YIII =	1,5715 m	1572 mm
--------	----------	---------

XIV =	3,2258 m	3226 mm
-------	----------	---------

YIV =	1,5715 m	1572 mm
-------	----------	---------

15.B727-200ADV A 1

Συνολικό βάρος α/φ 210000 lb 934,08 KN
Αριθμός τροχών 4
Βάρος τροχού 233,52
Πίεση ελαστικού 173 psi 1192,793 KPa 1,192793 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 249,6345 mm
ft in m
x1 = 9 4,5 2,8575

y1 = 63 3 18,2788

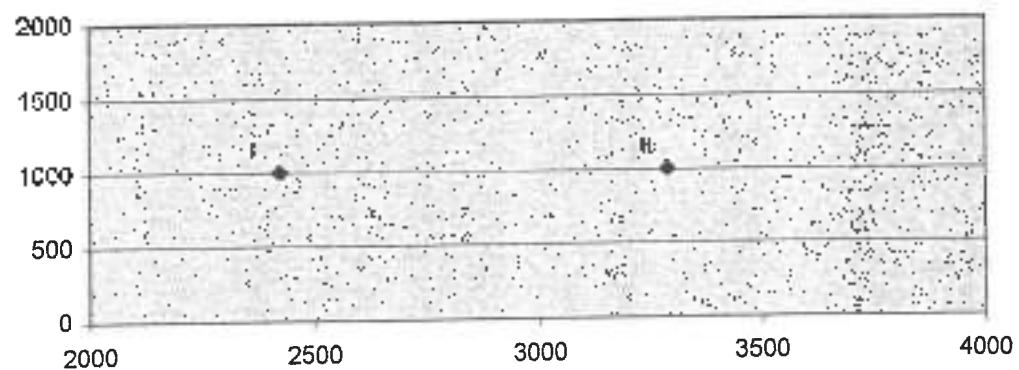
a = 34 0,0696

b = 0

XI = 2,4257 m 2426 mm
YI = 1,0000 m 1000 mm
XII = 3,2893 m 3289 mm
YII = 1,0000 m 1000 mm

X 3289 2426
Y 1000 1000

**Διάταξη τροχών ενας σκέλους του B727-200ADV
τύπου A 1**



16.B727-200

A 1

Συνολικό βάρος α/φ 173000 lb 789,504 kN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 192,376

Πίεση ελαστικού 167 psi 1151,424 kPa 1,151424 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Άκτινος r 230,6125 mm

	ft	in	m
x1 =	9	4,6	2,8575

y1 =	63	3	19,2786
------	----	---	---------

a =	34	0,9636
-----	----	--------

b =	0	
-----	---	--

XI =	2,4257 m	2426 mm
------	----------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	3,2893 m	3289 mm
-------	----------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

17.B727-100

A 1

Συνολικό βάρος α/φ 170000 lb 756,16 KN

Αριθμός ιροχών 4

Βάρος τροχού 180,04

Πίεση ελαστικού 165 psi 1137,635 KPa 1,137635 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 229,9855 mm

x1 = 9 ft 4,5 in 2,6575 m

y1 = 53 3 16,2306

a = 34 0,6836

b = 0

XI = 2,4257 m 2426 mm

YI = 1,0000 m 1000 mm

XII = 3,2893 m 3289 mm

YII = 1,0000 m 1000 mm

18.B737-300 A 1

Συγκεκριμένα μέτρα
Σύγκεκριτο βάρος α/φ 135500 lb 602,704 KN
Αριθμός τροχών 4
Βάρος τροχού 150,676
Πίεση ελαστικού 165 psi 1137,835 KPa 1,137635 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Axial r = 205,3288 mm
ft in m
x1 = 8 7 2,8182
y1 = 40 10 12,446
a = 30,5 0,7747
b = 0

XI = 2,22885 m 2229 mm
YI = 1,0000 m 1000 mm
XII = 3,00355 m 3004 mm
YII = 1,0000 m 1000 mm

19.B737-200ADV A 1

Συνολικό βάρος αφ 128800 lb 572,0128 KN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 143,0032

Πίεση ελαστικού 182 psi 1254,846 KPa 1,254846 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 190,4586 mm

	m	in	m
x1 =	8	7	2,6162

y1 =	37	4	11,3792
------	----	---	---------

a =	30,5	0,7747
-----	------	--------

b =	0
-----	---

XI =	2,22885 m	2229 mm
------	-----------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	3,00355 m	3004 mm
-------	-----------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

20.B737-200

A 1

Συνολικό βάρος α/ψ 116000 lb 515,968 kN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 128,992

Πίεση ελαστικού 188 psi 1144,53 kPa 1,14453 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνος 188,4056 mm

	ft	in	m
x1 =	8	7	2,6162

y1 =	37	4	11,3792
------	----	---	---------

a =	30,5	0,7747
-----	------	--------

b =	0
-----	---

XI =	2,22885 m	2229 mm
------	-----------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	3,00355 m	3004 mm
-------	-----------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

21.B737-100

A 1

Συνολικό βάρος α/φ 111000 lb 493,726 kN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 123,432

Πίεση ελαστικού 157 psi 1082,477 kPa 1,082477 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Άκτινο r 190,5152 mm

	ft	in	m
x1 =	8	7	2,6162

y1 =	34	4	10,4048
------	----	---	---------

a =	30,5	0,7747
-----	------	--------

b =	0
-----	---

XI =	2,22865 m	2229 mm
------	-----------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	3,00355 m	3004 mm
-------	-----------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

22a.DC-10-40/40CF B 1

Συναλλικό βάρος α/φ 583000 lb 2593,184 KN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 324,148

Πίεση ελαστικού 153 psi 1054,898 KPa 1,054898 MPa

$\pi = 3,141593$

Άκτινο r 312,7458 mm

	ft	in	m
x1 =	0	0	0

y1 = 74 10,6 22,82444

a = 37,5 0,9525

b = 0

XI = -0,47625 m -476 mm

YI = 1,0000 m 1000 mm

XII = 0,47625 m 476 mm

YII = 1,0000 m 1000 mm

24.DC10-10/10CF A 2

Συνολικό βάρος α/φ 458000 lb 2037,184 KN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 254,648

Πίεση ελαστικού 195 psi 1344,478 KPa 1,344478 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 245,5378 mm

	ft	in	m
x1 =	17	6	5,334

y1 =	72	4,6	22,06244
------	----	-----	----------

a =		54	1,3716
-----	--	----	--------

b =		64	1,6256
-----	--	----	--------

XI =	4,6482 m	4648 mm
------	----------	---------

YI =	0,1872 m	187 mm
------	----------	--------

XII =	6,0198 m	6020 mm
-------	----------	---------

YII =	0,1872 m	187 mm
-------	----------	--------

XIII =	6,0198 m	6020 mm
--------	----------	---------

YIII =	1,8128 m	1813 mm
--------	----------	---------

XIV =	4,6482 m	4648 mm
-------	----------	---------

YIV =	1,8128 m	1813 mm
-------	----------	---------

26.DC-8-73/73F(DC-8-83/83F)

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 358000 lb 1592,384 KN

Αριθμός τραχών 8

Βάρος τραχού 199,048

Πίεση ελαστικού 196 psi 1351,372 KPa 1,351372 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 216,5292 mm

	ft	in	mm
x1 =	10	5	3,175

y1 =	77	6	23,622
------	----	---	--------

a =		32	0,8128
-----	--	----	--------

b =		55	1,997
-----	--	----	-------

XI =	2,7686 m	2769 mm
------	----------	---------

YI =	0,3015 m	302 mm
------	----------	--------

XII =	3,5814 m	3581 mm
-------	----------	---------

YII =	0,3015 m	302 mm
-------	----------	--------

XIII =	3,5814 m	3581 mm
--------	----------	---------

YIII =	1,6985 m	1699 mm
--------	----------	---------

XIV =	2,7686 m	2769 mm
-------	----------	---------

YIV =	1,6985 m	1699 mm
-------	----------	---------

26.DC-8-72/72F(DC-8-62/62F)

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 353000 lb 1570,144 KN

Αριθμός γραχών 8

Βάρος γραχού 196,268

Πίεση ελαστικού 191 psi 1316,899 KPa 1,316899 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 217,0079 mm

	ft	in	m
x1 =	10	5	3,175

y1 =	60	10	18,542
------	----	----	--------

θ =		32	0,8128
-----	--	----	--------

b =		55	1,397
-----	--	----	-------

XI =	2,7686 m	2769 mm
------	----------	---------

YE =	0,3015 m	302 mm
------	----------	--------

XII =	3,5814 m	3581 mm
-------	----------	---------

YIII =	0,3015 m	302 mm
--------	----------	--------

XIII =	3,5814 m	3581 mm
--------	----------	---------

YIV =	1,6985 m	1699 mm
-------	----------	---------

XIV =	2,7686 m	2769 mm
-------	----------	---------

YIV =	1,6985 m	1698 mm
-------	----------	---------

27.DC-8-71/71F(DC-8-61/61F)

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 331000 lb 1472,288 KN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 184,036

Πίεση ελαστικού 190 psi 1310,004 KPa 1,310004 Mpa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίγα r 211,4658 mm

	ft	in	mm
x1 =	10	5	3,175

y1 =	77	6	23,622
------	----	---	--------

a =		30	0,762
-----	--	----	-------

b =		55	1,397
-----	--	----	-------

XI =	2,794	m	2794 mm
------	-------	---	---------

YI =	0,3015	m	302 mm
------	--------	---	--------

XII =	3,556	m	3556 mm
-------	-------	---	---------

YII =	0,3015	m	302 mm
-------	--------	---	--------

XIII =	3,556	m	3556 mm
--------	-------	---	---------

YIII =	1,6985	m	1699 mm
--------	--------	---	---------

XIV =	2,794	m	2794 mm
-------	-------	---	---------

YIV =	1,6985	m	1699 mm
-------	--------	---	---------

28.DC-8-56/56F

A 2

Συνολικό βάρος αφ 328000 lb 1458,944 KN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 182,368

Πίεση ελαστικού 188 psi 1282,425 KPa 1,282425 Mpa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 212,7568 mm

	ft	in	m
x1 =	10	5	3.175

y1 =	57	6	17,526
------	----	---	--------

a =		30	0,762
-----	--	----	-------

b =		55	1,397
-----	--	----	-------

XI =	2,794	m	2794 mm
------	-------	---	---------

YI =	0,3015	m	302 mm
------	--------	---	--------

XII =	3,556	m	3556 mm
-------	-------	---	---------

YII =	0,3015	m	302 mm
-------	--------	---	--------

XIII =	3,556	m	3556 mm
--------	-------	---	---------

YIII =	1,6985	m	1698 mm
--------	--------	---	---------

XIV =	2,794	m	2794 mm
-------	-------	---	---------

YIV =	1,6985	m	1698 mm
-------	--------	---	---------

29.DC-8-43

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 318000 lb 1414,484 KN

Αριθμός τραχών 8

Βάρος τροχού 178,808

Πίεση ελαστικού 177 psi 1220,372 KPa 1,220372 Mpa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 214,7484 mm

	R	in	m
x1 =	10	5	3,175

y1 =	57	6	17,526
------	----	---	--------

a =		30	0,762
-----	--	----	-------

b =		55	1.397
-----	--	----	-------

XI =	2,794	m	2794 mm
------	-------	---	---------

YI =	0,3015	m	302 mm
------	--------	---	--------

XII =	3,556	m	3556 mm
-------	-------	---	---------

YII =	0,3015	m	302 mm
-------	--------	---	--------

XIII =	3,556	m	3556 mm
--------	-------	---	---------

YIII =	1,6985	m	1699 mm
--------	--------	---	---------

XIV =	2,794	m	2794 mm
-------	-------	---	---------

YIV =	1,6985	m	1699 mm
-------	--------	---	---------

30.MD-83 A 1

Συνολικό βάρος α/φ 161000 lb 718,126 KN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 179,032

Πίεση ελαστικού 195 psi 1344,476 KPa 1,344478 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 205,8797 mm

	ft	in	m
x1 =	8	4,1	2,54254

y1 =	72	5,1	22,07514
------	----	-----	----------

a =	28,13	0,714502
-----	-------	----------

b =	0
-----	---

X1 = 2,185289 m 2185 mm

Y1 = 1,0000 m 1000 mm

XII = 2,890791 m 2900 mm

YII = 1,0000 m 1000 mm

31.MD-82

A 1

Συνολικό βάρος α/φ 150500 lb 669,424 KN

Αριθμός τροχιών 4

Βάρος τροχού 167,356

Πίεση ελαστικού 184 psi 1268,635 KPa 1,268635 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 204,9167 mm

	ft	in	m
x1 =	6	4,1	2,54254

y1 =	72	5,1	22,07514
------	----	-----	----------

a =	26,13	0,714502
-----	-------	----------

b =	0
-----	---

XI = 2,185289 m 2185 mm

YI = 1,0000 m 1000 mm

XII = 2,899791 m 2900 mm

YII = 1,0000 m 1000 mm

32.MD-81 A 1

Συνολικό βάρος α/φ 141000 lb 627,168 KN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 156,792

Πίεση ελαστικού 170 psi 1172.109 KPa 1,172109 MPa

$$\pi = 3.141593$$

Aktíva γ 206,3493 mm

	fl	in	m
x1 =	0	4,1	2,54254

y1 =	72	5,1	22,07514
------	----	-----	----------

a =	28,13	0,714502
-----	-------	----------

b =	0
-----	---

XI =	2,185289 m	2185 mm
------	------------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	2,899791 m	2900 mm
-------	------------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

33.MD-87

A 1

Συνολικό βάρος α/φ 141000 lb 627,168 kN

Αριθμός γραχών 4

Βάρος γραχού 156,792

Πίεση ελαστικού 170 psi 1172,109 kPa 1,172109 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Aktivat r 206,3493 mm

	fl	in	m
x1 =	8	4,1	2,54254

y1 =	72	5,1	22,07514
------	----	-----	----------

a =	28,13	0,714502
-----	-------	----------

b =	0
-----	---

Xt = 2,185269 m 2185 mm

YI = 1,0000 m 1000 mm

XII = 2,899791 m 2900 mm

YII = 1,0000 m 1000 mm

34.DC-9-61

A 1

Συνολικό βάρος α/φ 122000 lb 542,666 kN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 135,684

Πίεση ελαστικού 172 psi 1185,898 kPa 1,185898 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Άκτινο r 190,6243 mm

x1 = 8 ft in m
2,4384

y1 = 60 11 18,5674

a = 26 0,6604

b = 0

XI = 2,1082 m 2108 mm

YI = 1,0000 m 1000 mm

XII = 2,7686 m 2769 mm

YII = 1,0000 m 1000 mm

36.OC-9-41

A 1

Συνολικό βάρος α/φ 115000 lb 511,52 KN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 127,86

Πίεση ελαστικού 160 psi 1103,161 KPa 1,103161 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 192,0909 mm

	ft	in	m
x1 =	8		2,4384

y1 =	56	2	17,1196
------	----	---	---------

a =		26	0,6604
-----	--	----	--------

b =			0
-----	--	--	---

XI =	2,1082 m	2108 mm
------	----------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	2,7686 m	2768 mm
-------	----------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

36.DC-9-32

A 1

Συνολικό βάρος α/φ 109000 lb 484,832 KN

Αριθμός τραχών 4

Βάρος τραχού 121,208

Πίεση ελαστικού 155 psi 1069,687 KPa 1,0688827 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Aktivat r 190,0051 mm

	ft	in	m
x1 =	8	2	2,4892

y1 =	53	2	16,2052
------	----	---	---------

a =	25	0,635
-----	----	-------

b =	0
-----	---

XI =	2,1717 m	2172 mm
------	----------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	2,8067 m	2807 mm
-------	----------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

37.DC-9-21

A 1

Συνολικό βάρος α/φ 101000 lb 449,248 KN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 112,312

Πίεση ελαστικού 143 psi 985,9503 KPa 0,98595 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα γ 190,4192 mm

	ft	in	m
x1 =	8	2	2,4892

y1 =	43	8	13,3096
------	----	---	---------

a =	25	0,635
-----	----	-------

b =	0	
-----	---	--

XI =	2,1717 m	2172 mm
------	----------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	2,8067 m	2807 mm
-------	----------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

38.DC-9-15 A 1

Συνολικό βάρος α/φ 91500 lb 406,892 kN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 101,748

Πίεση ελαστικού 130 psi 896,3184 kPa 0,896318 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Άκτινα r 190,0589 mm

	ft	in	m
x1 =	8	2	2,4692

y1 =	43	0	13,3098
------	----	---	---------

a =	24	0,6096
-----	----	--------

b =	0
-----	---

XI =	2,1844 m	2184 mm
------	----------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	2,794 m	2794 mm
-------	---------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

39.A300-C4

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 366000 lb 1627,988 KN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 203,496

Πίεση ελαστικού 180 psi 1241,056 KPa 1,241058 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 229,4585 mm

	ft	in	m
x1 =	15	9	4,8006

y1 =	61	0,6	18,60804
------	----	-----	----------

a =		38,5	0,9779
-----	--	------	--------

b =		60	1,524
-----	--	----	-------

XI =	4,31165 m	4312 mm
------	-----------	---------

YI =	0,2360 m	236 mm
------	----------	--------

XII =	5,28955 m	5290 mm
-------	-----------	---------

YII =	0,2360 m	236 mm
-------	----------	--------

XIII =	5,28955 m	5290 mm
--------	-----------	---------

YIII =	1,7620 m	1762 mm
--------	----------	---------

XIV =	4,31165 m	4312 mm
-------	-----------	---------

YIV =	1,7620 m	1762 mm
-------	----------	---------

40.A300-B4 A 2

Συνολικό βάρος α/φ 349000 lb 1552,352 KN

Αριθμός ιροχών 8

Βάρος γραχού 194,044

Πίεση ελαστικού 200 psi 1420,32 KPa 1,42032 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Axial r 208,5365 mm

	ft	in	m
x1 =	15	9	4,6006

y1 =	61	0,6	18,60604
------	----	-----	----------

a =		38,5	0,9779
-----	--	------	--------

b =		60	1,524
-----	--	----	-------

XI =	4,31165 m	4312 mm
------	-----------	---------

YI =	0,2380 m	238 mm
------	----------	--------

XII =	5,26955 m	5290 mm
-------	-----------	---------

YII =	0,2380 m	238 mm
-------	----------	--------

XIII =	5,26955 m	5290 mm
--------	-----------	---------

YIII =	1,7620 m	1762 mm
--------	----------	---------

XIV =	4,31165 m	4312 mm
-------	-----------	---------

YIV =	1,7620 m	1762 mm
-------	----------	---------

41.A310-300

A.2

Συνολικό βάρος α/φ 339300 lb 1509,206 KN

Αριθμός ιροχών 8

Θύρας τροχού 168,6508

Πίεση ελαστικού 203 psi 1399,636 KPa 1,399636 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Axial α = 207,1319 mm

x1 = 15 in 4,8006

y1 = 49 11,2 15,21988

a = 36,5 0,9271

b = 55 1,397

XI = 4,33705 m 4337 mm

YI = 0,3015 m 302 mm

XII = 5,26415 m 5264 mm

YII = 0,3015 m 302 mm

XIII = 5,26415 m 5264 mm

YIII = 1,6985 m 1699 mm

XIV = 4,33705 m 4337 mm

YIV = 1,6985 m 1699 mm

42.A300-82

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 315000 lb 1401,12 KN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 175,14

Πίεση ελαστικού 180 psi 1241,058 KPa 1,241058 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 211,9444 mm

	ft	in	m
x1 =	15	9	4.8006

y1 =	61	0,6	18,60604
------	----	-----	----------

a =	35	0,889	
-----	----	-------	--

b =	55	1,397	
-----	----	-------	--

XI =	4,3561 m	4356 mm
------	----------	---------

YI =	0,3015 m	302 mm
------	----------	--------

XII =	5,2451 m	5245 mm
-------	----------	---------

YII =	0,3015 m	302 mm
-------	----------	--------

XIII =	5,2451 m	5245 mm
--------	----------	---------

YIII =	1,6985 m	1699 mm
--------	----------	---------

XIV =	4,3561 m	4356 mm
-------	----------	---------

YIV =	1,6985 m	1699 mm
-------	----------	---------

43.A310-200

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 293000 lb 1303,264 kN

Αριθμός τροχών 6

Βάρος τροχού 162,908

Πίεση ελαστικού 172 psi 1185,898 kPa 1,185898 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 209,1069 mm

	in	mm
x1 =	15	9
		4,8006

y1 =	49	11,2	15,21988
------	----	------	----------

a =		36,5	0,9271
-----	--	------	--------

b =		55	1,397
-----	--	----	-------

XI =	4,33705 m	4337 mm
------	-----------	---------

YI =	0,3015 m	302 mm
------	----------	--------

XII =	5,26415 m	5264 mm
-------	-----------	---------

YII =	0,3015 m	302 mm
-------	----------	--------

XIII =	5,26415 m	5264 mm
--------	-----------	---------

YIII =	1,6985 m	1699 mm
--------	----------	---------

XIV =	4,33705 m	4337 mm
-------	-----------	---------

YIV =	1,6985 m	1699 mm
-------	----------	---------

44.CONCORDE**A 2**

Συνολικό βάρος α/φ	412000	lb	1832,576	KN
Αριθμός τροχών		8		
Βάρος τροχού		229,072		
Πίεση ελαστικού	167	psi	1289,32	KPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακίνα Γ 237,8104 mm

	ft	in	π
x1 =	12	0	3,8608

y1 =	59	0	18,1864
------	----	---	---------

a =		26,72	0,676668
-----	--	-------	----------

b =		85,7	1,66878
-----	--	------	---------

XI =	3,521456	m	3521	mm
------	----------	---	------	----

YI =	0,1656	m	166	mm
------	--------	---	-----	----

XII =	4,200144	m	4200	mm
-------	----------	---	------	----

YII =	0,1656	m	166	mm
-------	--------	---	-----	----

XIII =	4,200144	m	4200	mm
--------	----------	---	------	----

YIII =	1,8344	m	1834	mm
--------	--------	---	------	----

XIV =	3,521456	m	3521	mm
-------	----------	---	------	----

YIV =	1,8344	m	1834	mm
-------	--------	---	------	----

45.BAC1-11--500 A.1

Συνολικό βάρος α/φ	100000 lb	444,8 KN
Αριθμός τροχών	4	
Βάρος τροχού	111,2	
Πίεση ελαστικού	174 psi	1199,688 KPa 1,199688 MPa

$\pi = 3,141593$

Ακτίνα r = 171,7684 mm

x1 =	7	1,5	2,1717
------	---	-----	--------

y1 =	48	5	14,7574
------	----	---	---------

a =	21	0,5334
-----	----	--------

b =	0	
-----	---	--

XI =	1,905 m	1905 mm
------	---------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	2,4384 m	2438 mm
-------	----------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

46.BAe146-200 A 1

Συνολικό βάρος α/φ 90000 lb 400,32 KN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 100,08

Πίεση ελαστικού 165 psi 1137,635 KPa 1,137635 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 167,339 mm

	ft	in	m
x1 =	7	9	2,3622

y1 =	36	9	11,2014
------	----	---	---------

a =	28	0,7112
-----	----	--------

b =		0
-----	--	---

XI =	2,0066 m	2007 mm
------	----------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	2,7178 m	2718 mm
-------	----------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

47.BAe146-100 A 1

Συνολικό βάρος α/φ 82800 lb 368,2944 KN

Αριθμός ιροχών 4

Βάρος τροχών 92,0736

Πίεση ελαστικού 130 psi 898,3184 KPa 0,896316 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτένο r 180,8282 mm

	ft	in	m
x1 =	7	9	2,3622

y1 =	33	t	10,0838
------	----	---	---------

a =	28	0,7112
-----	----	--------

b =	0	
-----	---	--

XI =	2,0086 m	2007 mm
------	----------	---------

YI =	1,0000 m	1000 mm
------	----------	---------

XII =	2,7178 m	2718 mm
-------	----------	---------

YII =	1,0000 m	1000 mm
-------	----------	---------

48-L-1011-500 A 2

Συνολικό βάρος α/φ	498000 lb	2215,104 KN
Αριθμός τροχιών	8	
Βάρος τροχού	276,888	
Πίεση ελαστικού	184 psi	1268,835 KPa
		1,268835 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r = 263,5777 mm

	ft	in	m
x1 =	18	0	5,4864

y1 =	61	8	18,796
------	----	---	--------

a =		52	1,3208
-----	--	----	--------

b =		70	1,778
-----	--	----	-------

XI =	4,826 m	4826 mm
------	---------	---------

YI =	0,1110 m	111 mm
------	----------	--------

XII =	6,1468 m	6147 mm
-------	----------	---------

YII =	0,1110 m	111 mm
-------	----------	--------

XIII =	6,1468 m	6147 mm
--------	----------	---------

YIII =	1,8890 m	1889 mm
--------	----------	---------

XIV =	4,826 m	4826 mm
-------	---------	---------

YIV =	1,8890 m	1889 mm
-------	----------	---------

49.L-1011-100(200) A 2

Συνολικό βάρος α/ψ 468000 lb 2081.864 KN

Αριθμός γραχών 8

Βάρος γραχού 260,208

Πίεση ελαστικού 175 psi 1206,582 KPa 1,206582 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 262,0034 mm

	ft	in	m
x1 =	18	0	5,4864

y1 =	70	0	21,336
------	----	---	--------

a =		52	1,3208
-----	--	----	--------

b =		70	1,778
-----	--	----	-------

XI =	4,826	m	4826 mm
------	-------	---	---------

YI =	0,1110	m	111 mm
------	--------	---	--------

XII =	6,1468	m	6147 mm
-------	--------	---	---------

YII =	0,1110	m	111 mm
-------	--------	---	--------

XIII =	6,1468	m	6147 mm
--------	--------	---	---------

YIII =	1,8890	m	1889 mm
--------	--------	---	---------

XIV =	4,826	m	4826 mm
-------	-------	---	---------

YIV =	1,8890	m	1889 mm
-------	--------	---	---------

50.L-1011-1

A 2

Συνολικό βάρος α/φ 432000 lb 1921,538 kN

Αριθμός τροχών 8

Βάρος τροχού 240,192

Πίεση ελαστικού 180 psi 1241,056 kPa 1,241056 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Ακτίνα r 248,2039 mm

	ft	in	m
x1 =	18	0	5,4864

y1 =	70	0	21,338
------	----	---	--------

a =		52	1,3208
-----	--	----	--------

b =		70	1,778
-----	--	----	-------

XI =	4,826	m	4826 mm
------	-------	---	---------

YI =	0,1110	m	111 mm
------	--------	---	--------

XII =	6,1468	m	6147 mm
-------	--------	---	---------

YII =	0,1110	m	111 mm
-------	--------	---	--------

XIII =	6,1468	m	6147 mm
--------	--------	---	---------

YIII =	1,8890	m	1889 mm
--------	--------	---	---------

XIV =	4,826	m	4826 mm
-------	-------	---	---------

YIV =	1,8890	m	1889 mm
-------	--------	---	---------

Σ1.Λ-100-30

A T

Συνολικό βάρος α/φ 155800 lb 892,9984 KN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 173,2496

Πίεση ελαστικού 105 psi 723,9495 KPa 0,723949 MPa

$$\pi = 3.141593$$

Ακτίνα στ 275,9987 mm

	ft	in	m
x1 =	7	1,5	2,1717

y1 =	40	5	12,319
------	----	---	--------

a =		0
-----	--	---

b =	60,5	1,5367
-----	------	--------

XI =	2,1717 m	2172 mm
------	----------	---------

YI =	0,2317 m	232 mm
------	----------	--------

XII =	2,1717 m	2172 mm
-------	----------	---------

YII =	1,7684 m	1768 mm
-------	----------	---------

52.L-100-20

A 7

Συνολικό βάρος α/φ 155800 lb 692,9984 KN

Αριθμός ιροχών 4

Βάρος ιροχών 173,2496

Πίστη ελαστικού 105 psi 723,9495 KPa 0,723949 MPa

$\pi = 3,141593$

Ακτίνα r 275,9987 mm

	ft	in	m
x1 =	7	1,5	2,1717

y1 =	37	1	11,303
------	----	---	--------

a = 0

b = 60,5 1,5367

XI = 2,1717 m 2172 mm

YI = 0,2317 m 232 mm

XII = 2,1717 m 2172 mm

YII = 1,7684 m 1768 mm

53.ELECTRA L-188 A 1

Συνολικό βάρος α/φ 116000 lb 515,968 kN

Αριθμός τροχών 4

Βάρος τροχού 128,992

Πίεση ελαστικού 151 psi 1041,108 kPa 1,041108 MPa

$$\pi = 3,141593$$

Aktíva r 198,5905 mm

x1 = 15 ft 7 in m
4,7498

y1 = 37 11,2776

a = 26 0,6604

b = 0

XI = 4,4196 m 4420 mm

YI = 1,0000 m 1000 mm

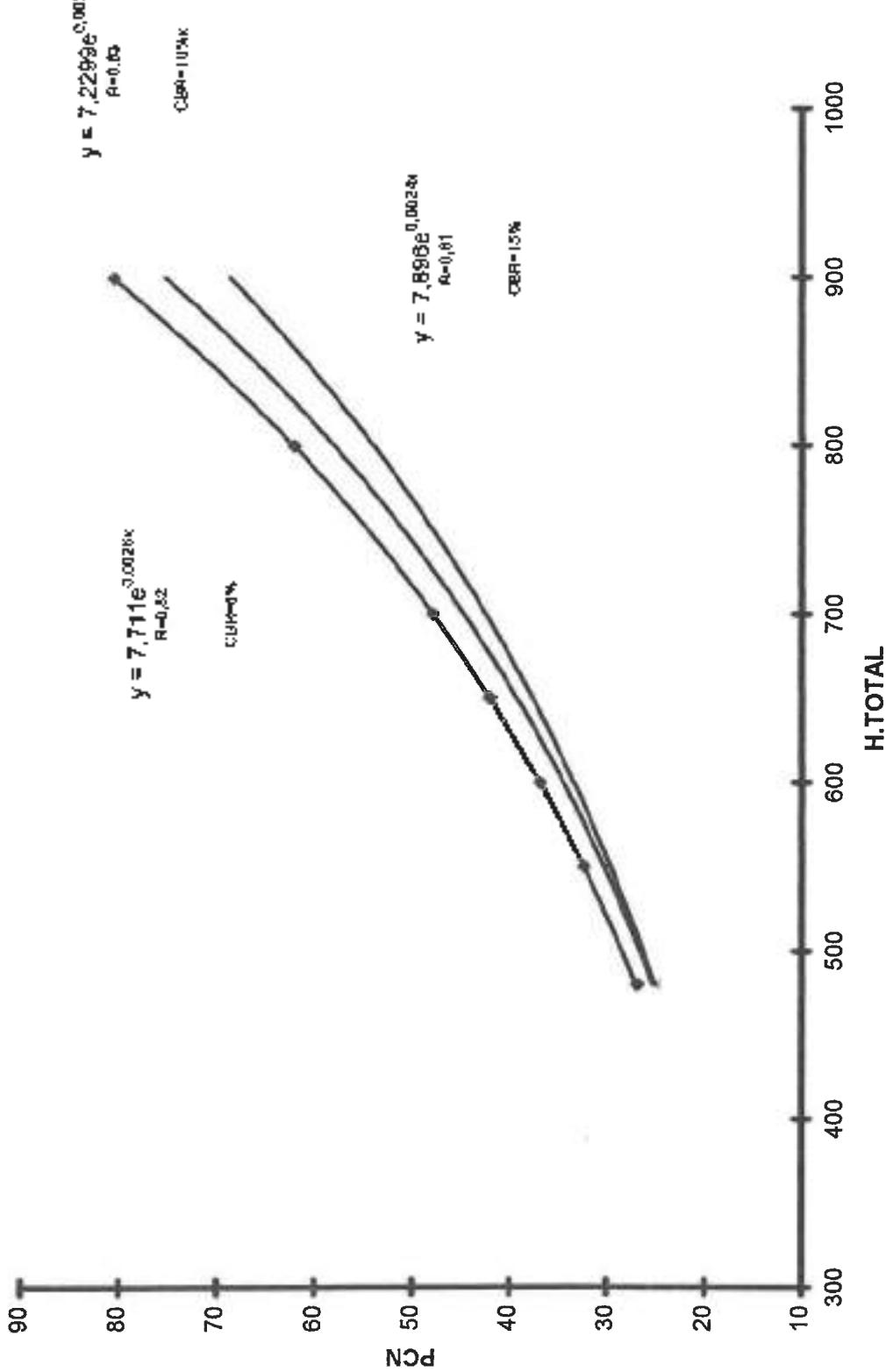
XII = 5,08 m 5080 mm

YII = 1,0000 m 1000 mm

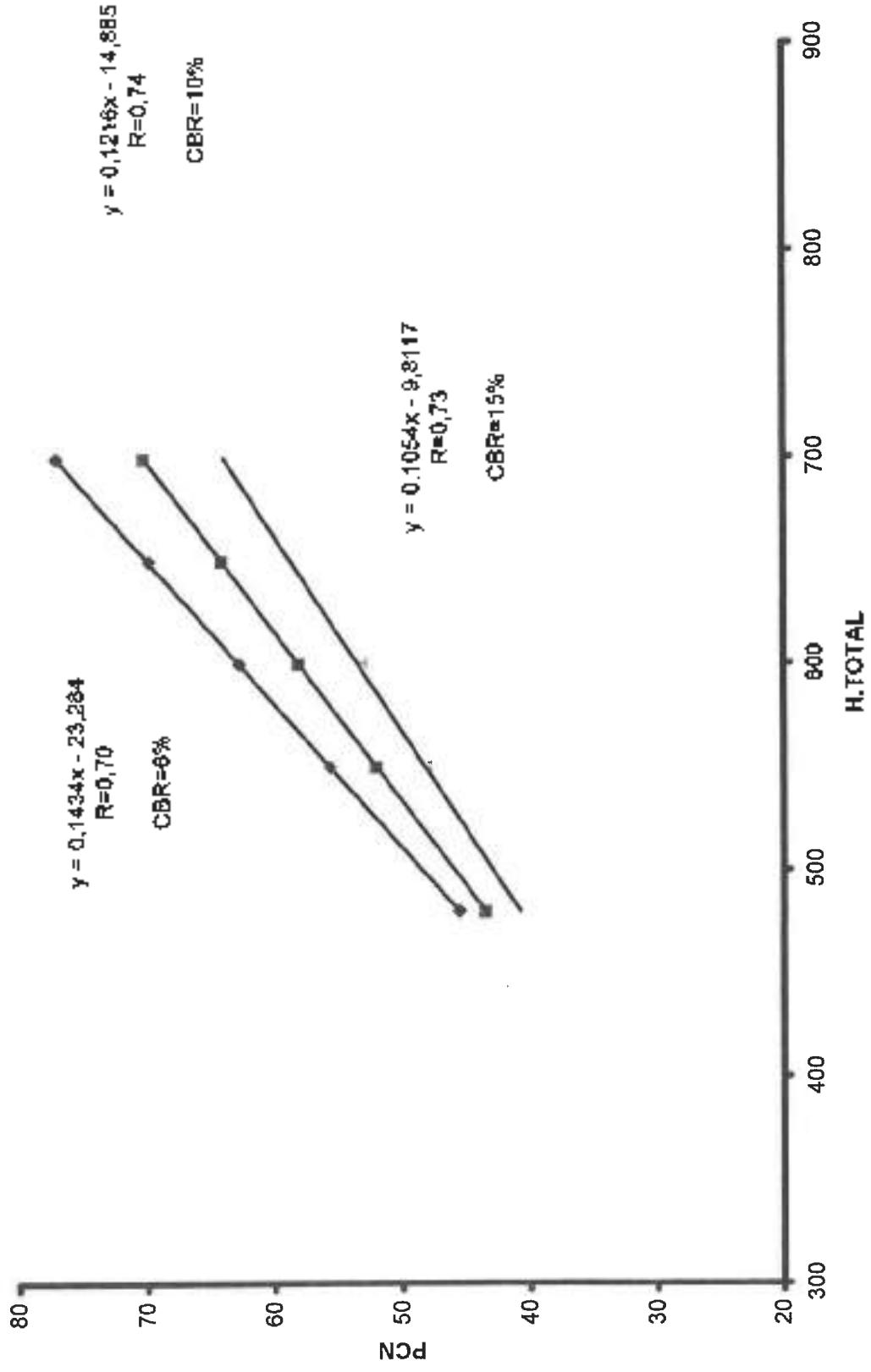
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ (PCN-H)
ΚΑΙ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΓΙΑ CBR=3%**

