ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

Τομέας Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας και Τεχνολογίας Υλικών

ΣΥΣΤΗΜΑ TETRA ΣΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αναστάσιος Ε. Κύρκας

Επιβλέπων: Φίλιππος Κωνσταντίνου

Καθηγητής Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2005

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

Τομέας Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας και Τεχνολογίας Υλικών

ΣΥΣΤΗΜΑ TETRA ΣΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αναστάσιος Ε. Κύρκας

Επιβλέπων: Φίλιππος Κωνσταντίνου

Καθηγητής Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την Ιουλίου 2005

.....	.....	.....
Φίλιππος Κωνσταντίνου	Νικόλαος Ουζούνογλου	Παναγιώτης Φράγκος
Καθηγητής Ε.Μ.Π	Καθηγητής Ε.Μ.Π	Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2005

.....

Αναστάσιος Ε. Κύρκας

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

Copyright © Αναστάσιος Ε. Κύρκας, 2005

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.,

Περίληψη

Από το Μάιο του 2004 οι ανάγκες ασύρματων επικοινωνιών του Μετρό της Αθήνας καλύπτονται από το εμπορικό δίκτυο TETRA του ΟΤΕ, OTELink. Για το σκοπό αυτό έχουν εγκατασταθεί σε χώρους του Μετρό δύο σταθμοί βάσης και πληθώρα άλλου εξοπλισμού.

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η περιγραφή του συστήματος TETRA του Μετρό και η παρουσίαση μετρήσεων που διενεργήθηκαν με σκοπό τον καθορισμό των επιπέδων κίνησης που παράγεται από τα τερματικά TETRA του Μετρό. Με βάση τα στοιχεία αυτά καθορίζεται και η παρεχόμενη από το δίκτυο Ποιότητα Εξυπηρέτησης (Grade of Service).

Λέξεις Κλειδιά

TETRA, Διαμόρφωση, Πολυπλεξία, Ασφάλεια, Υπηρεσίες, Σταθμός Βάσης, Οπτικό Δίκτυο Μεταφοράς RF, Κεραιοσύστημα, Link Budget, Ραδιοκάλυψη, Κίνηση TETRA, Erlang, Ποιότητα Εξυπηρέτησης, Ώρα Μέγιστης Κίνησης

Abstract

Since May 2004, the radio communications needs of the Metro of Athens have been provided for by OTELink, the commercial TETRA system of Greece. For this purpose, two radio base stations and various other equipment have been installed in the Metro.

The purpose of this thesis is to describe the TETRA system of Athens Metro and to present measurements of the level of TETRA traffic generated by Metro personnel. The results have been used to determine the Grade of Service offered by the system.

Key Words

TETRA, Modulation, Multiplexing, Security, Services, Radio Base Station, Optical Transmission System, Antenna System, Link Budget, Radio Coverage, TETRA Traffic, Erlang, Grade of Service, Busy Hour

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ **12**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ TETRA **13**

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 13
1.2 ΔΟΜΗ ΔΙΚΤΥΟΥ TETRA 13
1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ 14
1.4 ΔΙΕΠΑΦΕΣ 15
1.5 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ TETRA 16
1.6 ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑ 17
1.7 ΑΣΦΑΛΕΙΑ 19
1.8 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ TETRA 20
1.9 ΑΜΕΣΟΤΡΟΠΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ 22
1.10 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ TETRA 22

2. ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ TETRA ΣΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ **23**

2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ 23
2.2 ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΑΣΗΣ 27
2.2.1 ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ 27
2.2.2 ΚΑΡΤΑ ΣΥΝΑΓΕΡΜΩΝ 28
2.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ RF 28
2.2.4 ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ 32

3. ΟΠΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ RF **35**

3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ 35
3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 37
3.3 REMOTE UNIT 39

4. ΔΙΑΝΟΜΗ RF ΣΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΚΑΙ ΣΗΡΑΓΓΑ **40**

4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ 40
4.2 ΚΕΡΑΙΟΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΑΘΜΟΥ 40
4.2.1 ΚΕΡΑΙΟΣΥΣΤΗΜΑ Μ. ΜΟΥΣΙΚΗΣ 41
4.2.2 LINK BUDGET Μ. ΜΟΥΣΙΚΗΣ 42
4.3 ΡΑΔΙΟΚΑΛΥΨΗ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΒΑΘΡΩΝ 44
4.3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ 44
4.3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ LINK BUDGET 45
4.3.3 LINK BUDGET ΣΗΡΑΓΓΑΣ «Μ. ΜΟΥΣΙΚΗΣ - ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ» 45

5. ΚΙΝΗΣΗ TETRA ΣΤΟ ΜΕΤΡΟ **49**

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 49
5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ 50
5.2.1 ΚΛΗΣΕΙΣ ΕΚΤΑΚΤΟΥ ΑΝΑΓΚΗΣ 50
5.2.2 ΜΕΣΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΛΗΣΕΩΝ 51
5.2.3 ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΛΗΣΕΩΝ 51
5.2.4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΚΛΗΣΕΩΝ 52
5.3 ΕΝΤΑΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ 54
5.3.1 ΤΟ ERLANG 54
5.3.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 56
5.3.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 57

6. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ **59**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α1 LOW LOSS FOAM DIELECTRIC CABLE 63
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α2 EXTRA FLEXIBLE 7/8" COAXIAL CABLE 64
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α3 3 dB, 5W SPLITTER 68
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α4 3 dB, 15W SPLITTER 69
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α5 DIRECTIONAL COUPLER 70
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α6 DUPLEXER BDP-TETRA-6LN 72
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α7 LOW PROFILE ANTENNA LHA 73
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α8 ANTENNA AV450 75
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α9 ANTENNA CW3IB02-NF 76
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α10 RADIATING CABLE RCT6-LT-1 78
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α11 MOR200BP 80

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β1 Κατανομή Διάρκειας Κλήσεων ανά Κατηγορία Χρήστη 82
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β2 Συνολική Κίνηση Περιόδου 07/03/05-13/03/05 87
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β3 Κίνηση ανά Κατηγορία Χρήστη "07/03/05-13/03/05" 92
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β4 Κίνηση ΡΚ2 "07/03/05-13/03/05" 96
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β5 Κίνηση ΡΚ3 "07/03/05-13/03/05" 98
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β6 Κίνηση Ελεγκτή Ισχύος "07/03/05-13/03/05" 100
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β7 Κίνηση Ελεγκτή Ασφαλείας "07/03/05-13/03/05" 102
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β8 Κίνηση ΕΚΑΣ "07/03/05-13/03/05" 104
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β9 Κίνηση Τερματικά «Οδηγοί» "07/03/05- 13/03/05" 106
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β10 Κίνηση Τερματικά «Συντήρηση» "07/03/05-13/03/05" 108
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β11 Κίνηση Τερματικά «Υπεύθυνοι Σταθμών» "07/03/05-13/03/05" 110
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β12 Κίνηση Τερματικά «Ασφάλεια» "07/03/05-13/03/05" 112
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β13 Κίνηση «Λοιπά Τερματικά» "07/03/05-13/03/05" 114
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β14 Κίνηση Μαρτίου από Τερματικά εκτός Dispatcher 116
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β15 Κίνηση Φεβρουαρίου από Τερματικά εκτός Dispatcher 119
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β16 Κίνηση Ιανουαρίου από Τερματικά εκτός Dispatcher 122
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β17 Συνολική Κίνηση Περιόδου 07/03/05-13/03/05.-
Περιλαμβάνει 5 επιπλέον δευτερόλεπτα ανά Κλήση PTT 125
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β18 Κίνηση από ΕΚΑΣ Περιόδου 07/03/05-13/03/05 –
Περιλαμβάνει 5 επιπλέον δευτερόλεπτα ανά Κλήση PTT 126
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β19 Στοιχεία κλήσεων PTT Περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 127

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 131

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1	Τυπική αρχιτεκτονική δικτύου TETRA	14
Σχήμα 2	Προτυποποιημένες διεπαφές TETRA	15
Σχήμα 3	Διάγραμμα μεταβάσεων φάσης στην π/4-DQPSK	17
Σχήμα 4	Διάγραμμα μεταβάσεων φάσης για «01100100»	17
Σχήμα 5	TDMA – 4 Κανάλια ανά 25kHz	17
Σχήμα 6	Οργάνωση πλαισίων TETPA (ανοδική ζεύξη)	18
Σχήμα 7	Full duplex επικοινωνία με half duplex τερματικά	18
Σχήμα 8	Πιστοποίηση	20
Σχήμα 9	Κρυπτογράφηση	22
Σχήμα 10	Δομή Δικτύου Dimetra –OTELink	23
Σχήμα 11	Αρχιτεκτονική Δικτύου TETRA στο Μετρό	25
Σχήμα 12	Διάταξη Εξοπλισμού TETRA στο Μετρό	26
Σχήμα 13	Σχηματικό Διάγραμμα Σταθμού Βάσης	27
Σχήμα 14	Σχηματικό διάγραμμα SC	27
Σχήμα 15	Λειτουργικό διάγραμμα Συνδυαστή Κοιλότητος	29
Σχήμα 16	Λειτουργικό Διάγραμμα Πολυζεύκτη	31
Σχήμα 17	Σχηματικό διάγραμμα Πομποδέκτη	32
Σχήμα 18	Στοιχεία Οπτικού Δικτύου Αναμετάδοσης RF	35
Σχήμα 19	Διάρθρωση Star	36
Σχήμα 20	Διάρθρωση Star WDM	36
Σχήμα 21	Διάρθρωση Backbone WDM	36
Σχήμα 22	Διάρθρωση Backbone WDM	36
Σχήμα 23	Οπτικό δίκτυο διανομής RF σήματος	38
Σχήμα 24	Λειτουργικό Διάγραμμα RU	39
Σχήμα 25	Διάταξη διανομής RF εντός σταθμού και τούνελ	40
Σχήμα 26	Κεραιοσύστημα Μεγάρου Μουσικής	42
Σχήμα 27	Δομή καλωδίου LCX	44
Σχήμα 28	Μέση Διάρκεια Κλήσεων ανά Κατηγορία Χρηστών	52
Σχήμα 29	Καταμερισμός Αριθμού Κλήσεων ανά Κατηγορία Χρηστών	53
Σχήμα 30	Καταμερισμός Διάρκειας Κλήσεων ανά Κατηγορία Χρηστών	53
Σχήμα 31	Κατανομή Διάρκειας Κλήσεων – Περίοδος 07/03/05 – 13/03/05	54
Σχήμα Β1.1	Κατανομή διάρκειας κλήσεων PK2	82
Σχήμα Β1.2	Κατανομή διάρκειας κλήσεων PK3	82
Σχήμα Β1.3	Κατανομή διάρκειας κλήσεων Ελεγκτή Ισχύος	83

Σχήμα Β1.4 Κατανομή διάρκειας κλήσεων Ελεγκτή Ασφαλείας 83
Σχήμα Β1.5 Κατανομή διάρκειας κλήσεων Ελεγκτή Κυκλοφορίας Αμαξ. Σεπολίων 84
Σχήμα Β1.6 Κατανομή διάρκειας κλήσεων τερματικών «Οδηγοί»..... 84
Σχήμα Β1.7 Κατανομή διάρκειας κλήσεων τερματικών «Συντήρηση» 85
Σχήμα Β1.8 Κατανομή διάρκειας κλήσεων τερματικών «Υπεύθυνοι Σταθμών» 85
Σχήμα Β1.9 Κατανομή διάρκειας κλήσεων τερματικών «Ασφαλείας» 86
Σχήμα Β1.10 Κατανομή διάρκειας «Λοιπά Τερματικά»..... 86
Σχήμα Β2.1 Συνολική Κίνηση Περιόδου 07/03/05 έως 13/03/05 – Ανά Ημέρα..... 88
Σχήμα Β2.2 Συνολική Κίνηση Περιόδου 07/03/05 έως 13/03/05 – Ανά Ώρα 89
Σχήμα Β2.3 Μέση Ημερήσια Κίνηση Περιόδου 07/03/05 -13/03/05 90
Σχήμα Β2.4 Μέση Ωριαία Κίνηση Περιόδου 07/03/05 -13/03/05 91
Σχήμα Β3.1 Μέση Ημερήσια Κίνηση Περιόδου
07/03/05 έως 13/03/05 ανά κατηγορία Χρήστη 93
Σχήμα Β3.2 Μέση Ημερήσια Κίνηση Περιόδου
07/03/05 - 13/03/05 ανά κατηγορία χρήστη 94
Σχήμα Β3.3 Ποσοστό κίνησης περιόδου 07/03/05 - 13/03/05 ανά κατηγορία χρήστη 95
Σχήμα Β4.1 Κίνηση PK2 περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 97
Σχήμα Β5.1 Κίνηση PK3 περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 99
Σχήμα Β6.1 Κίνηση Ελεγκτή Ισχύος περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 101
Σχήμα Β7.1 Κίνηση Ελεγκτή Ασφαλείας περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 103
Σχήμα Β8.1 Κίνηση ΕΚΑΣ περιόδου 07/03/05 – 13/03/05..... 105
Σχήμα Β9.1 Κίνηση από τερματικά «Οδηγοί» περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 107
Σχήμα Β10.1 Κίνηση από τερματικά «Συντήρηση» περιόδου 07/03/05 – 13/03/05..... 109
Σχήμα Β11.1 Κίνηση από τερματικά
«Υπεύθυνοι Σταθμών» περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 111
Σχήμα Β12.1 Κίνηση από τερματικά «Ασφάλεια» περιόδου 07/03/05 – 13/03/05..... 113
Σχήμα Β13.1 Κίνηση «Υπόλοιπα» τερματικά - περίοδος 07/03/05 – 13/03/05 115
Σχήμα Β14.1 Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός Dispatcher - Μάρτιος 2005..... 118
Σχήμα Β15.1 Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός Dispatcher-Φεβρουάριος 2005 121
Σχήμα Β16.1 Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός Dispatcher – Ιανουάριος 2005 124
Σχήμα Β19.1 Αριθμός Κλήσεων PTT Περιόδου 07/03/05 – 13/03/05..... 128

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 Γενικά Χαρακτηριστικά TETRA 14
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 Συχνότητες TETRA 15
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 Μεταβάσεις φάσης π/4 DQPSK 16
ΠΙΝΑΚΑΣ 4 Συχνότητες Λειτουργίας EBTS 24
ΠΙΝΑΚΑΣ 5 Τεχνικές Προδιαγραφές Cavity Combiner 30
ΠΙΝΑΚΑΣ 6 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Πολυζεύκτη 30
ΠΙΝΑΚΑΣ 7 Γενικά Τεχνικά Χαρακτηριστικά Πομποδέκτη 33
ΠΙΝΑΚΑΣ 8 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Εκπομπής 33
ΠΙΝΑΚΑΣ 9 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Δέκτη 34
ΠΙΝΑΚΑΣ 10 Εξοπλισμός Κεραιοσυστήματος Σταθμού 41
ΠΙΝΑΚΑΣ 11 Θέσεις Κεραιών Μ. Μουσικής 41
ΠΙΝΑΚΑΣ 12 Link Budget «Μέγαρο Μουσικής» 43
ΠΙΝΑΚΑΣ 13 Προδιαγραφές LCX 44
ΠΙΝΑΚΑΣ 14 Link Budget "Μέγαρο Μουσικής – Ευαγγελισμός» -
Σήμα από RU Μ. Μουσικής 47
ΠΙΝΑΚΑΣ 15 Link Budget "Ευαγγελισμός – Μ. Μουσικής» -
Σήμα από RU Ευαγγελισμού 48
ΠΙΝΑΚΑΣ 16 Κατηγορίες Τερματικών 50
ΠΙΝΑΚΑΣ 17 Μέση Διάρκεια Κλήσεων 51
ΠΙΝΑΚΑΣ 18 Καταμερισμός Αριθμού και Διάρκειας Κλήσεων 51
ΠΙΝΑΚΑΣ 19 Συντελεστής Συγκέντρωσης ανά Ώρα και Κατηγορία Τερματικών 58
ΠΙΝΑΚΑΣ 20 Πιθανότητα Απώλειας Κλήσεων 61
ΠΙΝΑΚΑΣ Β2.1 Συνολική Κίνηση TETRA Μετρό 07/03/05–13/03/05 87
ΠΙΝΑΚΑΣ Β3.1 Κίνηση TETRA ανά Κατηγορία Χρηστών 07/03/05-13/03/05 92
ΠΙΝΑΚΑΣ Β4.1 Κίνηση PK2 περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 96
ΠΙΝΑΚΑΣ Β5.1 Κίνηση PK3 περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 98
ΠΙΝΑΚΑΣ Β6.1 Κίνηση Ελεγκτή Ισχύος περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 100
ΠΙΝΑΚΑΣ Β7.1 Κίνηση Ελεγκτή Ασφαλείας περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 102
ΠΙΝΑΚΑΣ Β8.1 Κίνηση ΕΚΑΣ περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 104
ΠΙΝΑΚΑΣ Β9.1 Κίνηση από Τερματικά «Οδηγοί» περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 106
ΠΙΝΑΚΑΣ 10.1 Κίνηση από τερματικά «Συντήρηση» περιόδου 07/03/05-13/03/05 108
ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1 Κίνηση από Τερματικά «Υπεύθυνοι Σταθμών» 07/03/05-13/03/05 110
ΠΙΝΑΚΑΣ 12.1 Κίνηση από Τερματικά «Ασφάλεια» 07/03/05-13/03/05 112
ΠΙΝΑΚΑΣ 13.1 Κίνηση από «Λοιπά Τερματικά» περιόδου 07/03/05-13/03/05 114

ΠΙΝΑΚΑΣ Β14.1 Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 01/03/05-15/03/05 116
ΠΙΝΑΚΑΣ Β14.2 Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 16/03/05-31/03/059 117
ΠΙΝΑΚΑΣ Β15.1 Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 01/02/05 - 15/02/05 119
ΠΙΝΑΚΑΣ Β15.2 Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 16/02/05 -28/02/05 120
ΠΙΝΑΚΑΣ Β16.1 Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 01/01/05 - 15/01/05 122
ΠΙΝΑΚΑΣ Β16.2 Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 16/01/05 - 31/01/05 123
ΠΙΝΑΚΑΣ Β17.1 Συνολική Κίνηση TETRA Μετρό 07/03/05 – 13/03/05 συμπεριλαμβανομένων των 5 δευτερολέπτων ανά κλήση PTT 125
ΠΙΝΑΚΑΣ Β18.1 Κίνηση από ΕΚΑΣ συμπεριλαμβανομένων και των 5 δευτερολέπτων ανά κλήση PTT – 07/03/05 έως 13/03/05 126
ΠΙΝΑΚΑΣ Β19.1 Αριθμός κλήσεων PTT – Περίοδος 07/03/05 – 13/03/05..... 127
ΠΙΝΑΚΑΣ Β19.2 Συνολική διάρκεια κλήσεων PTT – Περίοδος 07/03/05 – 13/03/05 129
ΠΙΝΑΚΑΣ Β19.3 Μέση διάρκεια κλήσεων PTT – Περίοδος 07/03/05 – 13/03/05 130

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσης Διπλωματικής είναι να περιγράψει το σύστημα TETRA το οποίο καλύπτει τις ανάγκες του Μετρό της Αθήνας και να παρουσιάσει τα αποτελέσματα μετρήσεων για τα επίπεδα της κίνησης που παράγονται από τα τερματικά TETRA του Μετρό.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη εισαγωγή στις προδιαγραφές και τα συστήματα γενικά TETRA.

Αντικείμενο των κεφαλαίων 2, 3 και 4 είναι η περιγραφή του συστήματος TETRA του Μετρό. Συγκεκριμένα, στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η δομή και λειτουργία των σταθμών βάσης. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται το δίκτυο μεταφοράς και διανομής του RF σήματος στους σταθμούς του Μετρό. Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται τα συστήματα κεραιών τα οποία έχουν εγκατασταθεί στους σταθμούς και στις σήραγγες του Μετρό.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της κίνησης που παράγεται από τα τερματικά TETRA του Μετρό.

Στο τελευταίο κεφάλαιο υπολογίζεται η Ποιότητα Εξυπηρέτησης (Grade of Service) που το σύστημα παρέχει στους χρήστες του.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ TETRA

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το TETRA (TErrestial Trunked Radio - Επίγειο Συγκαναλικό Σύστημα Ραδιοεπικοινωνιών) είναι ένα ανοιχτό πρότυπο ψηφιακών ομοδιαυλικών ασύρματων επικοινωνιών του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων το οποίο βασίστηκε στην επιτυχημένη σχεδίαση του παγκόσμιου συστήματος κινητής τηλεφωνίας GSM. Η υλοποίησή του ξεκίνησε το Δεκέμβριο του 1994 όταν ένας μεγάλος αριθμός από ομάδες χρηστών, εταιρίες παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, κατασκευάστριες εταιρείες και ρυθμιστικές αρχές υπέγραψαν ένα μνημόνιο συνεργασίας με σκοπό την καθιέρωση και την προώθηση του προτύπου TETRA. Το μνημόνιο έχουν υπογράψει αρκετές εταιρείες και τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί από πολλές χώρες μεταξύ των οποίων και η χώρα μας από το 1995.

Τα δίκτυα TETRA αντικαθιστούν τα συμβατικά «φασμοτοβόρα» αναλογικά ραδιοδίκτυα PMR και PAMR, στα οποία ο κάθε οργανισμός κατέχει την αποκλειστική χρήση ενός αριθμού συχνοτήτων, και καλύπτουν με αποδοτικό τρόπο τις τηλεπικοινωνιακές ανάγκες διαφόρων εταιριών και οργανισμών, όπως εταιριών μεταφορών (σιδηρόδρομοι, αεροπορία, λιμενικές υπηρεσίες), υπηρεσιών κοινής ωφέλειας (αντίστοιχες των ΔΕΗ, ΕΥΔΑΠ), μεγάλων εργοστασιακών και βιομηχανικών μονάδων καθώς επίσης και οργανισμών δημόσιας ασφάλειας (αστυνομία, πυροσβεστική, ασθενοφόρα). Τα δίκτυα TETRA χρησιμοποιούν αποδοτικότερα το φάσμα ραδιοσυχνοτήτων και παρέχουν πολλές νέες υπηρεσίες καθώς επίσης και υψηλότερα επίπεδα αξιοπιστίας και ασφάλειας.

Η προτυποποίηση του TETRA, εκτός της αντικατάστασης των συμβατικών αναλογικών ραδιοδικτύων, στοχεύει επίσης και στην δημιουργία ενός ενιαίου ψηφιακού ραδιοδικτύου πανευρωπαϊκής εμβέλειας το οποίο θα λειτουργεί σε κοινές συχνότητες και θα προσφέρει υπηρεσίες φωνής και δεδομένων υψηλού επιπέδου.

Στη χώρα μας η Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών προχώρησε το 2000 σε δημόσια διαβούλευση για την εισαγωγή δημόσιων ψηφιακών κινητών επικοινωνιών και κατόπιν σε διαγωνισμό για την χορήγηση δύο ειδικών αδειών δημόσιων κινητών υπηρεσιών TETRA. Παρά το μεγάλο ενδιαφέρον που εκδηλώθηκε αρχικά από πολλές εταιρείες στην τελική φάση του διαγωνισμού εμφανίσθηκε μόνον ο ΟΤΕ ο οποίος τελικά απέκτησε την μία άδεια.

Έκτοτε ο ΟΤΕ έχει εγκαταστήσει στην Ελλάδα το μοναδικό εμπορικό δίκτυο TETRA (OTELink) χρησιμοποιώντας τις ζώνες συχνοτήτων 411,75 – 413,75 MHz και 421,75 – 423,75. Το δίκτυο συνεχώς επεκτείνεται με στόχο την πλήρη κάλυψη του Ελλαδικού χώρου. Το δίκτυο OTELink ενεργοποιήθηκε στις 28 Μαρτίου 2001 στον νέο διεθνές αεροδρόμιο Αθηνών. Από το Μάιο του 2004 το δίκτυο καλύπτει και τις ανάγκες ασύρματων επικοινωνιών του Μετρό της Αθήνας.

Παράλληλα με το εμπορικό δίκτυο TETRA, αναπτύχθηκε στην Ελλάδα πριν τους Ολυμπιακούς αγώνες του 2004, και ένα δεύτερο ανεξάρτητο και αυτόνομο δίκτυο TETRA, το επονομαζόμενο C4I, για την αποκλειστική κάλυψη των αναγκών των Υπηρεσιών Ασφάλειας και Κοινής Ωφέλειας. Το δίκτυο αυτό λειτουργεί στη ζώνη συχνοτήτων 380 – 400MHz.