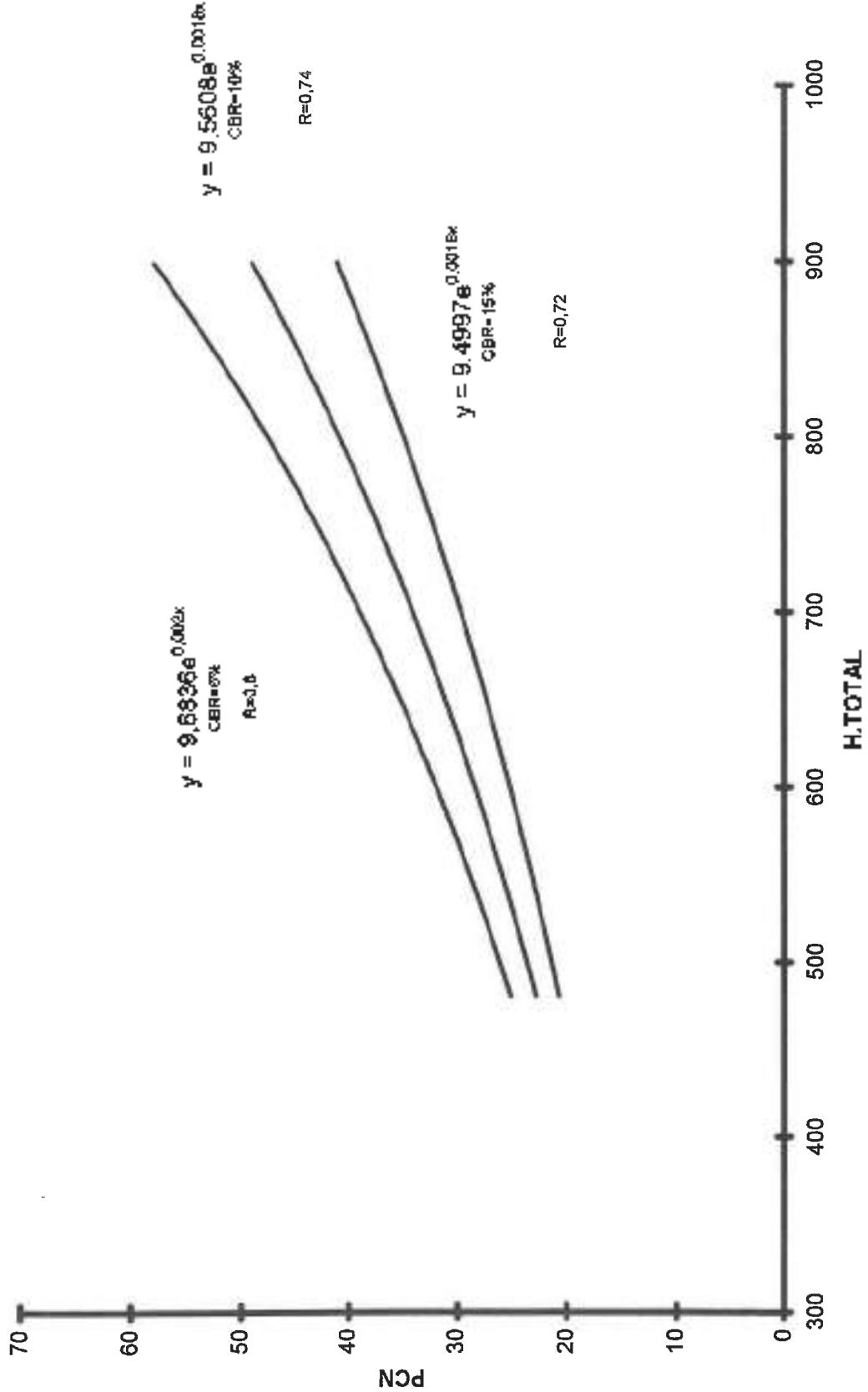
KATHIGORIA ΠΛΑΚΩΝ 1/2 - KATHIGORIA METRON AYXEKAMIAS A



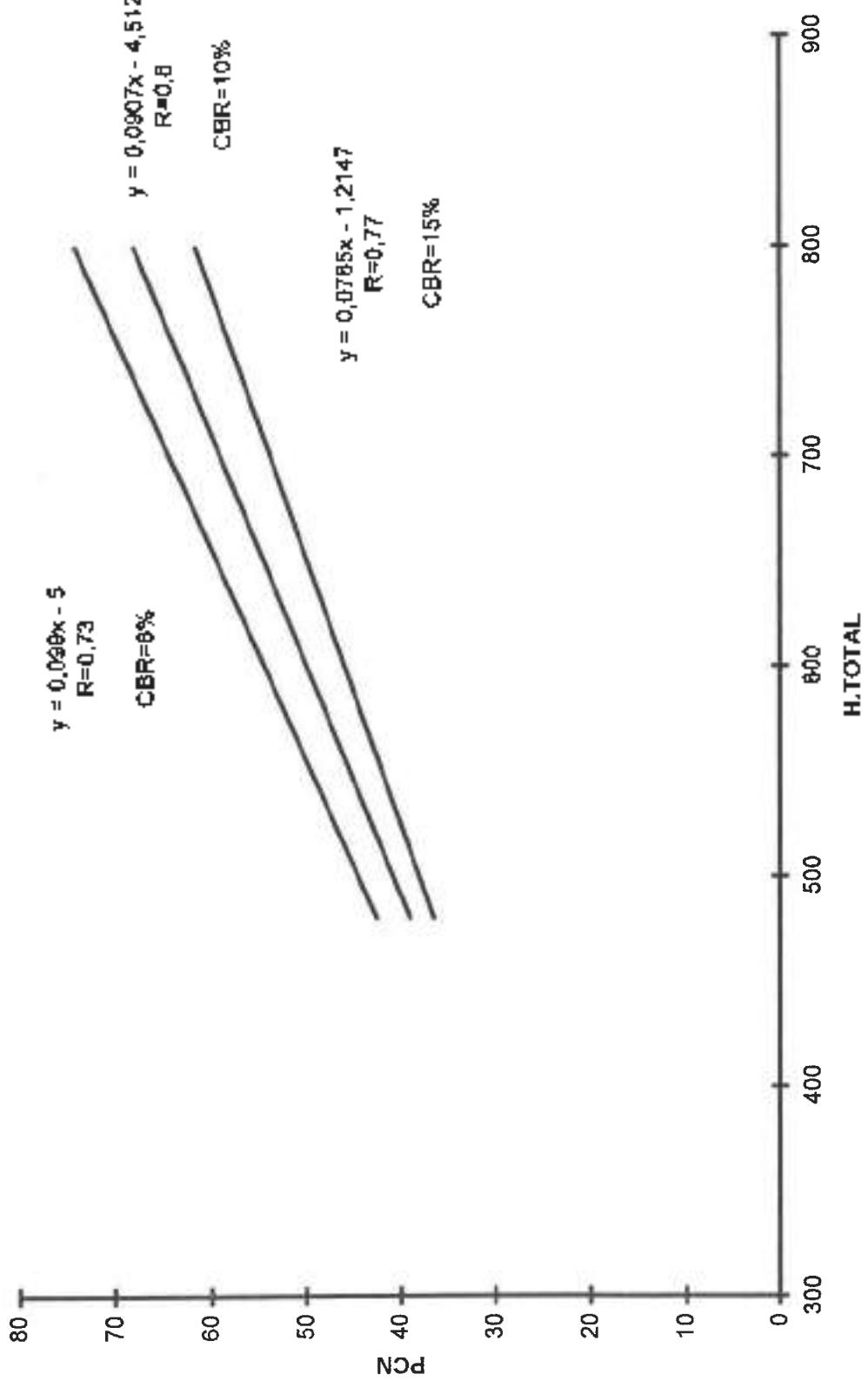
KATHIGORIA ΠΛΑΧΩΝ 1/2 KATHIGORIA METRΩΝ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ Β



KATHIGORIA ΠΛΑΧΩΝ 1/3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΕΤΡΩΝ ΔΥΣΚΑΜΠΙΑΣ Α



KATHIGORIA PAXON 1/3 KATHIGORIA METRON ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ Β



ΜΕΤΡΑ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ		ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α
Ασφαλτικής στρώσης	4.000 – 6.000 MPa	
Στρώσης βάσης	400 – 600 MPa	

Καπηγερία λόγου πάχων ασφαλτικής στρώσης προς βάση =1/3

$A/A_{σύντος} = 1$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=12 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=36 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{σύντος} = 2$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=12,8 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=38,2 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{σύντος} = 3$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=13,8 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=41,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{σύντος} = 4$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=14,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=42,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{σύντος} = 5$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=15 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=45 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{σύντος} = 6$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=15,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=46,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{abtac}} = 7$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=16,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	28
$h_2=48,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{abtac}} = 8$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=17,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	31
$h_2=51,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{abtac}} = 9$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=17,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	33
$h_2=52,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{abtac}} = 10$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=18 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	34
$h_2=54 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{abtac}} = 11$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=18,8 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	35
$h_2=56,2 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{abtac}} = 12$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=19,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	36,5
$h_2=58,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{abtac}} = 13$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=20,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	41
$h_2=60,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{abtac}} = 14$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=21,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	46
$h_2=63,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{οδηγος}} = 15$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$ $h_1=22,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$ $h_2=67,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	49
CBR=3% $v=0,35$	

Κατηγορία λόγου πάχων ασφαλτικής στρώσης προς βάση =1/2

$A/A_{\text{οδηγος}} = 1$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$ $h_1=20 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$ $h_2=28 \text{ cm} \quad v=0,35$	26
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{οδηγος}} = 2$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$ $h_1=17 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$ $h_2=34 \text{ cm} \quad v=0,35$	27
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{οδηγος}} = 3$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$ $h_1=18 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$ $h_2=36 \text{ cm} \quad v=0,35$	27

$A/A_{\text{οδηγος}} = 4$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$ $h_1=19 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$ $h_2=38 \text{ cm} \quad v=0,35$	28

$A/A_{\text{oditorc}} = 5$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=20 \text{ cm} \quad v=0,35$	32
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=40 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{oditorc}} = 6$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=20,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	30
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=41,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{oditorc}} = 7$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=21,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	35
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=43,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{oditorc}} = 8$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=22 \text{ cm} \quad v=0,35$	35
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=44 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{oditorc}} = 9$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=23,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	39
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=46,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{oditorc}} = 10$

	PCN
$E_1=5000 \text{ Mpa}$	
$h_1=24 \text{ cm} \quad v=0,35$	43
$E_2=500 \text{ Mpa}$	
$h_2=48 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{oditorc}} = 11$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=25 \text{ cm} \quad v=0,35$	45
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=50 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{oditorc}} = 12$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=26 \text{ cm} \quad v=0,35$	54
$E_2=500 \text{ MPa}$	
$h_2=52 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{στοχος}} = 13$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=27 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	56
$h_2=54 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{στοχος}} = 14$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=28,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	56
$h_2=56,6 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{στοχος}} = 15$

	PCN
$E_1=5000 \text{ MPa}$	
$h_1=30 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=500 \text{ MPa}$	65
$h_2=60 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

ΜΕΤΡΑ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β
Ασφαλτικής στρώσης	6.000 – 8.000 MPa
Στρώσης βάσης	600 – 800 MPa

Κατηγορία λόγου παχών ασφαλτικής στρώσης προς βάσην = 1/3

$A/A_{\text{στοχος}} = 1$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$	
$h_1=12 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$	35
$h_2=38 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{στοχος}} = 2$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$	
$h_1=12,8 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$	39
$h_2=38,2 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{optimal}} = 3$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$ $h_1=13,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$ $h_2=40,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	45
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{optimal}} = 4$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$	
$h_1=14,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$	45
$h_2=42,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{optimal}} = 5$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$ $h_1=15 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$ $h_2=45 \text{ cm} \quad v=0,35$	50
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{optimal}} = 6$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$	
$h_1=15,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$	51
$h_2=46,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{optimal}} = 7$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$ $h_1=16,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$ $h_2=48,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	53,5
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{optimal}} = 8$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$	
$h_1=16,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$	54
$h_2=49,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{optimal}} = 9$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$ $h_1=17,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$ $h_2=52,5 \text{ cm} \quad v=0,35$	65
CBR=3% $v=0,35$	

 $A/A_{\text{optimal}} = 10$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$	
$h_1=18,8 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$	76
$h_2=56,2 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

Κατηγορία λόγου παχών ασφαλτικής στρώσης προς βάση =1/2

A/A_{οδηγος} =1

	PCN
E ₁ =7000 MPa	
h ₁ =16 cm v=0,35	
E ₂ =700 MPa	35
h ₂ =32 cm v=0,35	
CBR=3% v=0,35	

A/A_{οδηγος} =2

	PCN
E ₁ =7000 MPa	
h ₁ =17 cm v=0,35	
E ₂ =700 MPa	40
h ₂ =34 cm v=0,35	
CBR=3% v=0,35	

A/A_{οδηγος} =3

	PCN
E ₁ =7000 MPa	
h ₁ =18 cm v=0,35	
E ₂ =700 MPa	46
h ₂ =36 cm v=0,35	
CBR=3% v=0,35	

A/A_{οδηγος} =4

	PCN
E ₁ =7000 MPa	
h ₁ =19 cm v=0,35	
E ₂ =700 MPa	50
h ₂ =38 cm v=0,35	
CBR=3% v=0,35	

A/A_{οδηγος} =5

	PCN
E ₁ =7000 MPa	
h ₁ =20 cm v=0,35	
E ₂ =700 MPa	52
h ₂ =40 cm v=0,35	
CBR=3% v=0,35	

A/A_{οδηγος} =6

	PCN
E ₁ =7000 MPa	
h ₁ =20,7 cm v=0,35	
E ₂ =700 MPa	54
h ₂ =41,3 cm v=0,35	
CBR=3% v=0,35	

$A/A_{\text{soil,ref}} = 7$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$	
$h_1=21,7 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$	65
$h_2=43,3 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

$A/A_{\text{soil,ref}} = 8$

	PCN
$E_1=7000 \text{ MPa}$	
$h_1=22 \text{ cm} \quad v=0,35$	
$E_2=700 \text{ MPa}$	66
$h_2=44 \text{ cm} \quad v=0,35$	
CBR=3% $v=0,35$	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ
ΚΑΙ
ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ Α/Φ**

$A/A_{\text{στατικ}} = 1$ Κατηγορία Β

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=4500 \text{ MPa}$ $h_1=20 \text{ cm}$	20	21	21	22
$E_2=400 \text{ Mpa}$ $h_2=30 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{στατικ}} = 2$ Κατηγορία Α

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5000 \text{ MPa}$ $h_1=14 \text{ cm}$	17	18	18	20
$E_2=380 \text{ Mpa}$ $h_2=40 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{στατικ}} = 3$ Κατηγορία Β

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5200 \text{ MPa}$ $h_1=18 \text{ cm}$	26	28	26	31
$E_2=450 \text{ Mpa}$ $h_2=50 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{στατικ}} = 4$ Κατηγορία Β

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5800 \text{ MPa}$ $h_1=19 \text{ cm}$	37,5	38	39	39
$E_2=550 \text{ Mpa}$ $h_2=45 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύνολος}} = 5$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6000 \text{ MPa}$ $h_1=18 \text{ cm}$	39	42	44	46
$E_2=600 \text{ Mpa}$ $h_2=48 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύνολος}} = 6$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6700 \text{ MPa}$ $h_1=20 \text{ cm}$	54	55	49	53
$E_2=620 \text{ Mpa}$ $h_2=50 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύνολος}} = 7$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6500 \text{ MPa}$ $h_1=21 \text{ cm}$	35	32	32,5	28
$E_2=410 \text{ Mpa}$ $h_2=35 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύνολος}} = 8$ Κατηγορία A

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=7000 \text{ MPa}$ $h_1=18 \text{ cm}$	45	46	49	50
$E_2=710 \text{ Mpa}$ $h_2=44 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{οδηγίας}} = 9$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=7200 \text{ MPa}$ $h_1=23 \text{ cm}$	42	41	39	34,5
$E_2=510 \text{ Mpa}$ $h_2=25 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{οδηγίας}} = 10$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=7800 \text{ MPa}$ $h_1=19 \text{ cm}$	38	32	31	28
$E_2=420 \text{ Mpa}$ $h_2=32 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{οδηγίας}} = 11$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=4800 \text{ MPa}$ $h_1=20 \text{ cm}$	25,5	26	24	27
$E_2=420 \text{ Mpa}$ $h_2=38 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{οδηγίας}} = 12$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=4900 \text{ MPa}$ $h_1=21 \text{ cm}$	39	42	43,5	43
$E_2=520 \text{ Mpa}$ $h_2=42 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 13$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5500 \text{ MPa}$ $h_1=22 \text{ cm}$	41	42	45,5	47,5
$E_2=500 \text{ MPa}$ $h_2=59 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 14$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5700 \text{ MPa}$ $h_1=17,5 \text{ cm}$	31	32	34	37
$E_2=530 \text{ MPa}$ $h_2=47 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 15$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6200 \text{ MPa}$ $h_1=22 \text{ cm}$	39	38	37	37
$E_2=480 \text{ MPa}$ $h_2=39 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 16$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=7500 \text{ MPa}$ $h_1=21 \text{ cm}$	61	65	75	90
$E_2=610 \text{ MPa}$ $h_2=55 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{στοκ}} = 17$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=8000 \text{ MPa}$ $h_1=16 \text{ cm}$	40	41	43	39
$E_2=520 \text{ Mpa}$ $h_2=42 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{στοκ}} = 18$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=8200 \text{ MPa}$ $h_1=19 \text{ cm}$	37,5	38	35	34
$E_2=420 \text{ Mpa}$ $h_2=38 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{στοκ}} = 19$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=7300 \text{ MPa}$ $h_1=20 \text{ cm}$	52	54	57	56
$E_2=500 \text{ Mpa}$ $h_2=60 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{στοκ}} = 20$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=8500 \text{ MPa}$ $h_1=21 \text{ cm}$	61	65	76	91
$E_2=550 \text{ Mpa}$ $h_2=58 \text{ cm}$				

ΠΡΟΤΥΠΟ 1

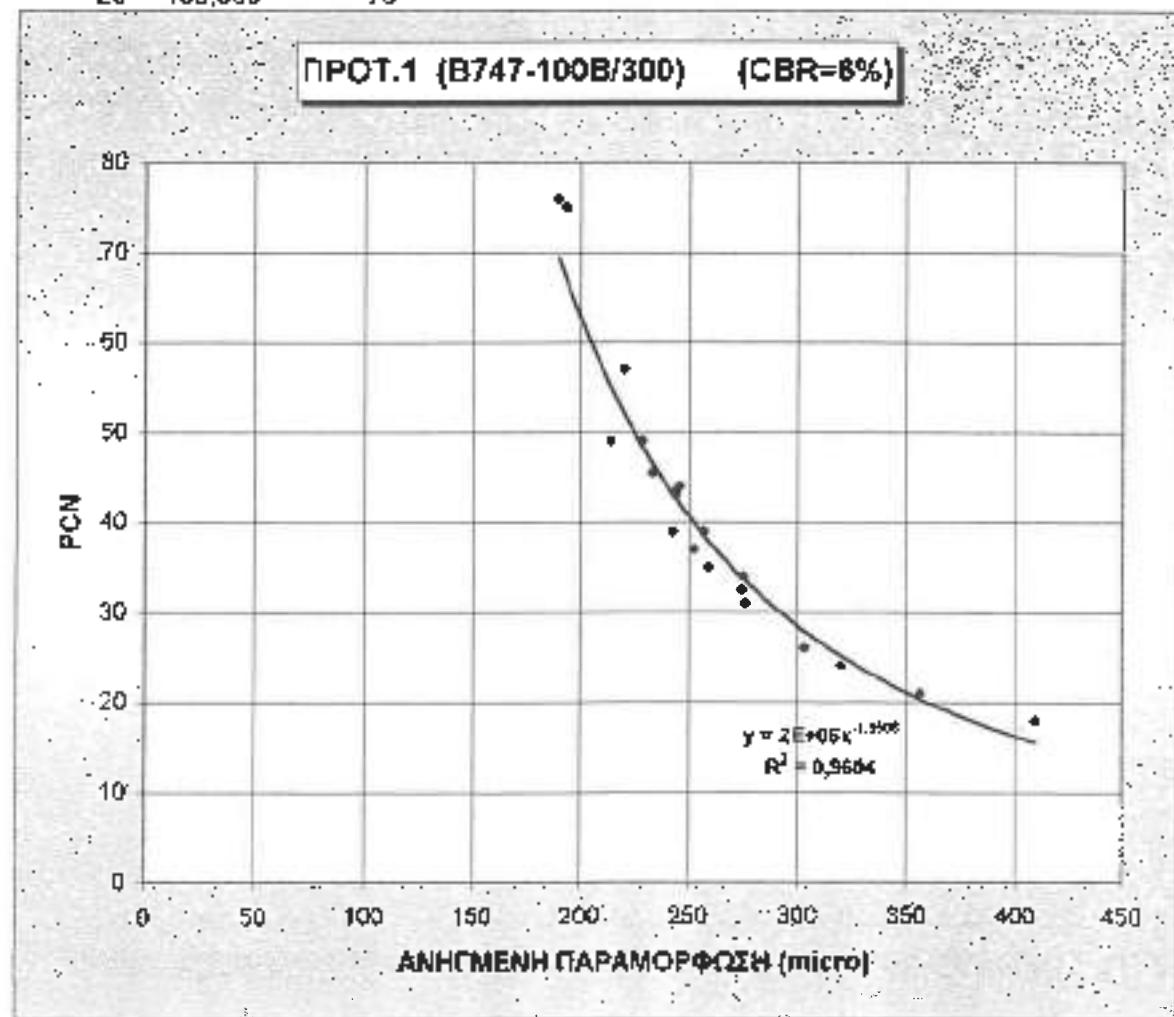
B747-100B/300

CBR=6%

Διατομές Πάρ/ση PCN

1	356.593	21
2	409.487	18
3	303.33	26
4	257.337	39
5	246.025	44
6	214.191	49
7	275.066	32,5
8	228.804	49
9	242.954	39
10	276.614	31
11	320.513	24
12	244.498	43,5
13	233.503	45,5
14	275.487	34
15	252.405	37
16	194.054	75
17	244.287	43
18	259.181	35
19	220.597	57
20	189.999	76

ΠΡΟΤ.1 (B747-100B/300) (CBR=6%)



ПРОТУЛО 1

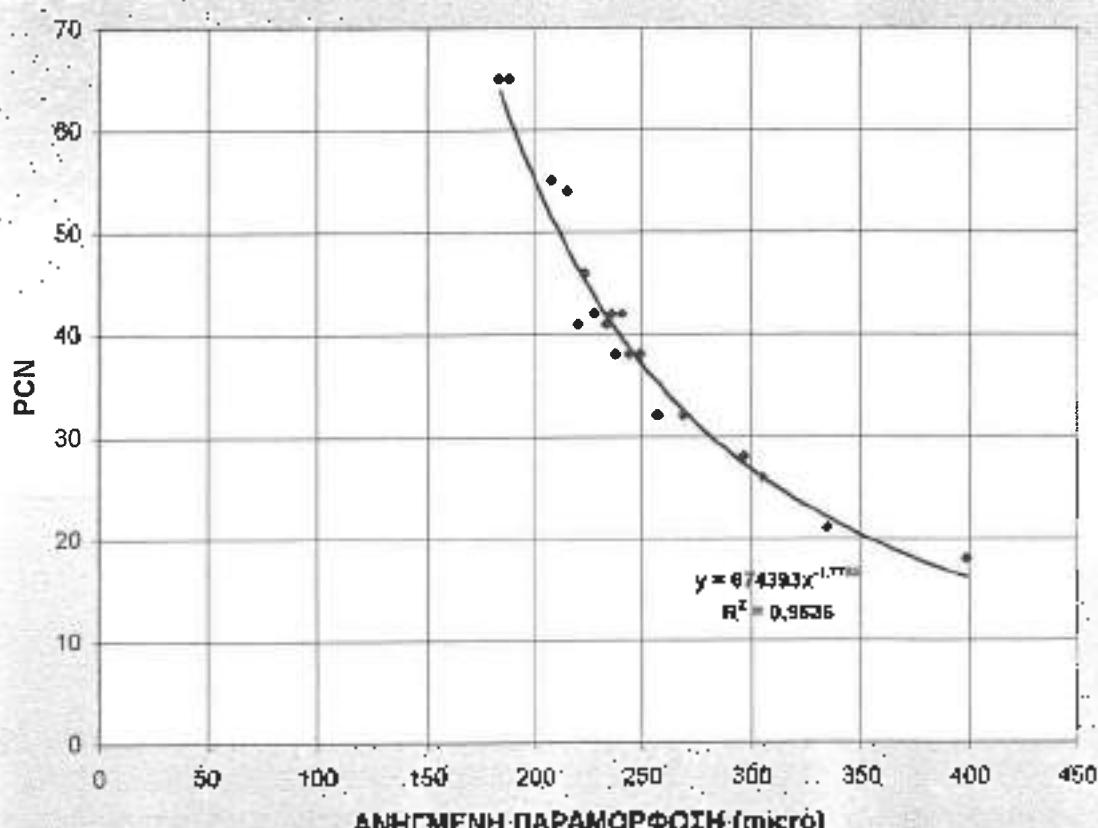
B747-100B/300

CBR=10%

Διατομές Παρ/ση PCN

1	334,815	21
2	398,82	18
3	296,646	28
4	249,381	38
5	240,706	42
6	208,148	55
7	257,397	32
8	223,337	40
9	220,799	41
10	257,699	32
11	305,736	26
12	236,186	42
13	228,231	42
14	269,12	32
15	238,013	38
16	188,475	65
17	233,611	41
18	243,948	38
19	215,277	54
20	183,979	65

ПРОТ.1 (B747-100B/300) (CBR=10%)



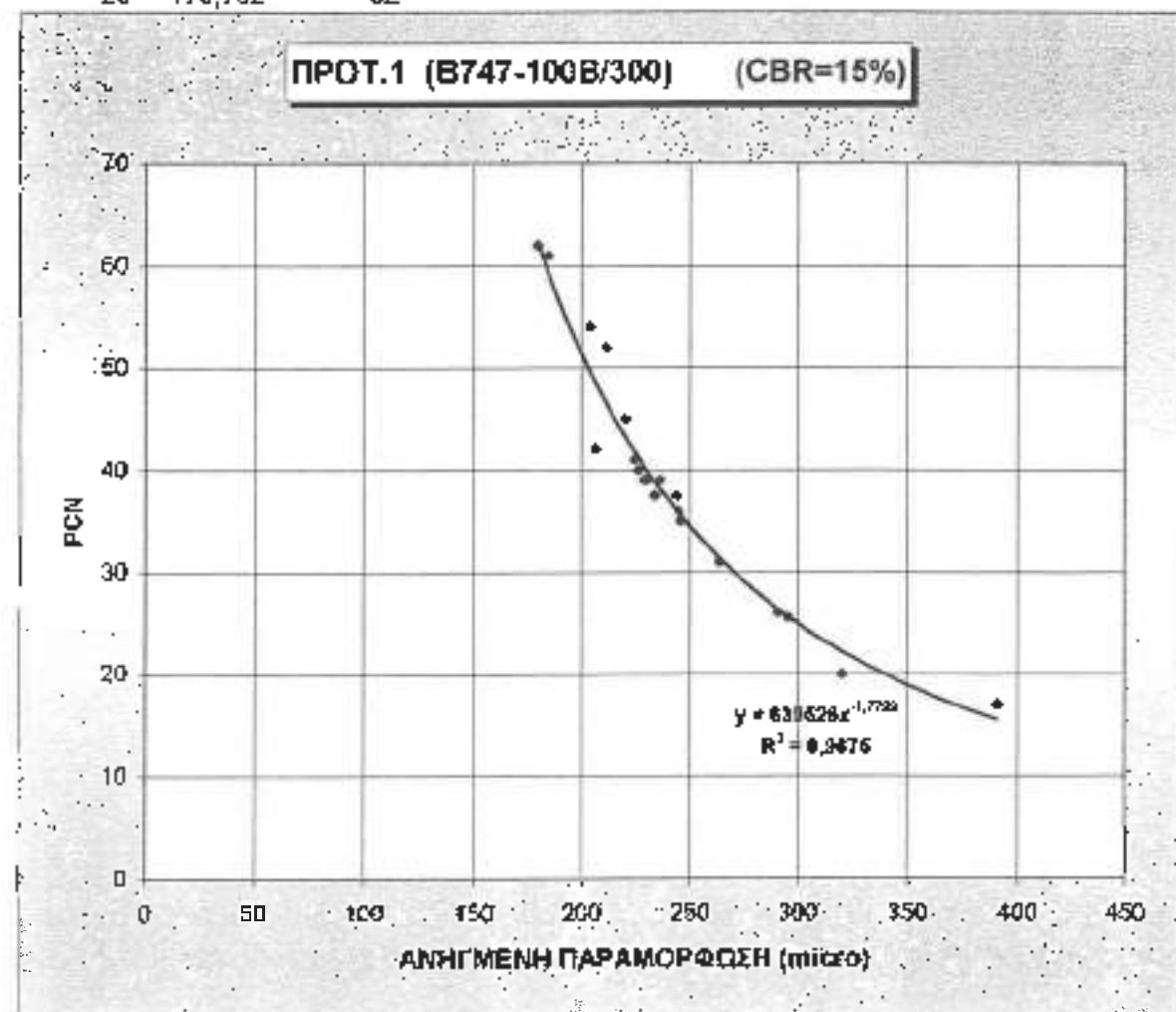
ΠΡΟΤΥΠΟ 1

B747-100B/300 CBR=15%

Διατομές Παρ/οι π PCN

1	320,423	20
2	391,428	17
3	291,241	26
4	243,955	37,5
5	236,225	39
6	203,951	54
7	245,851	35
8	220,061	45
9	206,301	42
10	245,240	36
11	295,978	25,5
12	230,514	39
13	224,611	41
14	263,895	31
15	228,537	39
16	184,577	61
17	228,372	40
18	233,915	37,5
19	211,592	52
20	179,792	62

ΠΡΟΤ.1 (B747-100B/300) (CBR=15%)



ΠΡΟΤΥΠΟ 1

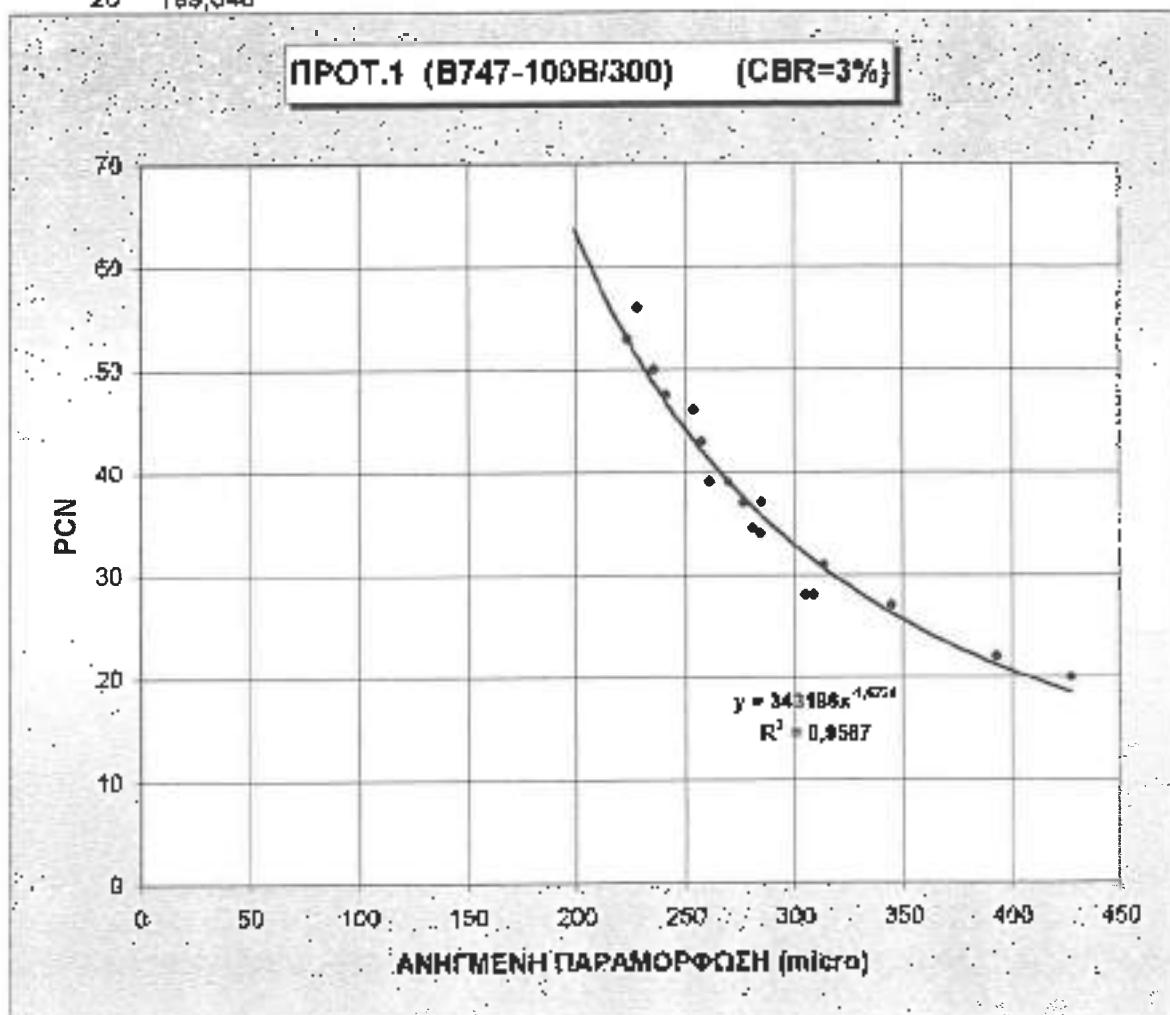
B747-100B/300

CBR=3%

Διατομές Παρ/σπ ΡCN

1	393,342	22
2	427,264	20
3	313,667	31
4	269,752	39
5	254,008	46
6	223,392	53
7	305,213	28
8	235,676	50
9	281,145	34,5
10	308,798	28
11	344,931	27
12	257,623	43
13	241,504	47,5
14	285,205	37
15	278,673	37
16	202,744	
17	261,483	39
18	284,812	34
19	228,633	58
20	199,646	

ΠΡΟΤ.1 (B747-100B/300) (CBR=3%)



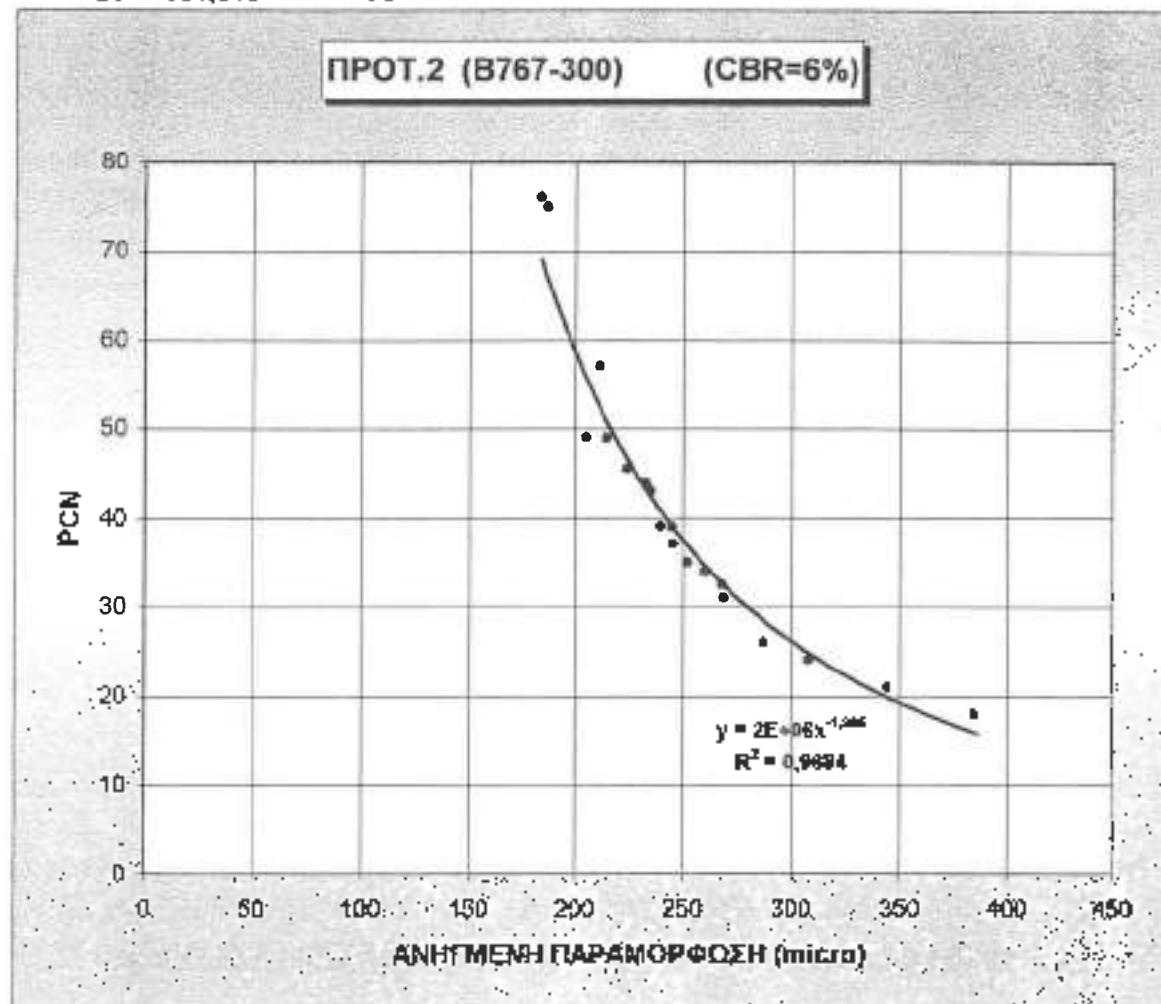
ПРОТУПО 2

B767-300

CBR=6%

Διατομές	Περιση	PCN
1	344,007	21
2	384,874	18
3	287,583	26
4	245,496	39
5	232,825	44
6	205,097	49
7	268,31	32,5
8	215	49
9	240,131	39
10	269,464	31
11	308,128	24
12	233,768	43,5
13	224,212	45,5
14	260,657	34
15	245,995	37
16	186,961	75
17	235,223	43
18	252,108	35
19	211,952	57
20	184,013	76

ПРОТ.2 (B767-300) (CBR=6%)

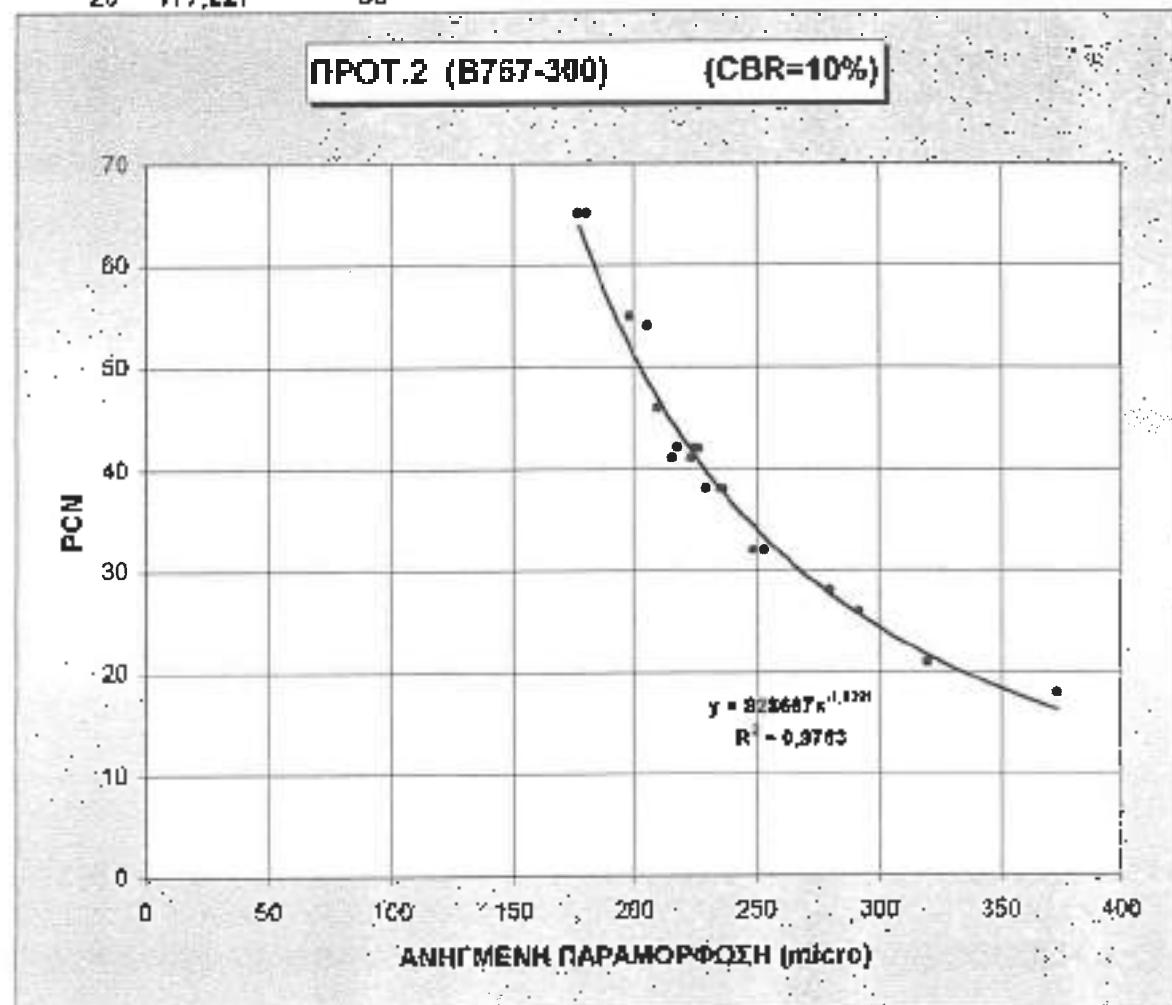


ΠΡΟΤΥΠΟ 2

B767-300

CBR=10%

Διατομές	Παρ/ση	PCN
1	320,516	21
2	373,358	18
3	280,202	26
4	236,891	38
5	226,82	42
6	198,332	55
7	249,034	32
8	209,827	46
9	216,032	41
10	248,993	32
11	292,031	26
12	224,522	42
13	218,242	42
14	253,634	32
15	230,165	38
16	180,672	65
17	223,51	41
18	235,517	38
19	205,975	54
20	177,227	65



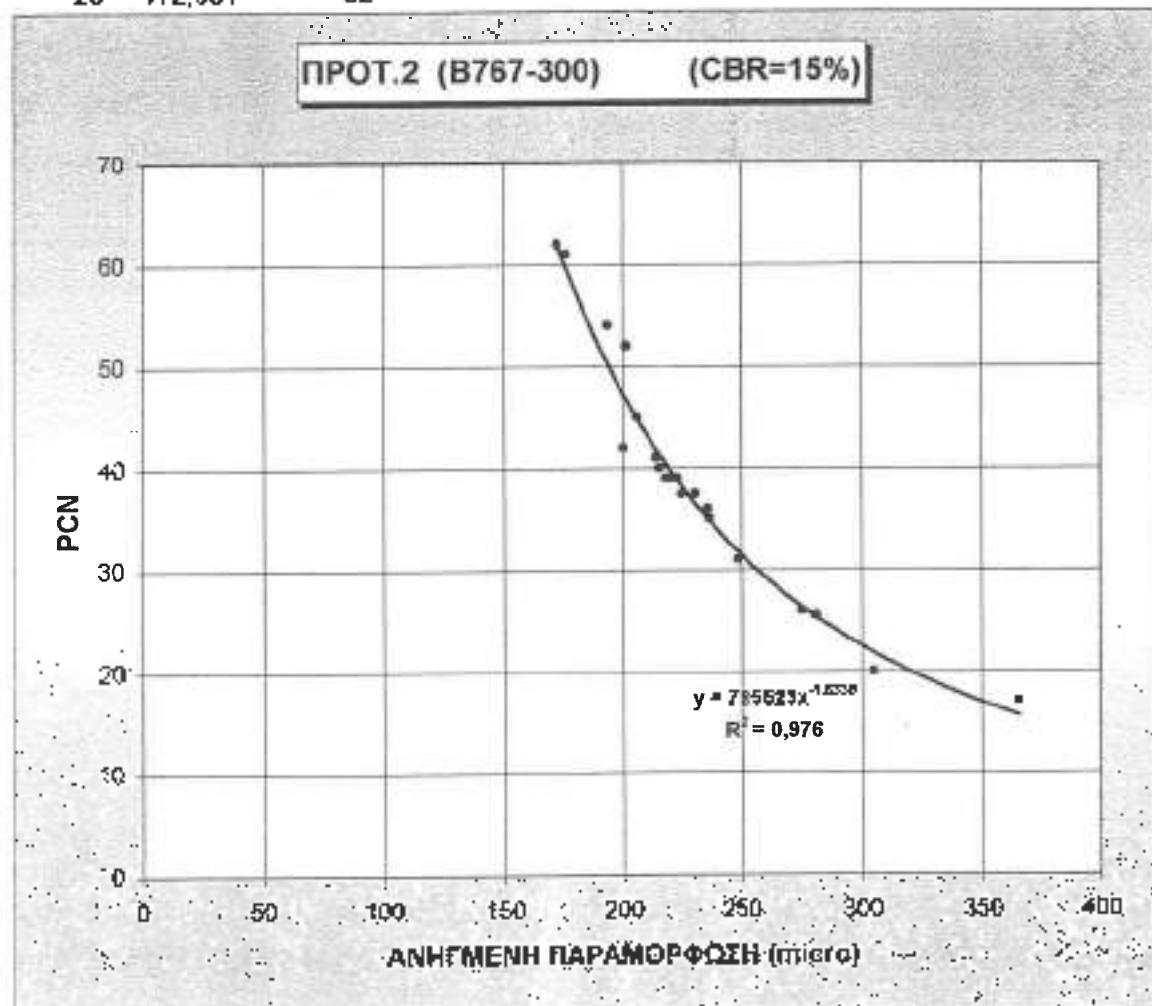
ПРОТУПО 2

B767-300

CBR=15%

Диатомес	Пар/от	PCN
1	305,129	20
2	365,312	17
3	275,214	26
4	230,745	37,5
5	222,821	39
6	193,68	54
7	236,564	35
8	206,128	45
9	200,395	42
10	235,624	38
11	281,476	25,5
12	218,3	39
13	214,184	41
14	248,807	31
15	219,844	39
16	178,327	61
17	215,654	40
18	224,68	37,5
19	201,865	52
20	172,561	62

ПРОТ.2 (B767-300) (CBR=15%)

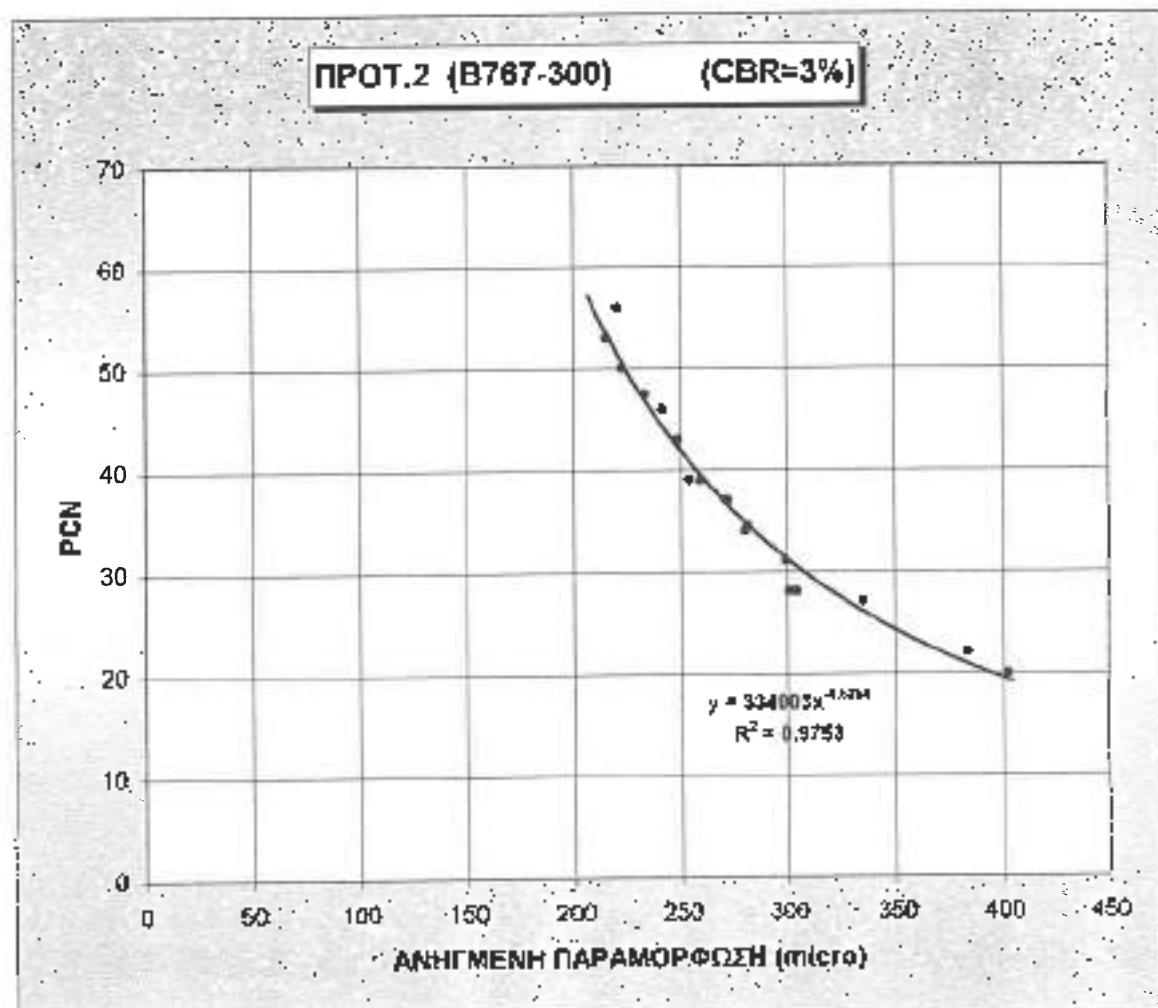


ПРОТУПО 2

B767-300

CBR=3%

Диатомес	Пар/дп	PCN
1	384,216	22
2	402,845	20
3	299,23	31
4	259,487	39
5	241,887	48
6	215,571	53
7	301,181	28
8	222,725	50
9	281,51	34,5
10	304,49	28
11	335,209	27
12	248,822	43
13	233,396	47,5
14	271,809	37
15	272,463	37
17	254,228	39
18	260,058	34
19	221,11	58



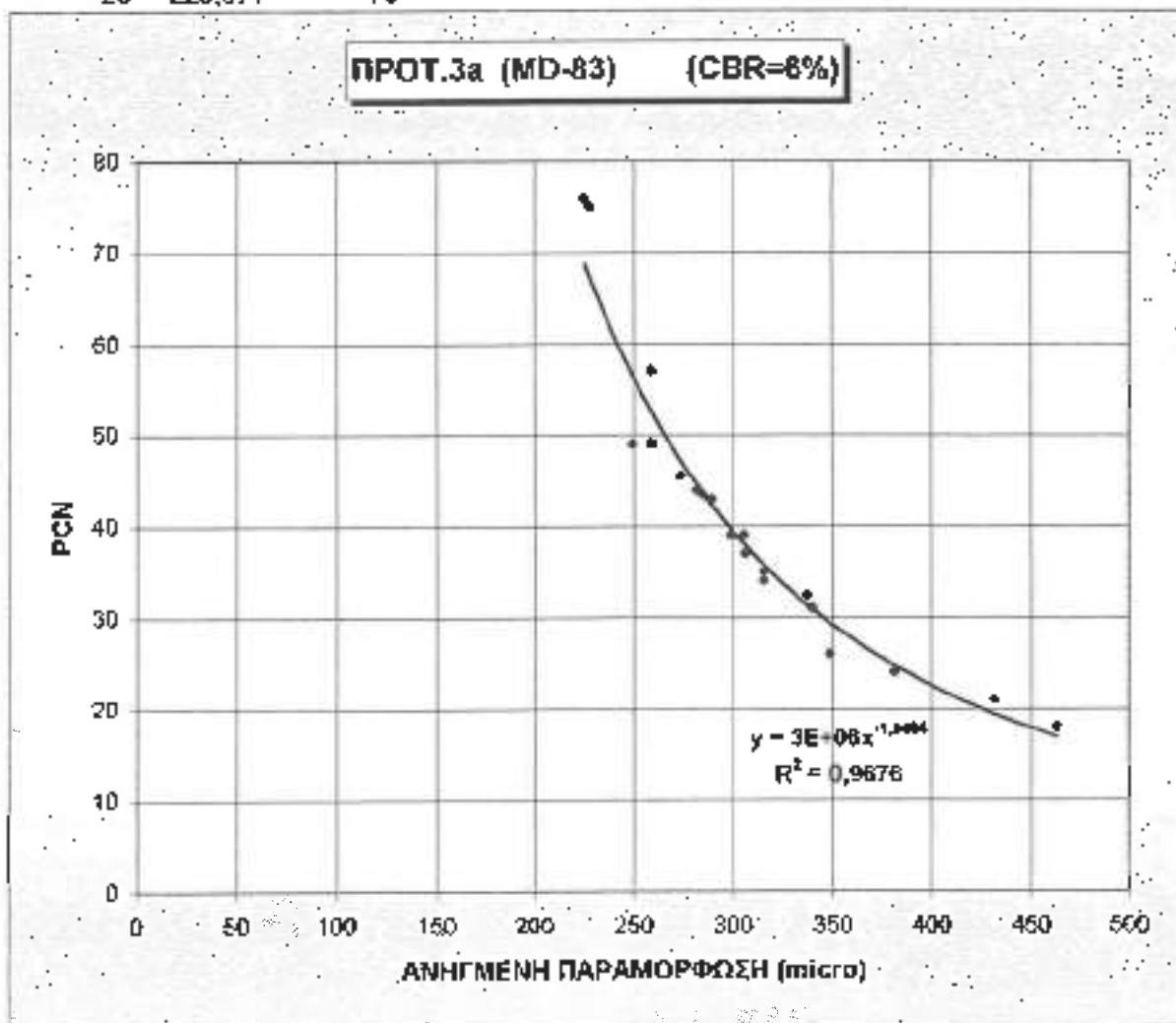
ПРОТУЛО за

MD-83

CBR=6%

Διότομες	Παρ/οη	PCN
1	431,666	21
2	463,485	18
3	348,787	26
4	299,107	39
5	281,926	44
6	249,612	49
7	337,422	92,5
8	259,534	49
9	305,891	39
10	340,27	31
11	381,321	24
12	285,066	43,5
13	274,104	45,5
14	315,785	34
15	300,454	37
16	228,187	75
17	289,419	43
18	315,565	35
19	259,173	57
20	225,671	76

ПРОТ.3а (MD-83) (CBR=6%)



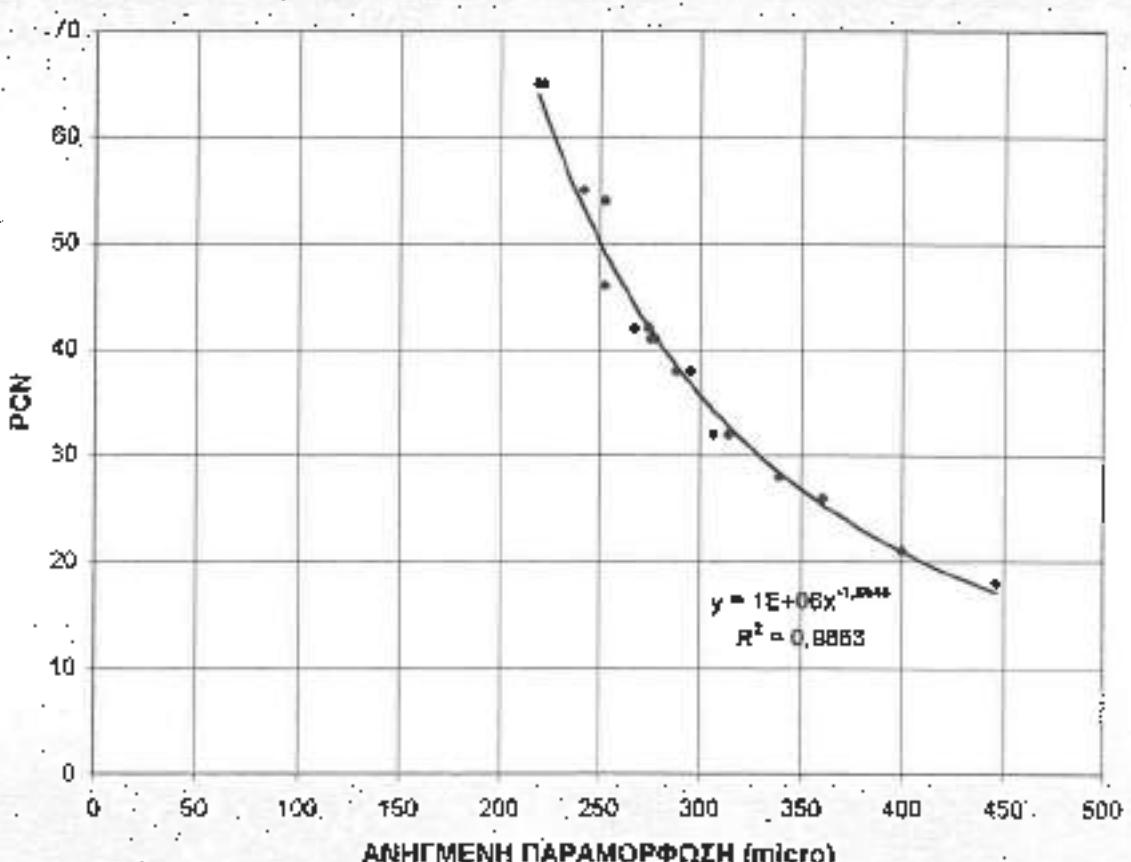
ПРОТУПО 3а

MD-63

CBR=10%

Διατομές	Παρίση	PCN
1	399,741	21
2	446,2	18
3	339,059	28
4	288,391	38
5	274,506	42
6	242,007	55
7	314,166	32
8	252,778	46
9	277,776	41
10	314,471	32
11	360,621	26
12	274,316	42
13	287,458	42
14	306,668	32
15	288,407	38
16	221,605	65
17	275,432	41
18	295,571	38
19	252,551	54
20	218,775	65

ΠΡΟΤ.3α (MD-63) (CBR=10%)

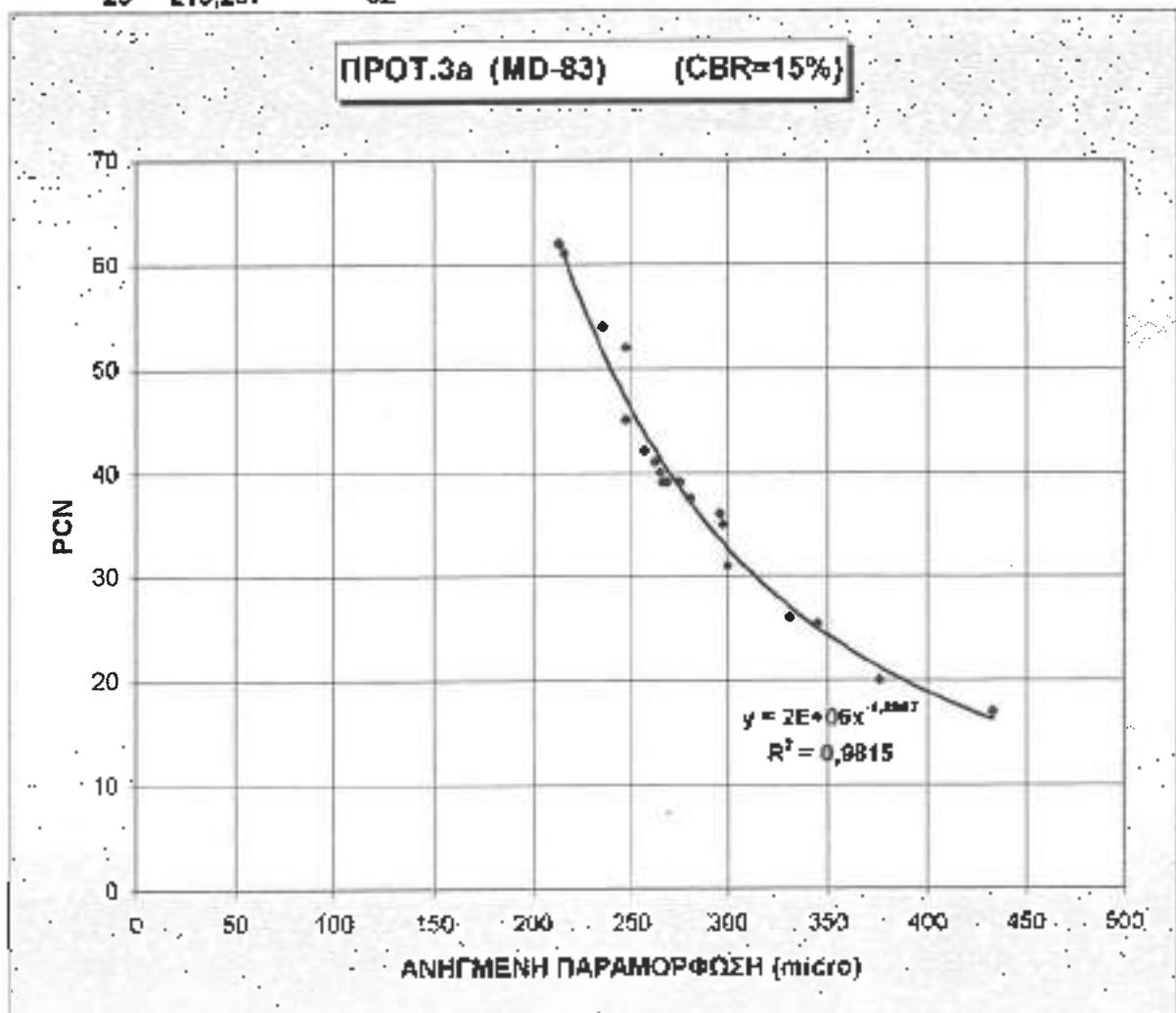


ΠΡΟΤΥΠΟ 9α

MD-83

CBR=15%

Διατομές	Παρ/ση	PCN
1	376,487	20
2	433,17	17
3	331,48	26
4	280,111	37,5
5	268,549	39
6	235,953	54
7	297,001	35
8	247,249	45
9	256,977	42
10	295,455	36
11	345,175	25,5
12	265,947	39
13	262,188	41
14	299,463	31
15	274,874	39
16	216,33	61
17	264,69	40
18	280,689	37,5
19	247,276	52
20	213,297	62