Και τα δύο δίκτυα TETRA που έχουν αναπτυχθεί στην Ελλάδα βασίζονται σε εξοπλισμό της εταιρείας Motorola.

1.2 ΔΟΜΗ ΔΙΚΤΥΟΥ TETRA

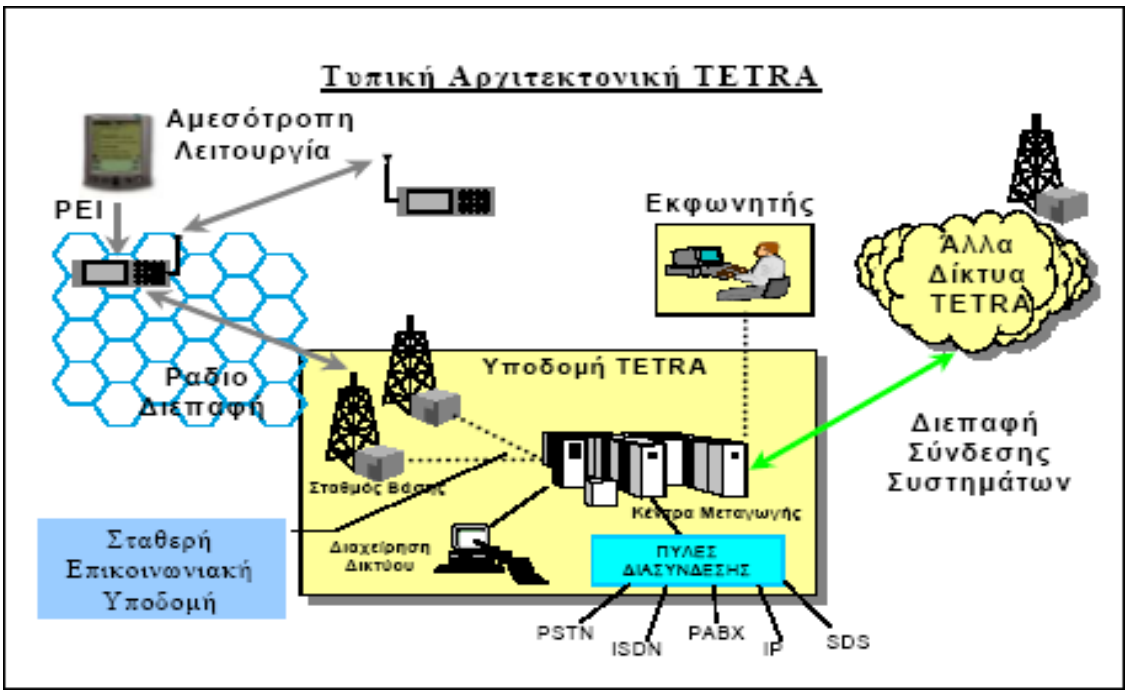
Το TETRA είναι ένα κυψελωτό σύστημα όπου η περιοχή κάλυψης είναι χωρισμένη σε κυψέλες κάθε μία από τις οποίες εξυπηρετείται από ένα σταθμός βάσης. Ένα τυπικό δίκτυο αποτελείται από τα παρακάτω κυρίως στοιχεία:

- Κέντρο ελέγχου και διαχείρισης
- Κέντρο μεταγωγής

- Σταθμοί βάσης

Οι τερματικές συσκευές διακρίνονται σε:

- Φορητοί πομποδέκτες
- Πομποδέκτες οχημάτων
- Επιτραπέζιοι ασύρματοι σταθμοί εκφωνητών (Dispatchers)
- Επιτραπέζιοι ενσύρματοι σταθμοί εκφωνητών



Σχήμα 1 : Τυπική αρχιτεκτονική δικτύου TETRA

1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στον παρακάτω Πίνακα φαίνονται οι κύριες παράμετροι του συστήματος TETRA

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Γενικά Χαρακτηριστικά TETRA

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Διαυλοποίηση	25 kHz
Διαμόρφωση	π/4-DQPSK
Πολυπλεξία Ραδιοσήματος	TDMA, 4 timeslots/carrier
Carrier bit rate	36 kb/s
Ρυθμός μετάδοσης φωνής και δεδομένων χωρίς προστασία	7200 bps/timeslot
Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων με χαμηλή προστασία	4800 bps/timeslot
Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων με υψηλή προστασία	2400 bps/timeslot
Χρόνος αποκατάστασης κλήσης	<300 msec

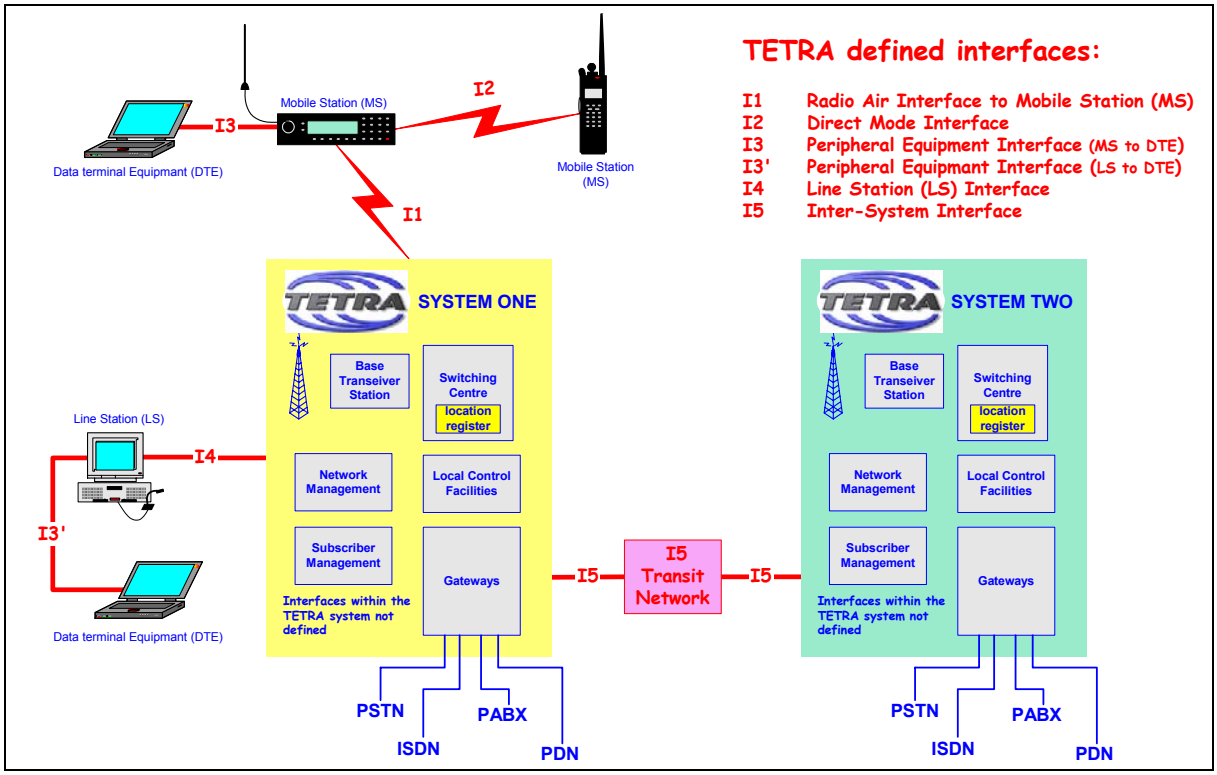
Οι συχνότητες λειτουργίας καθορίστηκαν σε συνεργασία με την CEPT (Ευρωπαϊκό Οργανισμό Ταχυδρομείων και Τηλεφωνίας) και είναι οι εξής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Συχνότητες TETRA

Δέσμη Συχνοτήτων	Ανοδική Ζεύξη	Καθοδική Ζεύξη	Χρήση
380 - 400 MHz	380-390	390-400	Δίκτυα οργανισμών δημόσιας ασφάλειας
410 - 430 MHz	410-420	420-430	Δίκτυα δημόσιας πρόσβασης
450 - 470 MHz	450-460	460-470	Δίκτυα δημόσιας πρόσβασης
870-888/915-993 MHz	870-888	915-993	

1.4 ΔΙΕΠΑΦΕΣ

Το πρότυπο TETRA έχει συστήσει πέντε διεπαφές (interfaces) οι οποίες φαίνονται στο Σχ. 2 και περιγράφονται στη συνέχεια.



Σχήμα 2 : Προτυποποιημένες διεπαφές TETRA

I1. Air Interface

Η διεπαφή αυτή ορίζει την επικοινωνία μεταξύ των ασύρματων τερματικών συσκευών TETRA και των σταθμών βάσης. Η διεπαφή αυτή διασφαλίζει ότι συσκευές από διαφορετικούς κατασκευαστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο.

2. Direct Mode Interface (DMO)

Διασφαλίζει την λειτουργία μεταξύ ασύρματων συσκευών που υποστηρίζουν την αμεσότροπη (Direct Mode) μέθοδο επικοινωνίας. Το πρότυπο περιορίζει τις παρεχόμενες υπηρεσίες στις ομαδικές κλήσεις, ατομικές κλήσεις και υπηρεσίες βραχέων δεδομένων (short data service)

I3-I3' Peripheral Equipment Interface (PEI)

Το πρότυπο ορίζει τα φυσικά χαρακτηριστικά των συνδετήρων καθώς επίσης και τα πρωτόκολλα για την διασύνδεση συσκευών PEI με ασύρματες (I3) και ενσύρματες συσκευές TETRA. Το πρότυπο υποστηρίζει ένα υποσύνολο των εντολών AT καθώς επίσης και το πρωτόκολλο PP (Point-to-Point) και επιτρέπει τον σχεδιασμό εξωτερικών εφαρμογών.

I4 Line Station Interface

Η διεπαφή αυτή αναφέρεται στην ενσύρματη σύνδεση τερματικών συσκευών TETRA με το δίκτυο.

I5 Line Station Interface

Επιτρέπει την διασύνδεση δικτύων TETRA από διαφορετικούς κατασκευαστές.

1.5 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ TETRA

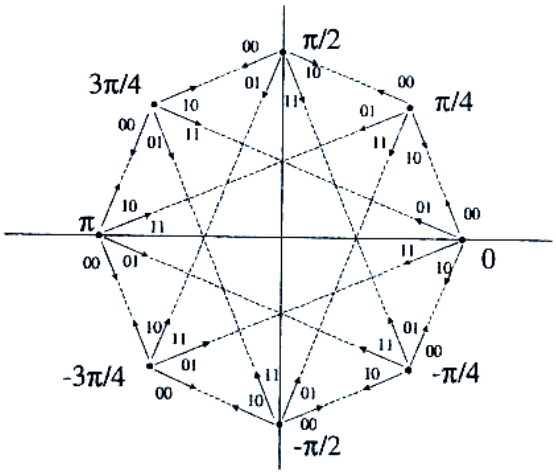
Το σύστημα TETRA χρησιμοποιεί διαμόρφωση π/4 DQPSK. Κατά την διαμόρφωση αυτή ο εισερχόμενος συρμός δεδομένων ομαδοποιείται σε dibit (2bits=1dibit=1symbol). Κάθε dibit παράγει μια προκαθορισμένη μετάβαση φάσης η οποία είναι πάντα ένα πολλαπλάσιο του π/4, έχει μέγιστη τιμή 3π/4 και είναι ανεξάρτητη από την τρέχουσα φάση του φέροντος. Οι μεταβάσεις φάσης του φέροντος παρατίθενται στον Πίνακα 3 και στο διάγραμμα μεταβάσεων φάσης του Σχ. 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Μεταβάσεις φάσης π/4 DQPSK

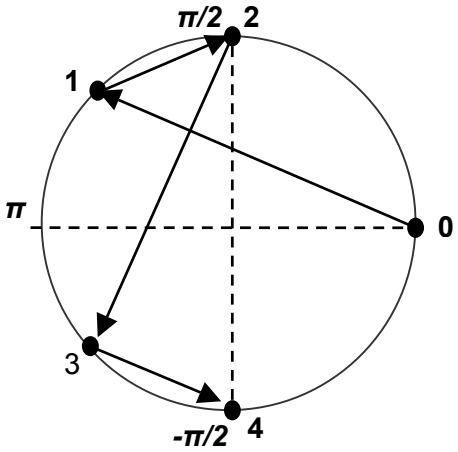
D I B I T		Αλλαγή φάσης από προηγούμενο σύμβολο
Bit1	Bit2	
1	1	-3π/4
0	1	+3π/4
0	0	+π/4
1	0	-π/4

Έστω, για παράδειγμα, το σήμα εισόδου «01100100». Το σήμα αυτό χωρίζεται στα dibits 01, 10, 01 και 00. Από το διάγραμμα μεταβάσεων φάσης του Σχ. 3 και παίρνοντας ως φάση αναφοράς το 0 διαπιστώνουμε ότι τα εκπεμπόμενα σύμβολα είναι 0, 3π/4, π/2, -3π/4 και π/2 (βλέπετε Σχήμα 4)

Η διαμόρφωση π/4-DQPSK επιτυγχάνει ρυθμό μετάδοσης 36 kbps (18 ksymbols/sec) ανά φέρον. Δεδομένου ότι το κάθε φέρον απέχει από το επόμενο 25KHz, η φασματική απόδοση είναι 1.44 bits/sec/Hz.



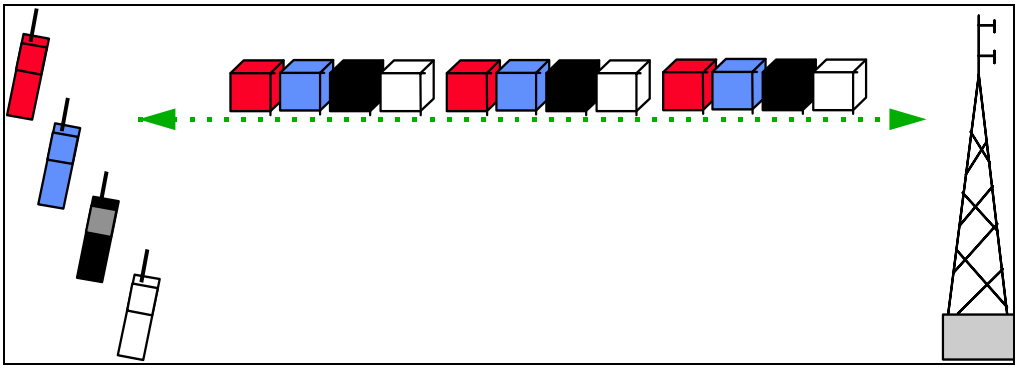
Σχήμα 3: Διάγραμμα μεταβάσεων φάσης στην π/4-DQPSK



Σχήμα 4: Διάγραμμα μεταβάσεων φάσης για «01100100»

1.6 ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑ

Το TETRA βασίζεται στην τεχνική της πολλαπλής πρόσβασης με πολυπλεξία χρόνου (TDMA) και χρησιμοποιεί τέσσερα κανάλια επικοινωνίας ανά φέρον με διαυλοποίηση 25kHz.



Σχήμα 5 : TDMA – 4 Κανάλια ανά 25kHz

Τα τερματικά εκπέμπουν υπό μορφή ριπών κατά την διάρκεια του χρόνου που αντιστοιχεί με την χρονοθυρίδα τους. Κάθε χρονοθυρίδα έχει διάρκεια 14,167 msec και μεταφέρει 510 bits από τα οποία τα 432 είναι bit πληροφορίας και τα υπόλοιπα 78 αποτελούν τα bit πλεονασμού.

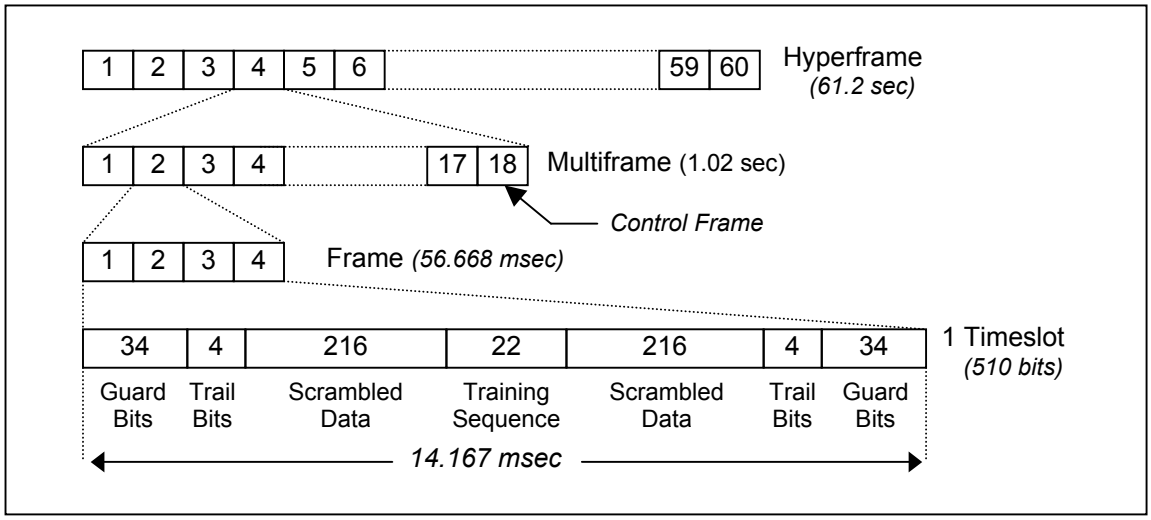
Τέσσερις χρονοθυρίδες σχηματίζουν ένα πλαίσιο διάρκειας 56,67 msec. Δεκαεπτά πλαίσια, μαζί με ένα πλαίσιο ελέγχου, σχηματίζουν ένα πολυπλαίσιο διάρκειας 1,02 sec. Στην κατάσταση λειτουργίας μεταγωγής κυκλώματος τα 17 πλαίσια μεταφέρουν πληροφορία χρήστη (φωνή και δεδομένα) ενώ το 18ο χρησιμοποιείται για σηματοδοσία και έλεγχο.

Το 18ο πλαίσιο αποτελεί το Αργό Συσχετισμενο Κανάλι Ελέγχου (Slow Associated Control Channel – SACC) το οποίο επιτρέπει στο σύστημα να μεταφέρει πληροφορίες σηματοδοσίας και ελέγχου προς τα τερματικά ακόμη και όταν αυτά είναι κατειλημμένα. Σημειώνεται ότι όταν τα πλαίσια 1-17 είναι ελεύθερα, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σηματοδοσία και έλεγχο (Fast Associated Control Channel – FACC).

Εξήντα πολυπλαίσια σχηματίζουν ένα υπερπλαίσιο (hyper frame) διάρκειας 61,2 sec. Στο επίπεδο του υπερπλαίσιου διενεργούνται οι λειτουργίες συγχρονισμού και κρυπτογράφισης.

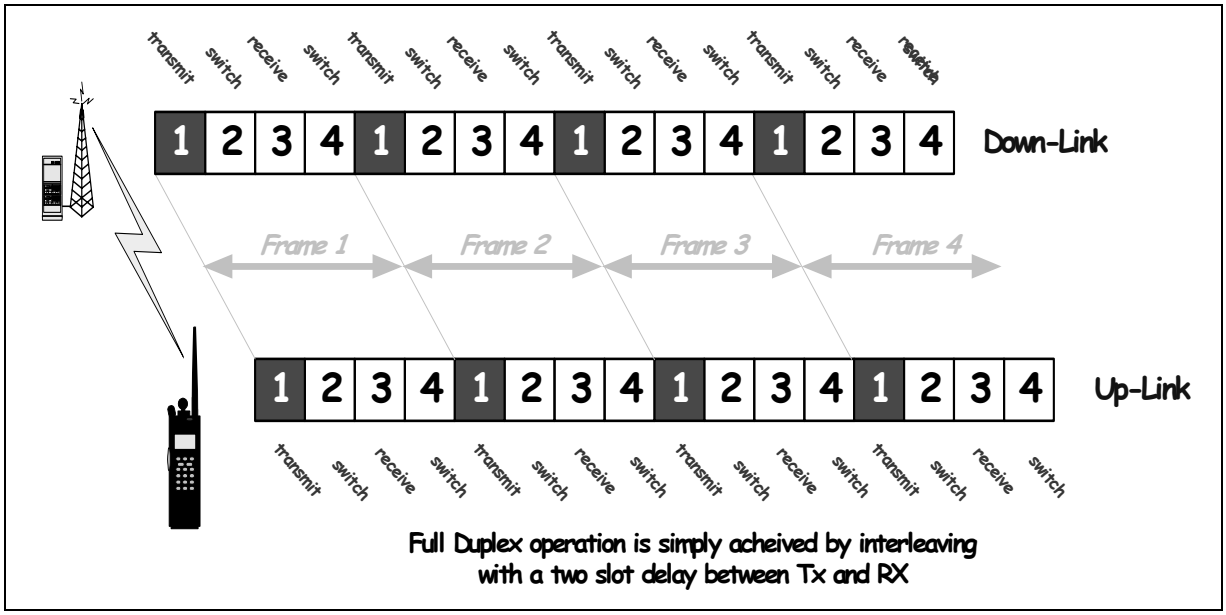
Δεδομένου ότι ένα πολυπλαίσιο διαρκεί 1,02sec και μεταφέρει συνολικά 29376 bit πληροφορίας (=17*4*432), ο ρυθμός μετάδοσης χρήσιμης πληροφορίες είναι 28800 bps ανά φέρον ή 7200 bps ανά κανάλι.

Η δομή των πλαισίων TETRA για την ανοδική ζεύξη φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 6: Οργάνωση πλαισίων TETPA (ανοδική ζεύξη)

Ένα από τα πλεονεκτήματα του TETRA είναι η δυνατότητα αμφίδρομης (full duplex) επικοινωνίας με την χρήση τερματικών συσκευών haff duplex. Αυτό επιτυγχάνεται ρυθμίζοντας τις εκπομπές της άνω και κάτω ζεύξης έτσι ώστε η κάθε χρονοθυρίδα της άνω ζεύξης να εκπέμπει δύο χρονοθυρίδες μετά την αντίστοιχη χρονοθυρίδα της κάτω ζεύξης. Με το τρόπο αυτό, το τερματικό λαμβάνει πρώτα την πληροφορία από τον σταθμό βάσης στην χρονοθυρίδα Χ , στην χρονοθυρίδα Χ+1 αλλάζει κατάσταση λειτουργίας και από δέκτης μετατρέπεται σε πομπό, και στην τρίτη χρονοθυρίδα Χ+2 εκπέμπει προς τον σταθμό βάσης (βλέπετε Σχ. 7).



Σχήμα 7 : Full duplex επικοινωνία με half duplex τερματικά

1.7 ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του TETRA είναι η υψηλού επιπέδου μηχανισμοί ασφαλείας μέσω των οποίων παρέχεται προστασία από υποκλοπές της μεταφερόμενης πληροφορίας καθώς επίσης και προστασία από την παράνομη πρόσβαση στο δίκτυο. Η ασφάλεια των συστημάτων TETRA βασίστηκε στα πρότυπα ασφαλείας του συστήματος DECT, που με την σειρά τους αποτελούσαν εξέλιξη των αντίστοιχων προτύπων ασφαλείας του GSM.

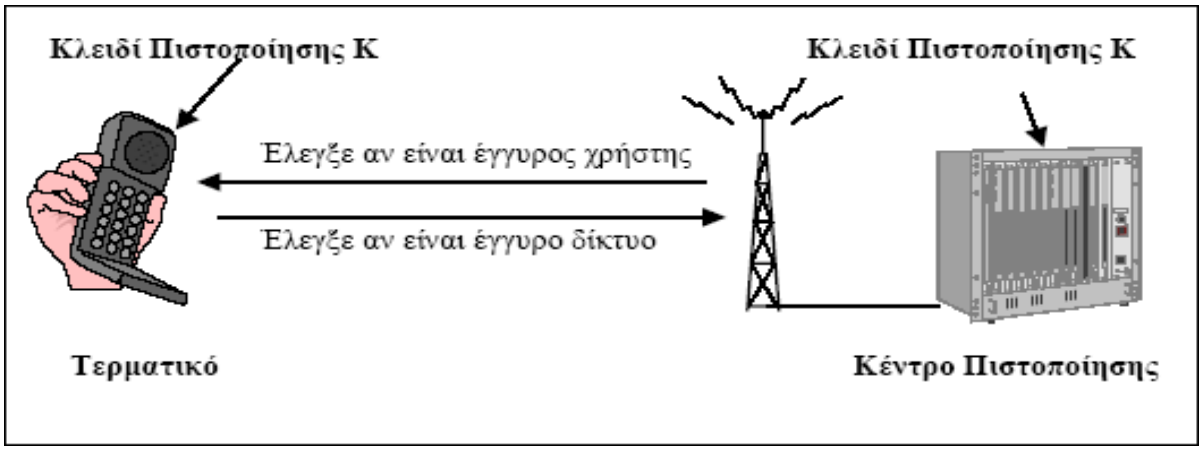
Οι προδιαγραφές TETRA περικλείουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά για την υλοποίηση ασφαλούς επικοινωνίας.