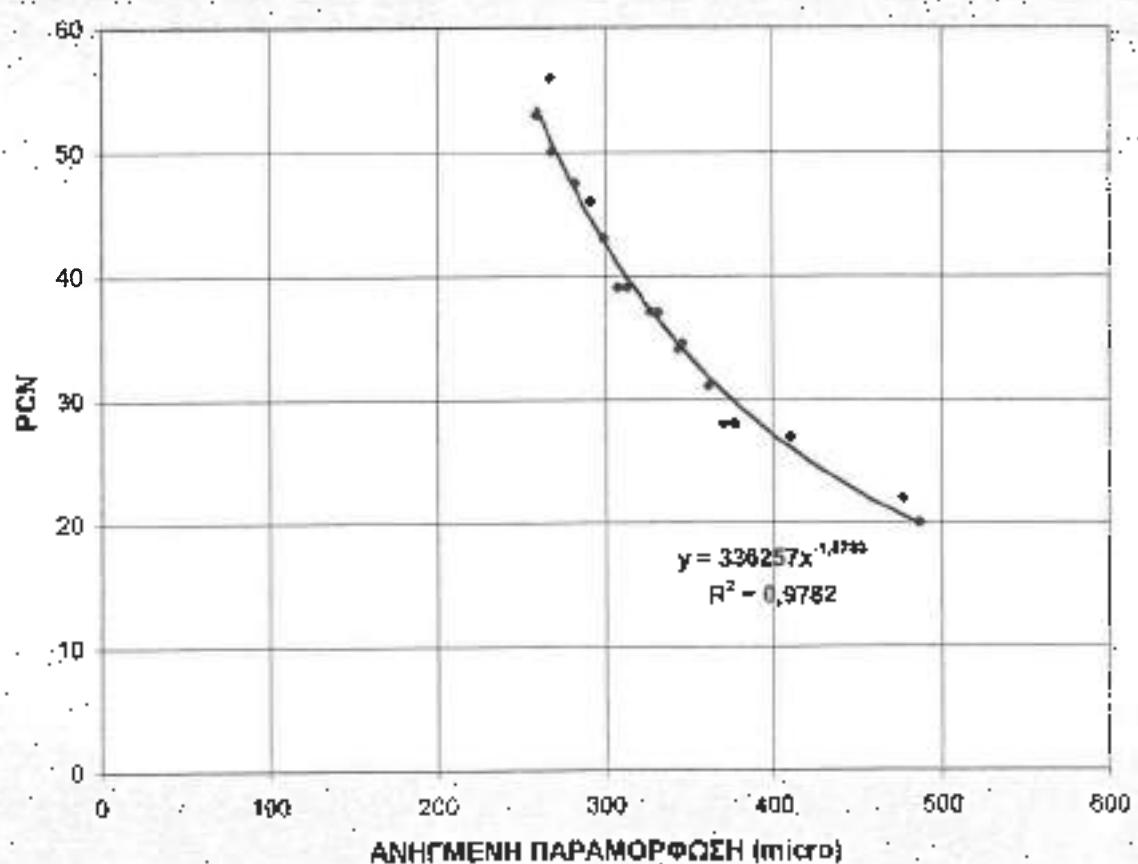
ПРОТУЛО 3а

MD-83

CBR=3%

Διατομές	Παρ/αγ	PCN
1	477,529	22
2	486,745	20
3	381,474	31
4	313,169	39
5	291,273	48
6	259,31	53
7	370,365	28
8	267,873	50
9	346,035	34,5
10	376,959	28
11	410,134	27
12	299,425	43
13	282,586	47,5
14	327,475	37
15	331,516	37
17	308,149	39
18	343,517	34
19	267,589	56

ΠΡΟΤ.3α (MD-83) (CBR=3%)



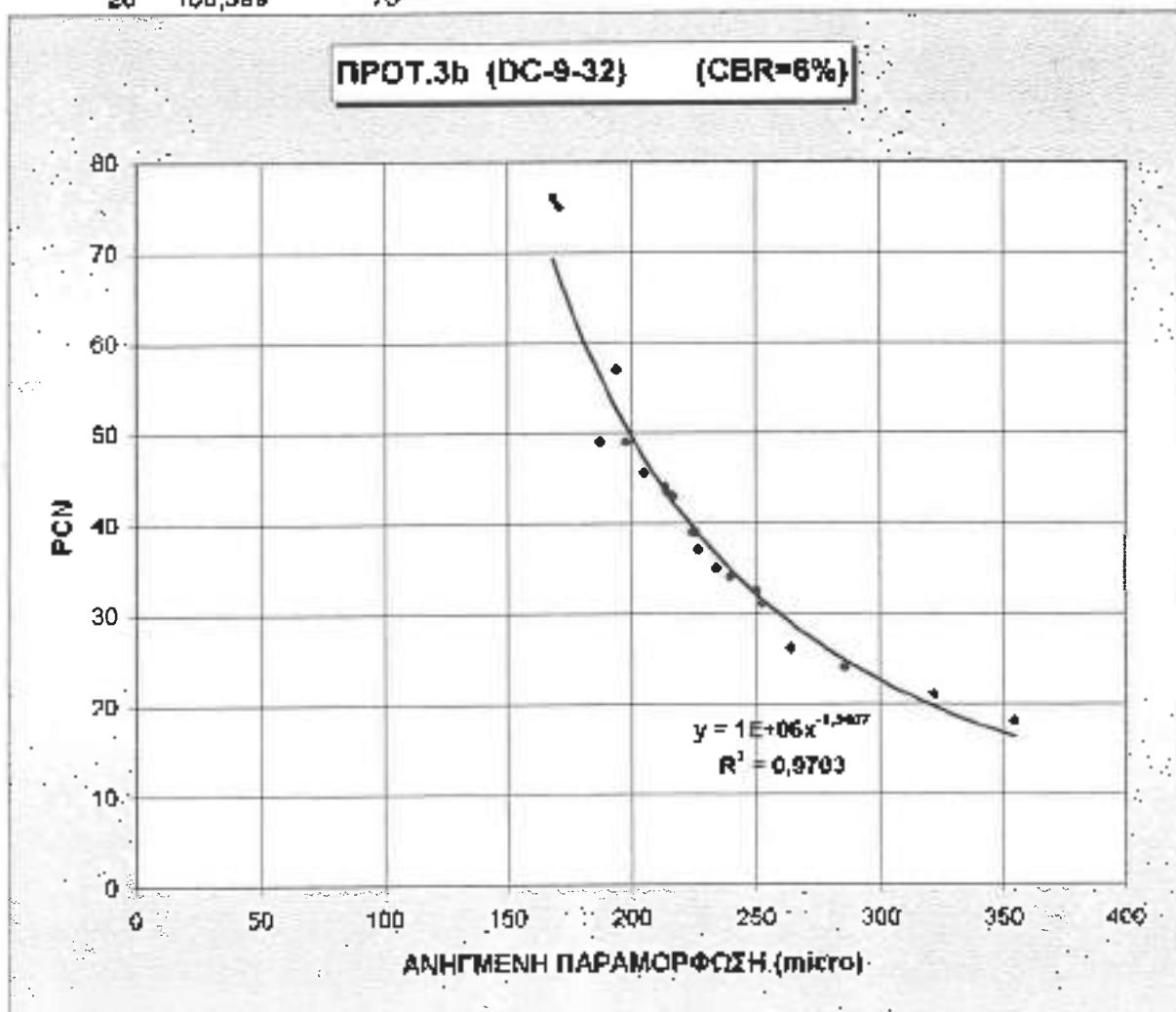
ПРОТУПО 3б

DC-9-32

CBR=6%

Διπλομες	Παρ/σπ	PCN
1	322,59	21
2	355,108	18
3	264,633	28
4	225,858	39
5	214,076	44
6	187,952	49
7	250,313	32,5
8	198,221	49
9	224,843	39
10	252,782	31
11	285,904	24
12	214,614	43,5
13	205,729	45,5
14	239,921	34
15	227,53	37
16	171,065	75
17	217,179	43
18	234,825	35
19	194,698	57
20	168,599	76

ПРОТ.3b (DC-9-32) (CBR=6%)



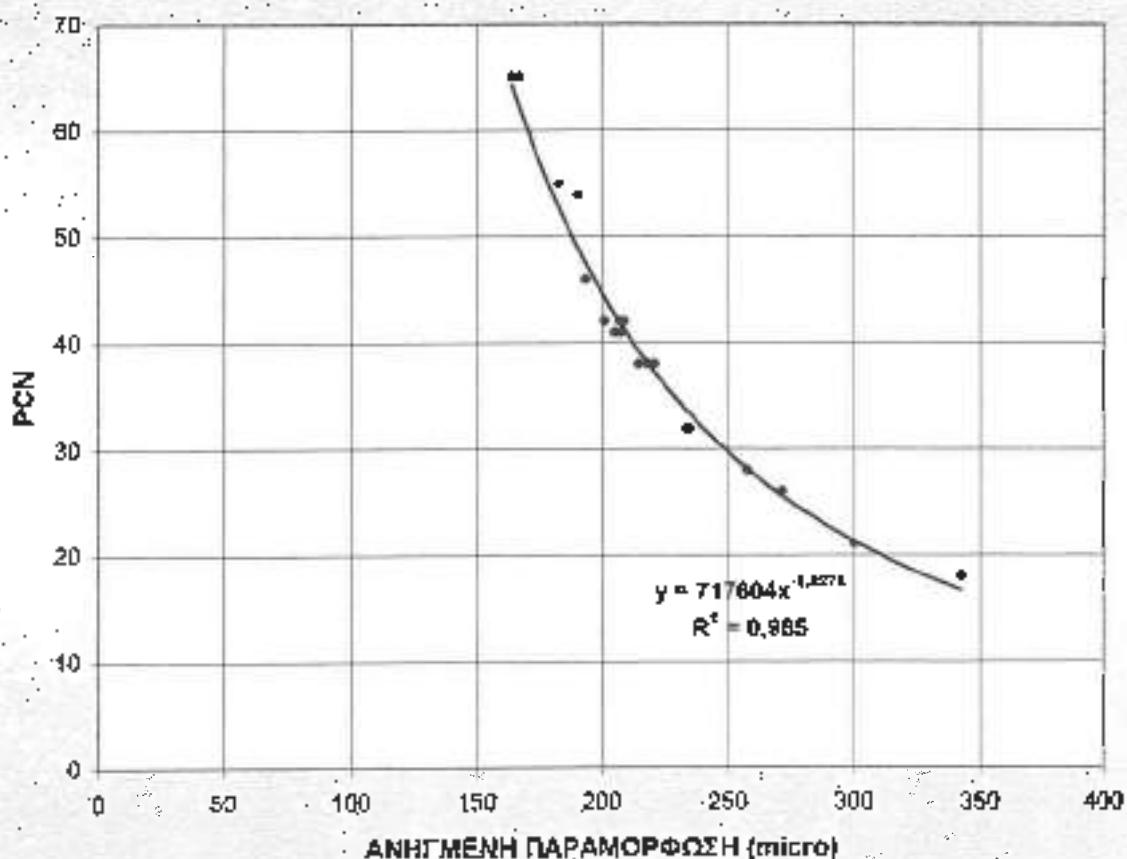
ΠΡΟΤΥΠΟ 3b

DC-9-32

CBR=10%

Διατομές	Παρ/ση	PCN
1	300,27	21
2	342,837	18
3	257,785	28
4	218,402	38
5	208,845	42
6	182,7	55
7	234,151	32
8	193,435	46
9	205,237	41
10	234,813	32
11	271,475	26
12	207,063	42
13	201,128	42
14	233,479	32
15	215,014	38
16	168,512	65
17	207,474	41
18	220,926	38
19	190,113	54
20	163,833	65

ΠΡΟΤ.3b (DC-9-32) (CBR=10%)



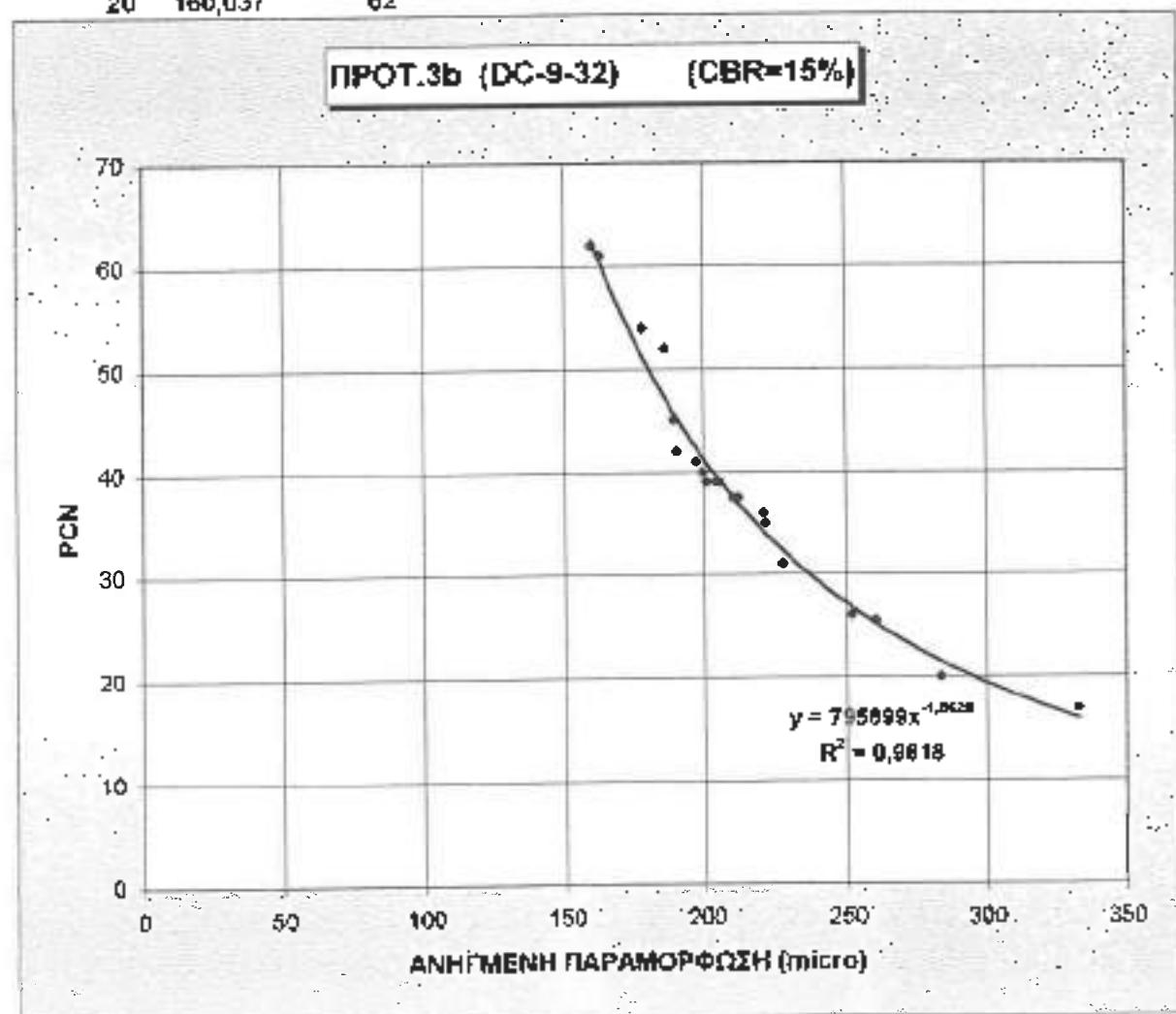
ΠΡΟΤΥΠΟ 3b

DC-9-32

CBR=15%

Διότομες	Πορίση	PCN
1	283,927	20
2	333,212	17
3	252,38	28
4	212,544	37,5
5	204,617	39
6	178,485	54
7	222,169	35
8	189,49	45
9	190,851	42
10	221,505	36
11	260,682	25,5
12	201,151	39
13	197,467	41
14	228,356	31
15	205,589	38
16	182,85	61
17	189,989	40
18	210,522	37,5
19	186,448	52
20	180,037	62

ΠΡΟΤ.3b (DC-9-32) (CBR=15%)



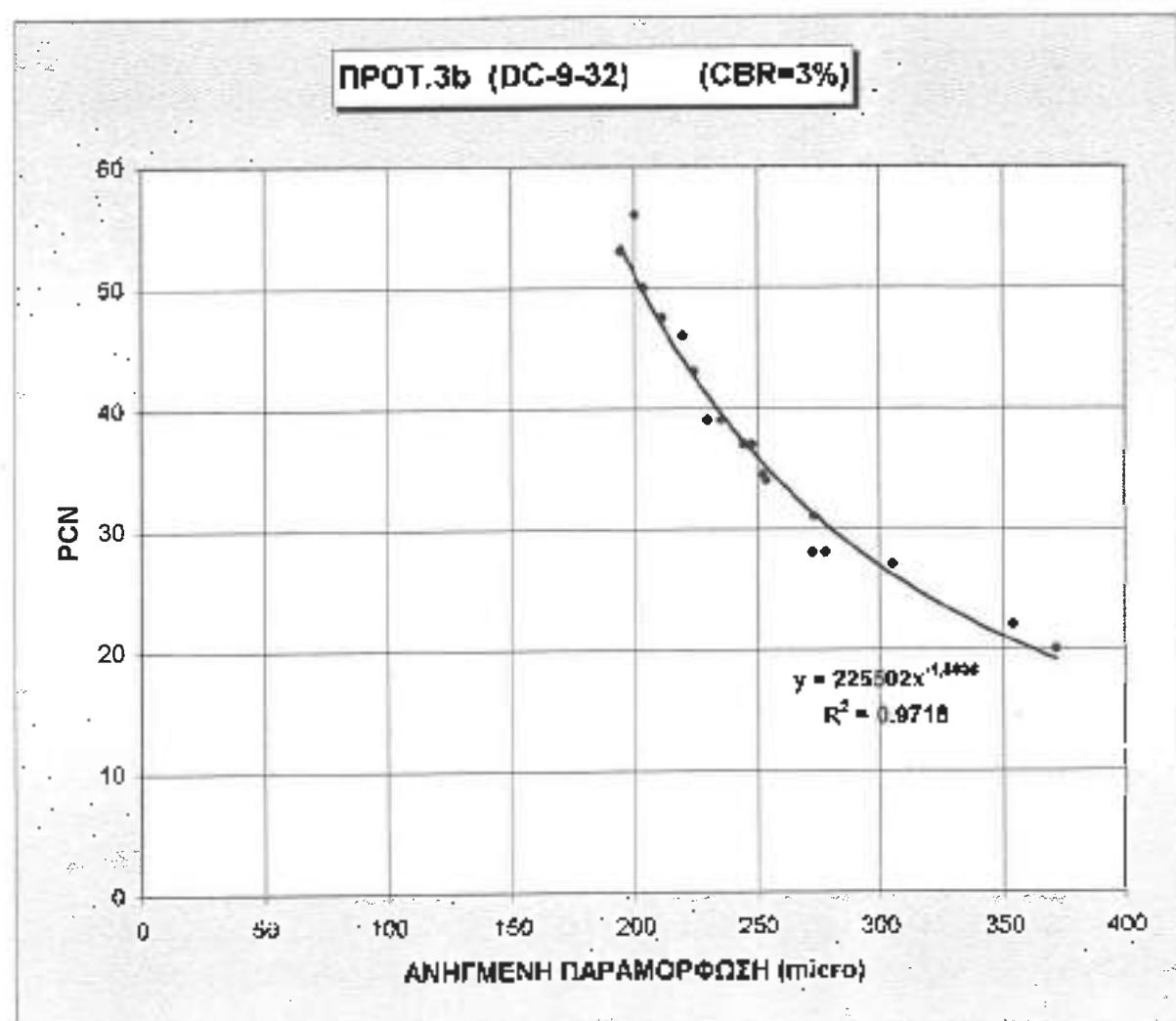
ΠΡΟΤΥΠΟ 3b

DC-9-32

CBR=3%

Διατάξες	Παρ/ση	PCN
1	354,442	22
2	371,619	20
3	273,466	31
4	235,569	39
5	220,618	46
6	194,658	53
7	273,093	28
8	204,078	50
9	252,845	34,5
10	278,265	28
11	305,988	27
12	224,541	43
13	211,585	47,5
14	248,112	37
15	244,827	37
17	230,196	39
18	254,153	34
19	200,511	56

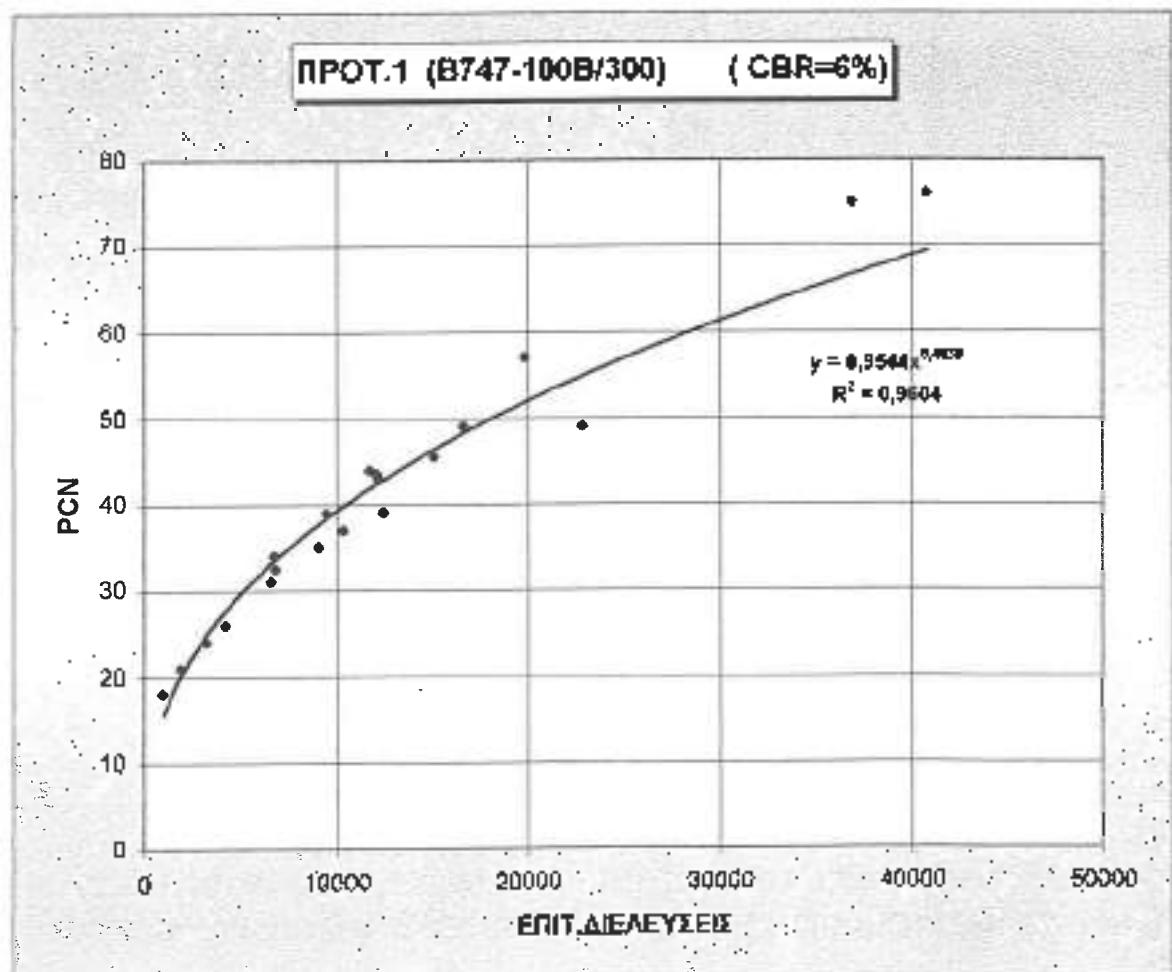
ΠΡΟΤ.3b (DC-9-32) (CBR=3%)



ΠΡΟΤΥΠΟ 1
B747-100B/300

CBR=6%

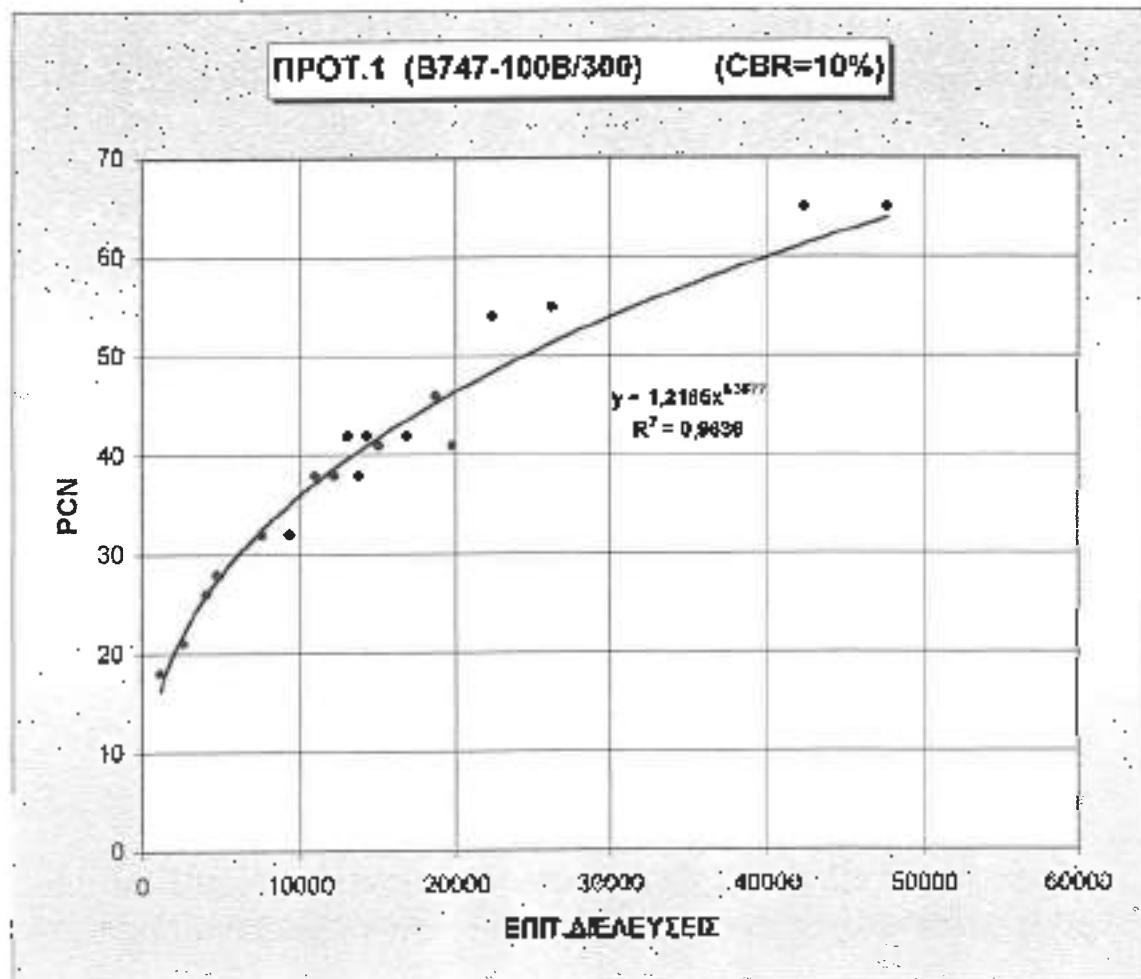
Διατομές	Παρ/ση	N	PCN
1	356.593	1949,493	21
2	409.487	999,37	18
3	303.33	4259,27	26
4	257.337	9426,102	39
5	246.025	11712,45	44
6	214.191	22875,35	49
7	275.066	6832,014	32.5
8	228.804	16630,29	49
9	242.954	12445,2	39
10	276.614	6649,28	31
11	320.518	3263,59	24
12	244.498	12070,09	43.5
13	233.503	15074,66	45.5
14	275.487	6781,72	34
15	252.405	10349,83	37
16	194.054	36858,52	75
17	244.287	12120,54	43
18	259.161	9109,898	35
19	220.597	19839,87	57
20	189.999	40815,1	76



ΠΡΟΤΥΠΟ Ι
B747-100B/300

CBR=10%

Διατομές	Παρ/ση	N	PCN
1	334,815	2643,236	21
2	398,82	1135,312	18
3	296,646	4743,34	26
4	249,381	10970,38	36
5	240,708	13016,83	42
6	208,148	26267,1	55
7	257,397	9415,49	32
8	223,337	16891,3	46
9	220,799	19752,34	41
10	257,699	9382,31	32
11	305,736	4099,77	26
12	236,166	14271,03	42
13	228,231	18832,96	42
14	269,112	7592,76	32
15	238,013	13743,92	36
16	188,475	42434,35	65
17	233,011	15041,02	41
18	243,948	12202,12	38
19	215,277	22323,22	54
20	183,979	47684,D4	65

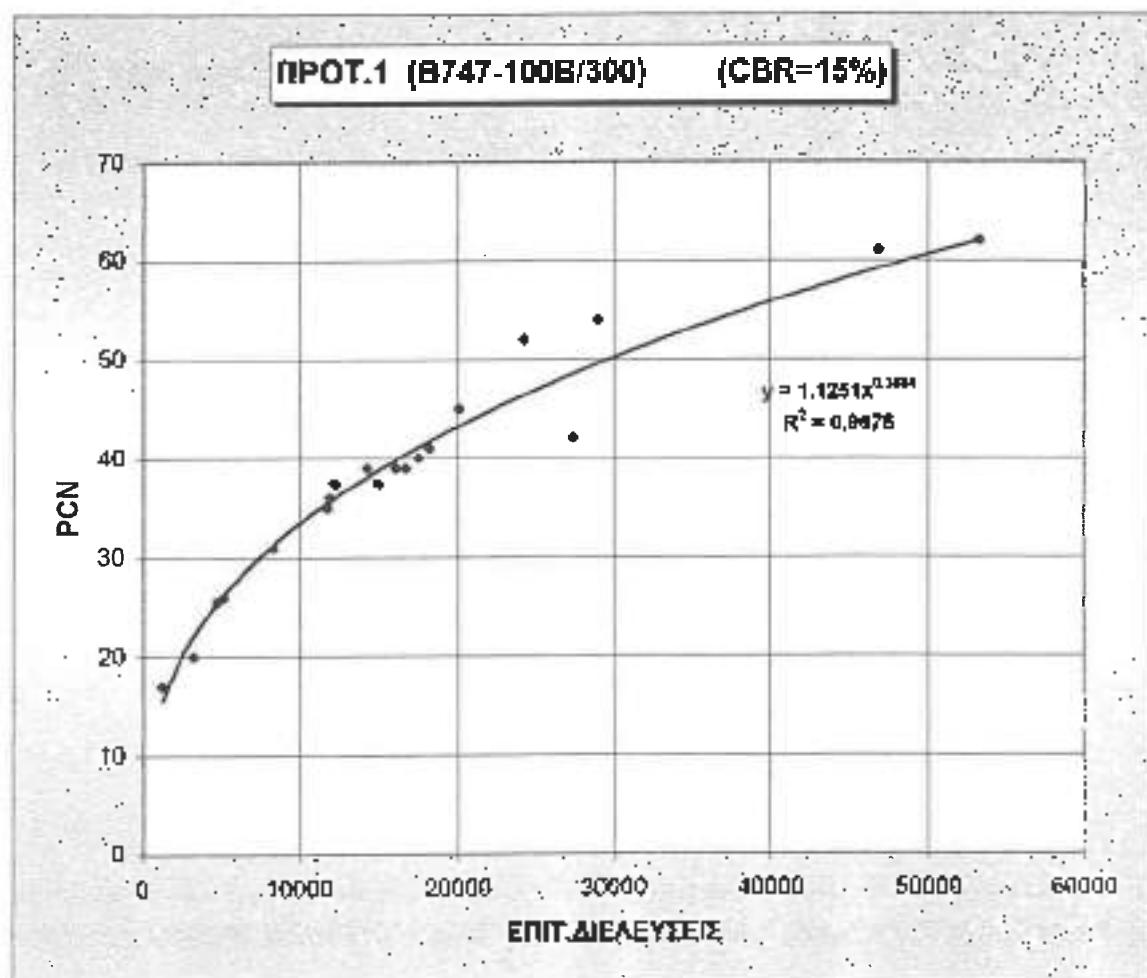


ΠΡΟΤΥΠΟ 1

B747-100B/300

CBR=15%

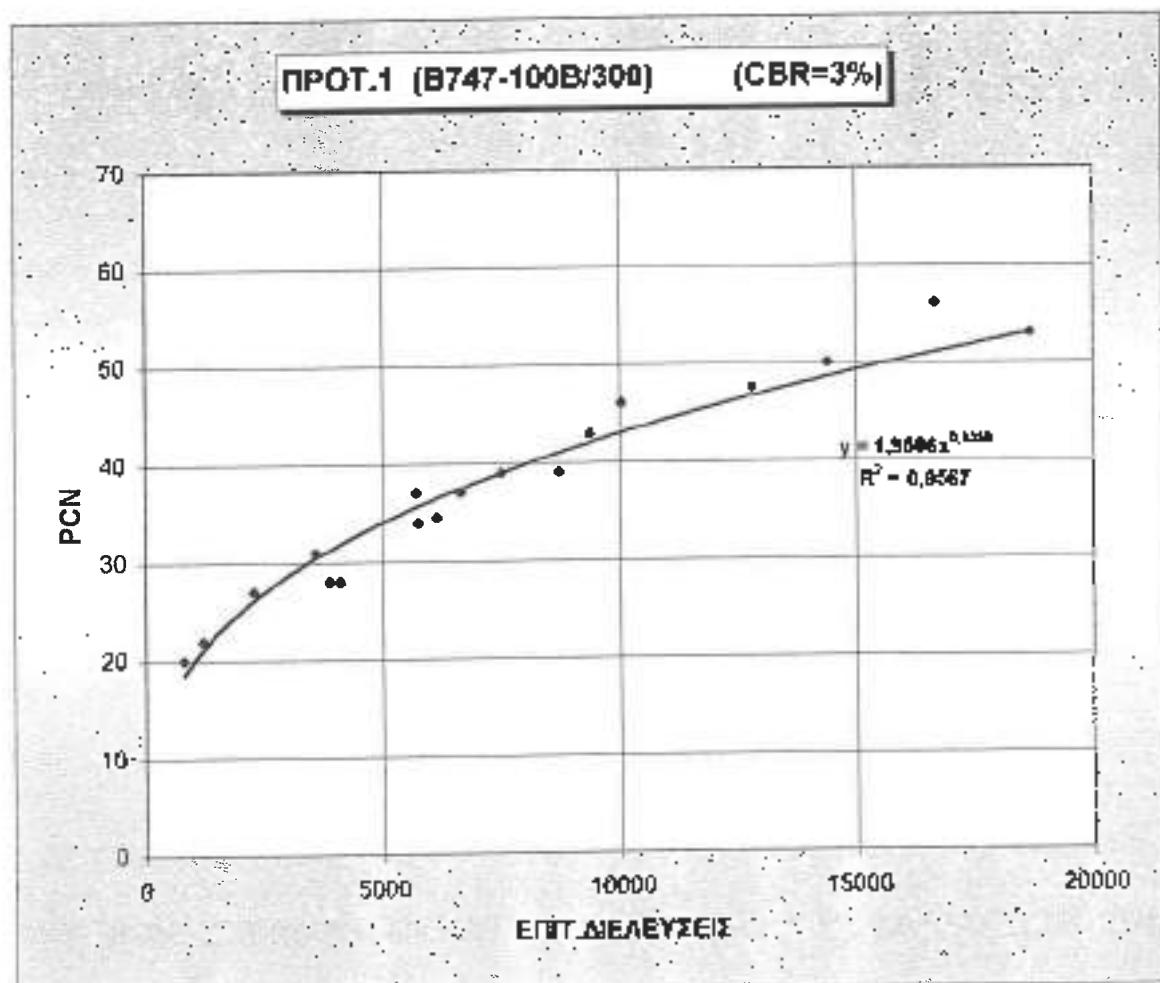
Διατομές	Παρ/ση	N	PCN
1	320,423	3268,266	20
2	391,428	1242,7	17
3	291,241	5189,1	26
4	243,955	12200,43	37,5
5	236,225	14253,8	39
6	203,951	28983,39	54
7	245,851	11752,55	35
8	220,061	20074,41	45
9	206,301	27422,85	42
10	245,246	11893,28	36
11	285,978	4795,28	25,5
12	230,514	16042,71	39
13	224,611	18184,68	41
14	263,895	8347,079	31
15	228,537	16724,38	39
16	184,577	48942,32	61
17	226,372	17511,36	40
18	233,915	14946,82	37,5
19	211,592	24265,07	52
20	179,792	53293,33	62



ΠΡΟΤΥΠΟ 1
B747-100B/300

CBR=3%

Διατομές	Παρ/αρ	N	PCN
1	393,342	1213,76	22
2	427,284	813,907	20
3	313,667	3622,659	31
4	269,752	7507,202	39
5	254,008	10036,08	46
6	223,392	18668,08	53
7	305,213	4133,817	28
8	235,678	14414,35	50
9	281,145	6147,32	34,5
10	308,798	3907,07	28
11	344,931	2289,2	27
12	257,623	9375,66	43
13	241,504	12810,35	47,5
14	285,205	5735,94	37
15	276,673	6842,43	37
16	202,744		
17	261,483	8725,676	39
18	264,812	5774,27	34
19	228,633	16690,46	56
20	199,646		



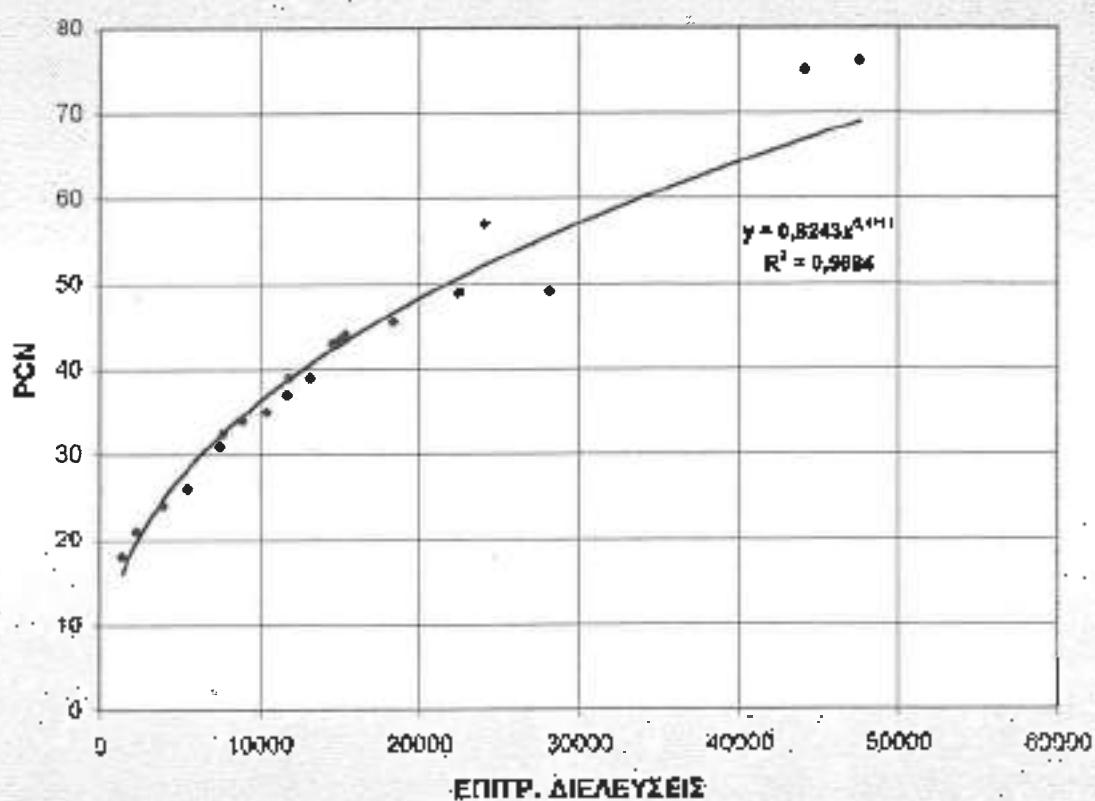
ΠΡΟΤΥΠΟ 2

B767-300

CBR=6%

Διατομές	Παρ/ση	N	PCN
1	344.007	2319.059	21
2	384.874	1348.325	18
3	287.583	5510.403	26
4	245.498	11834.68	39
5	232.825	15287.92	44
6	205.097	28209.35	49
7	268.31	7704.13	32,5
8	215	22462,51	49
9	240.131	13188.1	39
10	269.484	7543.34	31
11	308.138	3947.66	24
12	233.786	14992.91	43,5
13	224.212	18341.53	45,5
14	280.657	8860.07	34
15	245.995	11719.35	37
16	186.961	44120.38	75
17	235.223	14549.55	43
18	252.106	10406.87	35
19	211.952	24086.61	57
20	184.013	47641.49	76

ΠΡΟΤ.2 (B767-300) (CBR=6%)



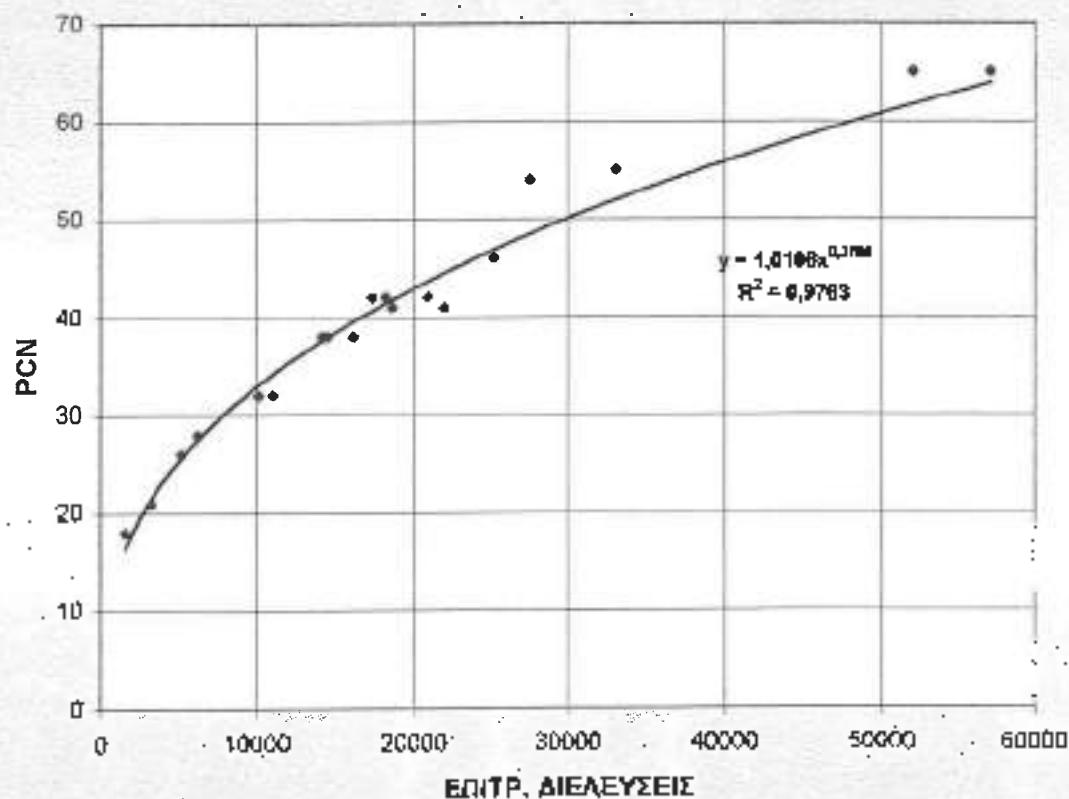
ΠΡΟΤΥΠΟ 2

B767-300

CBR=10%

Διατομές	Πάρ/ση	N	PCN
1	320,516	3263,69	21
2	373,358	1561,458	18
3	280,202	6247,91	28
4	238,691	14118,76	38
5	226,92	17308	42
6	198,332	33171,41	55
7	249,034	11044,42	32
8	209,827	25267,14	46
9	216,032	21948,84	41
10	248,993	11053,21	32
11	292,031	5116,6	26
12	224,522	18219,51	42
13	218,242	20895,72	42
14	253,634	10109,79	32
15	230,165	18160,57	38
16	180,672	52050,96	65
17	223,51	18621,51	41
18	235,517	14462,02	38
19	205,975	27633,16	54
20	177,227	57124,26	65

ΠΡΟΤ.2 (B767-300) (CBR=10%)

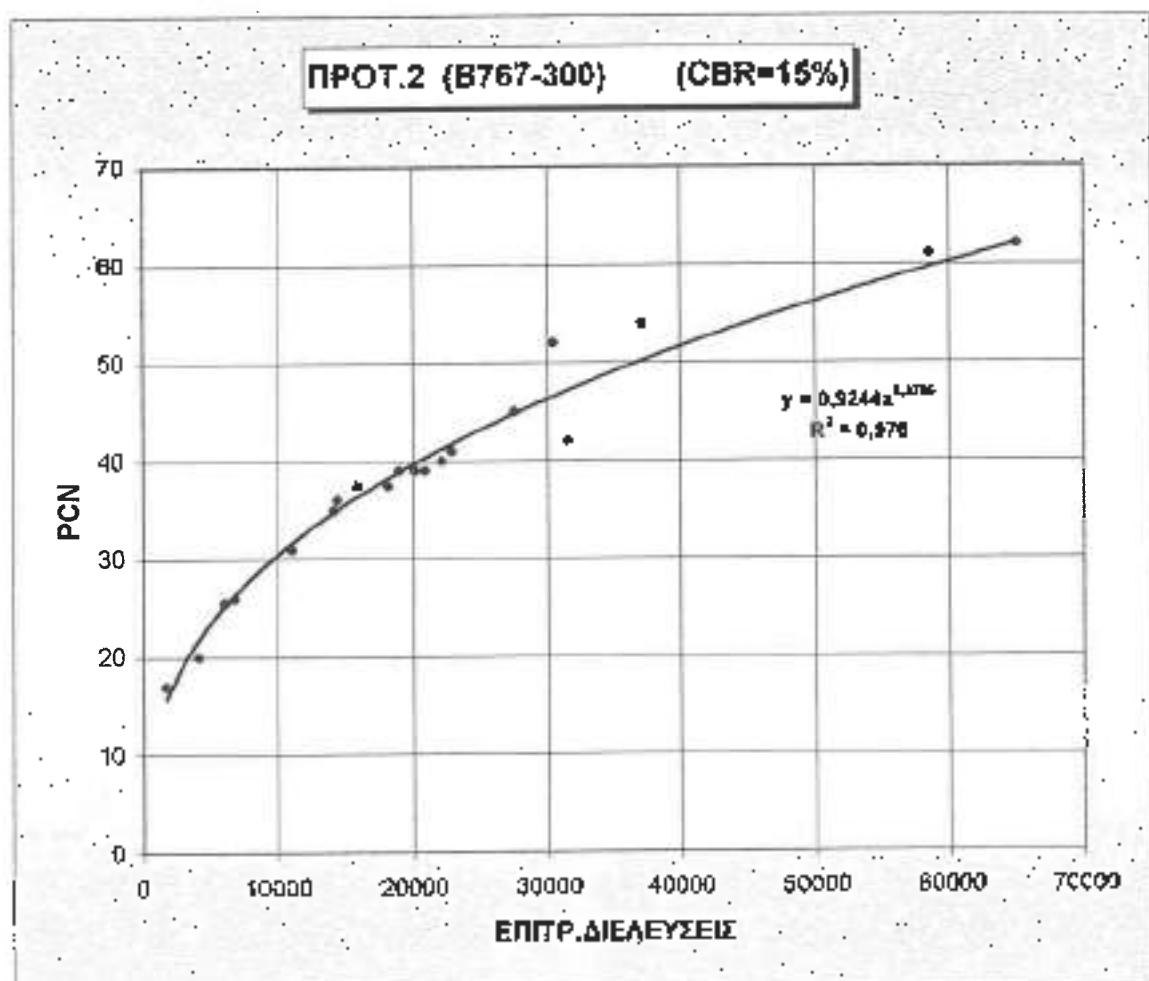


ΠΡΟΤΥΠΟ 2

B767-300

CBR=15%

Διατομές	Παρ/ση	N	PCN
1	305.129	4139,317	20
2	365,312	1734,76	17
3	275,214	8814,28	26
4	230,745	15965,27	37,5
5	222,821	18901,33	39
6	193,68	37201,62	54
7	230,564	14155,41	35
8	206,128	27534,21	45
9	200,395	31553,89	42
10	235,624	14430,32	36
11	281,476	6112,48	25,5
12	218,3	20868,91	39
13	214,184	22878,96	41
14	248,807	11093,19	31
15	219,844	20170,32	39
16	176,327	58548,68	61
17	215,654	22135,92	40
18	224,66	18157,7	37,5
19	201,885	30459,21	52
20	172,561	64962,81	62

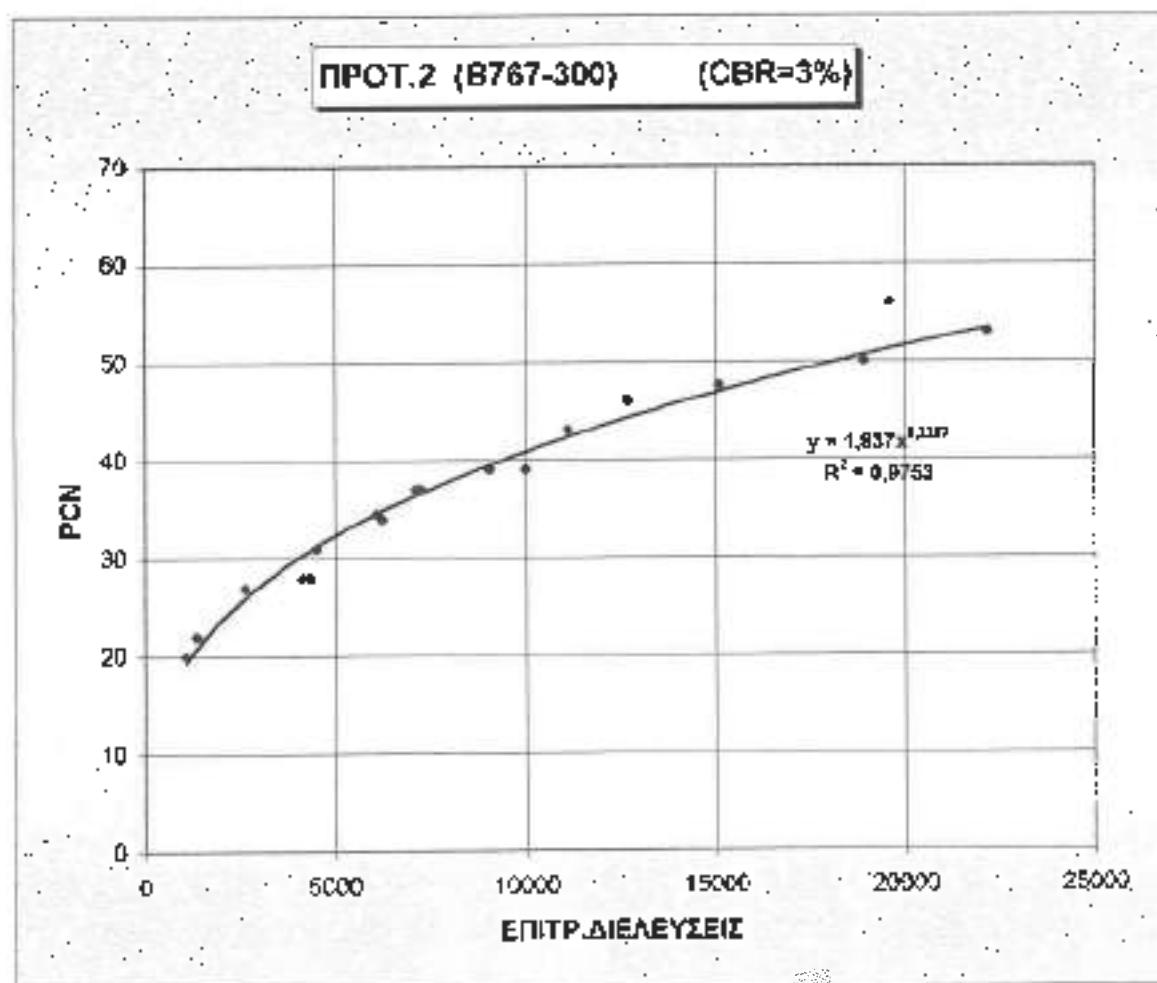


ΠΡΟΤΥΠΟ 2

B767-300

CBR=3%

Διατόμες	Παρ/οη	N	PCN
1	384,216	1359,52	22
2	402,845	1081,55	20
3	299,23	4548,7	31
4	259,487	9054,74	39
5	241,887	12712,68	46
6	215,571	22178,53	53
7	301,181	4408,11	28
8	222,725	18940,72	50
9	281,51	6108,91	34,5
10	304,49	4181,45	28
11	335,209	2628,26	27
12	248,622	11133,12	43
13	233,396	15108,08	47,5
14	271,609	7262,47	37
15	272,483	7150,62	37
16	196,59		
17	254,228	8998,185	39
18	280,058	6263,45	34
19	221,11	19618,48	56
20	194,449		

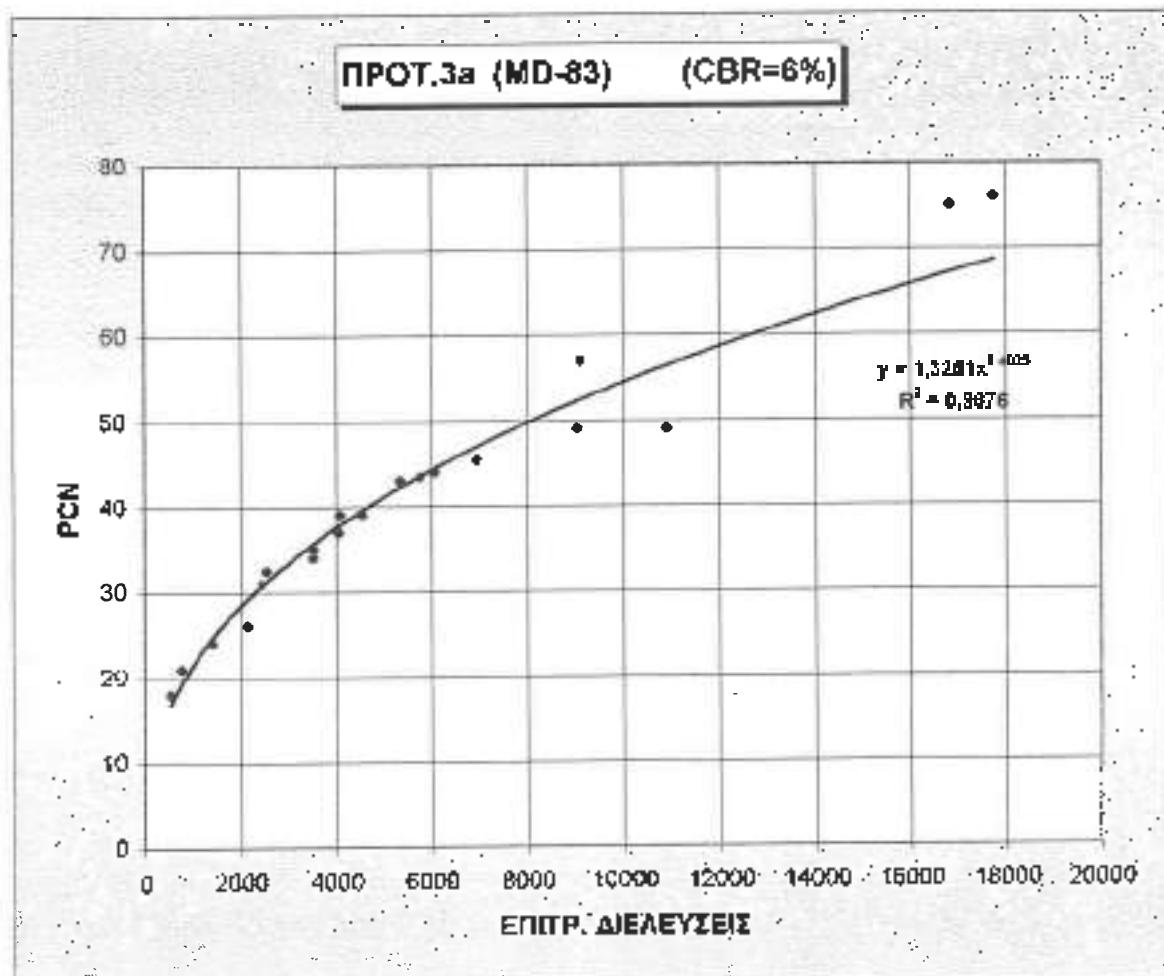


ΠΡΟΤΥΠΟ 3α

MD-83

CBR=6%

Διατομές	Παρ/σπ	N	PCN
1	431,868	774,585	21
2	483,485	549,351	18
3	346,787	2169,5	26
4	299,107	4557,75	39
5	281,926	6065,49	44
6	249,612	10921,42	49
7	337,422	2546,03	32,5
8	259,534	9046,82	49
9	305,891	4089,74	39
10	340,27	2444,72	31
11	381,321	1410,11	24
12	285,066	5749,46	43,5
13	274,104	6948,63	45,5
14	315,785	3506,78	34
15	306,454	4053,57	37
16	228,187	16848,65	75
17	289,419	5343,57	43
18	315,565	3518,8	35
19	259,173	9107,86	57
20	225,671	17775,72	76



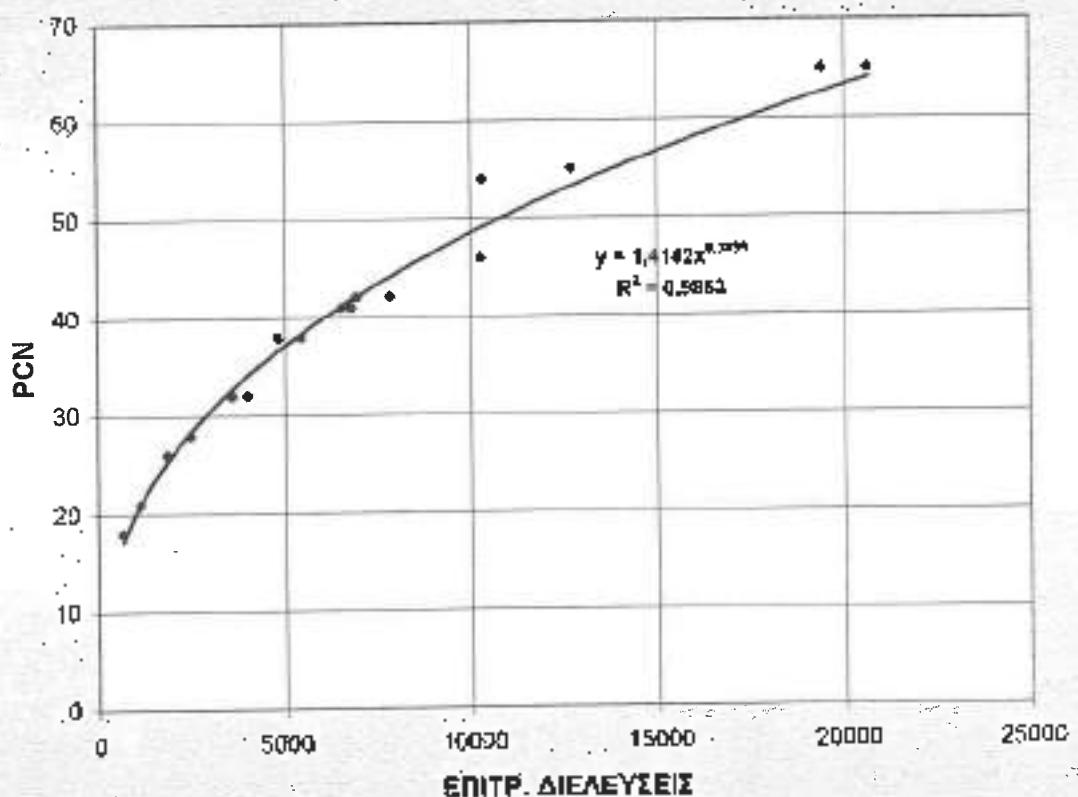
ΠΡΟΤΥΠΟ 3α

MD-83

CBR=10%

Διατομές	Παρ/ση	N	PCN
1	399,741	1122,73	21
2	446,2	660,072	16
3	339,059	2487,189	28
4	288,391	5436,22	38
5	274,506	6899,61	42
6	242,007	12682,23	55
7	314,166	3594,95	32
8	252,778	10276,26	46
9	277,770	6515,97	41
10	314,471	3578,13	32
11	360,821	1846,52	26
12	274,316	6922,73	42
13	267,458	7823,42	42
14	306,868	4040,05	32
15	268,407	5434,76	38
16	221,805	19407,68	65
17	275,432	6788,27	41
18	295,571	4827,27	38
19	252,551	10320,96	54
20	218,775	20650,93	65

ΠΡΟΤ.3α (MD-83) (CBR=10%)

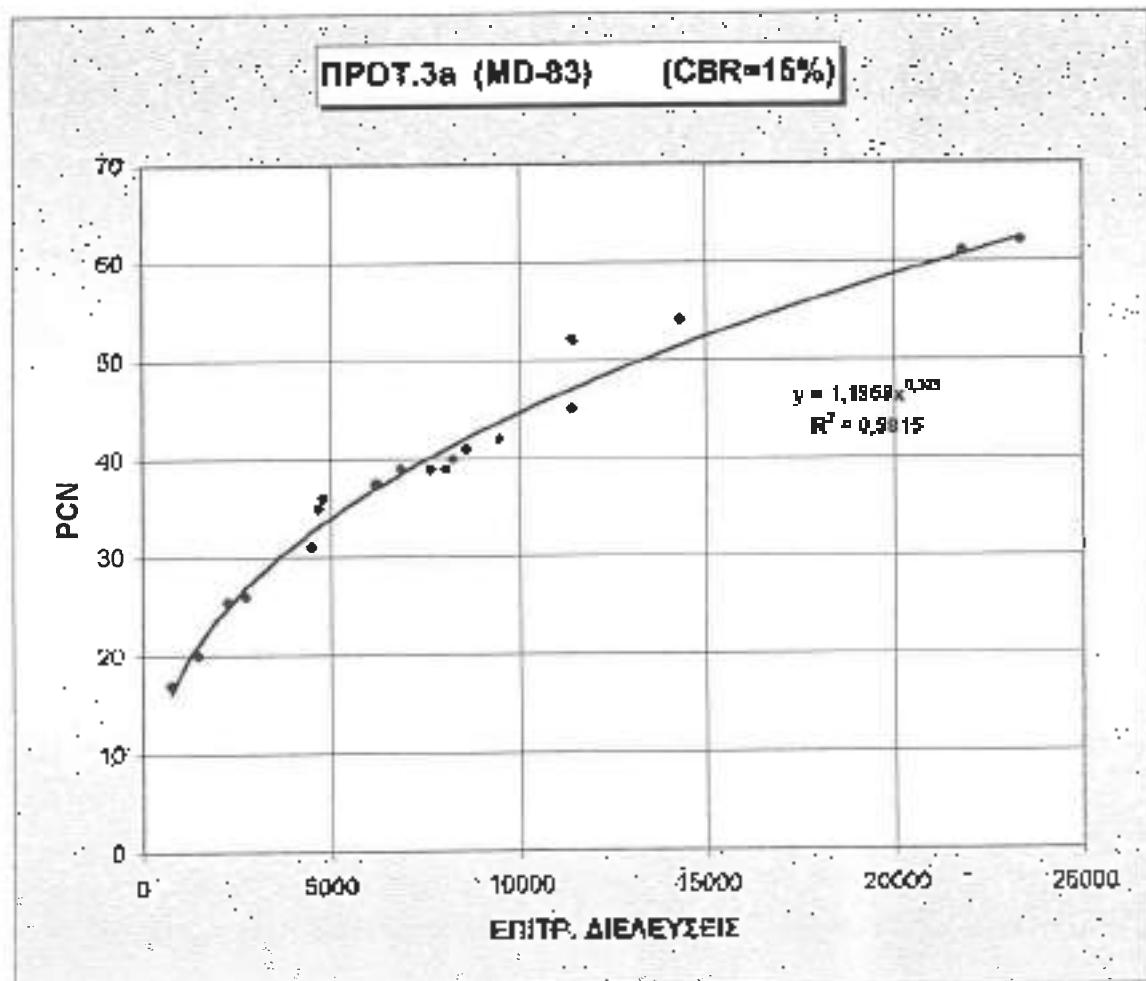


ΠΡΟΤΥΠΟ 3α

MD-83

CBR=15%

Διατομές	Παρ/άη	N	PCN
1	378,487	1499,75	20
2	433,17	761,88	17
3	331,48	2774,21	26
4	280,111	6257,72	37,5
5	268,549	7671,07	39
6	295,953	14333,37	54
7	297,001	4716,01	35
8	247,249	11434,98	45
9	258,977	9490,07	42
10	295,455	4836,43	36
11	345,175	2281,39	25,5
12	285,947	8040,51	39
13	262,188	8612,91	41
14	299,463	4531,63	31
15	274,874	6855,1	39
16	216,33	21803,18	61
17	264,69	8226,66	40
18	260,669	6197,85	37,5
19	247,276	11428,95	52
20	213,297	23342,27	62