- Πιστοποίηση του χρήστη με ταυτότητα αποθηκευμένη στην κάρτα SIM
- Πιστοποίηση του τερματικού με ένα μοναδικό αριθμό εξοπλισμού.
- Πιστοποίηση του δικτύου και του συστήματος διαχείρισης του δικτύου
- Εμπιστευτικότητα της προσωπικής και ομαδικής ταυτότητας χρήστη
- Πιστοποίηση της ακεραιότητας και της προέλευσης των δεδομένων σηματοδοσίας
- Εμπιστευτικότητα των πακέτων σηματοδοσίας
- Ασφαλείς λειτουργίες για τη διαχείριση του κλειδιού της ασύρματης διεπαφής.

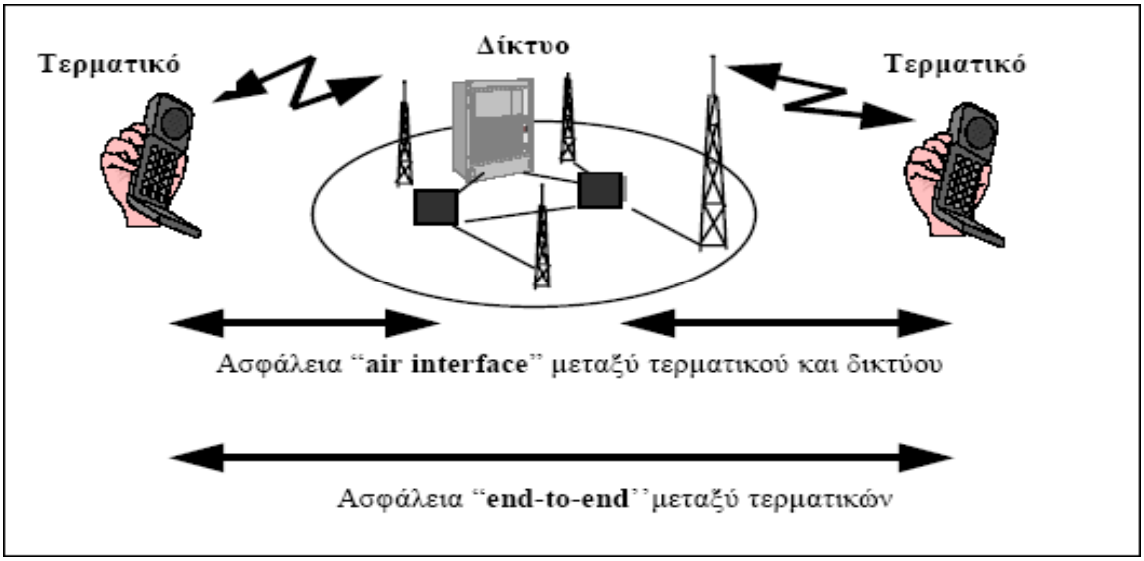
Οι προδιαγραφές καθορίζουν τους παρακάτω μηχανισμούς ασφαλείας:

- **Πιστοποίηση πολλαπλών επιπέδων.** Με τον μηχανισμό αυτό διασφαλίζεται ότι ο χρήστης που σκοπεύει να συνδεθεί με το δίκτυο έχει έγκυρη άδεια πρόσβασης.
- **Κρυπτογράφηση της ασύρματης διεπαφής.** Παρέχει προστασία στην ασύρματη διαδρομή μεταξύ του τερματικού και του σταθμού βάσης. Με το τρόπο αυτό προστατεύεται η πληροφορία από υποκλοπές στο «air interface”.
- **Διατήρηση ανωνυμίας χρήστη με χρήση ψευδωνύμων.** Το TETRA παρέχει την δυνατότητα συγκάλυψης, με την χρήση ψευδωνύμων, της ταυτότητας των τερματικών που εμπλέκονται σε μια κλήση με στόχο για να εμποδίσει την αποκάλυψη της θέσης τους.
- **Ενεργοποίηση / απενεργοποίηση τερματικών.** Το TETRA παρέχει την δυνατότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης των τερματικών μέσω της ασύρματης διεπαφής.
- **Κρυπτογράφηση από άκρη σε άκρη.** Ο μηχανισμός αυτός προορίζεται για τις ποιο κρίσιμες εφαρμογές οι οποίες απαιτούν προστασία εντός του δικτύου και παρέχει προστασία της διακινούμενης πληροφορίας από υποκλοπές.
- **Αναπήδηση συχνότητας.** Η δομή των θυρίδων TDMA επιτρέπει μια μορφή αργών αναπηδήσεων / αλλαγών συχνότητας με στόχο την προστασία από παρεμβολές (jamming)

Στα επόμενα σχήματα παρουσιάζονται παραστατικά η πιστοποίηση τερματικών και δικτύου (Σχ. 8) και οι δύο τρόποι κρυπτογράφησης (Σχ. 9).



Σχήμα 8: Πιστοποίηση



Σχήμα 9 : Κρυπτογράφηση

1.8 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ TETRA

Το πρότυπο TETRA καθορίζει ένα αριθμό υπηρεσιών ή τύπων κλήσεων. Οι υπηρεσίες αυτές χωρίζονται σε Βασικές και Συμπληρωματικές Υπηρεσίες και περιγράφονται παρακάτω.

Βασικές Υπηρεσίες Φωνής

Ατομική κλήση (Individual Call): Επικοινωνία ατόμου με άτομο. Μπορεί να είναι μονόδρομη (simplex), ημιαμφίδρομη (semi-duplex) ή πλήρως αμφίδρομη (full duplex), και από τερματικό σε τερματικό, από τερματικό σε εκφωνητή ή από τερματικό σε συνδρομητή του τηλεφωνικού δικτύου (PSTN).

Ομαδική κλήση (Group Call): Επικοινωνία ατόμου με ομάδα ατόμων.

Ομαδική κλήση με επιβεβαίωση (Acknowledged Call): Ομαδική κλήση κατά την οποία ο καλών έχει τη δυνατότητα να ελέγξει τα άτομα της ομάδας που συμμετέχουν στη κλήση.

Ευρυεκπομπή (Broadcast Call): Κλήση προς ομάδα κατά την οποία οι παραλήπτες δεν έχουν τη δυνατότητα να απαντήσουν. Χρησιμοποιείται συνήθως για ανακοινώσεις σε ομάδες με πολλά άτομα ή σε όλους τους συνδρομητές του δικτύου.

Κρυπτοφώνηση: Όλοι οι παραπάνω τύποι κλήσεων μπορούν να γίνουν με ή χωρίς κρυπτοφώνηση.

Βασικές Υπηρεσίες Δεδομένων

Κλήσεις δεδομένων κυκλωμεταγωγής (Circuit Mode Data): Κλήσεις αποστολής δεδομένων με τη χρήση μιας έως τεσσάρων χρονοθυρίδων και ρυθμούς μετάδοσης μεταξύ 7,2/14,4/21,6/28,8 kbps. Πραγματοποιούνται μέσω των καναλιών κίνησης και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μεγάλου όγκου δεδομένων και για απαιτητικές εφαρμογές όπως video.

Κλήσεις δεδομένων κυκλωμεταγωγής με προστασία (Circuit Mode Protected Data): Κλήσεις παρόμοιες με τις παραπάνω, αλλά με τη χρήση αλγορίθμων ασφαλείας και ρυθμούς μετάδοσης μεταξύ 4,8/9,6/14,4/19,2 kbps

Κλήσεις δεδομένων κυκλωμεταγωγής με υψηλή προστασία (Circuit Mode Heavily Protected Data): Κλήσεις παρόμοιες με τις παραπάνω, αλλά με τη χρήση πολυπλοκότερων αλγορίθμων ασφαλείας και ρυθμούς μετάδοσης μεταξύ 2,4/4,8/7,2/9,6 kbps.

Κλήσεις δεδομένων πακετομεταγωγής (Packet Mode Data – Connection Oriented / Connectionless) : Κλήσεις αποστολής δεδομένων με τη χρήση πρωτοκόλλου IP πάνω σε μια ή περισσότερες δεσμευμένες χρονοθυρίδες. Οι ρυθμοί μετάδοσης είναι χαμηλότεροι σε σύγκριση με την κυκλωμεταγωγή λόγω του υπερκείμενου πλαισίου IP.

Μηνύματα κατάστασης (Status Messages): Με την επιλογή ενός κωδικού αποστέλλεται από το τερματικό στον εκφωνητή ένα μήνυμα από κατάλογο 16 προκαθορισμένων σύντομων γραπτών μηνυμάτων.

Κλήσεις βραχέων δεδομένων (Short Data Services): Αποστολή βραχέων δεδομένων έως 2047 ψηφία. Κατάλληλη για μετάδοση μικρών γραπτών μηνυμάτων

Απαραίτητες Συμπληρωματικές Υπηρεσίες

Κλήση εξουσιοδοτημένη από τον εκφωνητή (Call Authorized By Dispatcher): Χρησιμοποιείται όταν ο εκφωνητής επιθυμεί να γίνονται αιτήσεις για ομιλία οι οποίες μπαίνουν σε μια σειρά αντί να γίνεται άμεση σύνδεση.

Επιλογή περιοχής (Area Selection): Δίνεται η δυνατότητα στον εκφωνητή να περιορίσει την περιοχή από την οποία θα εξέρχονται οι κλήσεις μιας ομάδας.

Προτεραιότητα Πρόσβασης (Access Priority): Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις αυξημένης κίνησης του δικτύου για να γίνονται μόνο κλήσεις προτεραιότητας.

Κλήση προτεραιότητας (Priority Call): Σε περίπτωση που το σύστημα είναι κατειλημμένο οι κλήσεις μπαίνουν σε ουρά αναμονής. Η κατάταξη στην ουρά αναμονής γίνεται ανάλογα με το βαθμό προτεραιότητας του καλούντος.

Κλήση Προτεραιότητας με προ-εκκένωση (Pre-emptive Priority Call): Εάν το σύστημα είναι κατειλημμένο, η κλήση προτεραιότητας με προεκκένωση προκαλεί τερματισμό της κλήσης με τη χαμηλότερη προτεραιότητα ή τη μεγαλύτερη διάρκεια την οποία και αντικαθιστά. Χρησιμοποιείται σε επείγουσες περιπτώσεις.

Όψιμη Είσοδος (Late Entry): Δίνεται η δυνατότητα σε ένα μέλος ομάδας να συμμετάσχει σε μια κλήση η οποία βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη.

Ακρόαση περιβάλλοντος (Ambience Listening): Αποστολή διακριτικού σήματος στο τερματικό για την ενεργοποίηση του πομπού του χωρίς κάποια ένδειξη. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις κατά τις οποίες ο καλούμενος δεν απαντά ή βρίσκεται σε κατάσταση κινδύνου.

Δυναμική Εκχώρηση Αριθμού Ομάδος (Dynamic Group Number Assignment): Επιτρέπεται η προσωρινή δημιουργία ομάδων χρηστών για ειδικές περιπτώσεις ή συμβάντα.

1.9 ΑΜΕΣΟΤΡΟΠΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Η αμεσότροπη λειτουργία (DMO-Direct Mode Operation) είναι μία από τις πλέον σημαντικές λειτουργίες του TETRA. Με την λειτουργία αυτή δίνεται η δυνατότητα σε ένα τερματικό (πομποδέκτη) να επικοινωνεί απευθείας με ένα ή περισσότερα άλλα τερματικά χωρίς τη μεσολάβηση των σταθμών βάσης του δικτύου. Η λειτουργία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν τα τερματικά βρίσκονται εκτός περιοχής ραδιοκάλυψης ή όταν απλώς υπάρχει ανάγκη για μια τοπική ιδιωτική επικοινωνία.

Η αμεσότροπη λειτουργία περιλαμβάνει ατομικές και ομαδικές κλήσεις οι οποίες μπορεί να είναι κρυπτογραφημένες ή όχι, κλήσεις δεδομένων και βραχέων δεδομένων με ρυθμό μετάδοσης έως 7,2 kbit/s (ισοδύναμη με τη μετάδοση σε μια χρονοθυρίδα). Η αμεσότροπη επικοινωνία απαιτεί την χρήση διαφορετικών συχνοτήτων από αυτές του δικτύου. Στην περίπτωση του OTELink χρησιμοποιούνται δύο συχνότητες για αμεσότροπη λειτουργία.

1.10 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ TETRA

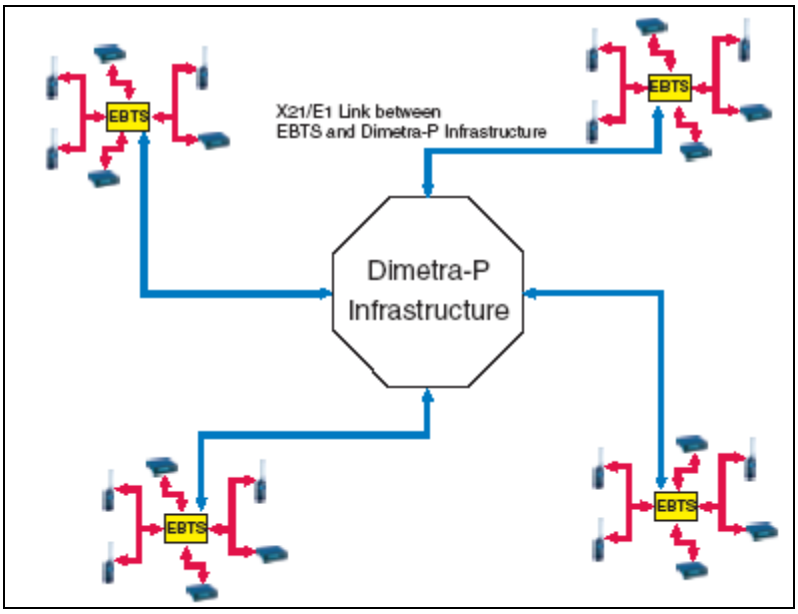
Ορισμένες από τις εφαρμογές που μπορούν να αναπτυχθούν βασισμένες στην τεχνολογία TETRA είναι:

- Διαχείριση στόλου οχημάτων
- Εντοπισμός θέσης οχήματος μέσω GPS
- Μετάδοση εικόνας
- Ασύρματη πρόσβαση σε βάση δεδομένων
- Ασύρματο Internet
- Σύνδεση με περιφερειακές συσκευές όπως: ταξίμετρα, αναγνώστες πιστοτικών καρτών, φορητοί υπολογιστές και εκτυπωτές, αναγνώστες δακτυλικών αποτυπωμάτων κ.λ.π.
- Εφαρμογές SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

2. ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ TETRA ΣΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Οι ασύρματες τηλεπικοινωνιακές ανάγκες του Μετρό της Αθήνας καλύπτονται από το εμπορικό δίκτυο TETRA του ΟΤΕ (OTELink). Το δίκτυο λειτουργεί στις συχνότητες 411,75 – 413,75 MHz (ανοδική ζεύξη) και 421,75 – 423,75 (καθοδική ζεύξη) και χρησιμοποιεί εξοπλισμό DIMETRA του Οίκου της MOTOROLA. Το δίκτυο αποτελείται από ένα κέντρο μεταγωγής στο ΝΥΜΑ (πλατεία Βικτωρίας) και από πληθώρα σταθμών βάσεως οι οποίοι παρέχουν πανελλαδική κάλυψη. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η γενική δομή του συστήματος Dimetra-OTELink.



Σχήμα 10 : Δομή Δικτύου Dimetra -OTELink

Για την κάλυψη των αναγκών του Μετρό έχει εγκατασταθεί σε χώρους του Μετρό ο παρακάτω εξοπλισμός:

- Δύο σταθμοί βάσης (Enhanced Base Transceiver Station – EBTS).
- Δίκτυο οπτικών επαναληπτών για την μεταφορά του RF σήματος από τους σταθμούς βάσης στους σταθμούς του μετρό και αντιστρόφως. Το δίκτυο αποτελείται από:
  - δυο κεντρικές μονάδες «Master Units» (MU) εγκατεστημένες στο Σύνταγμα. Οι μονάδες αυτές μετατρέπουν το RF σήμα των EBTS σε οπτικό και το διοχετεύουν, μέσω δικτύου οπτικών ινών στους σταθμούς του μετρό.
  - Είκοσι πέντε (25) αναμεταδότες (Repeater - RU), ένα σε κάθε σταθμό του Μετρό, οι οποίοι μετατρέπουν το οπτικό σήμα σε RF και στην συνέχεια το διοχετεύουν στο κεραιοσύστημα του σταθμού.
- Σύστημα καλωδιώσεων και κεραιών για τις ανάγκες ραδιοκάλυψης των εσωτερικών χώρων των σταθμών του Μετρό.
- Είκοσι πέντε περίπου χιλιόμετρα ακτινοβολούντος καλωδίου για την παροχή ραδιοκάλυψης στις δύο σήραγγες (Γραμμή 2 και Γραμμή 3), συμπεριλαμβανομένων και των αποβαθρών των σταθμών.

Από την πλευρά των χρηστών χρησιμοποιείται ο παρακάτω βασικός εξοπλισμός.

- Τέσσερις ενσύρματοι σταθμοί διακομιστών (Dispatchers), για τις ανάγκες επικοινωνίας του Κέντρου Ελέγχου Λειτουργίας (ΚΕΛ) με τεχνικό προσωπικό, υπευθύνους σταθμών, οδηγούς συρμών κ.λ.π.
- Φορητοί ασύρματοι TETPA τύπου MTP700 της Μοτορόλα για τις ανάγκες του προσωπικού (τεχνικό προσωπικό, σταθμάρχες κ.λ.π.)
- Εποχούμενες συσκευές TETRA τύπου MTM700 εγκατεστημένες στους συρμούς του Μετρό.

Η βασική φιλοσοφία του συστήματος TETRA στο Μετρό παρουσιάζεται στο Σχ.11. Στο σταθμό Μετρό του Συντάγματος έχουν εγκατασταθεί δύο EBTS, τα επονομαζόμενα «κόκκινο» και «μπλε» EBTS, το κάθε ένα από τα οποία συνδέεται με το κέντρο μεταγωγής του OTELink στο ΝΥΜΑ με μία γραμμή Χ.21 της Hellascom χωρητικότητας 192kbps.

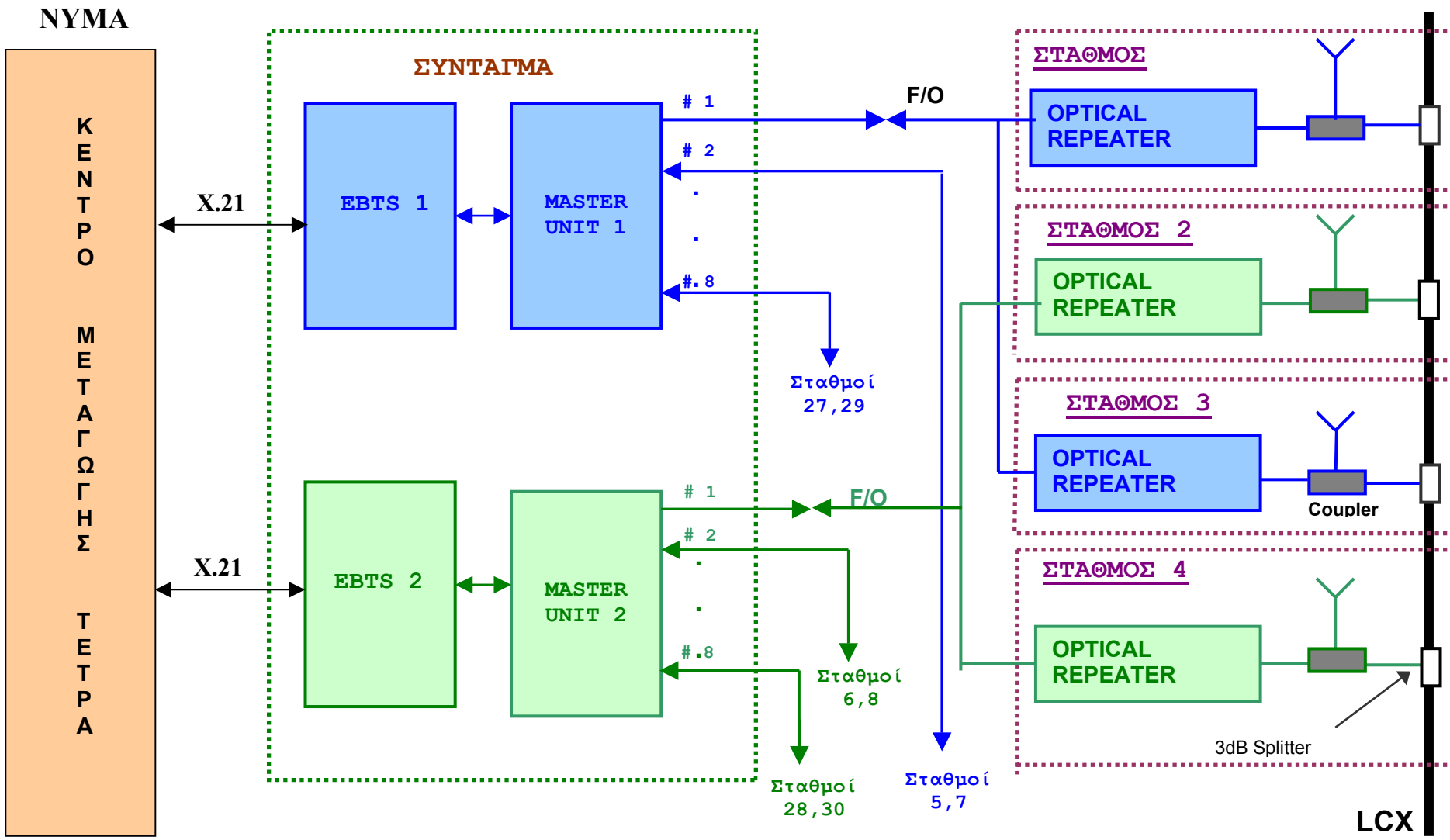
Το κάθε EBTS συνδέεται με το αντίστοιχο Master Unit («κόκκινο» EBTS με «κόκκινο» MU και «μπλε» EBTS με «μπλε» MU). Τα MU μετατρέπουν το RF σήμα σε οπτικό, το μεταφέρουν μέσω δικτύου οπτικών ινών στους αναμεταδότες που βρίσκονται εγκατεστημένοι στους σταθμούς του Μετρό. Οι αναμεταδότες μετατρέπουν το οπτικό σήμα σε RF και στην συνέχεια το διοχετεύουν στο εσωτερικό κεραιοσύστημα του σταθμού, καθώς επίσης και στο ακτινοβολούν καλώδιο το οποίο διατρέχει τη σήραγγα σε όλο της το μήκος.

Στο Σχ. 12 παρατίθεται η διάταξη του εξοπλισμού στους σταθμούς του Μετρό. Οι σταθμοί τροφοδοτούνται εναλλάξ από το «κόκκινο» και «μπλε» EBTS ούτως ώστε να αποφεύγονται παρεμβολές από γειτονικές βάσεις. Οι «κόκκινοι» σταθμοί αποτελούν την «κόκκινη» κυψέλη και οι «μπλε» σταθμοί την «μπλε» κυψέλη.