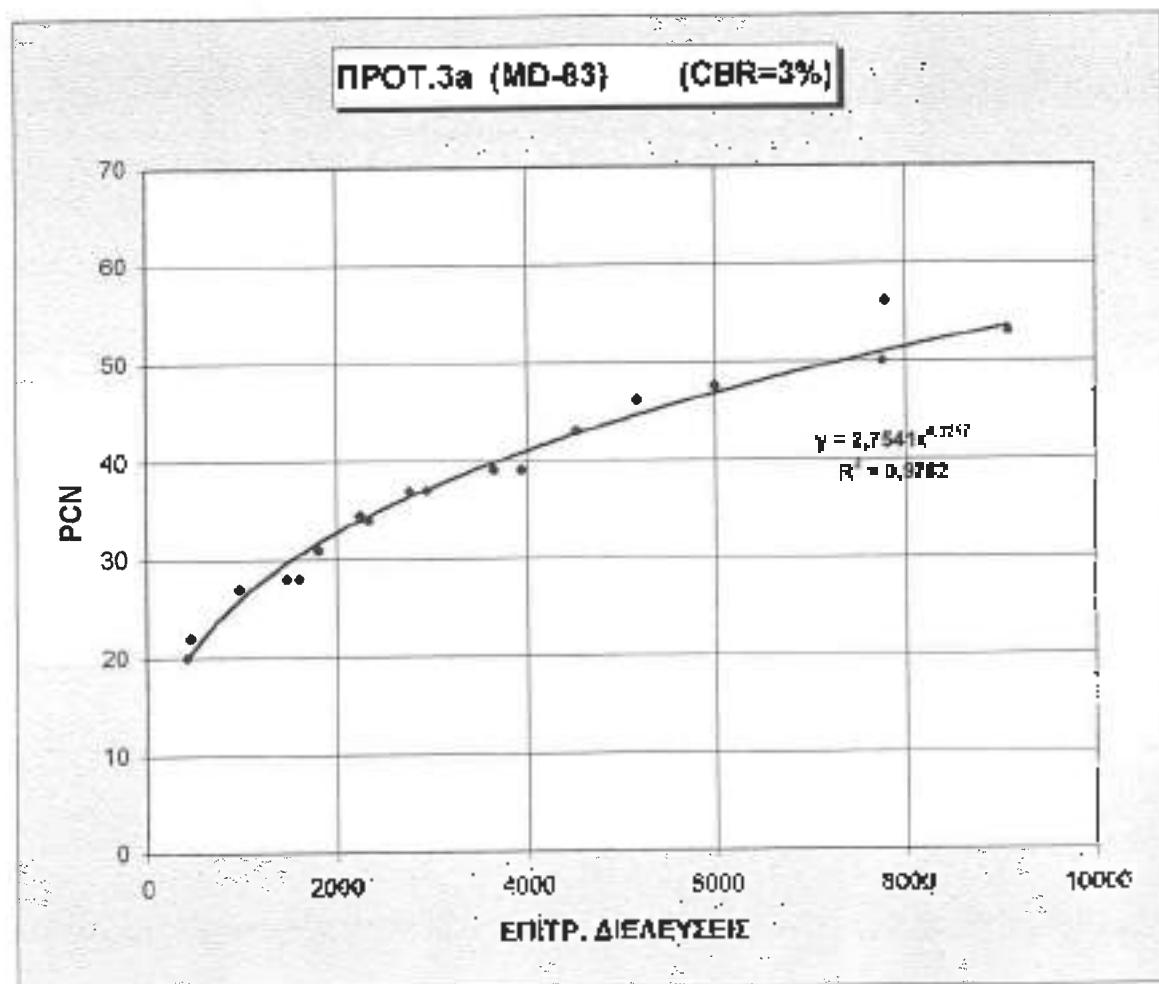


ΠΡΟΤΥΠΟ 3α

MD-83

CBR=3%

Διατομές	Παρ/ση	N	PCN
1	477,529	475,577	22
2	486,745	433,626	20
3	361,474	1825,57	31
4	313,169	3850,57	39
5	291,273	5181,24	46
6	259,31	9084,84	53
7	370,365	1623,37	28
8	267,873	7765,04	50
9	346,035	2254,13	34,5
10	376,959	1490,7	28
11	410,134	991,8	27
12	299,425	4534,41	43
13	282,586	5997,35	47,5
14	327,475	2942	37
15	331,516	2772,75	37
17	306,149	3946,98	39
18	343,517	2335,08	34
19	267,589	7804,94	58

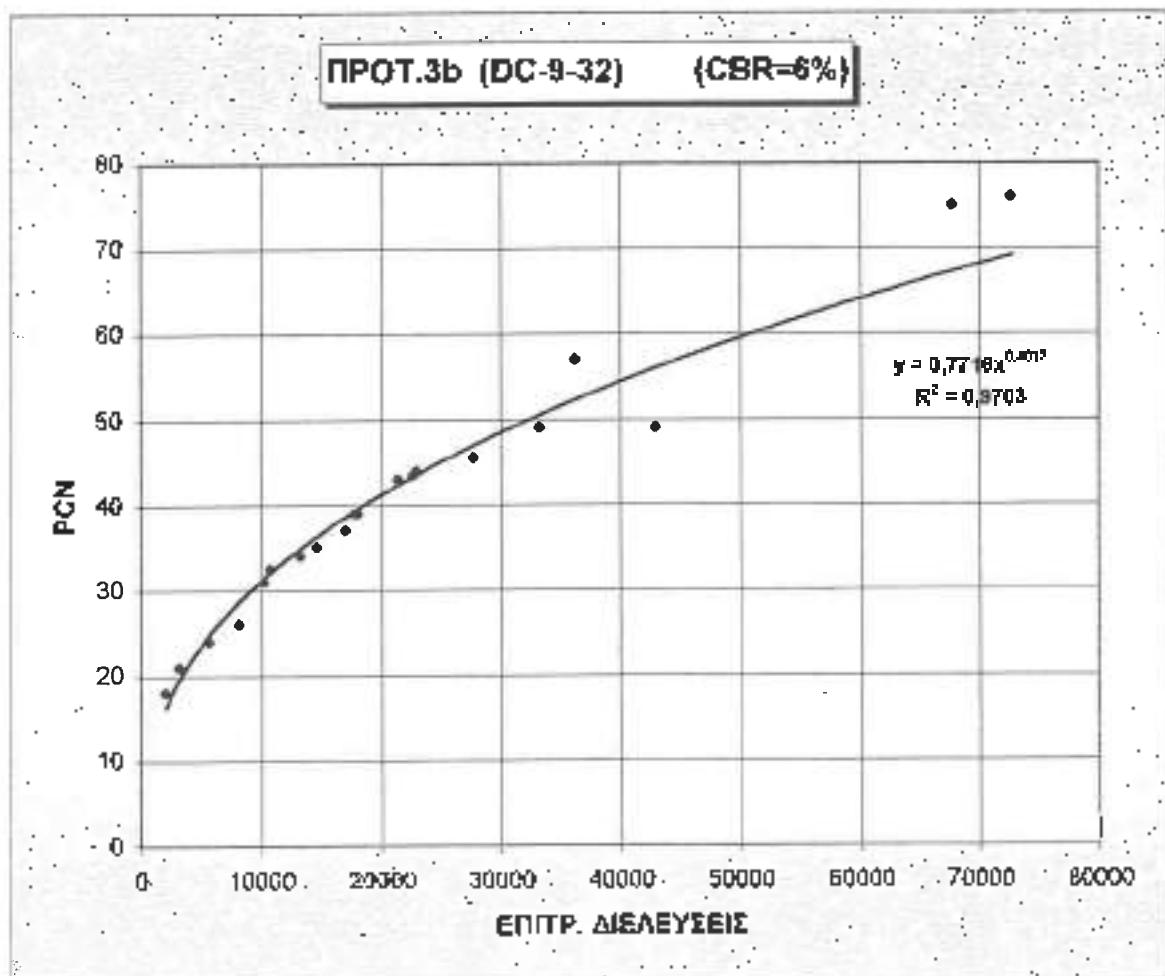


ΠΡΟΤΥΠΟ 3b

DC-9-32

CBR=6%

Διατομές	Παρ/άη	N	PCN
1	322,59	3163,56	21
2	355,108	1969,19	18
3	264,633	8235,22	26
4	225,858	17704,73	39
5	214,076	22934,78	44
6	187,952	43007,84	49
7	250,313	10774,45	32,5
8	198,221	33261,24	49
9	224,843	18094,19	38
10	252,782	10275,47	31
11	285,904	5668,5	24
12	214,614	22658,36	43,5
13	205,729	27793,15	45,5
14	239,921	13223,87	34
15	227,53	17084,99	37
16	171,065	87774,59	75
17	217,179	21394,47	43
18	234,625	14669,07	35
19	194,698	36271,3	57
20	168,599	72699,59	76

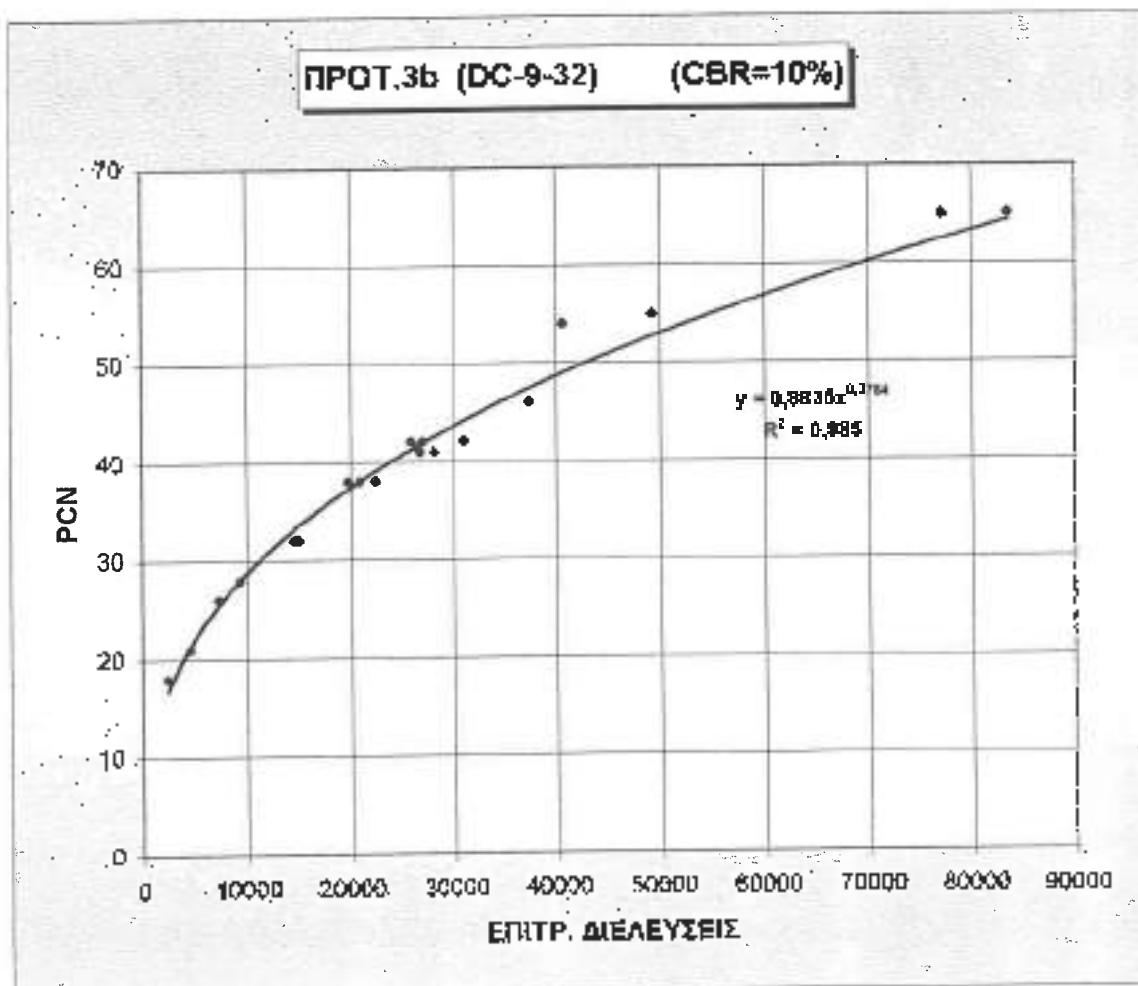


ПРОТУПО 3б

DC-9-32

CBR=10%

Διατομές	Παρ/δη	N	PCN
1	300,27	4473,098	21
2	342,637	2364,2	18
3	257,785	9350,73	28
4	218,402	20821,87	38
5	208,845	25846,3	42
6	182,7	49318,48	55
7	234,151	14874,19	32
8	193,435	37429,81	46
9	205,237	28116,51	41
10	234,813	14672,69	32
11	271,475	7279,8	28
12	207,083	26938,74	42
13	201,126	31002,21	42
14	233,479	15082,15	32
15	215,014	22455,44	38
16	166,512	77208,49	85
17	207,474	26681,91	41
18	220,926	19697,54	38
19	190,113	40696,1	54
20	183,833	83501,71	65

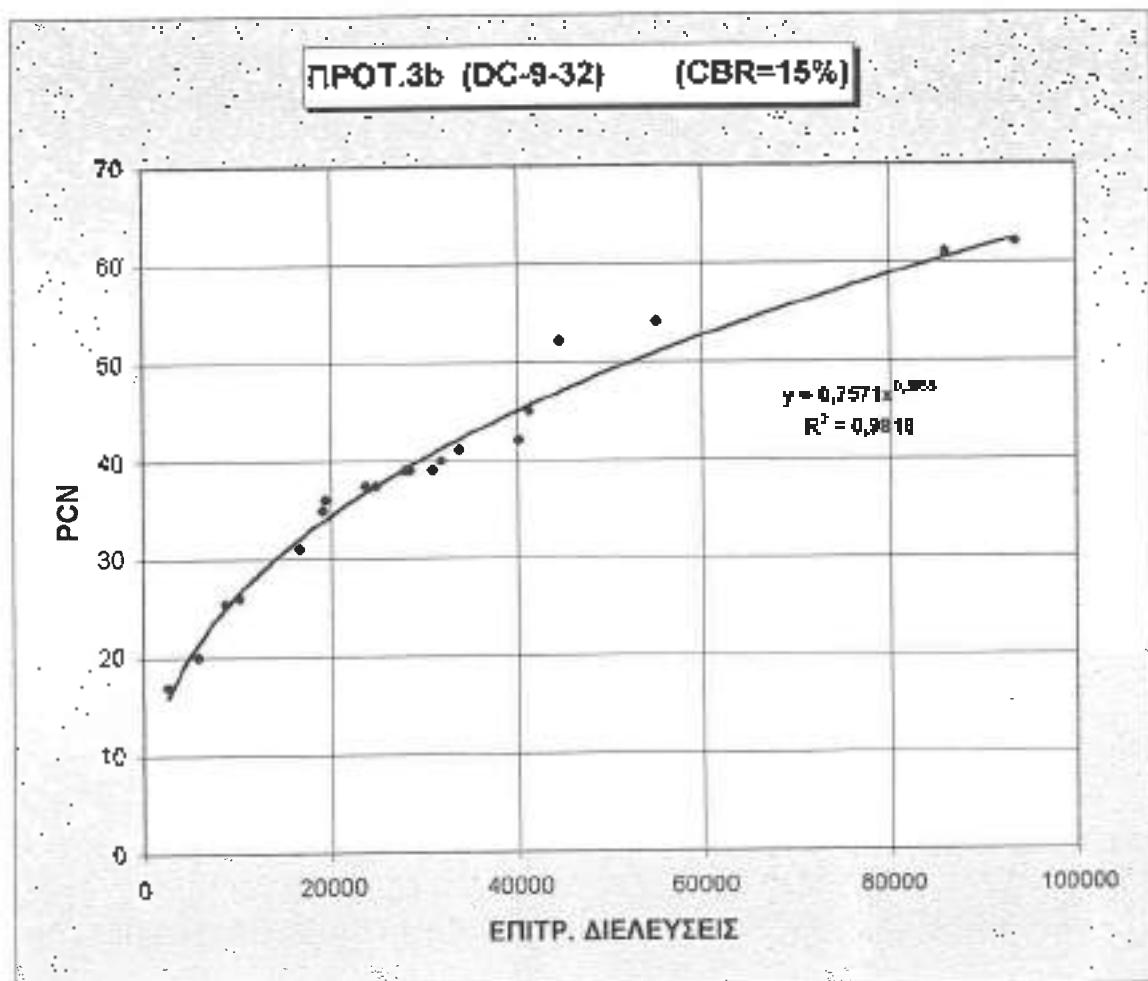


ΠΡΟΤΥΠΟ 3b

DC-9-32

CBR=15%

Διατομές	Παρ/απ	N	PCN
1	283,927	5861,75	20
2	333,212	2705,24	17
3	252,38	10354,78	26
4	212,544	23744,5	37,5
5	204,617	28530,48	38
6	178,485	55205,28	54
7	222,169	19170,82	35
8	189,48	41347,48	45
9	190,651	40145,18	42
10	221,505	19450,05	38
11	260,082	8855,97	25,5
12	201,151	30985,09	39
13	197,467	33879,3	41
14	228,358	16788,5	31
15	205,589	27884,71	39
16	182,85	85965,02	81
17	199,969	31879,98	40
18	210,522	24866,71	37,5
19	188,448	44709,94	52
20	160,037	93514,66	62

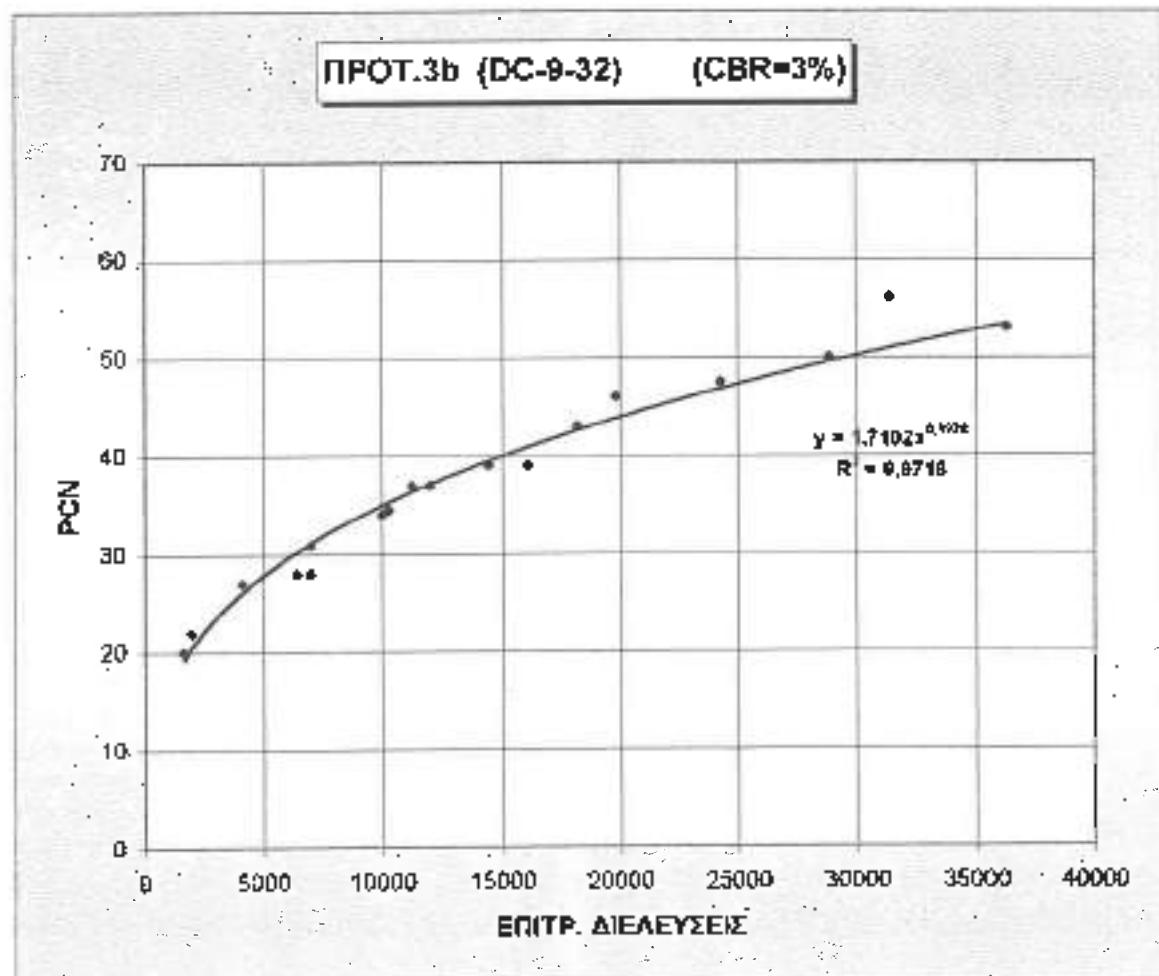


ΠΡΟΤΥΠΟ 3b

DC-9-32

CBR=3%

Διατομης	Παρ/ση	N	PCN
1	354,442	2007,32	22
2	371,619	1597,08	20
3	273,486	7027,3	31
4	235,569	14446,6	39
5	220,618	19831,61	46
6	194,658	36307,32	53
7	273,093	7073,79	28
8	204,076	28897,72	50
9	252,645	10302,42	34,5
10	278,265	6460,84	28
11	305,868	4091,23	27
12	224,541	18212,06	43
13	211,585	24268,95	47,5
14	248,112	11244,11	37
15	244,827	11991,93	37
17	230,136	16170,41	39
18	254,153	10010,44	34
19	200,511	31465,8	56



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ
ΚΑΙ
ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ (PCN – APCI)**

$A/A_{\text{άρχος}} = 1$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=4500 \text{ MPa}$ $h_1=20 \text{ cm}$	20	21	21	22
$E_2=400 \text{ Mpa}$ $h_2=30 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{άρχος}} = 2$ Κατηγορία A

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5000 \text{ MPa}$ $h_1=14 \text{ cm}$	17	18	18	20
$E_2=380 \text{ Mpa}$ $h_2=40 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{άρχος}} = 3$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5200 \text{ MPa}$ $h_1=18 \text{ cm}$	26	28	26	31
$E_2=450 \text{ Mpa}$ $h_2=50 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{άρχος}} = 4$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5800 \text{ MPa}$ $h_1=18 \text{ cm}$	37.5	38	39	39
$E_2=550 \text{ Mpa}$ $h_2=45 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{sofis}} = 5$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6000 \text{ MPa}$				
$h_1=18 \text{ cm}$	39	42	44	46
$E_2=600 \text{ MPa}$				
$h_2=48 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{sofis}} = 6$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6700 \text{ MPa}$				
$h_1=20 \text{ cm}$	54	55	49	53
$E_2=620 \text{ MPa}$				
$h_2=50 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{sofis}} = 7$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6500 \text{ MPa}$				
$h_1=21 \text{ cm}$	35	32	32,5	28
$E_2=410 \text{ MPa}$				
$h_2=35 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{sofis}} = 8$ Κατηγορία A

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=7000 \text{ MPa}$				
$h_1=16 \text{ cm}$	45	46	49	50
$E_2=710 \text{ MPa}$				
$h_2=44 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύνολος}} = 9$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1 = 7200 \text{ MPa}$ $h_1 = 23 \text{ cm}$	42	41	39	34,5
$E_2 = 510 \text{ MPa}$ $h_2 = 25 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύνολος}} = 10$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1 = 7800 \text{ MPa}$ $h_1 = 19 \text{ cm}$	36	32	31	28
$E_2 = 420 \text{ MPa}$ $h_2 = 32 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύνολος}} = 11$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1 = 4800 \text{ MPa}$ $h_1 = 20 \text{ cm}$	25,5	26	24	27
$E_2 = 420 \text{ MPa}$ $h_2 = 38 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύνολος}} = 12$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1 = 4000 \text{ MPa}$ $h_1 = 21 \text{ cm}$	39	42	43,5	43
$E_2 = 620 \text{ MPa}$ $h_2 = 42 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 13$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5500 \text{ MPa}$				
$h_1=22 \text{ cm}$	41	42	45,5	47,5
$E_2=500 \text{ MPa}$				
$h_2=59 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 14$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5700 \text{ MPa}$				
$h_1=17,5 \text{ cm}$	31	32	34	37
$E_2=530 \text{ MPa}$				
$h_2=47 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 15$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6200 \text{ MPa}$				
$h_1=22 \text{ cm}$	39	38	37	37
$E_2=460 \text{ MPa}$				
$h_2=39 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 16$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=7500 \text{ MPa}$				
$h_1=21 \text{ cm}$	61	65	75	90
$E_2=610 \text{ MPa}$				
$h_2=55 \text{ cm}$				

$A/A_{οδηγος} = 17$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=8000 \text{ MPa}$ $h_1=18 \text{ cm}$				
$E_2=520 \text{ Mpa}$ $h_2=42 \text{ cm}$	40	41	43	39

$A/A_{οδηγος} = 18$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=8200 \text{ MPa}$ $h_1=19 \text{ cm}$				
$E_2=420 \text{ Mpa}$ $h_2=38 \text{ cm}$	37,5	38	35	34

$A/A_{οδηγος} = 19$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=7300 \text{ MPa}$ $h_1=20 \text{ cm}$				
$E_2=500 \text{ Mpa}$ $h_2=60 \text{ cm}$	52	54	57	56

$A/A_{οδηγος} = 20$ Κατηγορία B

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=8500 \text{ MPa}$ $h_1=21 \text{ cm}$				
$E_2=550 \text{ Mpa}$ $h_2=58 \text{ cm}$	61	65	76	91

$A/A_{\text{σύντος}} = 21$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6900 \text{ MPa}$				
$h_1=18 \text{ cm}$	68	75	85	98
$E_2=800 \text{ MPa}$				
$h_2=67 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύντος}} = 22$ Κατηγορία B

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=8300 \text{ MPa}$				
$h_1=24 \text{ cm}$	73	80	87	99
$E_2=700 \text{ MPa}$				
$h_2=59 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύντος}} = 23$ Κατηγορία A

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=9000 \text{ MPa}$				
$h_1=15 \text{ cm}$	65	72	81	98
$E_2=800 \text{ MPa}$				
$h_2=50 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σύντος}} = 24$ Κατηγορία A

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=8700 \text{ MPa}$				
$h_1=17 \text{ cm}$	60	65	79	105
$E_2=650 \text{ MPa}$				
$h_2=65 \text{ cm}$				

A/A_{συντριβής} = 25 Κατηγορία A

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
E ₁ =8600 MPa h ₁ =13 cm	61	65	78	104
E ₂ =800 MPa h ₂ =45 cm				

A/A_{συντριβής} = 26 Κατηγορία A

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
E ₁ =8600 MPa h ₁ =18 cm	69	75	82	99
E ₂ =750 MPa h ₂ =60 cm				

A/A_{συντριβής} = 27 Κατηγορία A

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
E ₁ =7000 MPa h ₁ =17 cm	58	62	75	101
E ₂ =700 MPa h ₂ =60 cm				

A/A_{συντριβής} = 28 Κατηγορία A

PCN				
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
E ₁ =5000 MPa h ₁ =18 cm	53	57	67	92
E ₂ =800 MPa h ₂ =50 cm				

A/A_{σθησ} =29 Κατηγορία A

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
E ₁ =5000 MPa h ₁ =20 cm	64	70	80,5	97
E ₂ =800 MPa h ₂ =80 cm				

A/A_{σθησ} =30 Κατηγορία A

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
E ₁ =7000 MPa h ₁ =20 cm	70	77	86	104
E ₂ =800 MPa h ₂ =60 cm				

A/A_{σθησ} =31 Κατηγορία A

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
E ₁ =6500 MPa h ₁ =20 cm	65	72	81	98
E ₂ =750 MPa h ₂ =60 cm				

A/A_{σθησ} =32 Κατηγορία A

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
E ₁ =9200 MPa h ₁ =15 cm	55	58	66	88
E ₂ =700 MPa h ₂ =50 cm				

$A/A_{\text{ασης}} = 33$ Κατηγορία A

	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=8000 \text{ MPa}$ $h_1=15 \text{ cm}$	63	66	78	100
$E_2=850 \text{ MPa}$ $h_2=40 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{ασης}} = 34$ Κατηγορία A

	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6000 \text{ MPa}$ $h_1=17 \text{ cm}$	21	23	28	27
$E_2=450 \text{ MPa}$ $h_2=40 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{ασης}} = 35$ Κατηγορία A

	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=5800 \text{ MPa}$ $h_1=16 \text{ cm}$	24	26	28	30
$E_2=400 \text{ MPa}$ $h_2=60 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{ασης}} = 36$ Κατηγορία A

	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6500 \text{ MPa}$ $h_1=16 \text{ cm}$	35	32	36	38
$E_2=550 \text{ MPa}$ $h_2=50 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 37$ Κατηγορία A

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6300 \text{ MPa}$ $h_1=19 \text{ cm}$	60	65	77	100
$E_2=760 \text{ MPa}$ $h_2=50 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 38$ Κατηγορία A

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6600 \text{ MPa}$ $h_1=17 \text{ cm}$	38	39	40	39
$E_2=600 \text{ MPa}$ $h_2=40 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 39$ Κατηγορία A

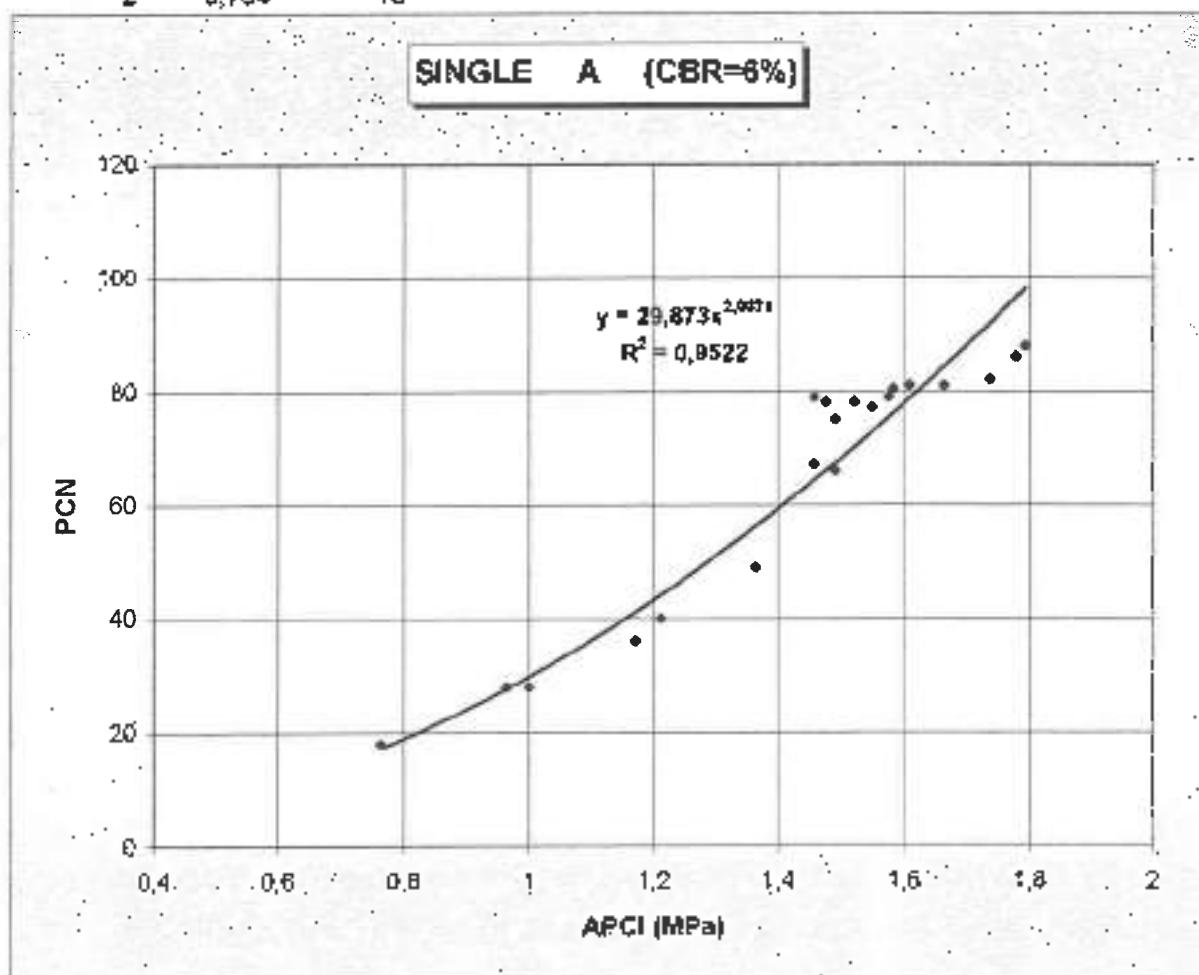
	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=6900 \text{ MPa}$ $h_1=14 \text{ cm}$	60	65	79	106
$E_2=800 \text{ MPa}$ $h_2=50 \text{ cm}$				

$A/A_{\text{σταθμ}} = 40$ Κατηγορία A

	PCN			
	CBR=15%	CBR=10%	CBR=6%	CBR=3%
$E_1=7200 \text{ MPa}$ $h_1=19 \text{ cm}$	72	78	88	105
$E_2=850 \text{ MPa}$ $h_2=57 \text{ cm}$				

SINGLE lobac
 A $\epsilon = 254$ micro
 CBR=6%

DIATOMH	APCI	PCN
23	1,60999	81
24	1,57599	79
25	1,47799	76
26	1,7399	82
27	1,49199	75
28	1,45799	67
29	1,58399	80,5
30	1,78199	86
31	1,66599	81
32	1,48999	66
33	1,52199	78
34	0,90979	28
35	0,964	28
36	1,172	36
37	1,5499	77
38	1,212	40
39	1,45799	79
40	1,79399	88
8	1,366	49
2	0,764	18

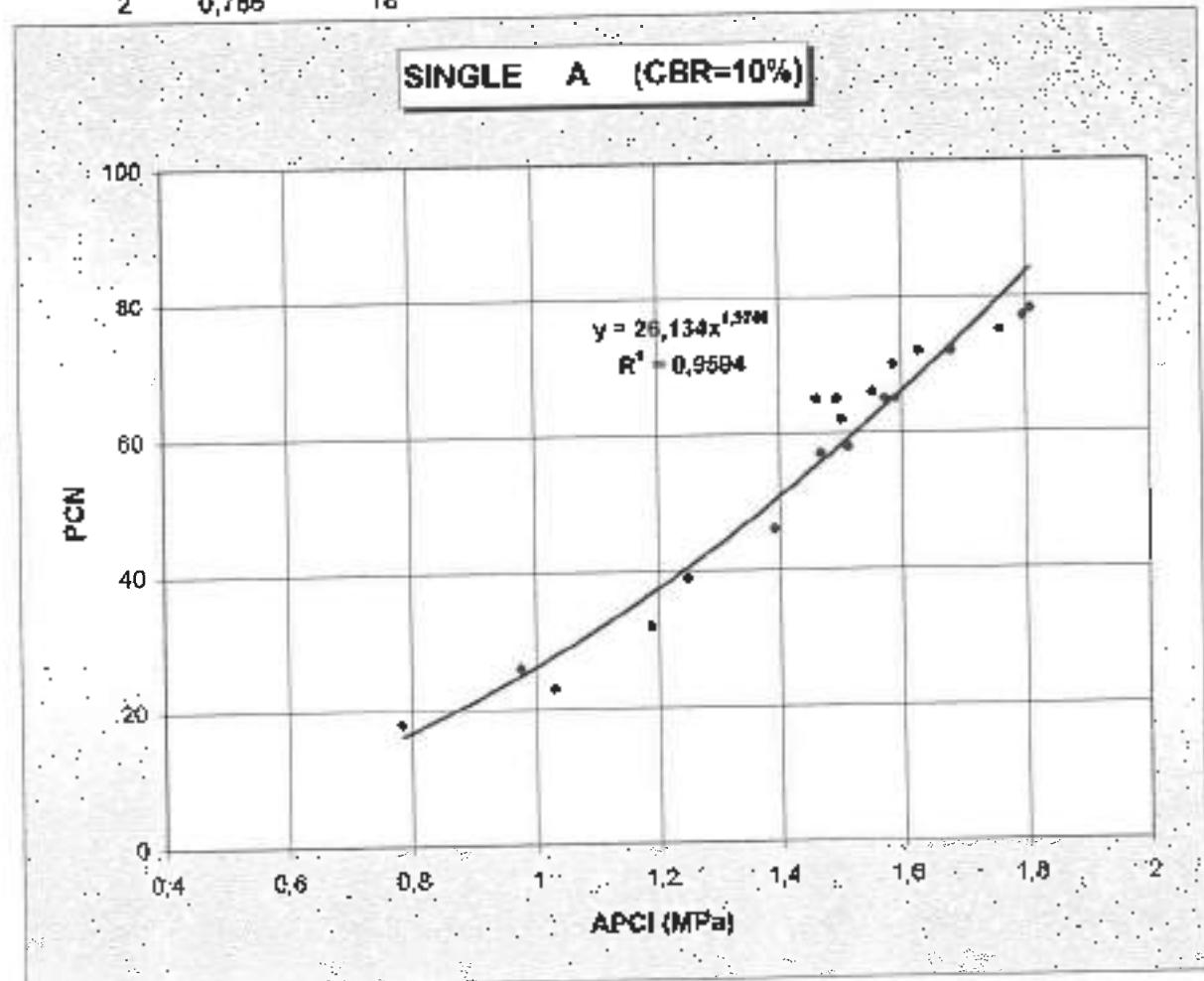


SINGLE Iobac

A $\epsilon = 264 \text{ micro}$
CBR=10%

DIATOMH	APCI	PCN
23	1,62799	72
24	1,5899	85
25	1,49399	65
26	1,75799	75
27	1,50199	82
28	1,4679	57
29	1,5879	70
30	1,79599	77
31	1,6799	72
32	1,51199	58
33	1,5539	66
34	1,032	23
35	0,978	26
36	1,19	32
37	1,57199	65
38	1,25	39
39	1,46199	65
40	1,80799	78
8	1,38199	46
2	0,788	18

SINGLE A (CBR=10%)

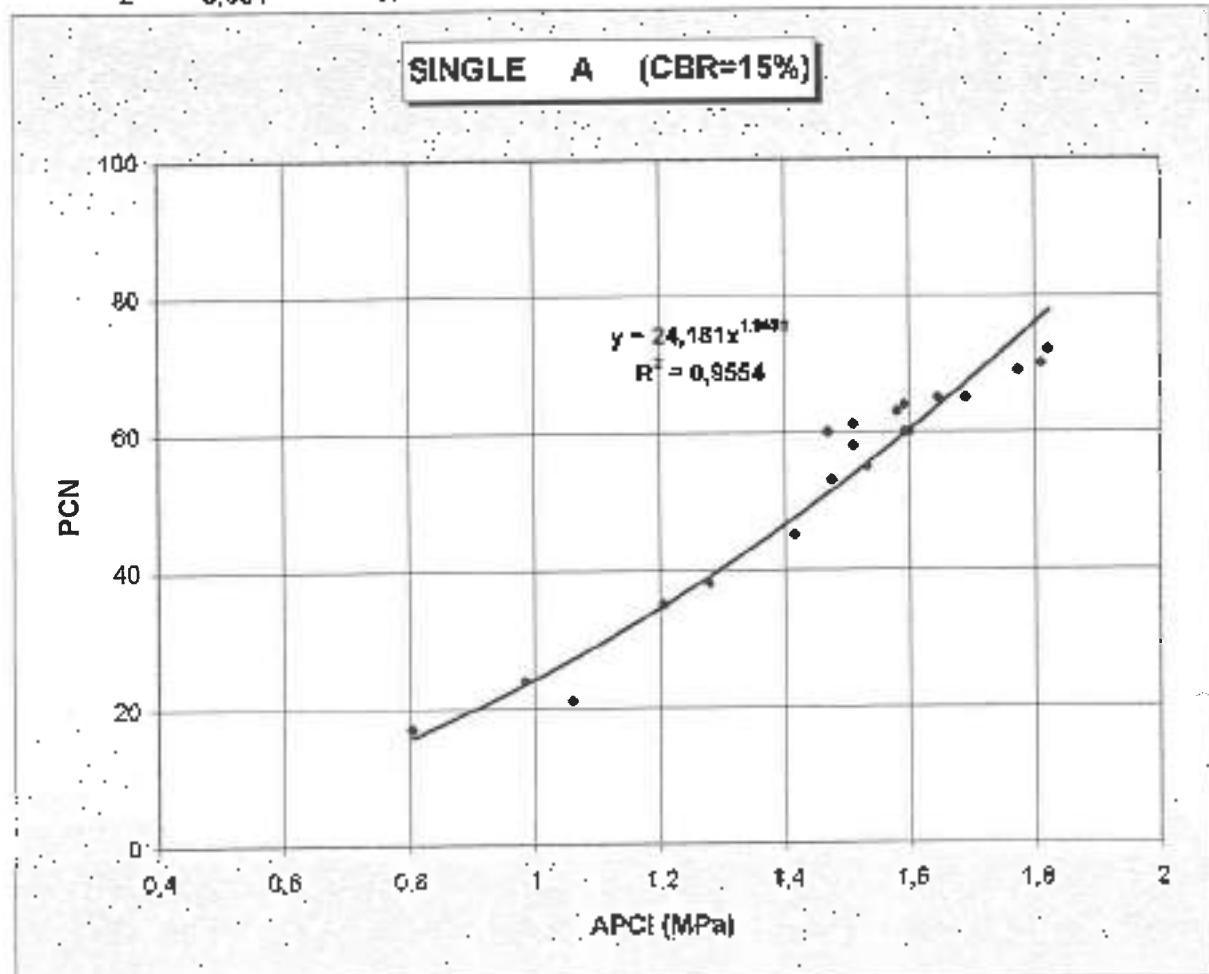


SINGLE Ilobac

A $\varepsilon = 254 \text{ micro}$
 $\text{CBR} = 15\%$

DIATOMH	APCI	PCN
23	1,64599	65
24	1,5999	60
25	1,5099	61
26	1,77399	69
27	1,5099	58
28	1,47599	53
29	1,59199	64
30	1,8099	70
31	1,69199	65
32	1,53199	55
33	1,5799	63
34	1,062	21
35	0,986	24
36	1,206	35
37	1,59199	60
38	1,28	38
39	1,46799	60
40	1,82199	72
8	1,41599	45
2	0,604	17

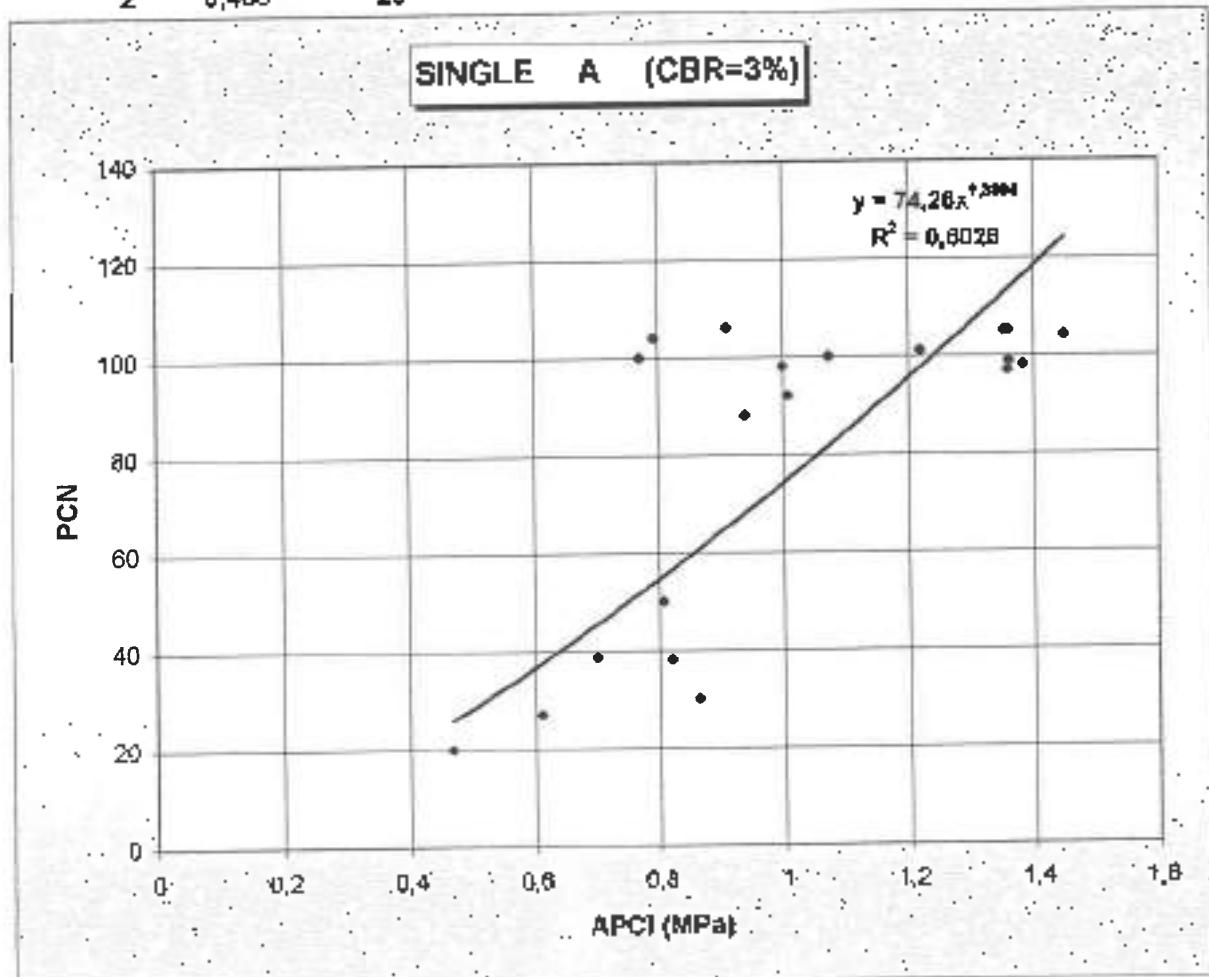
SINGLE A (CBR=15%)



SINGLE Ilobac

A $\epsilon = 254 \text{ micro}$
CBR=3%

DIATOMH	APCI	PCN
23	1	98
24	1,354	105
25	0,704	104
26	1,36	99
27	1,218	101
28	1,008	92
29	1,358	97
30	1,4499	104
31	1,384	98
32	0,84	98
33	0,772	100
34	0,612	27
35	0,866	30
36	0,822	38
37	1,072	100
38	0,702	38,5
39	0,912	106
40	1,36	105
8	0,808	50
2	0,468	20

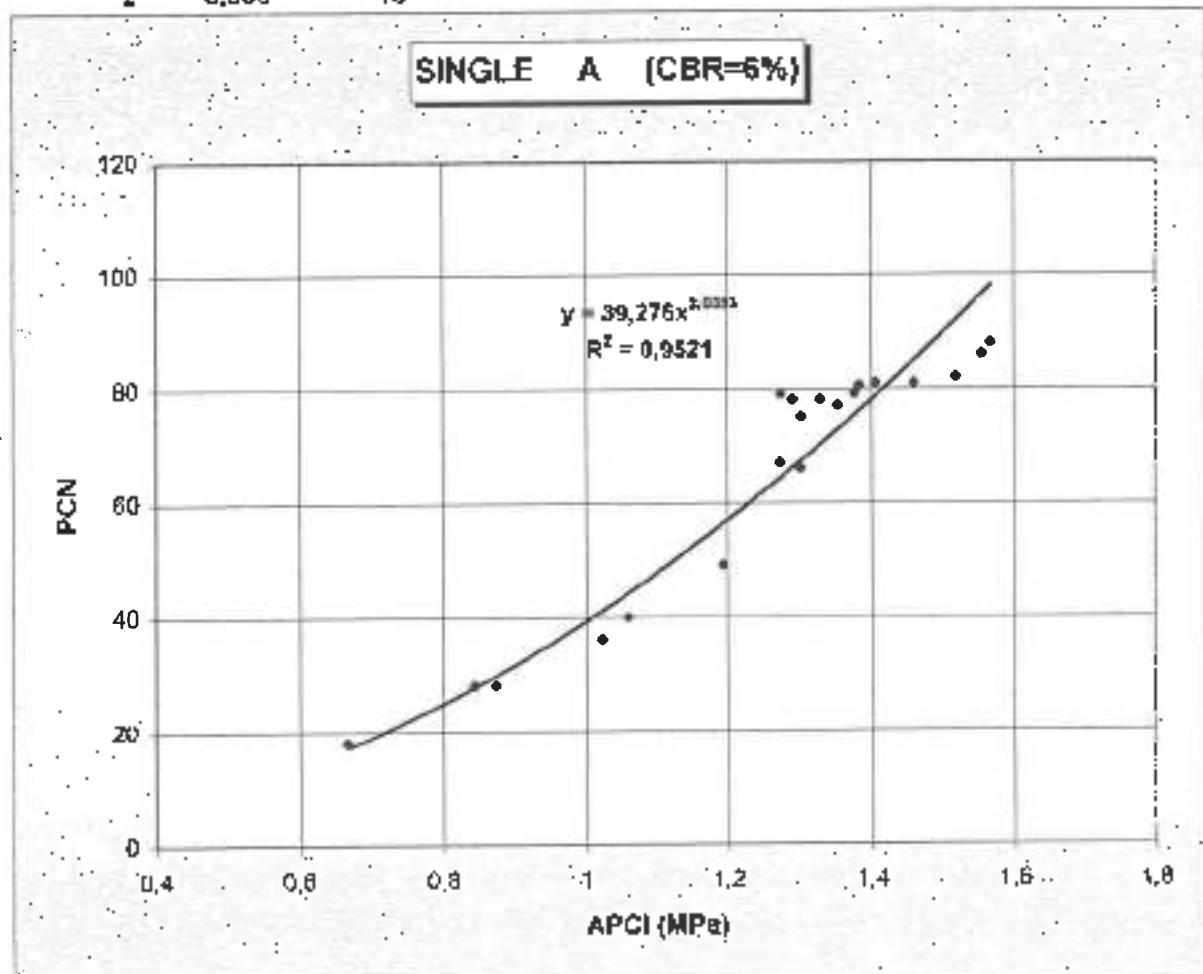


SINGLE lobac

A $\epsilon = 222 \text{ micro}$
CBR=6%

DIATOMH	APCI	PCN
23	1,40599	81
24	1,378	79
25	1,292	76
26	1,5199	82
27	1,304	75
28	1,274	67
29	1,384	60,5
30	1,55599	86
31	1,4599	81
32	1,302	66
33	1,33	78
34	0,874	28
35	0,844	28
36	1,024	36
37	1,354	77
38	1,06	40
39	1,274	79
40	1,56799	88
8	1,194	49
2	0,568	18

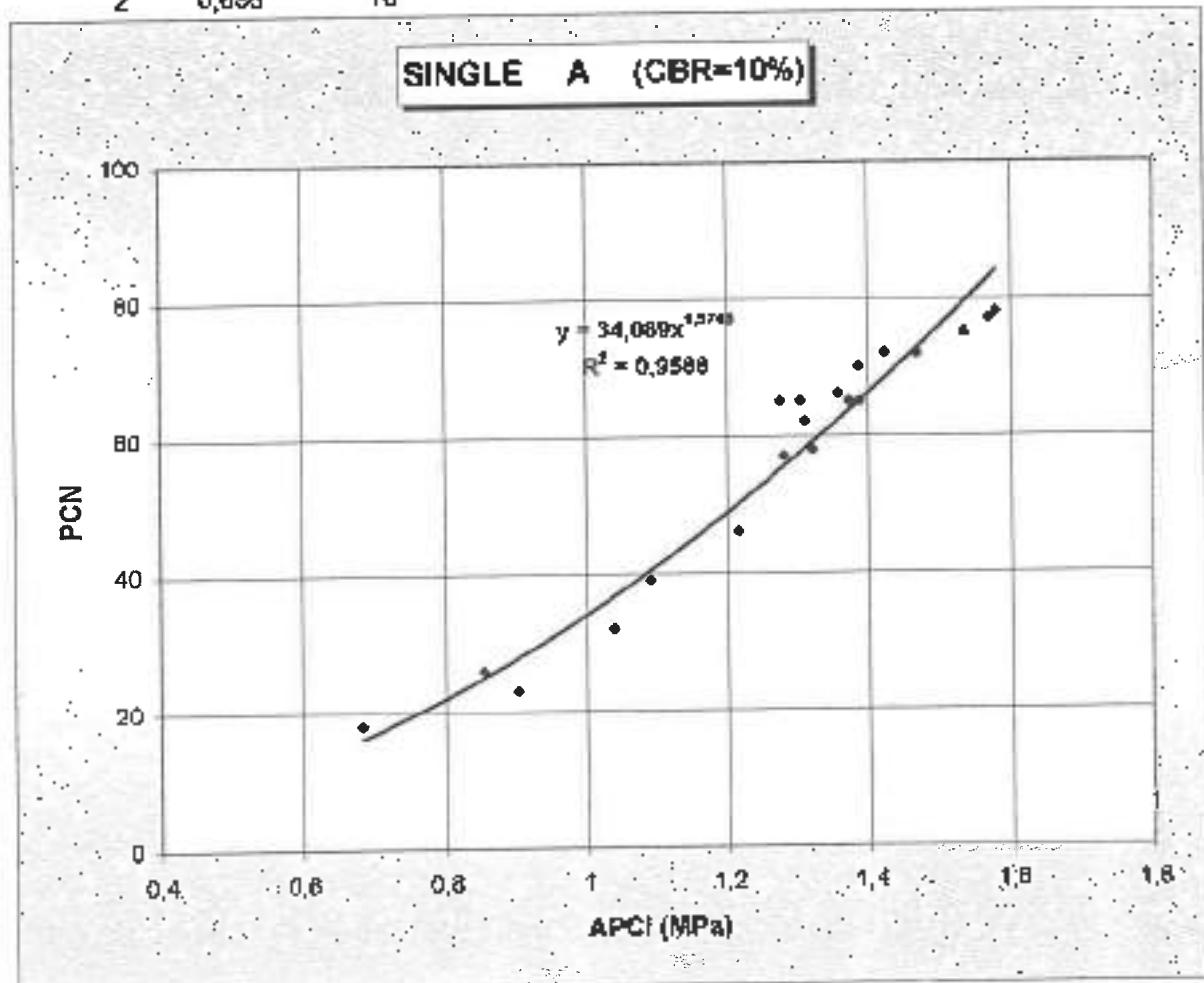
SINGLE A (CBR=6%)



SINGLE Iobac

A $\epsilon = 222 \text{ micro}$
CBR=10%

DIATOMH	APCI	PCN
23	1,42399	72
24	1,388	55
25	1,306	65
26	1,5359	75
27	1,312	62
28	1,282	57
29	1,388	70
30	1,56999	77
31	1,46799	72
32	1,322	58
33	1,358	66
34	0,904	23
35	0,854	26
36	1,04	32
37	1,374	65
38	1,092	39
39	1,278	65
40	1,57999	78
8	1,218	46
2	0,686	18

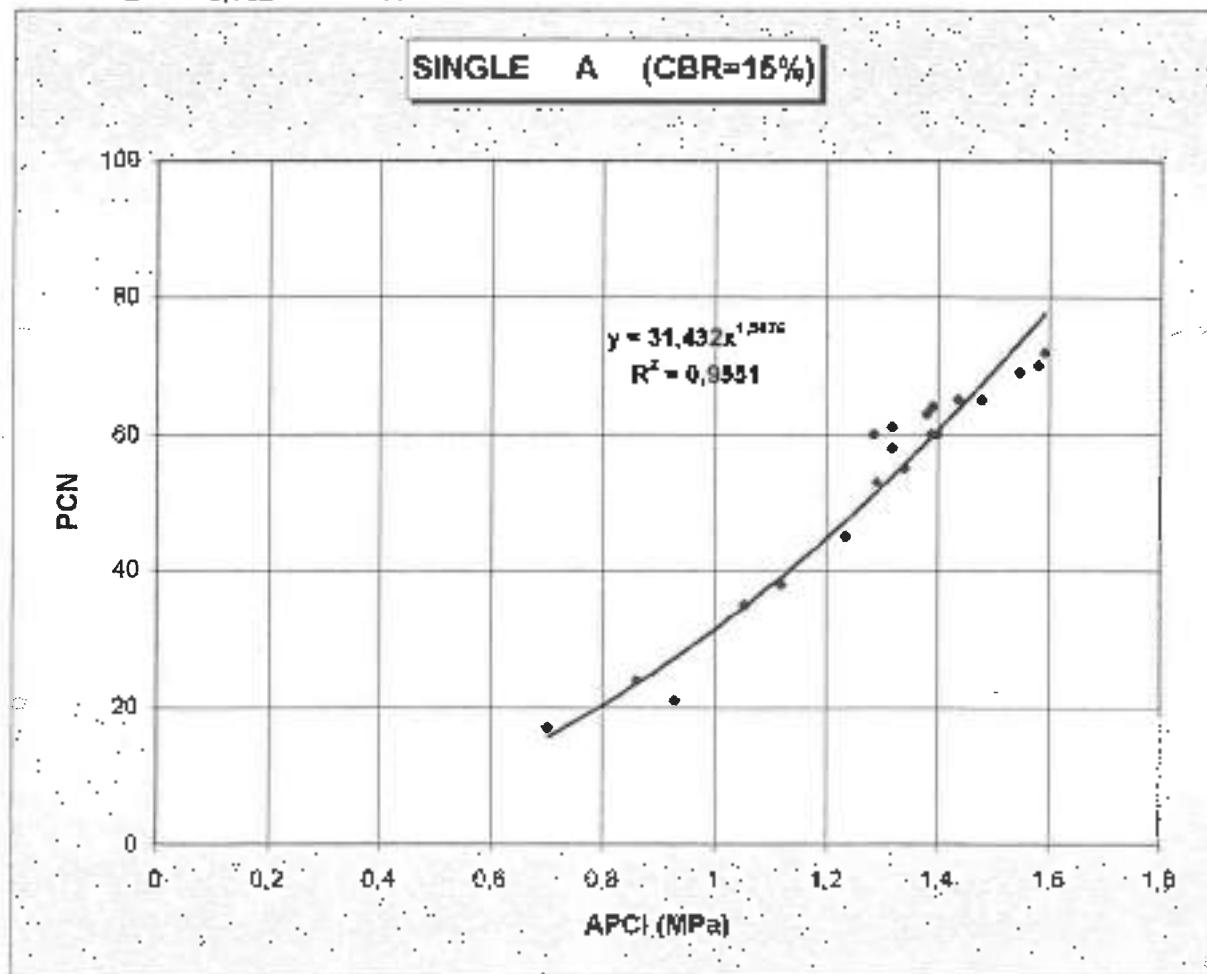


SINGLE Jobac

A $\varepsilon = 222 \text{ micro}$
CBR = 15%

DIATOMH	APCI	PCN
23	1,43799	65
24	1,3999	60
25	1,32	61
26	1,5499	69
27	1,32	58
28	1,29	53
29	1,39199	64
30	1,58199	70
31	1,47999	85
32	1,34	55
33	1,382	63
34	0,83	21
35	0,882	24
36	1,054	35
37	1,3899	60
38	1,118	38
39	1,284	60
40	1,59199	72
8	1,238	45
2	0,702	17

SINGLE A (CBR=15%)

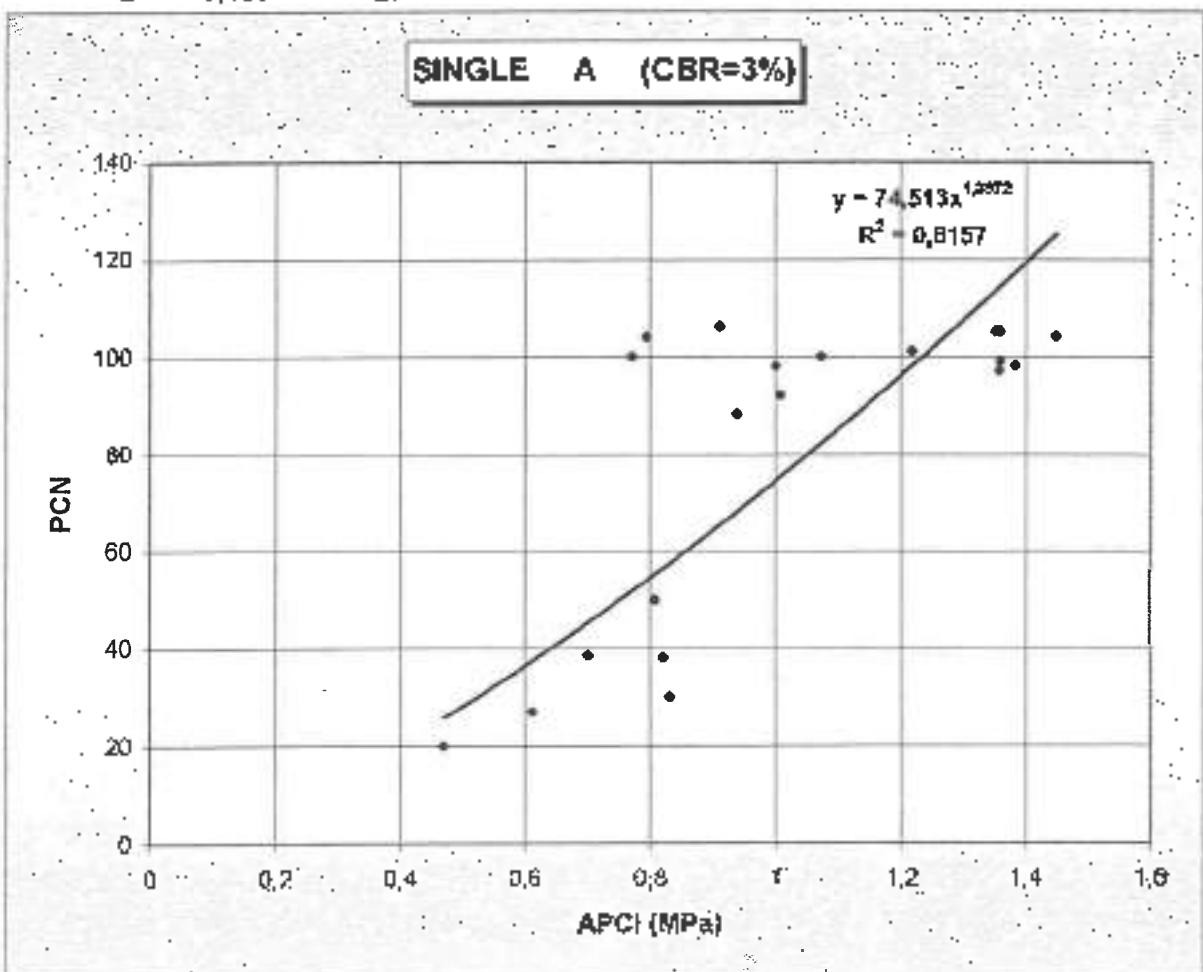


SINGLE lobac

A $\epsilon = 222 \text{ micro}$
CBR=3%

DIATOMH	APCI	PCN
23	1	98
24	1,354	105
25	0,794	104
26	1,36	99
27	1,218	101
28	1,008	92
29	1,358	97
30	1,4498	104
31	1,384	98
32	0,94	88
33	0,772	100
34	0,612	27
35	0,832	30
36	0,822	38
37	1,072	100
38	0,702	38,5
39	0,912	106
40	1,36	105
8	0,808	50
2	0,466	20

SINGLE A (CBR=3%)