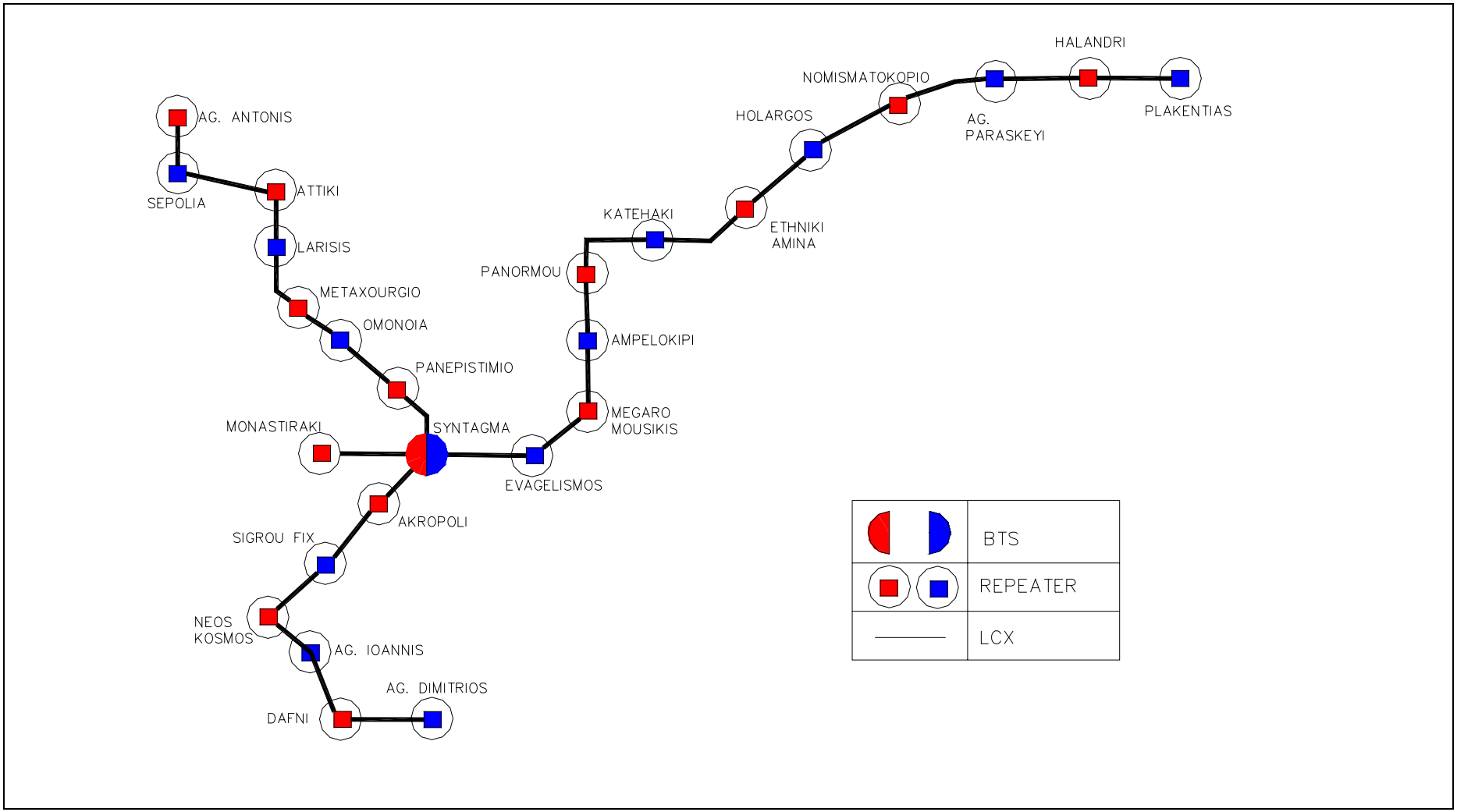
Κάθε σταθμός βάσης είναι εξοπλισμένος με τρεις πομποδέκτες, οι συχνότητες λειτουργίας των οποίων παρατίθενται στο Πίνακα 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : Συχνότητες Λειτουργίας EBTS

EBTS ή Κυψέλη	Πομποδέκτης	Συχνότητα Εκπομπής	Συχνότητα Λήψης
Κόκκινο	1	423,800 MHz	433,800 MHz
	2	424,050 MHz	434,050 MHz
	3	424,300 MHz	434,300 MHz
Μπλε	1	424,875 MHz	434,875 MHz
	2	425,125 MHz	435,125 MHz
	3	425,375 MHz	435,375 MHz



Σχήμα 11 : Αρχιτεκτονική Δικτύου TETRA στο Μετρό

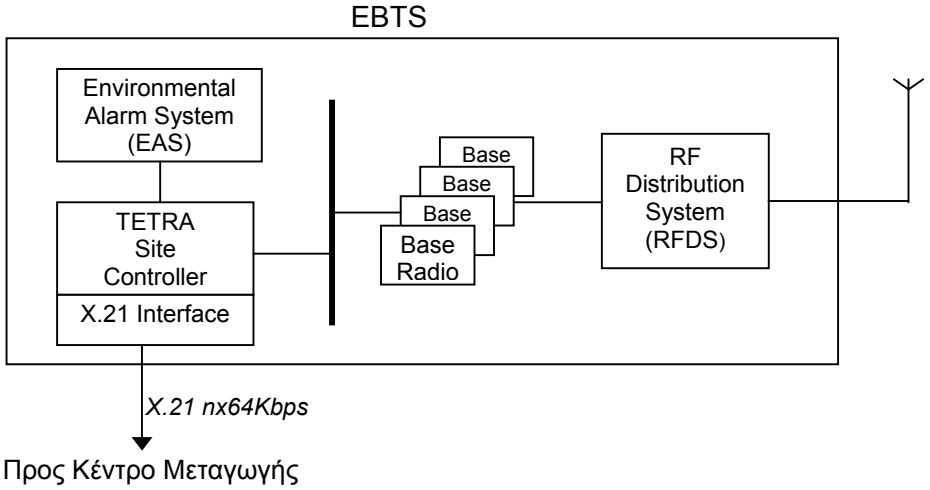


Σχήμα 12: Διάταξη Εξοπλισμού TETRA στο Μετρό

2.2 ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΑΣΗΣ

Ο σταθμός βάσης (EBTS) αποτελεί την ραδιοεπαφή μεταξύ του κέντρου μεταγωγής και του συνδρομητή και απαρτίζεται από τις παρακάτω μονάδες (Σχ. 13):

- Κεντρικός Ελεγκτής (Site Controller, SC).
- Σύστημα Σηματοδοσιών (Environmental Alarm System, EAS)
- Σύστημα Διανομής RF (RF Distribution System, RFDS)
- Πομποδέκτες (Base Radio, BR).

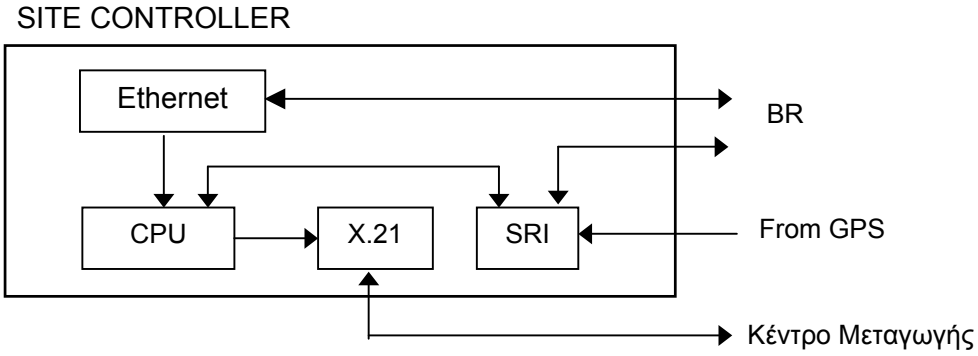


Σχήμα 13 : Σχηματικό Διάγραμμα Σταθμού Βάσης

2.2.1 ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ

Ο Κεντρικός Ελεγκτής (SC) αποτελεί την διεπαφή με το κέντρο μεταγωγής και ελέγχει έως και επτά πομποδέκτες. Η επικοινωνία του SC με τις υπόλοιπες μονάδες του σταθμού γίνεται μέσω ενός τοπικού δικτύου Ethernet. Σε περίπτωση διακοπής της επικοινωνίας με το κέντρο μεταγωγής, ο Κεντρικός Ελεγκτής έχει την δυνατότητα να υποκαταστήσει τοπικά το κέντρο μεταγωγής επιτρέποντας την απρόσκοπτη λειτουργία του σταθμού βάσης, παρέχοντας υπηρεσίες TETRA μόνο όμως στην περιοχή κάλυψης του εν λόγω σταθμού βάσης (Local Site Trunking.

Ο SC αποτελείται από τις παρακάτω μονάδες (Σχ. 14):



Σχήμα 14: Σχηματικό διάγραμμα SC

CPU

Η CPU αποτελεί την κεντρική μονάδα ελέγχου του σταθμού βάσης.

SRI Card

Η κάρτα αυτή συγχρονίζει τον σταθμό βάσης με το δίκτυο TETRA και παρέχει στους πομποδέκτες την συχνότητα αναφοράς των 5 MHz. Αποτελείται από έναν ταλαντωτή υψηλής σταθερότητας και ένα δέκτη GPS. Ο δέκτης GPS συνδέεται με εξωτερική κεραία από την οποία λαμβάνεται το σήμα χρονισμού (1 pulse per second) για τον συγχρονισμό του σταθμού βάσης.

X.21 Interface Card

Η κάρτα αυτή παρέχει την διεπαφή X.21 για την σύνδεση του σταθμού με το κέντρο μεταγωγής. Χρησιμοποιείται πρωτόκολλο Frame Relay. Η απαιτούμενη χωρητικότητα της ζεύξης είναι 64kbps ανά πομποδέκτη.

Ethernet Card

Αποτελεί την διεπαφή για την σύνδεση, μέσω τοπικού δικτύου LAN, του SC με τις υπόλοιπες μονάδες του σταθμού βάσης. Η πληροφορία που μεταφέρεται μέσω του δικτύου LAN περιλαμβάνει πακέτα σηματοδοσίας και ελέγχου, συμπιεσμένη φωνή και δεδομένα από και προς τους πομποδέκτες. Ο ρυθμός μετάδοσης είναι 10Mbps.

2.2.2 ΚΑΡΤΑ ΣΥΝΑΓΕΡΜΩΝ

Κάθε σταθμός βάσης είναι εξοπλισμένος με μία κάρτα Συναγερμών (EAS). Η κάρτα αυτή παρέχει διεπαφές για εξωτερικούς συναγερμούς (όπως παρακολούθηση συστήματος τροφοδοσίας, εκδήλωση πυρκαγιάς, παραβίαση χώρου) και εσωτερικούς συναγερμούς (π.χ. RFDS). Οι συλλεγόμενοι συναγερμοί στέλνονται στο SC μέσω του Ethernet LAN. Η κάρτα είναι εξοπλισμένη με 48 εισόδους συναγερμών και 8 εξόδους ελέγχου (control outputs). Οι είσοδοι είναι οπτικά απομονωμένοι και ενεργοποιούνται με κλειστή επαφή.

2.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ RF

Το σύστημα διανομής RF αποτελείται από συνδυαστές κοιλότητας (cavity combiners) και πολυζεύκτες (multicouplers) και χρησιμοποιείται για την σύνδεση των πομποδεκτών με το σύστημα κεραιών.

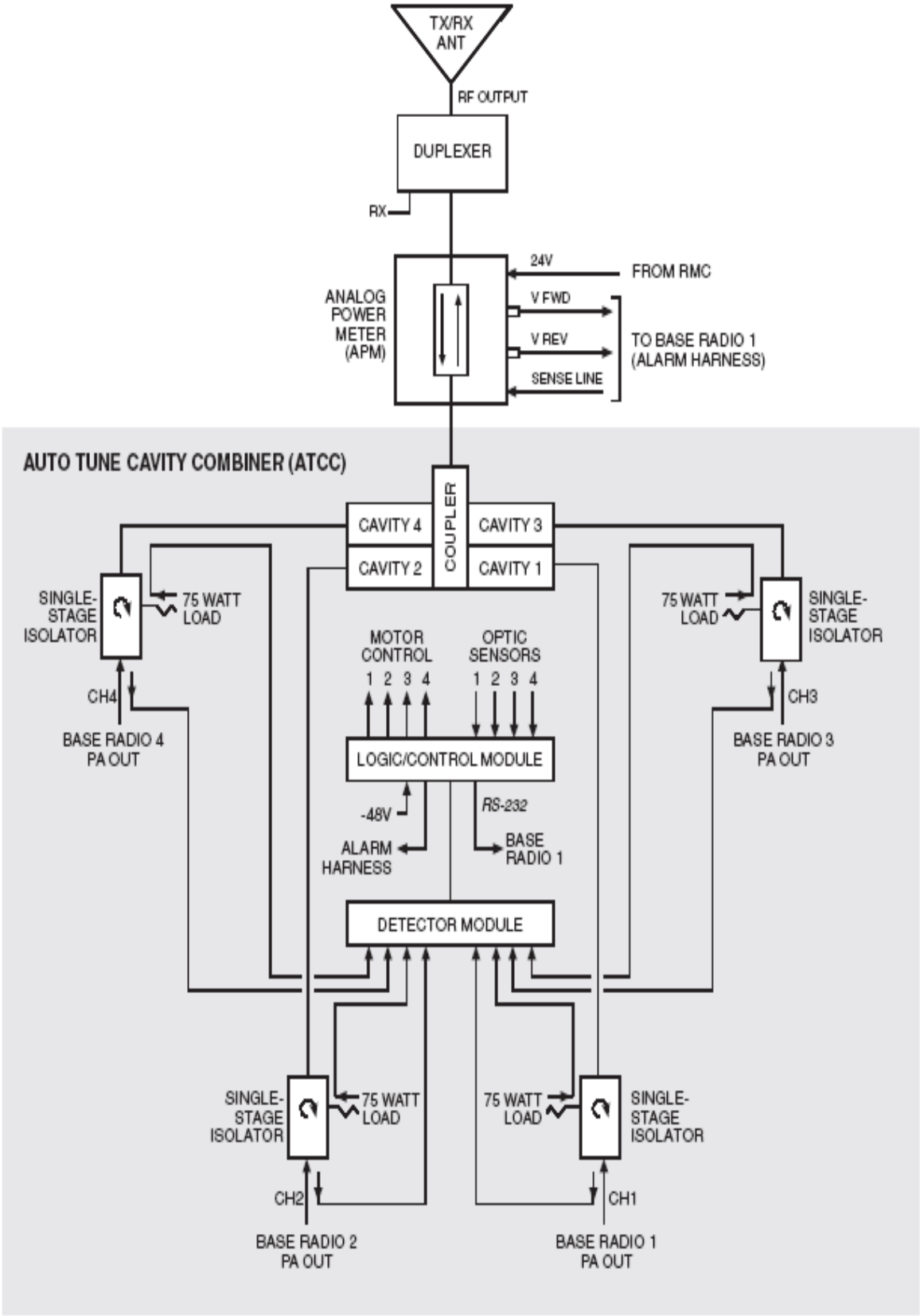
2.2.3.1 Συνδυαστές Κοιλότητας

Οι σταθμοί βάσης του Μετρό είναι εξοπλισμένοι με αυτόματα ρυθμιζόμενους συνδυαστές κοιλότητας (Automatically Tuned Cavity Combiners – ATCC). Το σχηματικό διάγραμμα παρατίθεται στο Σχ. 15.

Ο ATCC δέχεται τέσσερα σήματα RF από ισάριθμους πομποδέκτες τα οποία αφού διέλθουν μέσω διακριτών isolators και κοιλοτήτων συνενώνονται σε ένα ενιαίο σήμα. Το σήμα αυτό οδεύει προς την κεραία εκπομπής μέσω εξωτερικού ζωνοπερατού φίλτρου εύρους 3.4MHz, αναλογικού μετρητή ισχύος (Analog Power Meter – APM) και Διπλέκτη.

Ο APM μετρά την προσπίπτουσα και ανακλώμενη ισχύ και μετατρέπει τις μετρήσεις σε τάσεις DC. Οι DC μετρήσεις αποστέλλονται μέσω των διεπαφών *V FRW* και *V REV* στον «κύριο» (master) πομποδέκτη ο οποίος υπολογίζει την προσπίπτουσα και ανακλώμενη ισχύ καθώς επίσης και το VSWR και με τον τρόπο αυτό ελέγχει τη λειτουργίας του ATCC.

Μέσω του κυκλώματος ελέγχου (Logic Control Module) ο «κύριος» πομποδέκτης ελέγχει τους κινητήρες (motor) των κοιλοτήτων και ρυθμίζει αυτόματα την συχνότητα λειτουργίας των.



Σχήμα 15 : Λειτουργικό διάγραμμα Συνδυαστή Κοιλότητος

Οι τεχνικές προδιαγραφές δίδονται στο Πίνακα 5.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : Τεχνικές Προδιαγραφές Cavity Combiner

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Εύρος συχνοτήτων - Εκπομπή - Λήψη	 423,3 – 426,7 MHz 413,3 – 416,7 MHz
Tx Post Filter	423,3 – 426,7 MHz
Απόσταση Tx – Rx	10 MHz
Απόσταση Tx – Tx	250 kHz (150kHz min)
Σύνθετη αντίσταση (Port Impedance)	50 Ω ονομαστική
Απώλεια παρεμβολής (Insertion loss)	4.0 dB maximum 3.2 dB typical
Απώλεια παρεμβολής φίλτρου Tx	1.0 dB maximum 0.45dB typical
Tx -Tx (150 kHz channel spacing)	32 Db minimum
Απώλεια Επιστροφής (Input Return Loss)	14dB minimum 17dB typical
Antenna-to-PA Isolation: 25°C 55°C -20°C to 24.9^{o}C	27 dB minimum 23 dB minimum 18 dB minimum

2.2.3.2 Πολυζεύκτης

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα του Σχ. 16, ο πολυζεύκτης (Receiver Multicoupler - RMC) διανέμει το λαμβανόμενο από το κεραιοσύστημα (κύρια και διαφορική λήψη) σήμα, σε κάθε ένα από τους πομποδέκτες του σταθμού βάσης. Ο πολυζεύκτης αποτελείται από τρία ισοδύναμα κυκλώματα η λειτουργία των οποίων περιγράφεται στη συνέχεια.

Το RF σήμα διέρχεται κατ' αρχάς από ζωνοπερατό φίλτρο (preselector) εύρους 5 MHz και στην συνέχεια ενισχύεται από ενισχυτή χαμηλού θορύβου (Low Noise Amplifier – LNA). Το ενισχυμένο σήμα διαχωρίζεται σε τέσσερα ισοδύναμα σήματα από τους δύο διαχωριστές (Splitter). Κάθε ένα από αυτά τα σήματα οδηγείται στην συνέχεια σε ένα απλό δέκτη του πομποδέκτη. Η παραπάνω διάταξη υποστηρίζει μέχρι τέσσερους πομποδέκτες. Ο τετράθυρος διαχωριστής παρέχει και μία έξοδο για διασύνδεση με ικρίωμα επέκτασης (τρεις επιπλέον πομποδέκτες) η οποία όταν δεν χρησιμοποιείται τερματίζεται με αντίσταση 50Ω.

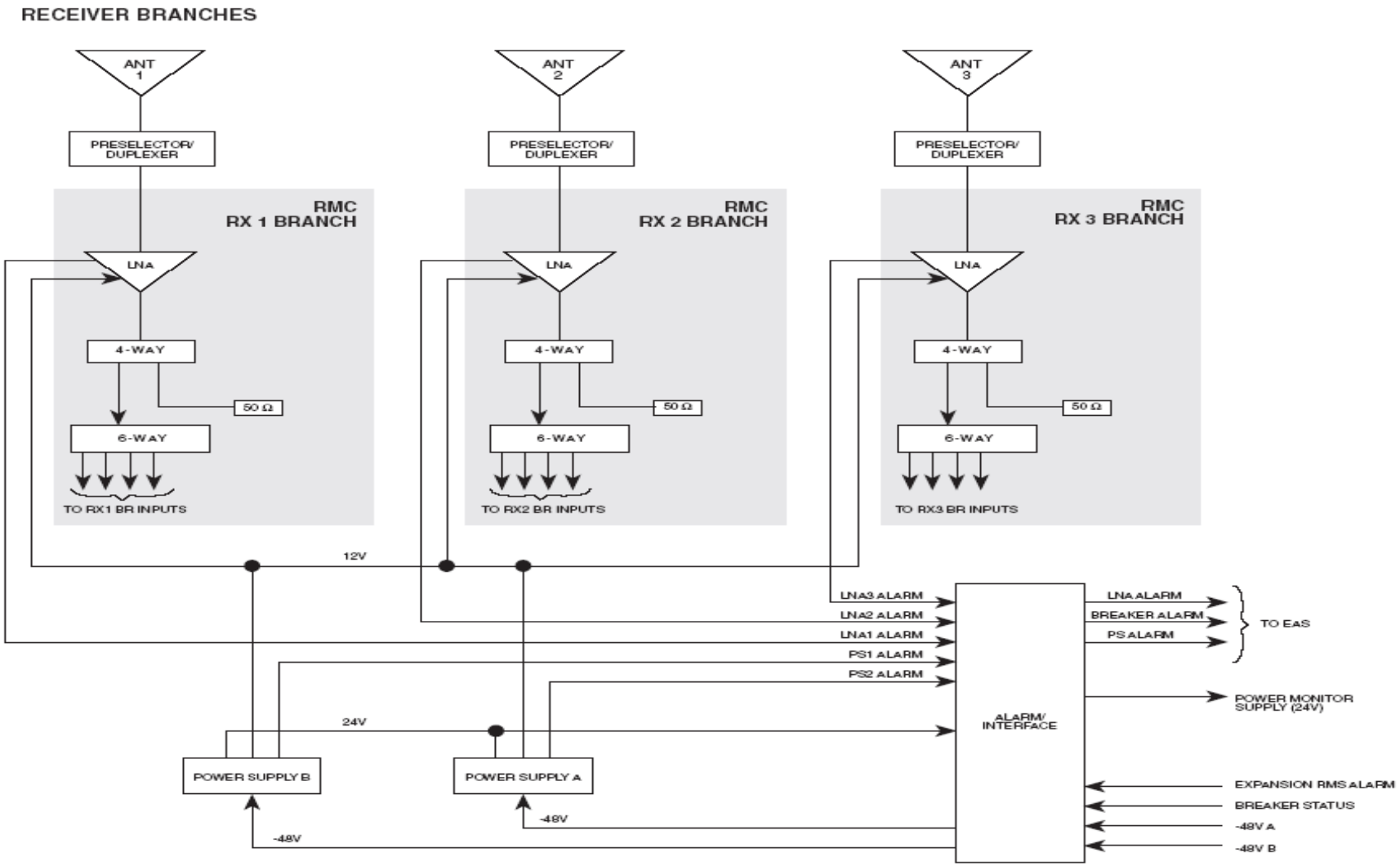
Με τον ίδιο τρόπο διαμοιράζονται τα σήματα από τις άλλες δύο κεραίες.

Οι πολυζεύκτες που έχουν εγκατασταθεί στους σταθμούς βάσης του Μετρό χρησιμοποιούν δύο μόνο κεραίες λήψης, η μία από τις οποίες χρησιμοποιείται επίσης και ως κεραία εκπομπής.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πολυζεύκτη αναφέρονται στον Πίνακα 6.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 : Τεχνικά Χαρακτηριστικά Πολυζεύκτη

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Gain: • Antenna Port-to-Rx OUT • Antenna Port-to-Expansion Output	 11.9 ± 1 dB (typical) 20 ± 1dB (typical)

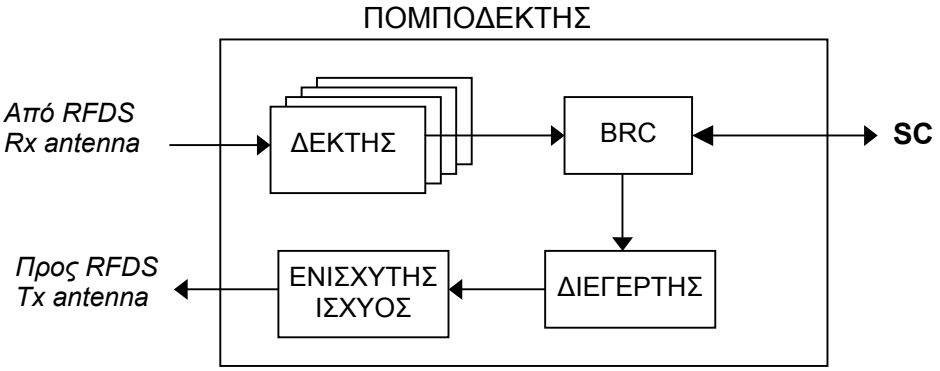


Σχήμα 16 : Λειτουργικό Διάγραμμα Πολυζεύκτη

2.2.4 ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ

Ο πομποδέκτης (Base Radio – BR) αποτελείται από τις παρακάτω μονάδες (Σχ. 17):

- Ελεγκτής Πομποδέκτη (Base Radio Controller – BRC)
- Διεγέρτης (Exciter)
- Ενισχυτής Ισχύος (Power Amplifier – PA)
- Τροφοδοτικό (Power Supply)
- Δέκτης (Receiver)



Σχήμα 17: Σχηματικό διάγραμμα Πομποδέκτη

Ο Πομποδέκτης χρησιμοποιεί τεχνική TDMA η οποία σε συνδυασμό με τεχνικές συμπίεσης φωνής επιτρέπει την μεταφορά τεσσάρων καναλιών επικοινωνίας σε ένα φέρον.

Ο Πομποδέκτης χρησιμοποιεί την τεχνική της διαφορικής λήψης για αύξηση της περιοχής κάλυψης και για καλύτερη ποιότητα επικοινωνίας. Έως και τρεις δέκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα πομποδέκτη. Όλοι οι δέκτες ενός BR είναι συντονισμένοι στην ίδια συχνότητα. Οι δέκτες επεξεργάζονται το λαμβανόμενο RF σήμα, εξάγουν την μεταφερόμενη πληροφορία, την μετατρέπουν σε σήμα βασικής ζώνης (baseband) και την προωθούν στον BRC. Ο BRC, χρησιμοποιώντας ειδικό αλγόριθμο, επιλέγει το ποιοτικά καλύτερο σήμα το οποίο και προωθεί μέσω του δικτύου Ethernet στο SC μαζί με όλες τις απαραίτητες πληροφορίες ελέγχου.

Το σύστημα εκπομπής του BR αποτελείται από δύο υπομονάδες. Τον Διεγέρτη και τον Ενισχυτή Ισχύος. Ο Διεγέρτης λαμβάνει από το BRC το προς εκπομπή σήμα υπό μορφή ψηφιακού σήματος βασικής ζώνης και με αυτό διαμορφώνει (π/4 DQPSK) το προς εκπομπή φέρον. Το προκύπτον σήμα αποστέλλεται προς τον ενισχυτή ισχύος ο οποίος το ενισχύει και το προωθεί στην κεραία για εκπομπή. Το σύστημα διαθέτει κύκλωμα συνεχούς παρακολούθησης της ισχύος εξόδου την οποία προσαρμόζει, όταν καταστεί αναγκαίο, στα επιθυμητά επίπεδα.

Οι δύο σταθμοί βάσης του Μετρό είναι εξοπλισμένοι με τρεις πομποδέκτες ο καθένας και χρησιμοποιούν δύο κεραίες λήψης. Οι συχνότητες λειτουργίας των πομποδεκτών παρατίθενται στον Πίνακα 2 (σελίδα 15)

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Πομποδέκτη παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακες 7, 8 και 9)

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 : Γενικά Τεχνικά Χαρακτηριστικά Πομποδέκτη

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Εύρος Λήψης	380-433MHz
Εύρος Εκπομπής	390-400 και 413 – 433 MHz
Διάστημα Tx – Rx	10 MHz
Διάστημα Tx – Tx	250 kHz (cavity combined)
Ψηφιακή Διαμόρφωση	π/4 DQPSK
Τροφοδοσία	-48 Vdc (-44 έως –60 Vdc)
Κεραίες Διαφορικής Λήψης	Έως 3

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 : Τεχνικά Χαρακτηριστικά Εκπομπής

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Μέση Ισχύς Εξόδου – έξοδος πομπού	5 – 75 W
Ισχύς Εξόδου μετά τους Συνδυαστές Κοιλότητος. Απόκλιση σε α) κανονικές και β) μη κανονικές συνθήκες	25 W (44dBm) α) ±2 dB β) +3 / -4 dB
Σταθερότητα Συχνότητας	7 ppb
BER εκπομπής	0.01 %
Έλεγχος Ισχύος Εκπομπής	12 dB σε βήματα του 1 dB
Ακρίβεια Διαμόρφωσης	10 % RMS/burst (30% peak/symbol)
Ισχύς γειτονικού διαύλου λόγω διαμόρφωσης (Κανονικές συνθήκες)	±25 kHz : -60 dBc ±50 kHz : -70 dBc ±75 kHz : -70 dBc
Ισχύς γειτονικού διαύλου λόγω διαμόρφωσης (μη κανονικές συνθήκες)	±25 kHz : -50 dBc ±50 kHz : -60 dBc ±75 kHz : -60 dBc
Ανεπιθύμητες εκπομπές	100 – 250 kHz : - 80 dBc 250 – 500 kHz : - 85 dBc 500 – frb kHz : - 90 dBc Στη ζώνη λήψης : - 100 dBc
Εξασθένηση ενδοδιαμόρφωσης (Intermodulation)	1 BR : 70dB >1 BR : 60 dB
Σύνθετη αντίσταση εισόδου RF	50 Ω (ονομαστική)

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 : Τεχνικά Χαρακτηριστικά Δέκτη

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Όριο Ευαισθησίας (κανονικές συνθήκες, static, 4% BER)	-115 dBm
Όριο Ευαισθησίας (κανονικές συνθήκες, σε περιβάλλον διαλείψεων, TU50 & HT200, 2.2% BER)	-106 dBm
Ονομαστικό BER α) Static, -85 to – 40 dBm β) Static, -40 to – 20 dBm γ) TU50, -85 to –40 dBm α) HT200, -85 to –40 dBm	 < 0.01 % < 0.1 % < 0.4 % < 3.0 % class A
Μέγιστο σήμα λήψης	- 20 dBm

<u>Σημειώσεις</u>

- *Το TU50 είναι μοντέλο διάδοσης σήματος σε πυκνοκατοικημένη περιοχή (typical urban) και κίνηση συνδρομητή/τερματικού με ταχύτητα 50 χλμ / ώρα.*
- *Το HT200 είναι μοντέλο διάδοσης σήματος σε αραιοκατοικημένη λοφώδη περιοχή (hilly terrain) με κίνηση συνδρομητή/τερματικού 200 χλμ / ώρα*

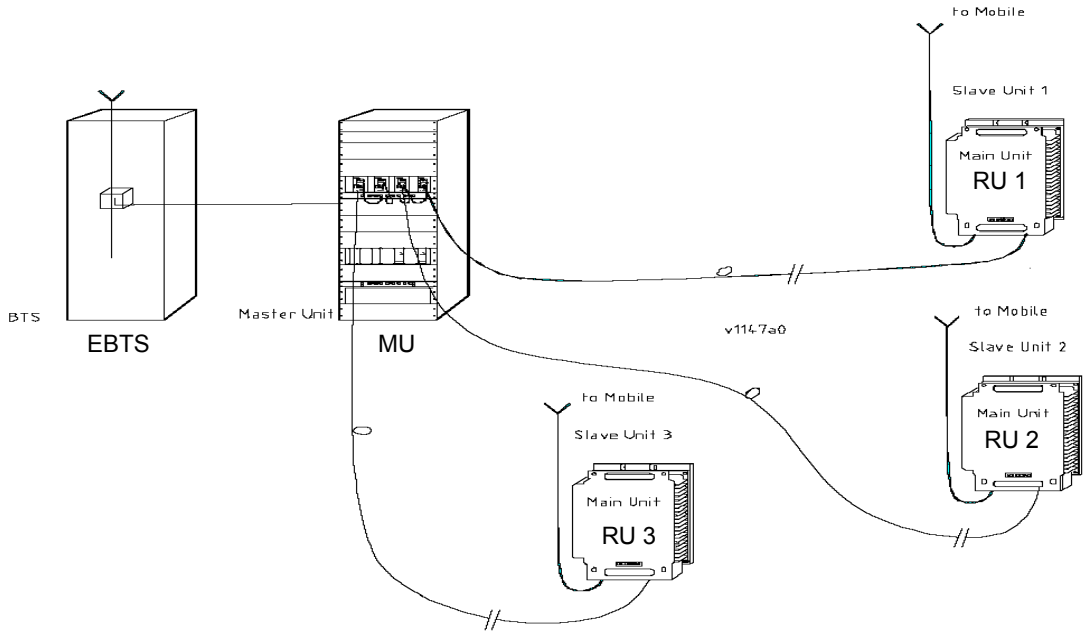
3. ΟΠΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ RF

3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Όπως έχει προαναφερθεί οι σταθμοί του Μετρό εξυπηρετούνται από δύο σταθμούς βάσης οι οποίοι είναι εγκαταστημένοι στο σταθμό «Σύνταγμα». Είναι επομένως απαραίτητη η μεταφορά του RF σήματος στους σταθμούς και τις σήραγγες. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση αναμεταδοτών RF σήματος. Στην περίπτωση του Μετρό χρησιμοποιείται οπτική αναμετάδοση η οποία παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα. Συγκεκριμένα:

- Η χρήση μονότροπων οπτικών ινών επιτρέπει την κάλυψη μεγάλων αποστάσεων (της τάξεως των 30Km)
- Οι ενεργές μονάδες RF δεν χρειάζεται να είναι μεγάλης ισχύος
- Η εγκατάσταση των οπτικών καλωδίων είναι σχετικά εύκολη συγκρινόμενη με άλλα μέσα (ομοαξωνικά καλώδια κ.λπ.)
- Απαιτείται μικρότερος αριθμός αναμεταδοτών
- Το προκύπτον σύστημα έχει μεγαλύτερη αξιοπιστία και καλύτερη ποιότητα

Τα κύρια στοιχεία του δικτύου φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



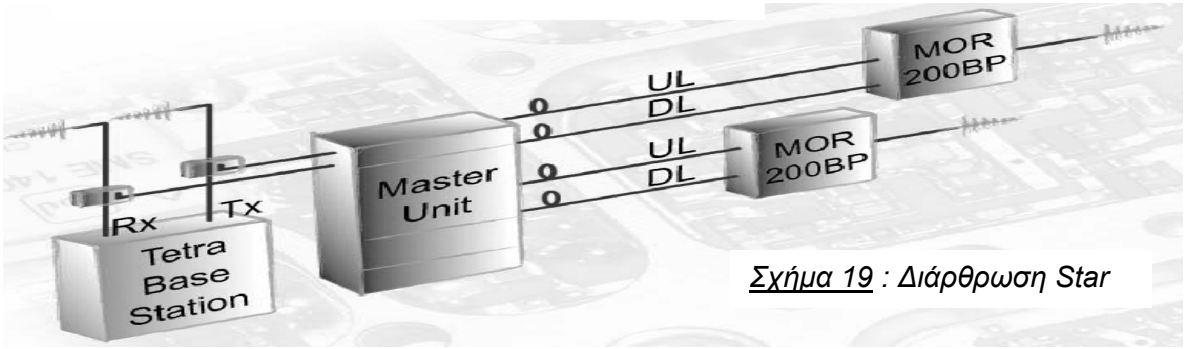
Σχήμα 18: Στοιχεία Οπτικού Δικτύου Αναμετάδοσης RF

Η μονάδα RU (Remote Unit) λαμβάνει το RF σήμα από τα τερματικά, το μετατρέπει σε οπτικό και το αποστέλλει στο MU (Master Unit). Το MU μετατρέπει το οπτικό σήμα σε RF και το προωθεί στο EBTS. Η αντίστροφη διαδικασία λαμβάνει χώρα στην καθοδική ζεύξη.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται διαφορετικές διαρθρώσεις του συστήματος οπτικής αναμετάδοσης.

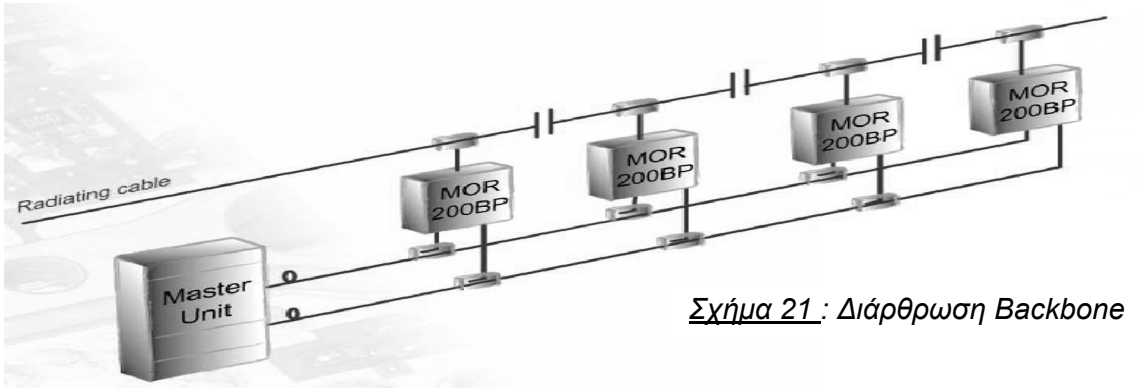
<u>Διάρθρωση Star</u> (Σχ. 19)

Κάθε RU συνδέεται με το MU μέσω ενός ζεύγους οπτικών ινών. Η διάρθρωση αυτή επιτυγχάνει μεγαλύτερη ανοσία σε παρεμβολές και οδηγεί σε συστήματα μεγάλης διαθεσιμότητας. Απαιτεί, όμως, μεγάλο αριθμό οπτικών ινών.

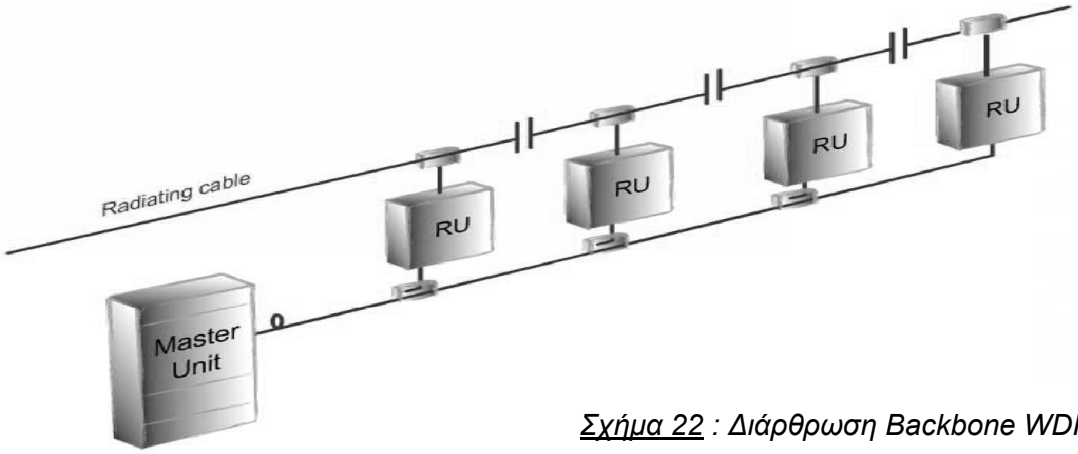


Σχήμα 19 : Διάρθρωση Star

Σχήμα 20 : Διάρθρωση Star WDM



Σχήμα 21 : Διάρθρωση Backbone



Σχήμα 22 : Διάρθρωση Backbone WDM

Διάρθρωση Star WDM (Σχ. 20)

Κάθε RU συνδέεται με την MU μέσω μιας μόνον ίνας. Οι δυο φέρουσες πολυπλέκονται κατά WDM στην ίδια ίνα.

Διάρθρωση Backbone (Σχ. 21)

Η μέθοδος αυτή οδηγεί σε μεγαλύτερη οικονομία στην χρήση οπτικών ινών απ' ότι στις προηγούμενες μεθόδους. Μέχρι τέσσερα RU μπορούν να συνδεθούν σε ένα ζευγάρι οπτικών ινών χρησιμοποιώντας κατευθυντικούς ζεύκτες (directional couplers).

Διάρθρωση Backbone WDM (Σχ. 22)

Η μέθοδος αυτή οδηγεί στην μέγιστη εξοικονόμηση οπτικών ινών. Μέχρι τέσσερα RU μπορούν να συνδεθούν σε μία μόνον ίνα.

Το οπτικό δίκτυο διανομής RF σήματος του Μετρό είναι της μορφής Backbone WDM. Η μέθοδος αυτή επελέγη επειδή οδηγεί στην μεγαλύτερη εξοικονόμηση οπτικών ινών. Κάθε MU συνδέεται με δύο, το ανώτερο, RU.

Το δίκτυο αποτελείται από τις παρακάτω μονάδες:

- Δύο μονάδες MU, μία για κάθε EBTS. Χρησιμοποιείται ο εξοπλισμός "Optical Master Unit" της MIKOM.
- Είκοσι πέντε αναμεταδότες RU, ένας ανά σταθμό Μετρό. Χρησιμοποιούνται οι αναμεταδότες MOR200BP της MIKOM (βλέπετε προδιαγραφές στο Παράρτημα Α11).
- Δίκτυο οπτικών ινών
- Κεντρικό σύστημα διαχείρισης δικτύου

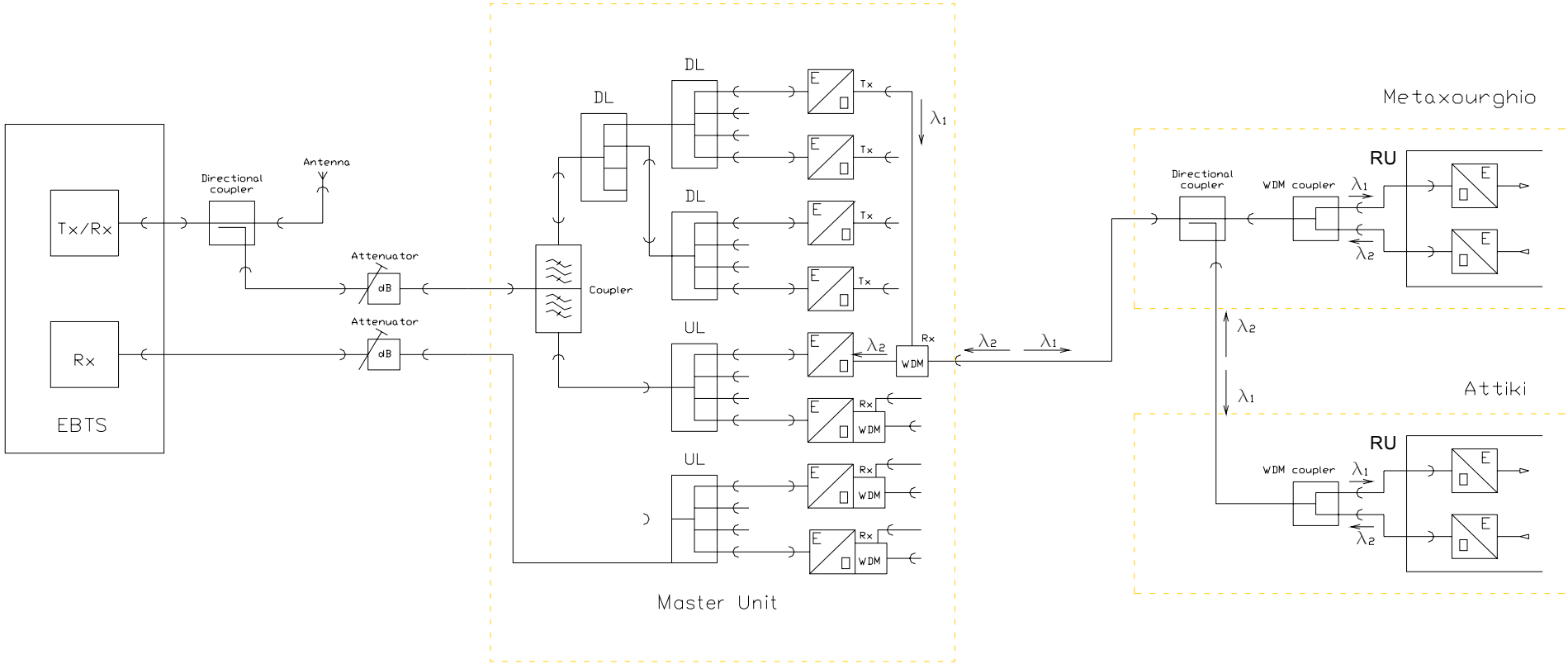
Η χρησιμοποιούμενη οπτική ίνα είναι μονότροπη με απώλειες της τάξης των 0.3dB/km. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ RU και MU καθορίζεται από τις συνολικές απώλειες και κυρίως από την μέγιστη επιτρεπτή καθυστέρηση στην μεταφορά της πληροφορίας. Η μέγιστη επιτρεπτή καθυστέρηση καθορίζεται από τις προδιαγραφές TETRA.

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η λειτουργία του συστήματος εξηγείται με την βοήθεια του Σχ. 23 της επόμενης σελίδας. Ο RF coupler λαμβάνει το RF σήμα από την διεπαφή Tx/Rx του EBTS και το διαχωρίζει σε δύο μέρη. Το ένα μέρος κατευθύνεται προς το εσωτερικό κεραισύστημα του Συντάγματος και το άλλο, αφού διέλθει μέσω ενός εξασθενητή, κατευθύνεται προς το διπλέκτη (duplexer) του MU. Ο εξασθενητής διασφαλίζει ότι το επίπεδο του εισερχόμενου στο MU σήματος δεν θα υπερβεί το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο των 5dBm.

Ο διπλέκτης διαχωρίζει το εκπεμπόμενο (καθοδική ζεύξη - DL) από το λαμβανόμενο (ανοδική ζεύξη - UL) σήμα. Ακολουθώντας την διαδρομή DL, το σήμα διέρχεται από δύο διαιρέτες στην έξοδο των οποίων λαμβάνουμε οχτώ αντίγραφα του εισερχόμενου σήματος, το κάθε ένα από τα οποία οδηγείται σε ξεχωριστό O/E μετατροπέα όπου διαμορφώνει κατά AM οπτική φέρουσα λ_1=1550nm. Το προκύπτον οπτικό σήμα υφίσταται πολυπλεξία κατά WDM με το UL σήμα στον οπτικό κατευθυντικό ζεύκτη WDM και στην συνέχεια οδηγείται με μία ίνα στον πρώτο σταθμό, στο παράδειγμά μας στο Μεταξουργείο.

Στο σταθμό «Μεταξουργείο» ο οπτικός συζεύκτης (optical coupler) κατευθύνει το 40% του σήματος στο τοπικό WDM coupler και το υπόλοιπο 60% στο επόμενο σταθμό «Αττική». Ο WDM coupler διαχωρίζει το τοπικό σήμα σε οπτικό σήμα καθοδικής (λ_1) και οπτικό σήμα ανοδικής ζεύξης (λ_2). Το οπτικό σήμα καθοδικής ζεύξης μετατρέπεται από τον O/E μετατροπέα σε RF και στην συνέχεια ενισχύεται από το RU και οδηγείται στο κεραιοσύστημα του σταθμού.



Σχήμα 23 : Οπτικό δίκτυο διανομής RF σήματος

Το δεύτερο οπτικό σήμα (το 60% του αρχικού) οδηγείται στο σταθμό «Αττική» μέσω ξεχωριστής οπτικής ίνας, όπου αποπολυπλέκεται σε οπτικό σήμα UL και οπτικό σήμα DL. Το σήμα DL μετατρέπεται σε RF, ενισχύεται και κατόπιν αποστέλλεται στο εσωτερικό κεραιοσύστημα του σταθμού, όπως και στην περίπτωση του Μεταξουργείου.

Στην κατεύθυνση UL έχουμε την αντίστροφη διαδικασία.

Στην παραπάνω περιγραφή αναφερθήκαμε σε ένα συνδυασμό EBTS-MU. Η δεύτερη μονάδα MU η οποία συνδέεται με το δεύτερο EBTS διανέμει με τον ίδιο τρόπο το RF σήμα στους υπόλοιπους μισούς σταθμούς του Μετρό (βλέπετε Σχ. 12, σελίδα 26).