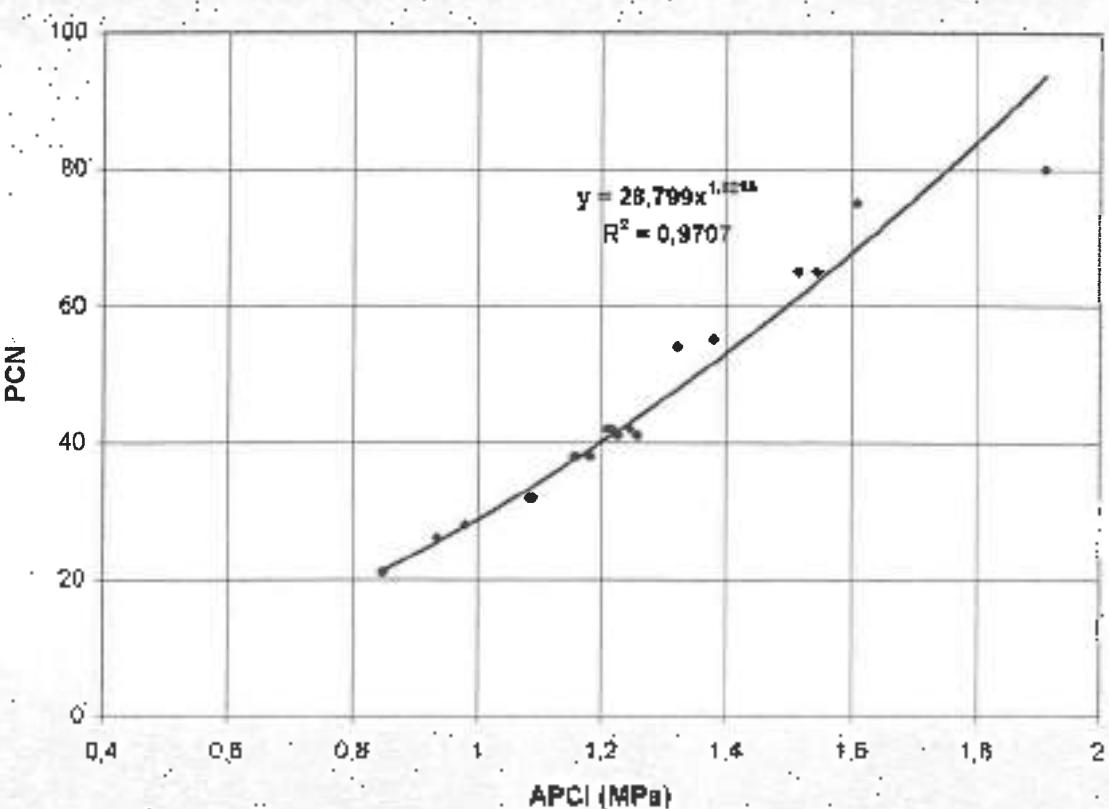


SINGLE lobac

B $\epsilon = 254$ micro
CBR=10%

ΔΙΑΤΟΜΗ	APCI	PCN
1	0,846	21
3	0,98	28
4	1,158	38
5	1,21	42
6	1,38	55
7	1,09	32
9	1,258	41
10	1,09	32
11	0,934	28
12	1,218	42
13	1,246	42
14	1,084	32
15	1,182	38
16	1,5139	65
17	1,226	41
18	1,158	38
19	1,324	54
20	1,5439	65
21	1,60799	75
22	1,91199	80

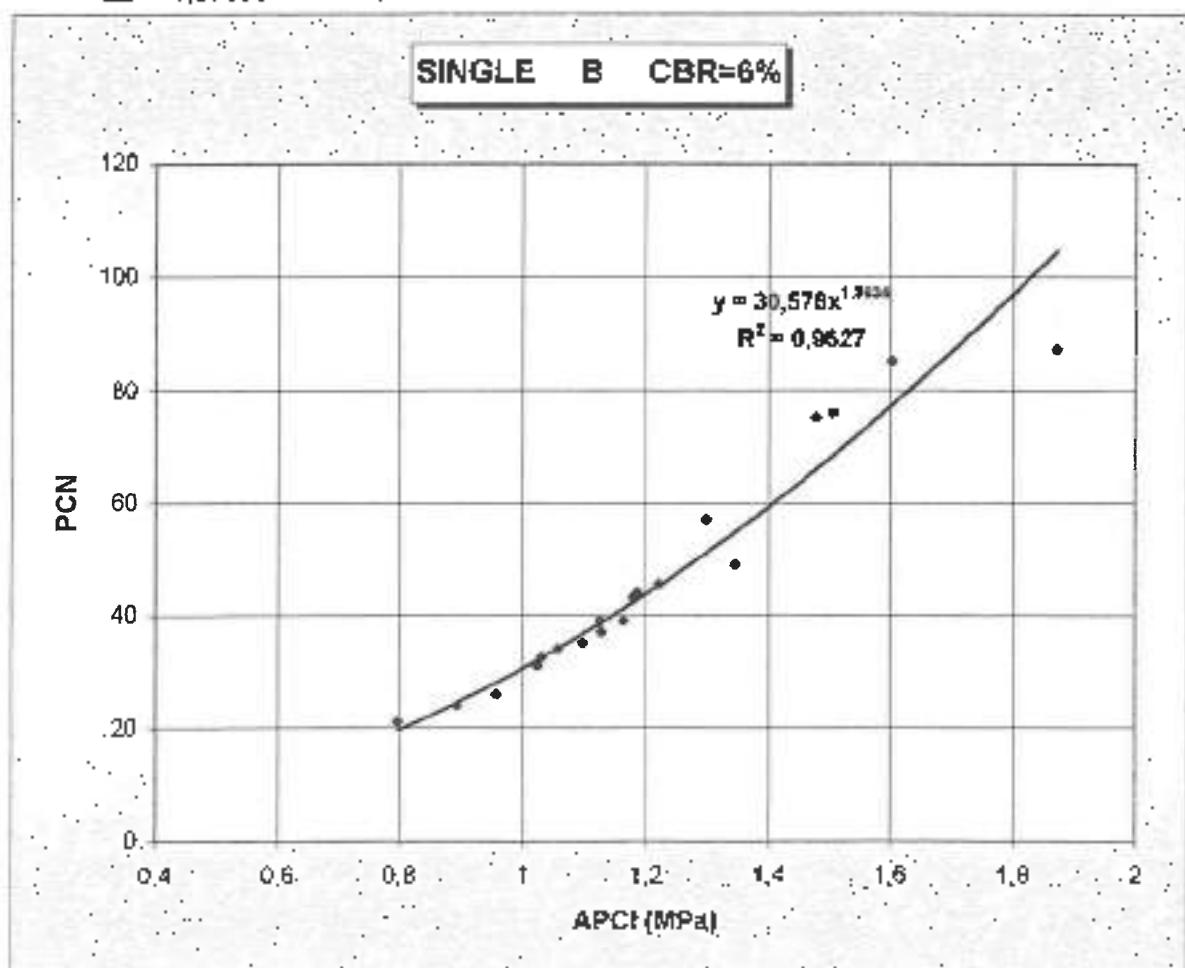
SINGLE B (CBR=10%)



SINGLE lobac

B c=254 micro
CBR=6%

DIATOMH	APCI	PCN
1	0,796	21
3	0,958	28
4	1,126	39
5	1,186	44
6	1,348	49
7	1,03	32,5
8	1,164	39
10	1,024	31
11	0,894	24
12	1,182	43,5
13	1,222	45,5
14	1,058	34
15	1,128	37
16	1,4799	75
17	1,18	43
18	1,098	35
19	1,3	57
20	1,50799	78
21	1,60398	85
22	1,87199	87

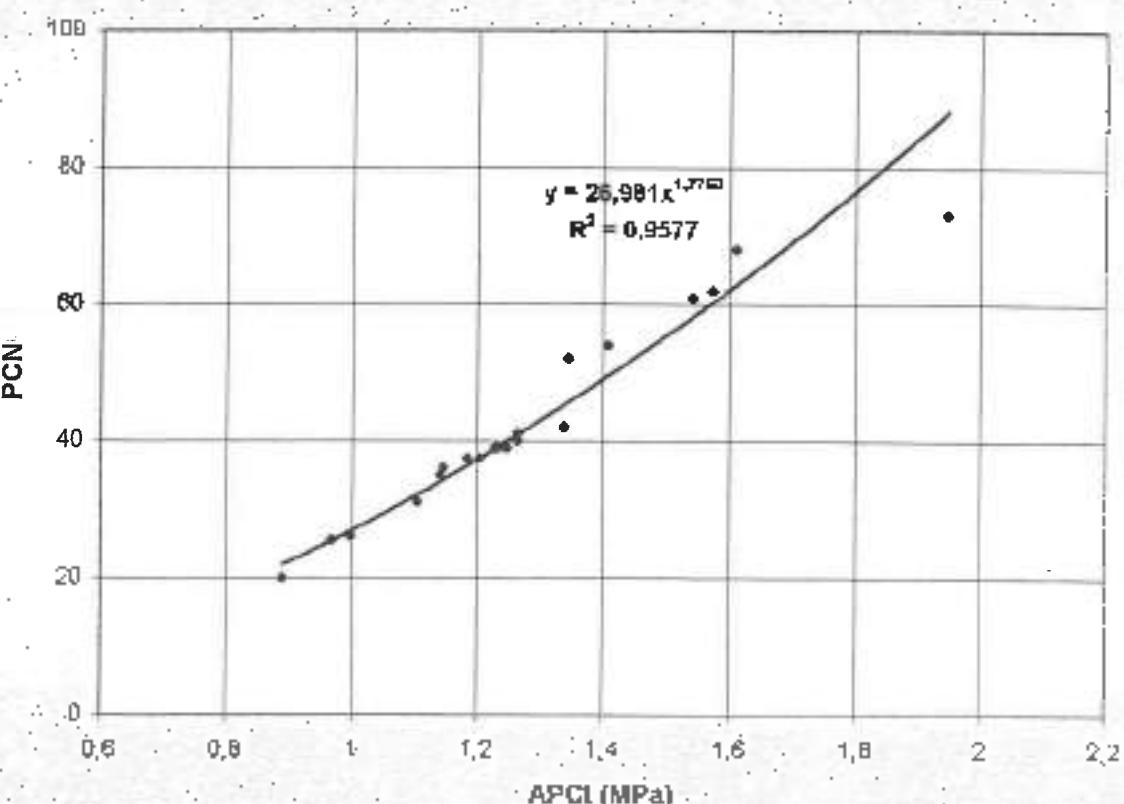


SINGLE lobac

B $\epsilon = 254$ micro
CBR=15%

DIATOMH	APCI	PCN
1	0,89	20
3	0,998	26
4	1,184	37,5
5	1,232	39
6	1,40799	54
7	1,14	35
9	1,34	42
10	1,148	38
11	0,966	25,5
12	1,248	39
13	1,264	41
14	1,104	31
15	1,228	39
16	1,54199	61
17	1,284	40
18	1,204	37,5
19	1,346	52
20	1,5739	62
21	1,60999	68
22	1,94799	73

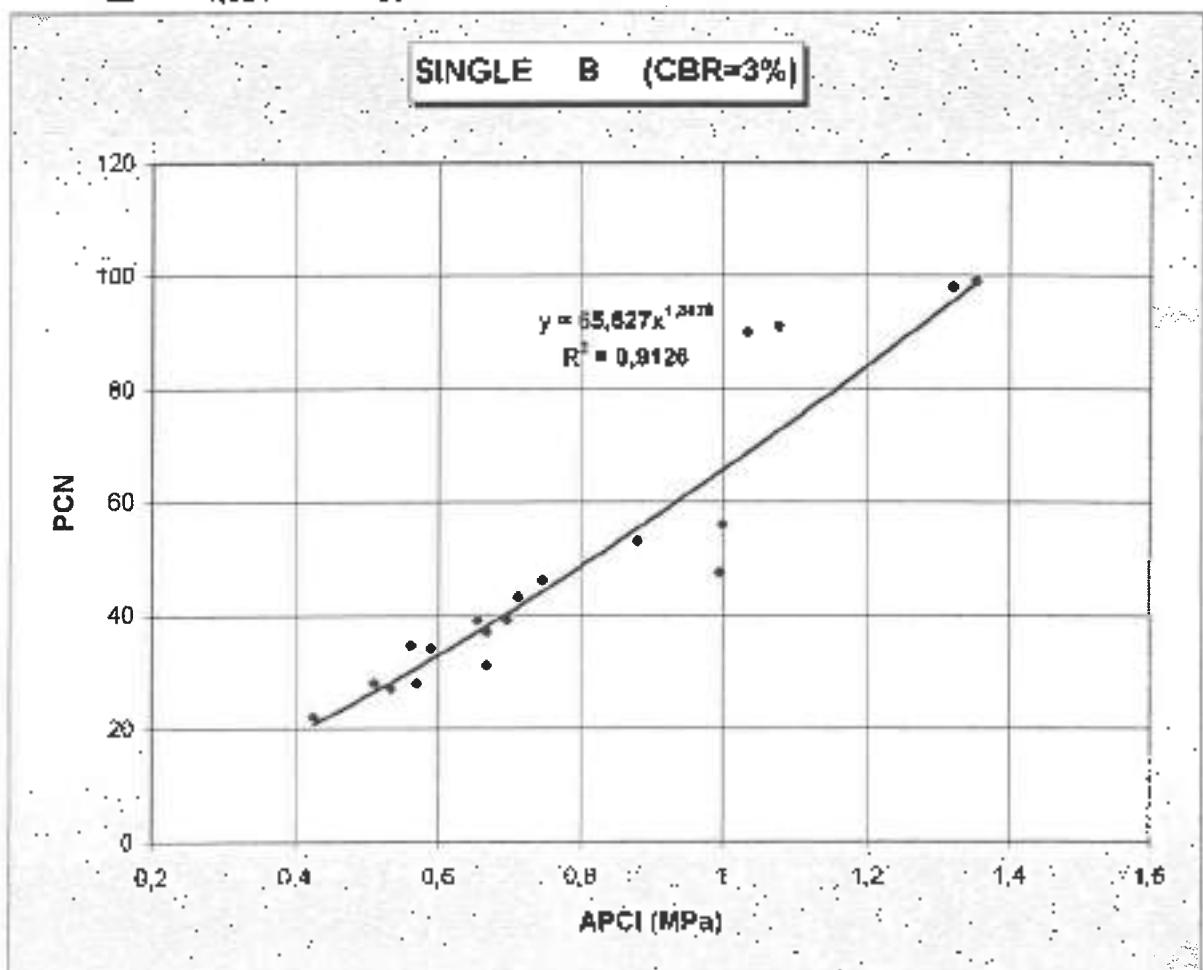
SINGLE B (CBR=15%)



SINGLE Tobac

B $\epsilon = 254 \text{ micro}$
CBR=3%

DIATOMH	APCI	PCN
1	0,426	22
3	0,668	31
4	0,696	39
5	0,745	48
6	0,882	53
7	0,57	28
9	0,562	34,5
10	0,51	28
11	0,534	27
12	0,712	43
13	0,996	47,5
14	0,688	37
15	0,666	37
16	1,034	90
17	0,654	39
18	0,59	34
19	1	58
20	1,076	91
21	1,322	98
22	1,354	99



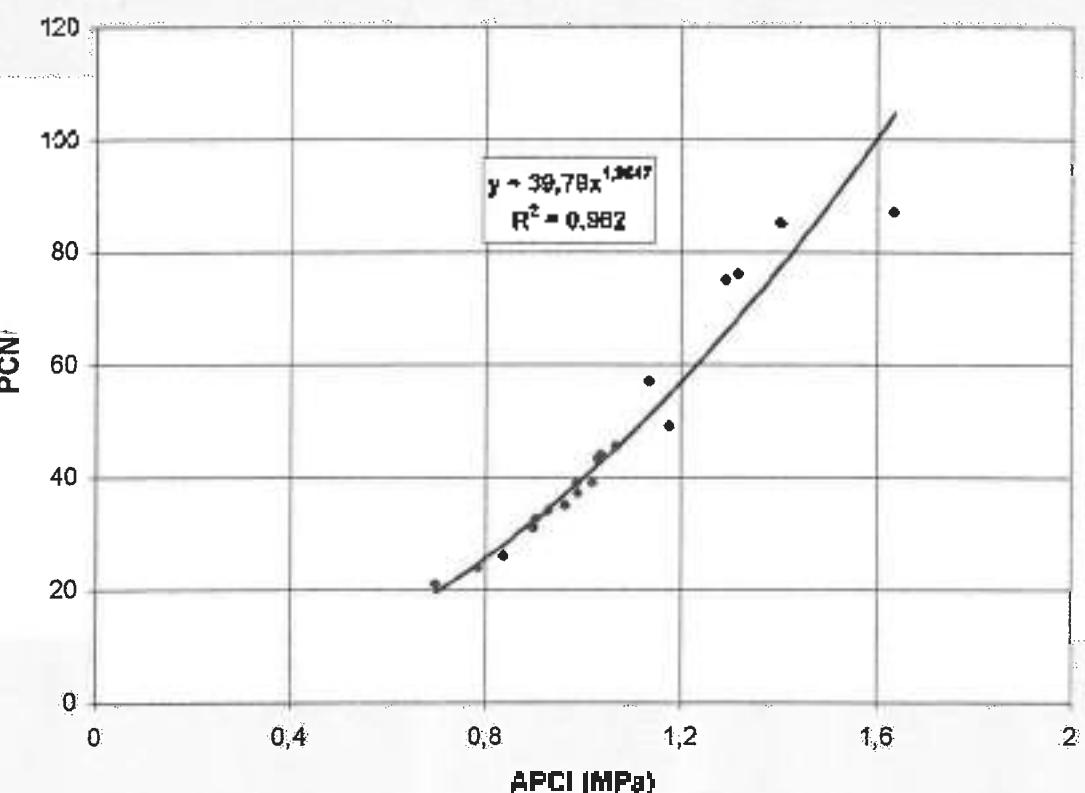
SINGLE lobac

B $\epsilon = 222 \text{ micro}$
CBR=6%

DIATOMH APCI PCN

1	0,898	21
3	0,838	26
4	0,986	39
5	1,036	44
6	1,178	48
7	0,902	32,5
9	1,018	39
10	0,898	31
11	0,782	24
12	1,032	43,5
13	1,068	45,5
14	0,928	34
15	0,988	37
16	1,294	75
17	1,03	43
18	0,982	35
19	1,136	57
20	1,318	76
21	1,40199	85
22	1,63599	87

SINGLE B CBR=6%

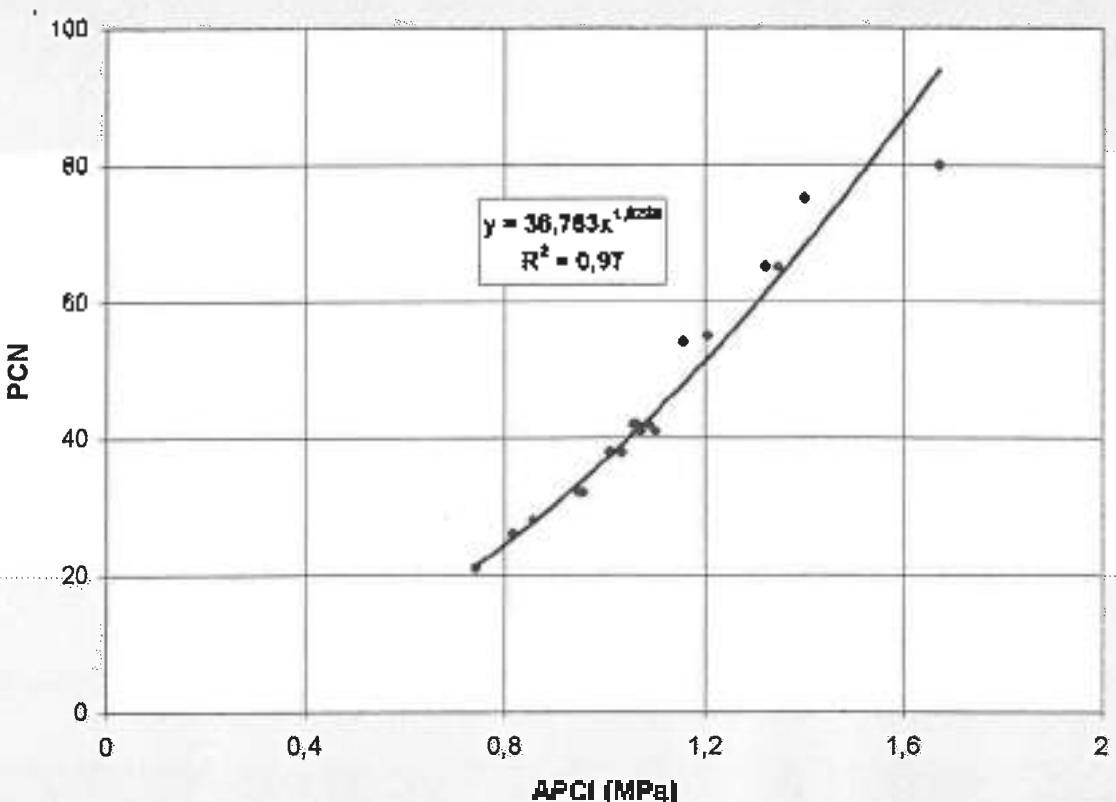


SINGLE B (bloc)

$\epsilon = 222 \text{ micro}$
CBR=10%

DIATOMH	APCI	PCN
1	0,742	21
3	0,856	28
4	1,012	38
5	1,058	42
6	1,206	55
7	0,954	32
8	1,1	41
10	0,956	32
11	0,818	26
12	1,064	42
13	1,088	42
14	0,948	32
t5	1,034	38
t6	1,324	65
17	1,072	41
18	1,01	38
19	1,158	54
20	1,348	65
21	1,40399	75
22	1,67199	80

SINGLE B (CBR=10%)

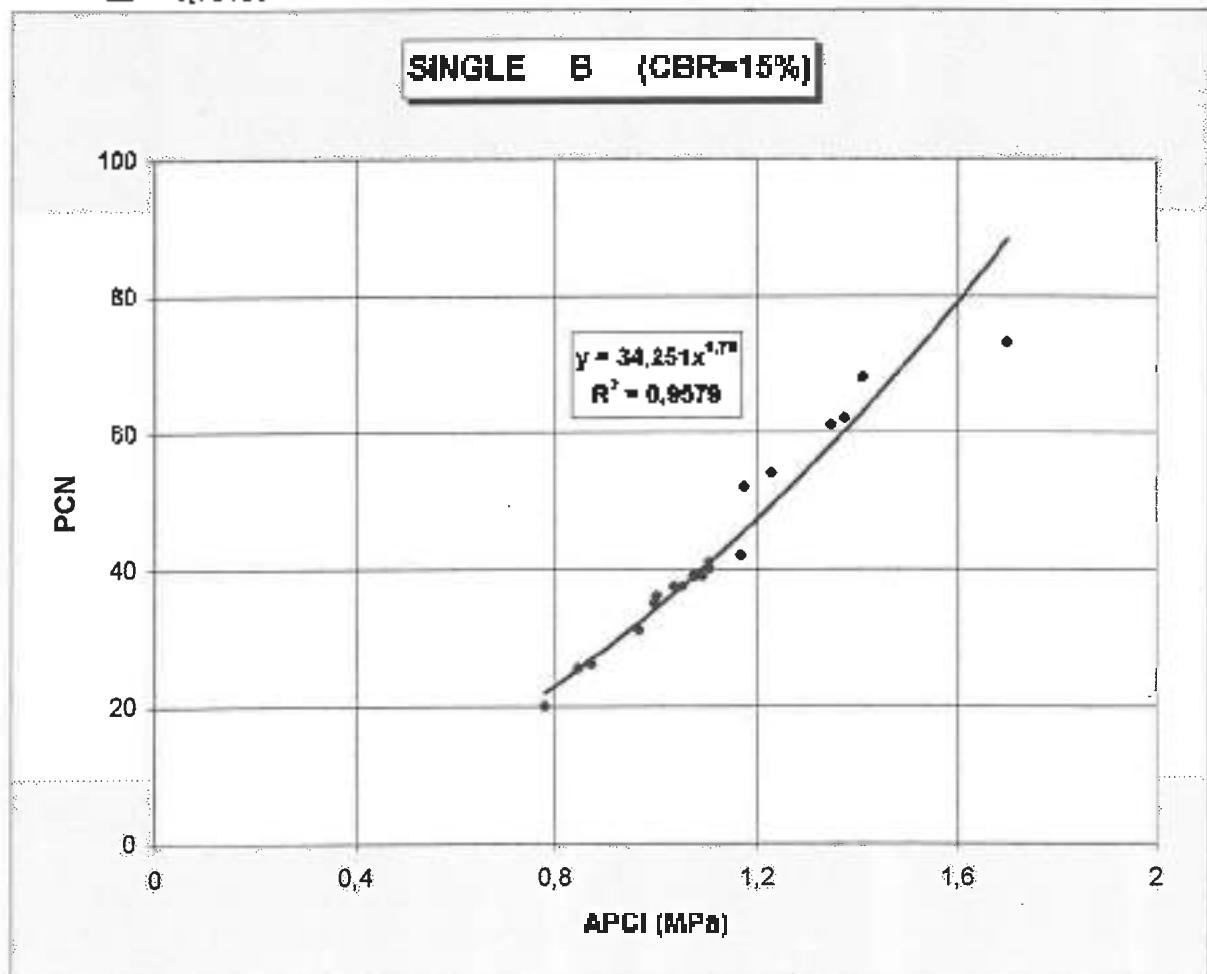


SINGLE lobac

B $\epsilon = 222 \text{ micro}$
CBR=15%

ΔΙΑΤΟΜΗ	APCI	PCN
1	0.778	20
3	0.872	26
4	1.036	37,5
5	1.076	39
6	1.223	54
7	0.996	35
9	1.117	42
10	1.002	36
11	0.845	26,5
12	1.09	39
13	1.104	41
14	0.966	31
15	1.074	39
16	1.348	61
17	1.106	40
18	1.052	37,5
19	1.176	52
20	1.374	62
21	1.40789	68
22	1.70199	73

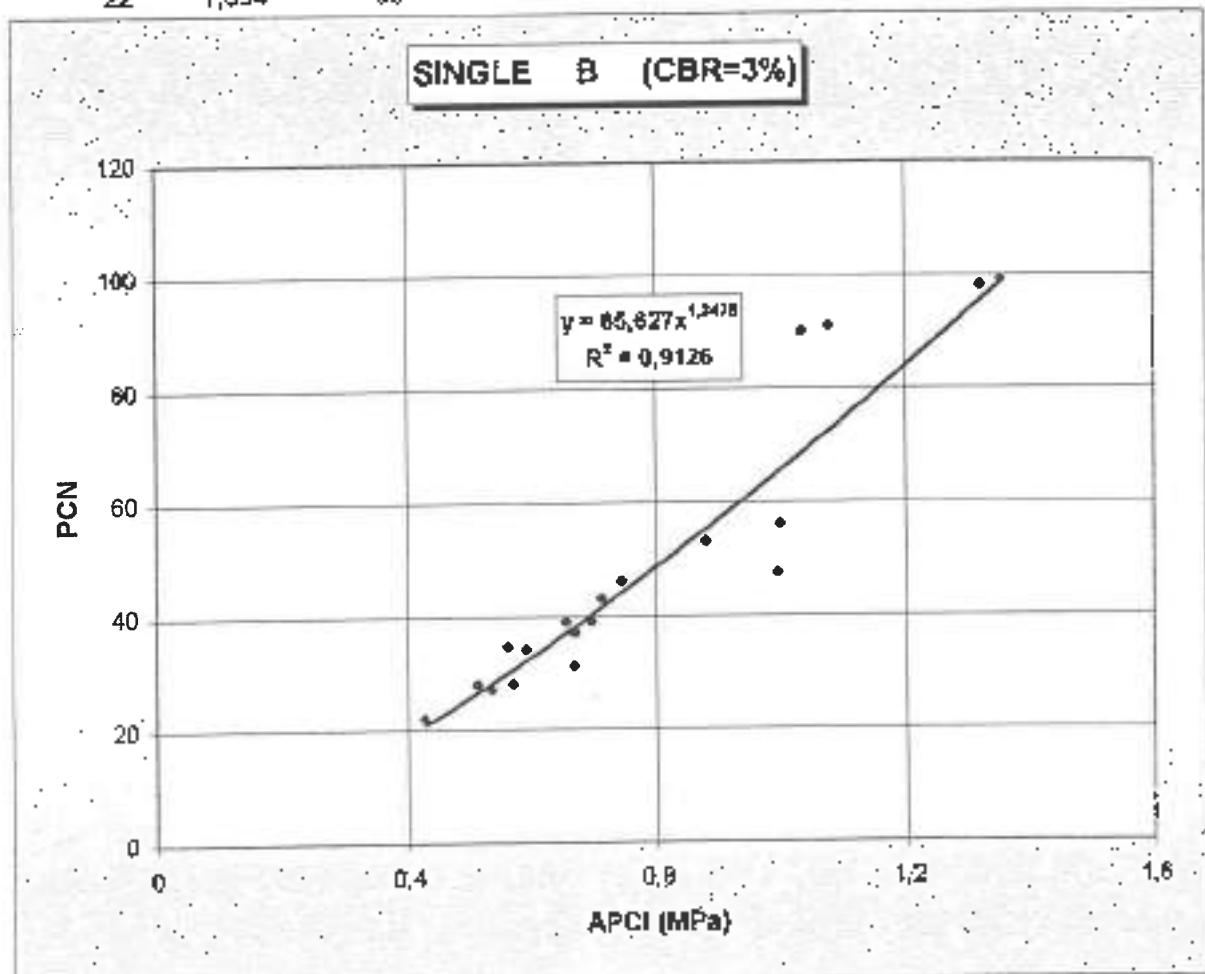
SINGLE B (CBR=15%)



SINGLE lobac

B $\epsilon = 222 \text{ micro}$
 CBR=3%

ДИАТОМН	APCI	PCN
1	0,426	22
3	0,668	31
4	0,696	39
5	0,748	46
6	0,882	53
7	0,57	28
9	0,562	34,5
10	0,51	28
11	0,534	27
12	0,712	43
13	0,996	47,5
14	0,668	37
15	0,686	37
16	1,034	90
17	0,654	39
18	0,59	34
19	1	56
20	1,078	91
21	1,322	98
22	1,354	99



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- [1] Αμπακούμκιν Κ.Γ., "Αεροδρόμια", εκδόσεις "Συμμετρία", Αθήνα 1990
- [2] Αμπακούμκιν Κ.Γ., Λοΐζος Α., "Δομική Αξιολόγηση Οδοστρωμάτων με την Μέθοδο ACN – PCN" Εκδόσεις Ε.Μ.Π. Αθήνα 1997.
- [3] ICAO "Aerodrome Manual (Part 2 – Physical Characteristics) International Civil Aviation Organization, 1965
- [4] International Civil Aviation Organization, "Aerodrome Design Manual" (Part 3 – Pavements) {Chapter 4, Appendix 3} ICAO Publications, 1983
- [5] Λοΐζος Α., Αμπακούμκιν Κ., Χαρωνίτης Γ., "Διερεύνηση της Μεθόδου ACN – PCN στο Πλαίσιο της Δομικής Αξιολόγησης Ευκάμπτων Οδοστρωμάτων Αεροδρομίων" Τεχνικά Χρονικά, Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ, Ι, τεύχος 2 1998
- [6] FAA Advisory Circular. "Standardized method of reporting Airport Pavement strength – PCN ". Department of transportation (publications and forms section). USA May 1983
- [7] Turbul W.I., Engineer chief and Ahivin R.G., "Mathematical Expression of the CBR (California Bearing Ratio), Relations", Flexible Pavements Branch, Waterways Experiment Station Corps of Engineers, Vicksburg Mississippi USA November 1956.
- [8] Federal Aviation Administration Advisory Circular. "Airport Pavement Design and Evaluation". Department of transportation (publications and forms section). USA June 1995
- [9] Λοΐζος Α., Σαριδάκης Δ., "Αξιολόγηση Μετρήσεων Φέρουσας Ικανότητας Ασφαλτοσταπήτων Οδοστρωμάτων". Τεχνικά Χρονικά, Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ , Α, Τόμος 14, Τεύχος 4, Οκτώβριος – Δεκέμβριος 1994

- [10] C.R.O.W., "Deflection Profile – Not a Pitfall Anymore, Survey and Interpretation Methodology Falling Weight Deflection Measurements", Record 17, May 1998
- [11] Irvin, L.H., "Instructional Guide for Back – Calculation and the Use of MODCOMP 3" Cornell University Local Roads Program, CLRP Publication No. 93-6, Cornell University, Ithaca, N.Y, August 1993
- [12] Rada, G. R., Richter, C. A. and Jordal, P., "SHRP's Layer Moduli Backcalculation Procedure", Nondestructive Testing of Pavements and Backcalculation of Moduli (Second Volume), ASTM STP 1198, 1997
- [13] COST, "Guidelines for Evaluation of Flexible Pavements at Project Level Using Falling Weight Deflectometer", Semi-Final Report, Action 336 of the European Community, June 1996
- [13A] LCPC, "Etude de quatre bitumes grecs", 1991 Εργαστηριακή έρευνα διεξαχθείσα για λογαριασμό ΕΜΠ / ΥΠΕΧΩΔΕ.
- [14] Asphalt Institute "Thickness design of asphalt Pavements for Air carrier Airports" {Charter 1X, Aircraft Characteristics} Manual series No 11.Third edition. USA 1987
- [15] Wardle, L.J. and Rodway, B "Recent Developments in Flexible Aircraft Pavement Design using the Layered Elastic Method" Third Int. Conf. on Road and Airfield Pavement Technology, Beijing, April 1998
- [16] Κόλιας Σ., Κατσάκου Μ., Κυρκιλή Ε. "Μέτρηση Μέτρου Δισκαρψίας Ελληνικών Ασφαλτομιγμάτων" 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας Τόμος I Λάρισα, 4-7 Οκτωβρίου 1995
- [17] Σ. Κόλιας, Α. Λοζίος "Σημειώσεις Οδοστρωμάτων" Ε.Μ.Πολυτεχνείο Αθήνα 1996

[18] Wardle, L.J. and Rodway, B. "Development and Application of an Improved Airport Pavement Design Method." **ASCE Transportation Congress, San Diego**, October, 1995

[19] Loizos A., Charonitis G. "Alternative Aircraft Loading Intex for Pavement Structural Analysis", **Journal of Transportation Engineering**, June 1999

[20] Directorate of Civil Engineering Services. "A Guide of Airfield Pavement Design and Evaluation" **Property Services Agency, Department of the Environment**, United Kingdom 1989.