3.3 REMOTE UNIT

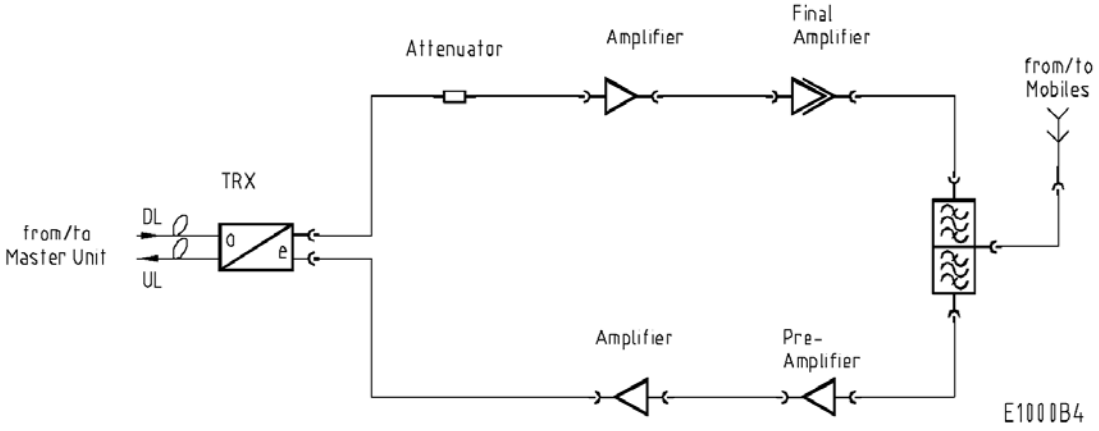
Το RU παρέχει στην έξοδό του σήμα RF ισχύος 27 dBm ανά φέρον. Δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται τρία φέροντα, η συνολική εκπεμπόμενη ισχύς είναι 31.8 dBm. Το RU αποτελείται από τις παρακάτω επιμέρους μονάδες (Σχ. 24):

- Διπλέκτη
- Μετατροπείς O/E
- Ενισχυτές UL και DL
- Ενισχυτή χαμηλού θορύβου (LNA)
- Ενισχυτή Ισχύος (Power Amplifier -PA)
- Μονάδα ελέγχου

Στην κατεύθυνση εκπομπής (DL) το RU δέχεται το οπτικό σήμα από το MU το μετατρέπει σε ηλεκτρικό και αφού το ενισχύσει το οδηγεί, μέσω του διπλέκτη, στην κεραία εκπομπής.

Στην κατεύθυνση λήψης, το RF σήμα οδηγείται μέσω του διπλέκτη σε μονάδα ενίσχυσης χαμηλού θορύβου. Στην συνέχεια ενισχύεται ακόμη περισσότερο και αφού διαμορφώσει οπτική φέρουσα λ=1310nm κατά AM αποστέλλεται προς το MU.

Ο διπλέκτης απομονώνει την εκπομπή από την λήψη αποτρέποντας έτσι το εκπεμπόμενο σήμα να εισέλθει στον δέκτη και να τον καταστρέψει. Ο διπλέκτης είναι ευρυζωνικός και επιτρέπει την σύνδεση πομπού και δέκτη στην ίδια κεραία.



Σχήμα 24: Λειτουργικό Διάγραμμα RU

Οι ενισχυτές UL και DL προσφέρουν σταθερό κέρδος 50dB. Στην είσοδό τους συνδέεται μεταβλητός εξασθενητής 0→30dB (σε βήματα 2dB) για την ρύθμιση του κέρδους.

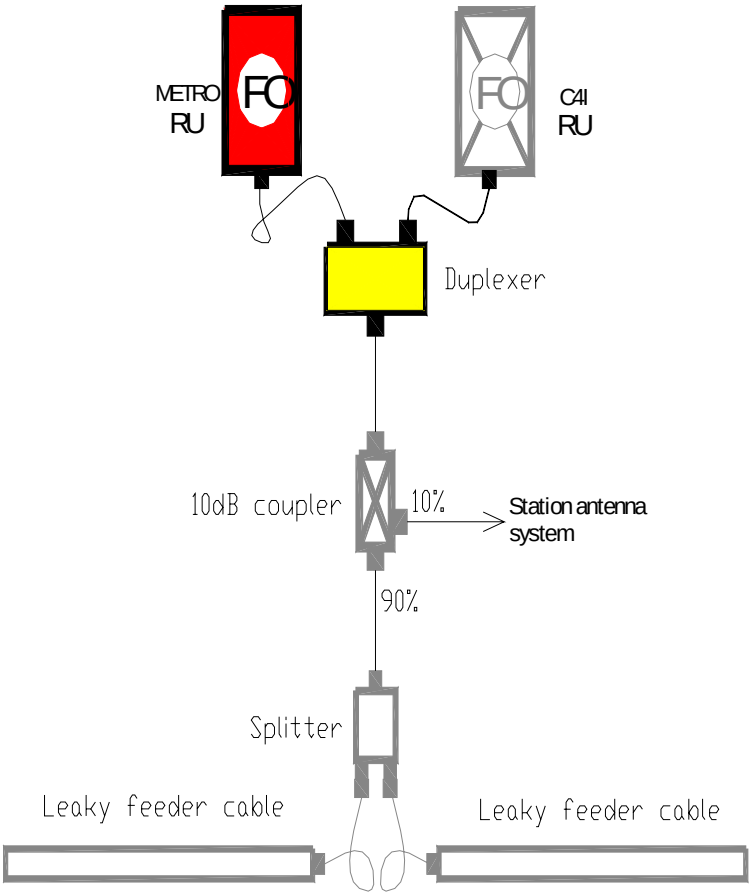
Ο ενισχυτής LNA παρέχει χαμηλό κέρδος, είναι όμως ενισχυτής χαμηλού θορύβου. Χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει την ισχύ του σηματοθορυβικού λόγου του λαμβανόμενου σήματος σε επίπεδα κατάλληλα για περαιτέρω επεξεργασία.

4. ΔΙΑΝΟΜΗ RF ΣΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΚΑΙ ΣΗΡΑΓΓΑ

4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Σε κάθε σταθμό του Μετρό είναι εγκατεστημένοι δύο επαναλήπτες RU. Ο ένας εξυπηρετεί τις ανάγκες του Μετρό (Εμπορικό TETRA - OTELink) και ο άλλος τις ανάγκες της Ελληνικής Αστυνομίας (C4I). Κι τα δύο συστήματα εξυπηρετούνται από ένα ενιαίο κεραιοσύστημα αποτελούμενο από κεραίες εγκατεστημένες εντός του σταθμού και από ακτινοβολούν καλώδιο LCX το οποίο διατρέχει τα δύο τμήματα της σήραγγας εκατέρωθεν του σταθμού.

Για την διανομή του RF σήματος χρησιμοποιείται η διάταξη του Σχ. 25. Ο διπλέκτης επιτρέπει την σύνδεση του Εμπορικού TETRA και του C4I στο ενιαίο κεραιοσύστημα. Ο συζεύκτης (10dB) οδηγεί 10% του σήματος στο εσωτερικό κεραιοσύστημα και το υπόλοιπο 90% στη αποβάθρα και τη σήραγγα.



Σχήμα 25 : Διάταξη διανομής RF εντός σταθμού και τούνελ

4.2 ΚΕΡΑΙΟΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΑΘΜΟΥ

Το εσωτερικό κεραιοσύστημα ενός σταθμού αποτελείται από RF καλωδιώσεις, splitters και κεραίες τοποθετημένες σε κατάλληλα σημεία για την κάλυψη των απαιτούμενων χώρων.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι ο παρακάτω:

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 : Εξοπλισμός Κεραιοσυστήματος Σταθμού

ΕΞΟΠΙΣΜΟΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ / ΚΕΡΔΟΣ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Low Loss ½" Foam Dielectric cable – LD4-50A	Longitudinal Loss: 4.5 dB/100m @ 400 MHz	Παράρτημα Α1
Extra Flexible 7/8" Coaxial cable – VXL5RN-50	Longitudinal Loss: 2.7 dB/100m @ 400 MHz	Παράρτημα Α2
3dB 2-way 5W Splitter	Insertion Loss < 3.5 dB	Παράρτημα Α3
3dB 2-way 15W Splitter	Insertion Loss = 3.5 dB	Παράρτημα Α4
10dB Coupler	Insertion Loss = 1.7 dB	Παράρτημα Α5
10dB Coupler	Insertion Loss = 0.8 dB	Παράρτημα Α5
20dB Coupler	Insertion Loss = 0.5 dB	Παράρτημα Α5
Duplexer BDP-TETRA-6LN - Low Pass: 380-400 MHz - High Pass: 410-430MHz	Insertion Loss = 1.2 dB	Παράρτημα Α6
Connectors	0.25 dB / 2 connectors	
Low Profile Antenna LHA	0 dB	Παράρτημα Α7
Antenna AV450	0 dB	Παράρτημα Α8
Antenna CW3IB02-NF	1.5 dBi	Παράρτημα Α9

Στην συνέχεια παρουσιάζεται και αναλύεται το κεραιοσύστημα ενός τυπικού σταθμού. Για τις ανάγκες τις εργασίας επελέγη ο σταθμός «Μέγαρο Μουσικής».

4.2.1 ΚΕΡΑΙΟΣΥΣΤΗΜΑ Μ. ΜΟΥΣΙΚΗΣ

Για την κάλυψη των εσωτερικών χώρων του σταθμού (εκτός των αποβαθρών) έχουν εγκατασταθεί επτά συνολικά κεραίες όπως φαίνεται στο διάγραμμα διασύνδεση του Σχ. 26.

Το RF σήμα παράγεται από το RU του σταθμού. Στην έξοδο του RU η ένταση του σήματος είναι 27dBm/φέρον. Το σήμα διέρχεται από διπλέκτη ο οποίος επιτρέπει στα δύο συστήματα (OTELink και C4I) να χρησιμοποιήσουν από κοινού το ίδιο κεραιοσύστημα. Ο 10dB coupler που ακολουθεί τον διπλέκτη διαμοιράζει το σήμα σε δύο τμήματα. Το 90% διοχετεύεται στο ακτινοβολούν καλώδιο για την κάλυψη της σήραγγας και των αποβαθρών και το υπόλοιπο 10% προς τις κεραίες του σταθμού.

Οι θέσεις των κεραιών αναφέρονται στον Πίνακα 11

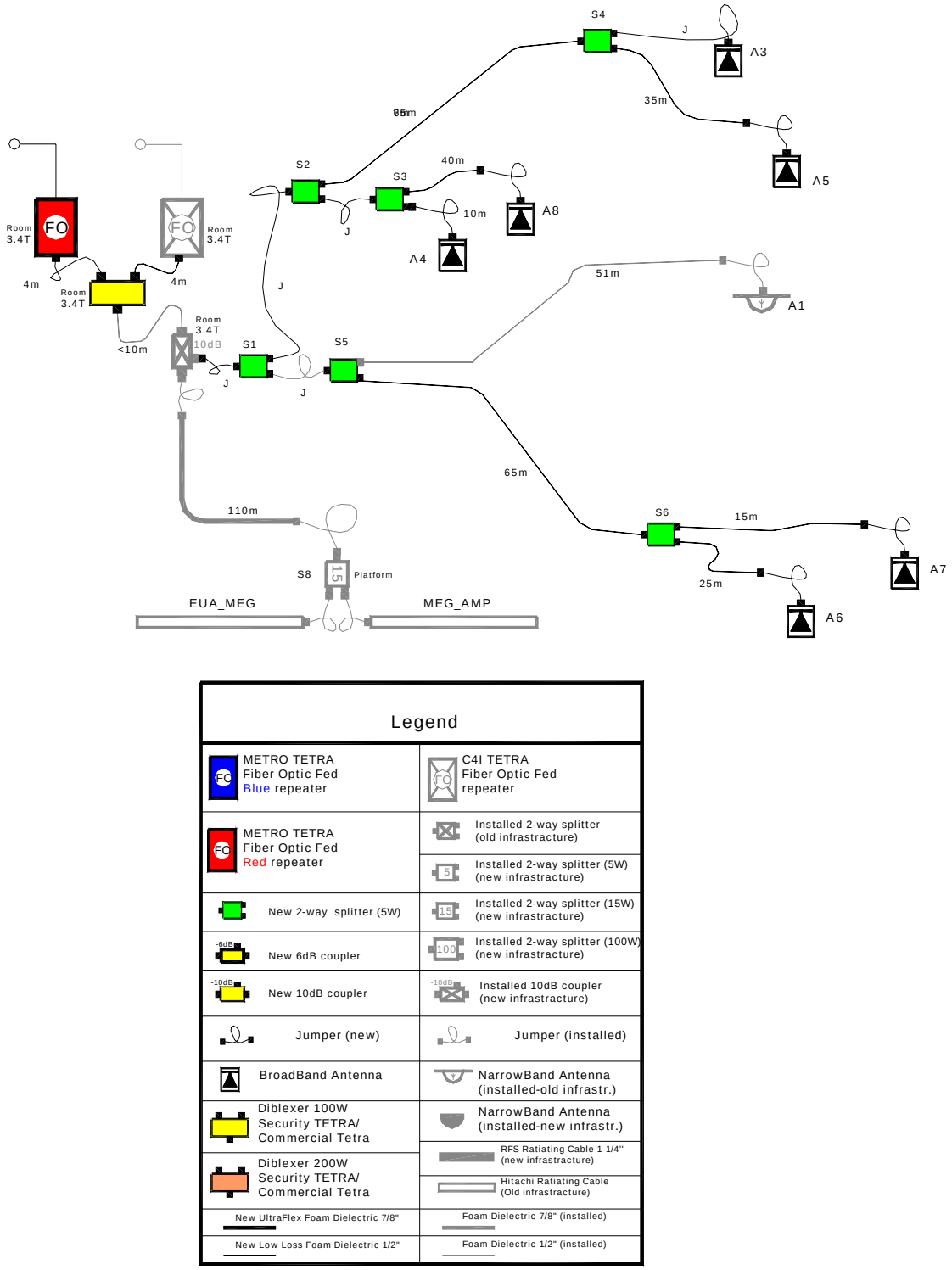
ΠΙΝΑΚΑΣ 11 : Θέσεις Κεραιών Μ. Μουσικής

ΚΕΡΑΙΑ	ΘΕΣΗ
Α1	Δωμάτιο1.4
Α3	Διάδρομος 3.20 έξω από δωμάτιο 3.1
Α4	Δωμάτιο 3.4Τ
Α5	Διάδρομος 3.11
Α6	Διάδρομος 1.2
Α7	Δωμάτιο 3.7
Α8	Δωμάτιο 3.13

4.2.2 LINK BUDGET Μ. ΜΟΥΣΙΚΗΣ

Το Link Budget παρατίθεται στο Πίνακα 12.

Παρατηρείται ότι στα άκρα των περιοχών κάλυψης των κεραιών, το λαμβανόμενο σήμα είναι εντός των ορίων ευαισθησίας ενός φορητού τερματικού TETRA (-103 dBm δυναμικά, -112 dBm στατικά)



Σχήμα 26 : Κεραιοσύστημα Μεγάρου Μουσικής

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 : Link Budget «Μέγαρο Μουσικής»

Number of Carriers	3	3	3	3	3	3	3
Repeater Output (dBm per carrier)	27	27	27	27	27	27	27
Tolerance (-dBm)	1	1	1	1	1	1	1
Antenna Identification	A1	A3	A4	A5	A6	A7	A8
7/8" feeder cable longitudinal losses							
Total length	0	0	0	0	0	0	0
Unit Loss (dB/100m)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
TOTAL 7/8" FEEDER LOSS (dB)	0	0	0	0	0	0	0
1/2" feeder cable longitudinal losses							
Total length	71	85	30	120	110	100	62
Unit Loss (dB/100m)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
TOTAL 1/2" FEEDER LOSS (dB)	3.20	3.83	1.35	5.40	4.95	4.50	2.79
Connector Losses							
Number of connectors	12	12	12	14	14	14	14
Loss per two connectors	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
TOTAL CONNECTOR LOSSES (dB)	1.50	1.50	1.50	1.75	1.75	1.75	1.75
DUPLEXER LOSSES (dB)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
COUPLER LOSSES (dB)	10	10	10	10	10	10	10
Splitter Losses							
Number of splitters	2	3	3	3	3	3	3
Loss per splitter	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
TOTAL SPLITTER LOSSES (dB)	7	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
ANTENNA GAIN (dBi)	0	0	0	0	0	0	0
SIGNAL LEVEL AT ANTENNA (dBm)	3.1	-1.0	1.5	-2.9	-2.4	-2.0	-0.2
Maximum measured coupling loss (from antenna location)	80	80	80	80	80	80	80
Minimum Received Signal (dBm) (1.5m above floor)	-76.9	-81.0	-78.6	-82.9	-82.4	-82.0	-80.2
Downlink/Uplink balance factor	10	10	10	10	10	10	10
Minimum Received Signal (dBm) (balanced signal at belt position)	-86.9	-91.0	-88.6	-92.9	-92.4	-92.0	-90.2
Portable Receiver Threshold (dBm)	-103	-103	-103	-103	-103	-103	-103

Όπου,

Signal level at antenna = Repeater output – (Tolerance +7/8" feeder losses+1/2" feeder losses+Connector losses+Duplexer losses+Coupler losses+Splitter losses)+Antenna gain

Maximum received signal (1.5m above floor) = Signal level at antenna – Maximum measured coupling loss

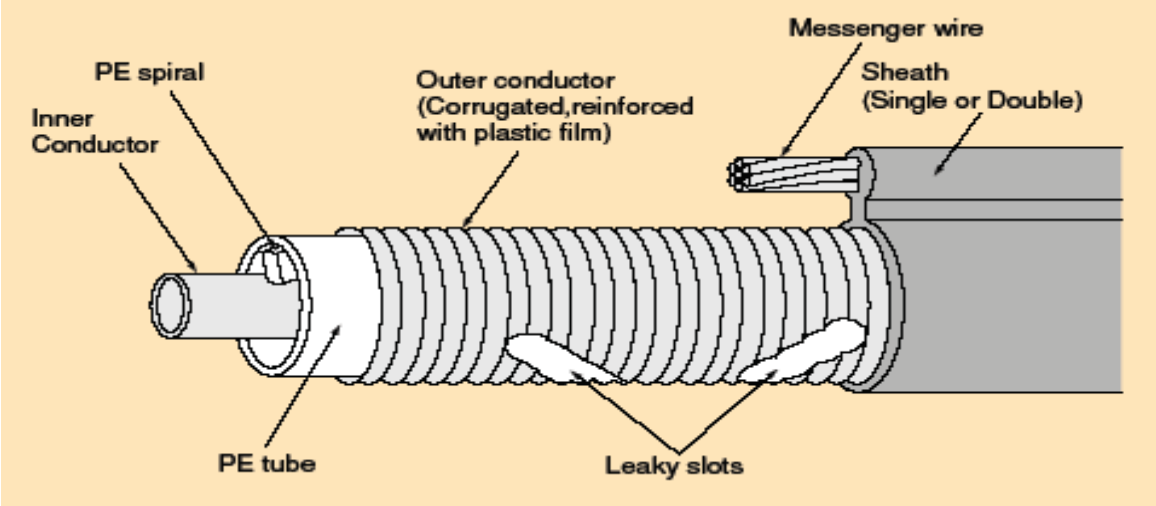
Minimum received signal (balanced signal at belt position)= Minimum received signal (1.5m above floor) – Downlink/Uplink balance factor

4.3 ΡΑΔΙΟΚΑΛΥΨΗ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΒΑΘΡΩΝ

4.3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η ραδιοκάλυψη της σήραγγας και των αποβαθρών επιτυγχάνεται με την χρήση ακτινοβολούντος καλωδίου (Radiating or Leaky Coaxial Cable – LCX). Το LCX έχει εγκατασταθεί στην οροφή της σήραγγας και διατρέχει απ' άκρο σ' άκρο τις δύο γραμμές του Μετρό.

Η βασική δομή του καλωδίου LCX φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 27 : Δομή καλωδίου LCX

Ο λεπτός εξωτερικός αγωγός αλουμινίου (outer conductor) ο οποίος περικλείει τον εσωτερικό αγωγό (inner conductor) είναι διάτρητος με σχισμές μέσω των οποίων το RF σήμα διαχέεται, με ελεγχόμενο τρόπο, προς το περιβάλλοντα χώρο. Το σχήμα, το μέγεθος και η χωροθέτηση των σχισμών καθορίζουν το φάσμα λειτουργίας και την απόδοση του καλωδίου.

Στο δίκτυο του Μετρό χρησιμοποιούνται τρεις τύποι καλωδίων οι βασικές προδιαγραφές των οποίων δίδονται στον Πίνακα που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13 : Προδιαγραφές LCX

ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ	ΦΑΣΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
Hitachi HW46	Διαμήκης Εξασθένηση = 32 dB/km στα 450 MHz Εξασθένηση σύζευξης = 55 dB στα 450 MHz και 50% πιθανότητα	400-470MHz
Hitachi HW47	Διαμήκης Εξασθένηση = 26 dB/km στα 450 MHz Εξασθένηση σύζευξης = 65 dB στα 450 MHz και 50% πιθανότητα	400-470MHz
Radiax RCT6-LT-1	Διαμήκης Εξασθένηση = 22 dB/km στα 450 MHz Εξασθένηση σύζευξης = 69 dB στα 450 MHz και 50% πιθανότητα	150-450MHz

Λεπτομερείς τεχνικές προδιαγραφές επισυνάπτονται στο Παράρτημα Α10.

4.3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ LINK BUDGET

Θεωρούμε φορητή συσκευή χειρός TETRA ευρισκόμενη εντός συρμού στη σήραγγα σε ύψος 1.5μ από το δάπεδο του συρμού. Στην περίπτωση αυτή η συνολική απόσταση του φορητού από το LCX είναι 4 μέτρα.

Η λαμβανόμενη από το φορητό ισχύς δίδεται από την σχέση:

$P_R = P_{RU} – L_L – D * α – CL_4 - L_{TRAIN}$ ------- (σχέση 1)

Όπου,

P_R = η λαμβανόμενη από το φορητό ισχύς

P_{RU} = η ισχύς στην έξοδο του αναμεταδότη RU (= 27 dBm)

L_L = οι συνολικές απώλειες από τον αναμεταδότη έως την είσοδο του LCX.

D = το μήκος του LCX καλωδίου μέχρι το σημείο του φορητού (Km)

α = διαμήκης (longitudinal) εξασθένηση καλωδίου LCX

CL_4= εξασθένηση σύζευξης (coupling loss) καλωδίου LCX σε απόσταση 4 μέτρα

L_{TRAIN} = Απώλειες οφειλόμενες στα τοιχώματα του συρμού (= 6 dB)

Η τιμή της εξασθένησης σύζευξης που δίδεται από τον κατασκευαστή ισχύει για αποστάσεις 1.5 μέτρα από το καλώδιο LCX. Στην περίπτωσή μας το φορητό απέχει 4 μέτρα από το LCX και η ζητούμενη εξασθένηση σύζευξης υπολογίζεται από την σχέση:

$CL_4 = CL_{1.5} + 10 * Log (4/1.5) = CL_{1.5} + 4.26$ (dB) ----- (σχέση 2)

Επομένως η σχέση 1 γίνεται:

$P_R = 27 – L_L – D * α – CL_{1.5} + 4.26 - L_{TRAIN}$ ----- (σχέση 3)

Μία άλλη σημαντική παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το γεγονός ότι το μετρούμενο σήμα RF μεταβάλλεται συνεχώς, ακόμα και στο ίδιο σημείο, και επομένως πρέπει να μετρηθεί στατιστικά. Το σήμα ακολουθεί κανονική κατανομή και περιγράφεται από την μέση τιμή του και την απόκλιση «σ». Η παράμετρος $CL_{1.5}$ που δίδεται από τον κατασκευαστή στην πραγματικότητα είναι η μέση τιμή του μετρούμενου σήματος σε απόσταση 1.5 μέτρα από το LCX σε σχέση με την ένταση του σήματος εντός του καλωδίου. Η πιθανότητα μία μέτρηση CL να μην υπερβεί τη $CL_{1.5}$ είναι επομένως 50%. Λόγω κανονικής κατανομής, η πιθανότητα μία μέτρηση να είναι εντός «$CL_{1.5}$±2σ» είναι 95%.

Στην συνέχεια θα υπολογισθεί το Link Budget για το τμήμα της σήραγγας μεταξύ Μεγάρου Μουσικής και Ευαγγελισμού συνολικού μήκους 850 μέτρων. Στο τμήμα αυτό χρησιμοποιείται LCX καλώδιο τύπου Hitachi HW47.

4.3.3 LINK BUDGET ΣΗΡΑΓΓΑΣ «Μ. ΜΟΥΣΙΚΗΣ - ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ»

<u>Λαμβανόμενο σήμα από Μέγαρο Μουσικής</u>

Η σύνδεση του RU με το LCX φαίνεται στο σχεδιάγραμμα του Σχ. 26.

L_L = Απώλειες 7/8” Feeder cable + απώλειες 1/2" feeder cable + απώλειες συνδετήρων + απώλειες διπλέκτη + απώλειες συζεύκτη (coupler) + απώλειες splitter

= (110/100) * 2.7 + ((4+10+2+2+2)/100) * 4.5 + 12 * 0.125 + 1* 1.2 + 1* 1.8 + 1* 3.5

= 10.87 dB

Διαμήκης Απώλειες: α = 0.026 dB/m

Απώλειες σύζευξης στα 1.5 μέτρα = 65 dB

L_{TRAIN} = 6 dB

Επομένως, χρησιμοποιώντας τα παραπάνω αποτελέσματα στη σχέση (3) έχουμε:

$P_{R\ (50\%)}$ = 27 – 10.87 – 0.026 * D(μέτρα) – 65 – 6 -----(50% πιθανότητα)

$P_{R\ (95\%)} = P_{R\ (50\%)}$ + 10 dB ----(95% πιθανότητα)

Η αναμενόμενη ισχύς στην κεραία του φορητού σε διάφορα σημεία της σήραγγας δίδεται στο Πίνακα 14.

<u>Λαμβανόμενο σήμα από Ευαγγελισμό</u>

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζεται και το Link Budget του σταθμού Ευαγγελισμός. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στο Πίνακα 15.

ΠΙΝΑΚΑΣ 14 : Link Budget "Μέγαρο Μουσικής – Ευαγγελισμός" – Σήμα από RU Μ. Μουσικής

	TUNNEL SECTION "MEGARO MOUSIKHS to EVANGELISMOS"																	
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ Μ. ΜΟΥΣΙΚΗΣ (μέτρα)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850
M. Mousikis RU Output (dBm/carrier)	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Tolerance (-dBm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7/8" feeder length	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
7/8" feeder unit losses (dB/100m)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
1/2" feeder length (m)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1/2" feeder unit losses (dB/100m)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Number of connectors	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Loss per connector (dB)	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
Loss per duplexer (dB)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Loss per coupler (dB)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Number of splitters	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Loss per splitter (dB)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
LCX length (m)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850
LCX longitudinal loss (dB/100m)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
7/8" feeder losses (dB)	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
1/2" feeder losses (dB)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Connector losses (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Duplexer losses (dB) - one duplexer	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Coupler losses (dB) - one coupler	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Splitter losses (dB)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
LCX longitudinal loss (dB)	0	1.3	2.6	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	10.4	11.7	13	14.3	15.6	16.9	18.2	19.5	20.8	22.1
Signal at LCX input	**16.13**	**14.83**	**13.53**	**12.23**	**10.93**	**9.63**	**8.33**	**7.03**	**5.73**	**4.43**	**3.13**	**1.83**	**0.53**	**-0.77**	**-2.07**	**-3.37**	**-4.67**	**-5.97**
LCX 50% coupling loss @ 1.5 m (dB)	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
LCX 95% coupling loss @ 1.5 m (dB)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Coupling loss correction @ 4m	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26
Rx signal, probability 50% (dBm)	**-53.1**	**-54.4**	**-55.7**	**-57**	**-58.3**	**-59.6**	**-60.9**	**-62.2**	**-63.5**	**-64.8**	**-66.1**	**-67.4**	**-68.7**	**-70**	**-71.3**	**-72.6**	**-73.9**	**-75.2**
Rx signal, probability 95% (dBm)	**-63.1**	**-64.4**	**-65.7**	**-67**	**-68.3**	**-69.6**	**-70.9**	**-72.2**	**-73.5**	**-74.8**	**-76.1**	**-77.4**	**-78.7**	**-80**	**-81.3**	**-82.6**	**-83.9**	**-85.2**
Train body Loss (dB)	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**
Rx signal in train, prob 50% (dBm)	**-59.1**	**-60.4**	**-61.7**	**-63**	**-64.3**	**-65.6**	**-66.9**	**-68.2**	**-69.5**	**-70.8**	**-72.1**	**-73.4**	**-74.7**	**-76**	**-77.3**	**-78.6**	**-79.9**	**-81.2**
Rx signal in train, prob 95% (dBm)	**-69.1**	**-70.4**	**-71.7**	**-73**	**-74.3**	**-75.6**	**-76.9**	**-78.2**	**-79.5**	**-80.8**	**-82.1**	**-83.4**	**-84.7**	**-86**	**-87.3**	**-88.6**	**-89.9**	**-91.2**
UL/DL Balance factor	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**
Final Rx signal in train, prob 50% (dBm)	**-69.1**	**-70.4**	**-71.7**	**-73**	**-74.3**	**-75.6**	**-76.9**	**-78.2**	**-79.5**	**-80.8**	**-82.1**	**-83.4**	**-84.7**	**-86**	**-87.3**	**-88.6**	**-89.9**	**-91.2**
Final Rx signal in train, prob 95% (dBm)	**-79.1**	**-80.4**	**-81.7**	**-83**	**-84.3**	**-85.6**	**-86.9**	**-88.2**	**-89.5**	**-90.8**	**-92.1**	**-93.4**	**-94.7**	**-96**	**-97.3**	**-98.6**	**-99.9**	**-101**
Portable dynamic sensitivity (dBm)	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**

ΠΙΝΑΚΑΣ 15 : Link Budget "Ευαγγελισμός – Μ. Μουσικής" - Σήμα από RU Ευαγγελισμού

	TUNNEL SECTION "EVANGELISMOS to MEGARO MOUSIKIS"																	
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟ (μέτρα)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850
Evangelismos RU Output (dBm/carrier)	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Tolerance (-dBm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7/8" feeder length	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
7/8" feeder unit losses (dB/100m)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
1/2" feeder length (m)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1/2" feeder unit losses (dB/100m)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Number of connectors	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Loss per connector (dB)	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
Loss per duplexer (dB)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Loss per coupler (dB)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Number of splitters	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Loss per splitter (dB)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
LCX length (m)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850
LCX longitudinal loss (dB/100m)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
7/8" feeder losses (dB)	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62
1/2" feeder losses (dB)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Connector losses (dB)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Duplexer losses (dB) - one duplexer	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Coupler losses (dB) - one coupler	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Splitter losses (dB)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
LCX longitudinal loss (dB)	0	1.3	2.6	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	10.4	11.7	13	14.3	15.6	16.9	18.2	19.5	20.8	22.1
Signal at LCX input	**16.48**	**15.18**	**13.88**	**12.58**	**11.28**	**9.981**	**8.681**	**7.381**	**6.081**	**4.781**	**3.481**	**2.181**	**0.881**	**-0.42**	**-1.72**	**-3.02**	**-4.32**	**-5.62**
LCX 50% coupling loss @ 1.5 m (dB)	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
LCX 95% coupling loss @ 1.5 m (dB)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Coupling loss correction @ 4m	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26
Rx signal, probability 50% (dBm)	**-52.8**	**-54.1**	**-55.4**	**-56.7**	**-58**	**-59.3**	**-60.6**	**-61.9**	**-63.2**	**-64.5**	**-65.8**	**-67.1**	**-68.4**	**-69.7**	**-71**	**-72.3**	**-73.6**	**-74.9**
Rx signal, probability 95% (dBm)	**-62.8**	**-64.1**	**-65.4**	**-66.7**	**-68**	**-69.3**	**-70.6**	**-71.9**	**-73.2**	**-74.5**	**-75.8**	**-77.1**	**-78.4**	**-79.7**	**-81**	**-82.3**	**-83.6**	**-84.9**
Train body Loss (dB)	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**
Rx signal in train, prob 50% (dBm)	**-58.8**	**-60.1**	**-61.4**	**-62.7**	**-64**	**-65.3**	**-66.6**	**-67.9**	**-69.2**	**-70.5**	**-71.8**	**-73.1**	**-74.4**	**-75.7**	**-77**	**-78.3**	**-79.6**	**-80.9**
Rx signal in train, prob 95% (dBm)	**-68.8**	**-70.1**	**-71.4**	**-72.7**	**-74**	**-75.3**	**-76.6**	**-77.9**	**-79.2**	**-80.5**	**-81.8**	**-83.1**	**-84.4**	**-85.7**	**-87**	**-88.3**	**-89.6**	**-90.9**
UL/DL Balance factor	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**
Final Rx signal in train, prob 50% (dBm)	**-68.8**	**-70.1**	**-71.4**	**-72.7**	**-74**	**-75.3**	**-76.6**	**-77.9**	**-79.2**	**-80.5**	**-81.8**	**-83.1**	**-84.4**	**-85.7**	**-87**	**-88.3**	**-89.6**	**-90.9**
Final Rx signal in train, prob 95% (dBm)	**-78.8**	**-80.1**	**-81.4**	**-82.7**	**-84**	**-85.3**	**-86.6**	**-87.9**	**-89.2**	**-90.5**	**-91.8**	**-93.1**	**-94.4**	**-95.7**	**-97**	**-98.3**	**-99.6**	**-101**
Portable dynamic sensitivity (dBm)	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**	**-103**

5. ΚΙΝΗΣΗ TETRA ΣΤΟ ΜΕΤΡΟ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το TETRA χρησιμοποιείται στο Μετρό αποκλειστικά για την μεταφορά υπηρεσιών φωνής. Συγκεκριμένα το σύστημα υποστηρίζει τις παρακάτω επικοινωνίες:

- Μεταξύ του Ρυθμιστή Κυκλοφορίας της Γραμμής 2 (ΡΚ2) και των οδηγών συρμών που κινούνται στη Γραμμή 2 του Μετρό.
- Μεταξύ του Ρυθμιστή Κυκλοφορίας της Γραμμής 3 (ΡΚ3) και των οδηγών συρμών που κινούνται στη Γραμμή 3 του Μετρό.
- Μεταξύ του ΡΚ2 και των Υπευθύνων Σταθμών όλων των σταθμών της Γραμμής 2
- Μεταξύ του ΡΚ3 και των Υπευθύνων Σταθμών όλων των σταθμών της Γραμμής 3.
- Μεταξύ των Ελεγκτών Ισχύος (ΕΙ) και του τεχνικού προσωπικού των διαφόρων Υπηρεσιών Συντήρησης όπως σηματοδότησης, τηλεπικοινωνιών, ηλεκτροδότησης, επιδομής κλπ. Το προσωπικό συντήρησης του κάθε συστήματος είναι κατανεμημένο σε διαφορετικές ομάδες επικοινωνίας.
- Μεταξύ του Ελεγκτή Κυκλοφορίας του Αμαξοστασίου Σεπολίων (ΕΚΑΣ) και των οδηγών συρμών για τον έλεγχο της κίνησης των συρμών στο Αμαξοστάσιο.
- Μεταξύ του Ελεγκτή Ασφαλείας (ΕΑ) και του προσωπικού ασφαλείας που περιπολεί στους δημόσιους χώρους του Μετρό.
- Μεταξύ του προσωπικού συντήρησης των διαφόρων ειδικοτήτων.
- Μεταξύ των ειδικών ομάδων εργαζομένων που ενδέχεται να αναμιχθούν σε περιστατικά εκτάκτου ανάγκης.

Για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών χρησιμοποιούνται οι παρακάτω συσκευές:

- Εκατόν είκοσι (120) εποχούμενες συσκευές MTM700. Χρησιμοποιούνται δύο συσκευές ανά συρμό, μία ανά καμπίνα οδήγησης. Οι συσκευές αυτές επιτρέπουν την επικοινωνία των οδηγών με τους ΡΚ2, ΡΚ3 και ΕΚΑΣ.
- Τριακόσιες πενήντα (350) συσκευές χειρός MTP700. Χρησιμοποιούνται από το προσωπικό του Μετρό (Υπεύθυνοι Σταθμών, τεχνικό προσωπικό, προσωπικό ασφαλείας, οδηγοί συρμών κ.λπ.).
- Τέσσερις επιτραπέζιες ασύρματες συσκευές MTM700. Χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις όπως για τις ανάγκες των ΕΚΑ.
- Τέσσερις Ενσύρματες συσκευές «διακομιστών» (Dispatchers). Οι συσκευές αυτές έχουν αυξημένες δυνατότητες σε σχέση με τις υπόλοιπες συσκευές και χρησιμοποιούνται από το προσωπικό του ΚΕΛ (ΡΚ2, ΡΚ3, ΕΙ και ΕΑ) για τον συντονισμό και έλεγχο της λειτουργίας του Μετρό.

Προβλέπεται επίσης να εγκατασταθούν επιπλέον συσκευές MTM700 στους συρμούς του Μετρό (δύο ανά συρμό) μέσω των οποίων θα πραγματοποιούνται ανακοινώσεις από το ΚΕΛ προς τους επιβάτες των συρμών.

Οι συσκευές TETRA του Μετρό είναι προγραμματισμένες να διενεργούν μόνον «Ομαδικές Κλήσεις» (Group Calls) και «Κλήσεις Εκτάκτου Ανάγκης». Οι ατομικές κλήσεις δεν επιτρέπονται. Εξαίρεση αποτελούν οι “Dispatchers” οι οποίοι έχουν την δυνατότητα ατομικών κλήσεων.

Για την ανάλυση της κίνησης TETRA στο δίκτυο του Μετρό συγκεντρώθηκαν τα παρακάτω στοιχεία:

- Κλήσεις PTT (Press To Talk) από τις συσκευές του Μετρό (εκτός των Dispatchers) για την περίοδο 01 Ιανουαρίου 2005 έως και 31 Μαρτίου 2005.
- Κλήσεις PTT από τους Dispatchers για την περίοδο 7 Μαρτίου έως και 13 Μαρτίου 2005.

Τα συγκεντρωθέντα στοιχεία περιελάμβαναν την ημερομηνία και ώρα έναρξης της κλήσης, την διάρκεια της κλήσης καθώς επίσης και το είδος της κλήσης (Ομαδική Κλήση ή Κλήση Εκτάκτου Ανάγκης).

Επισημαίνεται ότι ο όρος «κλήση» στην παρούσα εργασία διαφέρει ριζικά από μία συνήθη τηλεφωνική κλήση. Στην περίπτωσή μας αναφερόμαστε σε κλήσεις PTT, δηλαδή, σε κάθε ενεργοποίηση του PTT διενεργείται και μια νέα κλήση. Η κλήση διαρκεί μέχρις ότου απελευθερωθεί το κομβίο PTT.

Τα συγκεντρωθέντα στοιχεία αναλύθηκαν για τις παρακάτω κατηγορίες τερματικών:

ΠΙΝΑΚΑΣ 16 : Κατηγορίες Τερματικών

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΧΡΗΣΤΗΣ	Αριθμός Τερματικών
PK2	Ρυθμιστής Κυκλοφορίας Γραμμής 2	1
PK3	Ρυθμιστής Κυκλοφορίας Γραμμής 3	1
ΕΙ	Ελεγκτής Ισχύος	1
ΕΑ	Ελεγκτής Ασφαλείας	1
ΕΚΑΣ	Ελεγκτής Κυκλοφορίας Αμαξοστασίου Σεπολίων	1
ΟΔΗΓΟΙ	Οδηγοί Συρμών	202
ΣΥΝΤ	Προσωπικό Συντήρησης	86
ΥΣ	Υπεύθυνους Σταθμών	42
ΑΣΦ	Προσωπικό Ασφαλείας	103
ΛΟΙΠΑ	Υπόλοιπα Τερματικά	40

Τα στοιχεία των κλήσεων PTT της περιόδου 07/03/05-1303/05 παρατίθενται στο Παράρτημα Β19. Συγκεκριμένα, στο Πίνακα 19.1 και ιστόγραμμα Σχ. 19.1 δίδεται ο αριθμός των κλήσεων ανά ώρα και στους Πίνακες 19.2 και 19.3 η συνολική και η μέση διάρκεια των κλήσεων ανά ώρα.

5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

5.2.1 ΚΛΗΣΕΙΣ ΕΚΤΑΚΤΟΥ ΑΝΑΓΚΗΣ

Κατά την περίοδο 01/01/05 έως 31/03/05 πραγματοποιήθηκαν 141401 κλήσεις από το σύνολο των τερματικών εκτός των Dispatchers. Από τις κλήσεις αυτές οι 141376 (99.982%) ήσαν Ομαδικές Κλήσεις και οι υπόλοιπες 25 (0.018%) ήσαν κλήσεις Εκτάκτου Ανάγκης. Από τις κλήσεις Εκτάκτου Ανάγκης 24 (96%) έγιναν από οδηγούς και μία (4%) από το προσωπικό συντήρησης.

5.2.2 ΜΕΣΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΛΗΣΕΩΝ

Η μέση διάρκεια των κλήσεων παρουσιάζεται στο Πίνακα 17 και ιστόγραμμα Σχ. 28.

ΠΙΝΑΚΑΣ 17 : Μέση Διάρκεια Κλήσεων

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΗΣΕΩΝ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΛΗΣΕΩΝ (δευτ)	ΜΕΣΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΛΗΣΕΩΝ (δευτ)
PK2	07/03/05 – 13/03/05	6 823	37 385	5.48
PK3	07/03/05 – 13/03/05	6 016	34 242	5.69
EI	07/03/05 – 13/03/05	2 100	14 724	7.01
EA	07/03/05 – 13/03/05	1 442	5 690	3.95
ΕΚΑΣ	01/01/05 – 31/03/05	13 956	221 560	15.88
ΟΔΗΓΟΙ	01/01/05 – 31/03/05	52 423	588 542	11.23
ΣΥΝΤ	01/01/05 – 31/03/05	53 256	652 166	12.25
ΥΣ	01/01/05 – 31/03/05	3 862	69 556	18.01
ΑΣΦ	01/01/05 – 31/03/05	12 870	156 107	12.13
ΛΟΙΠΑ	01/01/05 – 31/03/05	5 009	73 409	14.66
ΣΥΝΟΛΟ *	***07/03/05 – 13/03/05***	***28 691***	***242 722***	***8.46***

** Προσοχή οι στήλες δεν αθροίζονται. Τα δεδομένα αναφέρονται σε διαφορετικές περιόδους. Βλέπετε επόμενο πίνακα.*

5.2.3 ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΛΗΣΕΩΝ

Στον Πίνακα 18 και στα κυκλικά διαγράμματα των σχημάτων 29 και 30 παρουσιάζεται ο καταμερισμός των κλήσεων και η συνολική διάρκειά τους ανά κατηγορία χρηστών. Τα στοιχεία προέρχονται από την περίοδο 07/03/05 έως 13/03/05.

ΠΙΝΑΚΑΣ 18 : Καταμερισμός Αριθμού και Διάρκειας Κλήσεων (07/03/05-13/03/05)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Αριθμός Κλήσεων	Ποσοστό	Διάρκεια κλήσεων (δευτ)	Ποσοστό
PK2	6 823	23.78 %	37 385	15.40 %
PK3	6 016	20.97 %	34 242	14.11 %
EI	2 100	7.32 %	14 724	6.07 %
EA	1 442	5.03 %	5 690	2.34 %
ΕΚΑΣ	1 157	4.03 %	18 356	7.56 %
ΟΔΗΓΟΙ	4 608	16.06 %	50 604	20.85 %
ΣΥΝΤ	4 517	15.74 %	54 475	22.44 %
ΥΣ	334	1.16 %	6 382	2.63 %
ΑΣΦ	1 025	3.57 %	11 756	4.84 %
ΛΟΙΠΑ	669	2.33 %	9 108	3.75 %
ΣΥΝΟΛΟ	*28 691*	*100 %*	*242 722*	*100 %*

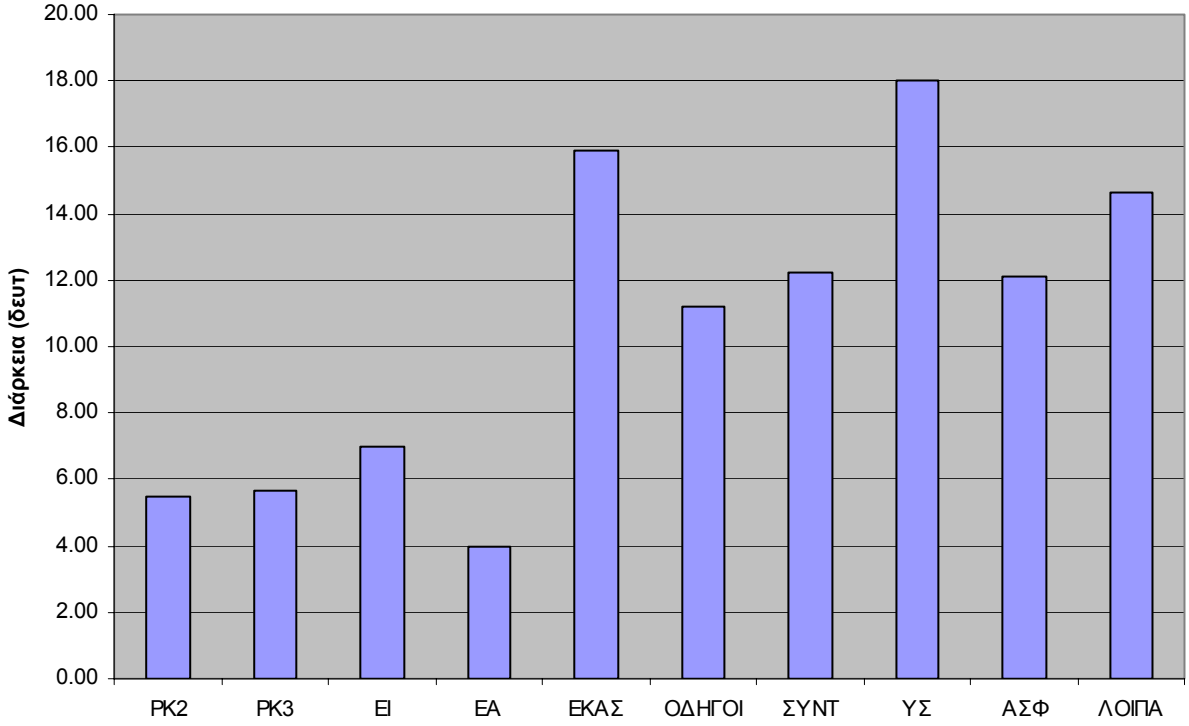
5.2.4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΚΛΗΣΕΩΝ

Στο ιστόγραμμα Σχ. 31 παρουσιάζεται η κατανομή της διάρκειας των κλήσεων που διενεργήθηκαν συγκεντρωτικά από όλα τα τερματικά και τους Dispatchers την περίοδο 07/03/05 έως και 13/03/05.

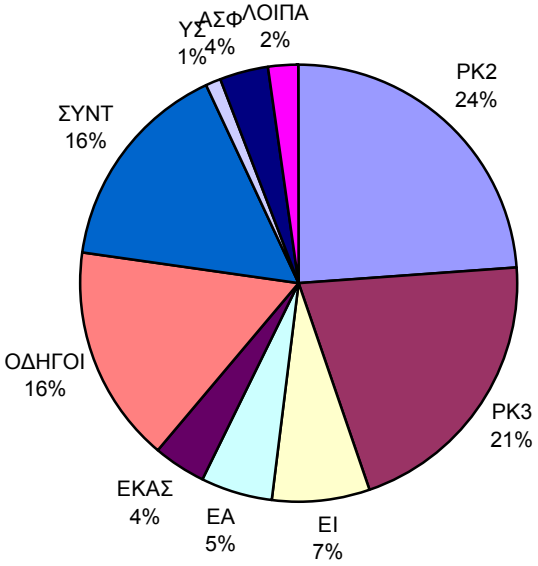
Παρόμοια ιστογράμματα, για κάθε κατηγορία τερματικών ξεχωριστά, δίδονται στο παράρτημα Β1. Τα ιστογράμματα προέκυψαν από την ανάλυση των κλήσεων της περιόδου 01/01/03 έως και 31/03/05

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

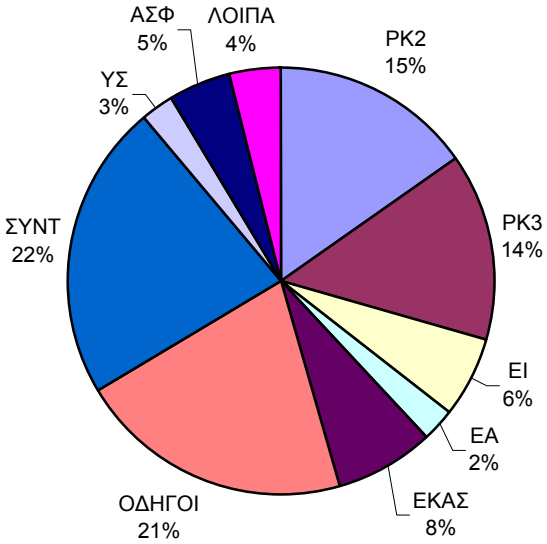
Παρατηρείται ότι μολονότι το μεγαλύτερο μέρος των κλήσεων διενεργείται από τους Dispatcher (περίπου 57%), ο χρόνος ομιλίας τους (και η μέση διάρκεια κλήσης) είναι πολύ χαμηλότερος (37%) των υπολοίπων τερματικών. Το φαινόμενο αυτό εξηγείται από την επαναλαμβανόμενη φύση των επικοινωνιών του ΚΕΛ, και από το γεγονός ότι το προσωπικό του έχει εκπαιδευτεί να είναι σύντομο και σαφές στις επικοινωνίες του.



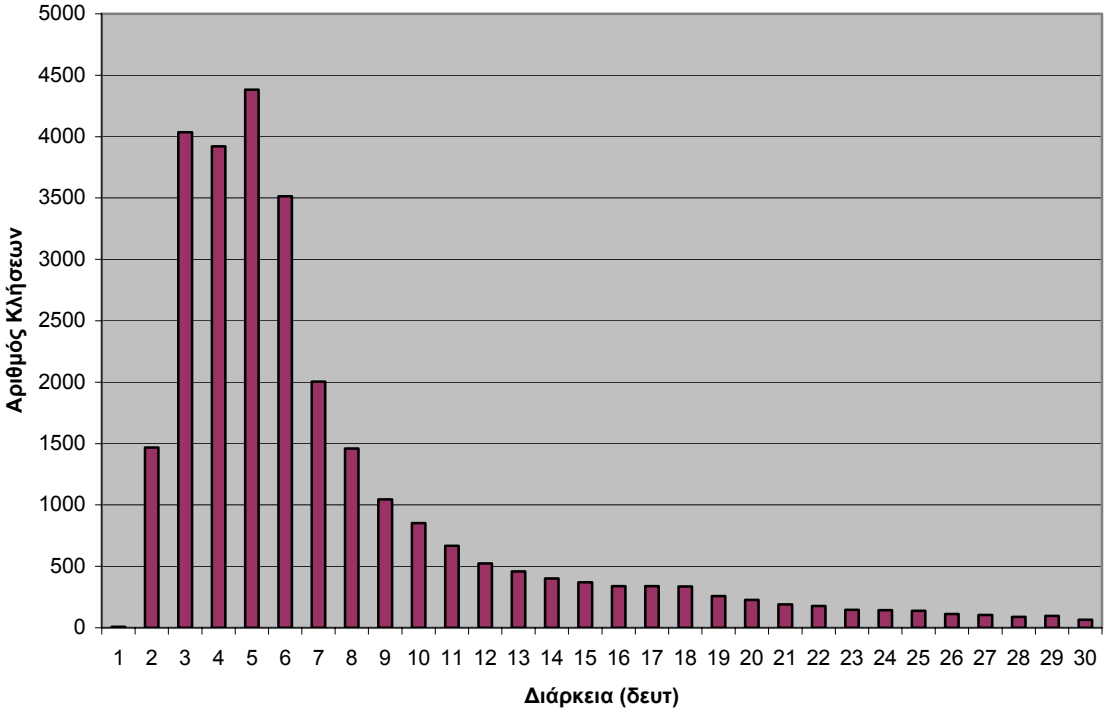
Σχήμα 28 : Μέση Διάρκεια Κλήσεων ανά Κατηγορία Χρηστών



Σχήμα 29 : Καταμερισμός Αριθμού Κλήσεων ανά Κατηγορία Χρηστών



Σχήμα 30 : Καταμερισμός Διάρκειας Κλήσεων ανά Κατηγορία Χρηστών



Σχήμα 31 : Κατανομή Διάρκειας Κλήσεων – Περίοδος 07/03/05 – 13/03/05

5.3 ΕΝΤΑΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ

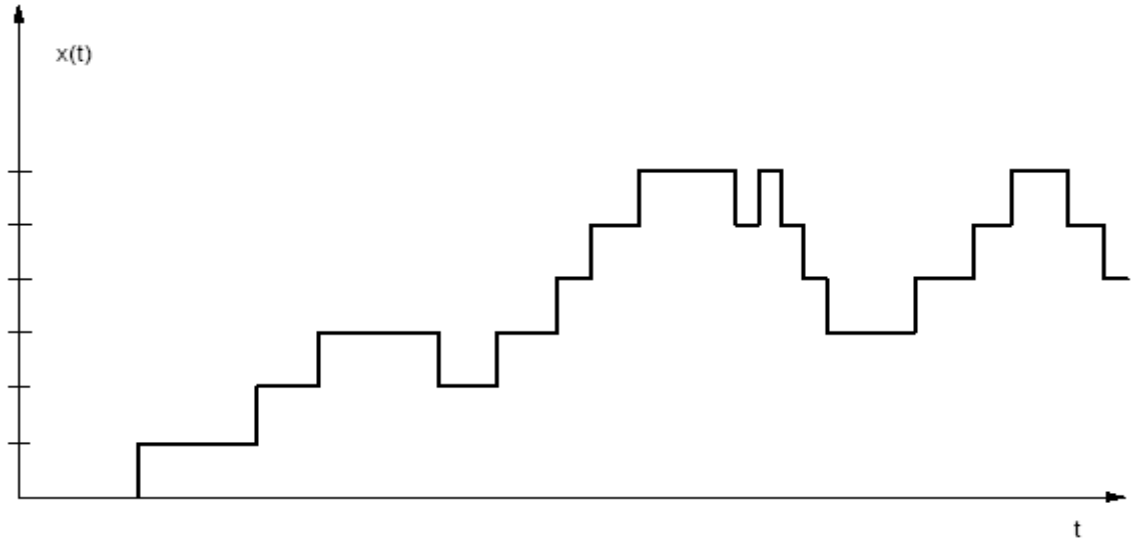
5.3.1 ΤΟ ERLANG

Οι κλήσεις εν γένει δημιουργούνται από τους συνδρομητές σε εντελώς τυχαίες χρονικές στιγμές και εξαρτώνται αποκλειστικά από τις ιδιαίτερες ανάγκες και συνήθειες του κάθε συνδρομητή. Ο αριθμός των κλήσεων επομένως μεταβάλλεται από εποχή σε εποχή, από μέρα σε μέρα και κατά την διάρκεια της μέρας.

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε οι αιχμές της κίνησης να διαβιβάζονται με τρόπο ανεκτό για τους συνδρομητές. Όλοι οι υπολογισμοί αναφέρονται στην «Ώρα Μέγιστης Κίνησης» (ΩΜΚ). Ως ΩΜΚ ορίζεται η ώρα με την μεγαλύτερη κίνηση, μιας κανονικής μέρας της εβδομάδος, της εποχής με την μεγαλύτερη κίνηση.

Η διεθνώς αποδεκτή μονάδα μέτρησης της κίνησης είναι το Erlang το οποίο ορίζεται ως εξής: Ο αριθμός Erlang (ένταση κίνησης) είναι ο μέσος αριθμός των ταυτόχρονων καταλήψεων κατά την διάρκεια μιας καθορισμένης χρονικής περιόδου T. Ο ορισμός δεν αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη περίοδο. Στην πράξη συνήθως T = 1hr. Στην πραγματικότητα το Erlang είναι μια αδιάστατη μονάδα (όπως το dB).

Έστω ότι για κάποιο σύστημα μας δίδεται ένα διάγραμμα του αριθμού των καταλήψεων x(t) κατά την χρονική στιγμή t ως συνάρτηση του χρόνου για μια περίοδο T ($0 \le t \le T$), όπως στο παρακάτω σχήμα.



Η x(t) είναι μία βηματική συνάρτηση η οποία λαμβάνει μη αρνητικές ακέραιες τιμές. Η x(t) αυξάνει κατά ένα για κάθε νέα κατάληψη και ελαττώνεται κατά ένα όταν μια κατάληψη παύσει. Τότε, η ένταση κίνησης A για το διάστημα αυτό είναι βάσει του ορισμού:

$$A = \frac{1}{T}\int_0^T x(t)dt$$

Ο υπολογισμός του A είναι πρακτικά εύκολος εάν ληφθούν υπόψη οι ιδιότητες της x(t). Έστω t_p το συνολικό χρονικό διάστημα όπου x(t)=p, προφανώς $0 \le t_p \le T$ για $p \ge 0$. Τότε

$$A = \frac{1}{T}\sum_{p=0}^{n} p t_p$$

όπου n ο μέγιστος αριθμός ταυτόχρονων κλήσεων κατά το διάστημα T. Εναλλακτικά η ένταση κίνησης A μπορεί να υπολογισθεί και ως εξής. Έστω N το πλήθος των καταλήψεων κατά τη διάρκεια του T. Εάν t_v η διάρκεια της v-οστής κατάληψης, τότε

$$A = \frac{1}{T}\sum_{v=0}^{N} t_v$$

Για τον υπολογισμό των t_v, η διάρκεια των κλήσεων που είναι σε εξέλιξη κατά τη χρονική στιγμή t=0, αρχή του διαστήματος T, μετριέται από t=0, ενώ οι κλήσεις που παραμένουν σε εξέλιξη στο τέλος t=T του διαστήματος T θεωρούνται ότι διαρκούν μέχρι t=T.

Η μέση διάρκεια s μιας κατάληψης (χρόνος κατάληψης) μπορεί να εκτιμηθεί από την

$$s = 1/\mu/\approx \bar{t} = \frac{1}{N}\sum_{v=0}^{N} t_v$$

Αφού η διάρκεια των κλήσεων σε εξέλιξη για t=0 και t=T υπο-εκτιμάται, $\bar{t} < s.$ Ο ρυθμός των κλήσεων λ εκτιμάται από την

$$\lambda = N/T$$

οπότε

$$A = \lambda s$$

Αποδεικνύεται ότι η προηγούμενη σχέση δίνει την ένταση της κίνησης όταν έχουμε στατιστική ισορροπία και οι διαδικασίες εισόδου και τερματισμού χαρακτηρίζονται από τους μέσους ρυθμούς άφιξης, λ, και μέσους χρόνους κατάληψης, s, αντίστοιχα.

Ένταση κίνησης ενός Erlang σημαίνει ότι ο μέσος αριθμός ταυτόχρονων κλήσεων σε μια ομάδα οργάνων για κάποια χρονική περίοδο είναι ίσος με την μονάδα. Εάν το πλήθος των οργάνων της ομάδας είναι ένα, αυτό σημαίνει ότι το μοναδικό όργανο της ομάδας είναι πλήρως απασχολημένο. Έτσι το όργανο μπορεί να μεταφέρει μόνο ένα Erlang το πολύ. Άρα για μια ομάδα **n** οργάνων, η κίνηση που μεταφέρεται δεν μπορεί να υπερβεί τα **n** Erlang.

5.3.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι μετρήσεις της έντασης κίνησης στο δίκτυο TETRA του Μετρό. Οι μετρήσεις βασίσθηκαν στα παρακάτω στοιχεία:

- Για τους τέσσερις Dispatchers χρησιμοποιήθηκαν οι κλήσεις της περιόδου 07/03/05 έως 13/03/05
- Για όλα τα υπόλοιπα τερματικά χρησιμοποιήθηκαν οι κλήσεις των μηνών Ιανουαρίου, Φεβρουαρίου και Μαρτίου 2005.

Ο υπολογισμός της κίνησης σε Erlang έγινε με την χρήση της παρακάτω σχέσης η οποία ορίσθηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

$$A = \frac{1}{T}\sum_{\nu=0}^{N} t_{\nu}$$

Συγκεκριμένα, για κάθε περίοδο μιας ώρας, αθροίσθηκαν οι διάρκειες (σε δευτερόλεπτα) όλων των κλήσεων που πραγματοποιήθηκαν την συγκεκριμένη περίοδο και το αποτέλεσμα διαιρέθηκε με 3600 δευτερόλεπτα (μία ώρα). Το προκύπτον αποτέλεσμα είναι η κίνηση σε Erlang για το συγκεκριμένο διάστημα. Η μέθοδος αυτή θεωρήθηκε η πιο ενδεδειγμένη δεδομένου ότι για κάθε κλήση ήταν γνωστή η ώρα έναρξής της (hh:mm:ss) καθώς επίσης και η διάρκειά της (δευτερόλεπτα).

5.3.2.1 Συνολική Κίνηση Δικτύου Μετρό

Η συνολική κίνηση του δικτύου μετρήθηκε για το διάστημα Δευτέρα 07/03/05 έως Κυριακή 13/03/05. Το εν λόγω διάστημα ήταν το μόνο διάστημα για το οποίο υπήρχαν στοιχεία των κλήσεων των Dispatchers. Τα Αποτελέσματα παρατίθενται στους πίνακες και τα ιστογράμματα του Παραρτήματος Β2.

5.3.2.2 Σύγκριση Κίνησης Μεταξύ Ομάδων

Στο Παράρτημα Β3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης της κίνησης μεταξύ των διαφορετικών ομάδων χρηστών του Μετρό.

5.3.2.3 Κίνηση από διαφορετικές ομάδες τερματικών

Στα Παραρτήματα Β4 έως Β13 παρουσιάζεται η ένταση κίνησης από κάθε ομάδα τερματικών ξεχωριστά, για την εβδομάδα 07/03/05 έως 13/03/05. Συγκεκριμένα για κάθε ομάδα τερματικών δίδεται υπό μορφή πίνακα και υπό μορφή ιστογράμματος η κίνηση (σε Erlang) της συγκεκριμένης ομάδος ανά ώρα και ημέρα. Επίσης δίδεται και η μέση ημερήσια και μέση ωριαία κίνηση της ομάδος.

5.3.2.4 Κίνηση από Τερματικά περίοδος 01/01/05 έως 31/03/05

Στους πίνακες και ιστογράμματα των Παραρτημάτων Β14, Β15 και Β16 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της κίνησης για όλα τα τερματικά, εκτός dispatchers, για τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο 2005.

5.3.3 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προκύπτει ότι το TETRA χρησιμοποιείται στο Μετρό 24 ώρες το εικοσιτετράωρο, εφτά μέρες την εβδομάδα. Αντίθετα με την σταθερή και κινητή τηλεφωνία, στο TETRA Μετρό παρατηρείται αυξημένη κίνηση κατά την διάρκεια των πρωινών ωρών, αμέσως μετά τα μεσάνυχτα, και συγκεκριμένα μεταξύ 00:00 και 03:00π.μ. Αυτό συμβαίνει επειδή όλες οι προγραμματισμένες εργασίες συντήρησης εντός της σήραγγας εκτελούνται μεταξύ των ωρών 00:30 και 04:30 π.μ. Τονίζεται επίσης ότι η κίνηση συρμών κατά την διάρκεια των ωρών αυτών είναι σύνηθες φαινόμενο. Την εβδομάδα των μετρήσεων συγκεκριμένα υπήρχε κίνηση συρμών στη γραμμή 2 και 3 εναλλάξ για τις ανάγκες εκπαίδευση οδηγών και την δοκιμή του συστήματος ATO (Automatic Train Operation). Επισημαίνεται ότι ο πρωταρχικό (και σε ορισμένες περιπτώσεις το μοναδικό) μέσον επικοινωνίας για το προσωπικό που εργάζεται ή κινείται στη σήραγγα είναι το ασύρματο δίκτυο επικοινωνιών TETRA.

Ώρα Μέγιστης Κίνησης

Η υψηλότερη κίνηση κατεγράφη την Τρίτη 08/03/05 την περίοδο 09:00 - 10:00 π.μ. Υψηλή κίνηση επίσης παρατηρήθηκε και τις παρακάτω περιόδους (βλέπετε Πίνακα Β2.1):

Ημερομηνία	*Περίοδος*	*Κίνηση*
10/03/05	00:00-00:00	1,032 Erl
1203/05	01:00-02:00	0,996 Erl
08/03/05	00:00-01:00	0,993 Erl

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι κατά την ώρα μέγιστης κίνησης η ένταση είναι περίπου 1 Erlang.

Από το μέσο όρο της κίνησης (Σχήμα Β2.4, Πίνακας Β2.1) προκύπτει ότι η μεγαλύτερη κίνηση συμβαίνει τις νυχτερινές ώρες. Συγκεκριμένα, οι ώρες με την μεγαλύτερη μέση κίνηση είναι:

Περίοδος	Μέση Κίνηση
00:00 – 01:00	0,794 Erl
01:00 – 02:0	0,669 Erl
02:00 – 03:00	0,547 Erl
12:00 – 13:00	0,533 Erl

Κίνηση ανά Ημέρα Εβδομάδος

Τις καθημερινές ημέρες παρατηρείται μεγαλύτερη κίνηση απ' ότι το Σάββατο και την Κυριακή (βλέπετε Σχ. Β2.3). Η Κυριακή είναι η μέρα με την μικρότερη κίνηση. Αυτό είναι αναμενόμενο δεδομένου ότι τη ημέρα αυτή τα δρομολόγια είναι πολύ πιο αραιά και οι εργασίες συντήρησης μειωμένες σε σχέση με τις άλλες ημέρες.

Αν και την Τρίτη κατεγράφη η μεγαλύτερη μέση κίνηση, το αποτέλεσμα αυτό δεν μπορεί να γενικευθεί δεδομένου ότι η διαφορά με τις άλλες μέρες ήταν σχετικά χαμηλή. Για την εξαγωγή ασφαλούς αποτελέσματος απαιτείται η ανάλυση των στοιχείων κίνησης πολλών εβδομάδων.

Κίνηση ανά Ομάδα Τερματικών

Από τα αποτελέσματα του Παραρτήματος Β3 προκύπτει ότι η μεγαλύτερη κίνηση προέρχεται από την ομάδα «Συντήρηση» (22%). Ακολουθεί η ομάδα «Οδηγοί» (21%) και στην συνέχεια ο PK2 (18%) και PK3 (13%).

Σε επίπεδο κίνησης ανά τερματικό η κατάσταση διαμορφώνεται ως εξής:

- PK2 0,0618 Erl
- PK3 0,0566 Erl
- Ελ. Ισχύος 0,0243 Erl
- Ελ. Ασφαλείας 0,0094 Erl
- ΕΚΑΣ 0,0304 Erl
- Συντήρηση 0,0010 Erl
- Οδηγοί 0,0004 Erl

Στον επόμενο Πίνακα παρατίθεται ο Συντελεστής Συγκέντρωσης (ΣΣ) ανά ώρα για όλες τις κατηγορίες τερματικών. Από τον ΣΣ προκύπτει ότι ο συντριπτικός όγκος των επικοινωνιών του Ελεγκτή Ισχύος παράγεται κατά την διάρκεια των ωρών 00:00 έως 05:00. Το φαινόμενο εξηγείται από την φύση των εργασιών του ΕΙ. Οι εργασίες του ΕΙ περιλαμβάνουν επικοινωνίες TETRA με όλες τις ομάδες συντήρησης πριν την είσοδό τους στη σήραγγα ("booking-in" μεταξύ 00:30 -01:30) και κατά την διάρκεια των εργασιών εντός αυτής και κατά την έξοδό τους ("booking-out"). Η παραπάνω εξήγηση επιβεβαιώνεται από αντίστοιχα επίπεδα κίνησης των τερματικών «Συντήρηση» κατά τις ίδιες ώρες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 19 : Συντελεστής Συγκέντρωσης (ΣΣ*) ανά Ώρα και Κατηγορία Τερματικών

ΩΡΑ	ΟΜΑΔΑ ΤΕΡΜΑΤΙΚΩΝ									
	PK2	PK3	ΕΙ	ΕΑ	ΕΚΑΣ	ΟΔΗΓΟΙ	ΣΥΝΤ	ΥΣ	ΑΣΦ	ΛΟΙΠΑ
00:00-01:00	234%	204%	188%	0%	272%	256%	128%	0%	155%	306%
01:00-02:00	128%	139%	617%	0%	39%	95%	221%	249%	8%	286%
02:00-03:00	118%	122%	410%	0%	10%	73%	216%	158%	4%	198%
03:00-04:00	78%	103%	262%	0%	3%	77%	193%	68%	14%	201%
04:00-05:00	132%	120%	246%	0%	21%	78%	160%	42%	10%	281%
05:00-06:00	147%	242%	6%	0%	101%	214%	3%	41%	17%	13%
06:00-07:00	46%	117%	10%	54%	127%	101%	11%	39%	34%	31%
07:00-08:00	69%	81%	59%	128%	255%	111%	47%	9%	102%	86%
08:00-09:00	78%	69%	31%	132%	139%	47%	79%	52%	128%	25%
09:00-10:00	98%	67%	59%	121%	124%	101%	128%	59%	100%	35%
10:00-11:00	71%	50%	42%	139%	155%	81%	123%	55%	135%	127%
11:00-22:00	119%	56%	46%	181%	93%	106%	188%	119%	151%	138%
12:00-13:00	99%	119%	54%	276%	110%	102%	204%	102%	190%	103%
13:00-14:00	97%	56%	65%	148%	145%	111%	150%	75%	124%	56%
14:00-15:00	101%	72%	42%	82%	24%	71%	74%	109%	81%	30%
15:00-16:00	91%	86%	41%	105%	77%	67%	53%	105%	84%	56%
16:00-17:00	102%	60%	63%	84%	138%	62%	75%	31%	103%	36%
17:00-18:00	83%	90%	51%	188%	46%	77%	38%	51%	155%	28%
18:00-19:00	149%	83%	32%	141%	106%	114%	72%	217%	135%	30%
19:00-20:00	75%	61%	33%	136%	99%	85%	82%	102%	109%	18%
20:00-21:00	42%	79%	21%	280%	36%	44%	55%	552%	375%	56%
21:00-22:00	64%	120%	10%	92%	39%	88%	17%	63%	81%	139%
22:00-23:00	113%	51%	3%	48%	141%	108%	32%	65%	40%	76%
23:00-24:00	66%	154%	9%	66%	101%	131%	53%	37%	66%	45%

* *$ΣΣ_{ΑΑ}$ = ΣΣ κατά την ώρα ΑΑ = (Μέση κίνηση κατά την ώρα ΑΑ) / (Μέση Ωριαία Κίνηση Εβδομάδος)*

Η «Μέση κίνηση κατά την ώρα ΑΑ» υπολογίζεται από τις κλήσεις μιας εβδομάδος που έγιναν κατά την διάρκεια της ΑΑ (δηλαδή σύνολο επτά ωρών)

*Η Μέση «Ωριαία Κίνηση Εβδομάδος» υπολογίζεται από τις κλήσεις και των εφτά εικοσιτετραώρων της εβδομάδας (δηλαδή από τα στοιχεία συνολικά 7*24=168 ωρών)*

6. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ

Στην παρούσα παράγραφο υπολογίζεται η Ποιότητα Εξυπηρέτησης (Grade of Service, GoS) που το σύστημα TETRA παρέχει στους χρήστες του.

GoS ορίζεται το μέτρο της μέγιστης αποδεκτής πιθανότητας είτε μία κλήση χαθεί, είτε παραμείνει σε ουρά αναμονής για περισσότερο από ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Στο σύστημά μας οι κλήσεις που δεν βρίσκουν ελεύθερο δίαυλο απορρίπτονται, επομένως θα μας απασχολήσει η πιθανότητα απώλειας κλήσεων.

Για τον υπολογισμό της GoS απαιτούνται τα παρακάτω:

- αριθμός διαθέσιμων εξυπηρετητών (χρονοθυρίδων)
- φορτίο κατά την ΩΜΚ
- στοχαστική διαδικασία αφίξεως των κλήσεων

Διαθέσιμες Χρονοθυρίδες

Όπως έχει προαναφερθεί, το δίκτυο του Μετρό αποτελείται από δύο σταθμούς βάσης κάθε ένας από τους οποίους είναι εξοπλισμένος με τρεις πομποδέκτες. Επομένως κάθε σταθμός βάσης μπορεί να εξυπηρετήσει 11 ταυτόχρονες κλήσεις (3 πομποδέκτες x 4 χρονοθυρίδες ανά πομποδέκτη - 1 χρονοθυρίδα ελέγχου και σηματοδοσίας = 11 χρονοθυρίδες). Υπενθυμίζεται ο ορισμός της κλήσης που δόθηκε νωρίτερα. Κάθε φορά ενεργοποίησης του PTT διενεργείται και μια νέα κλήση. Η κλήση παύει να ισχύει όταν ελευθερώνεται το PTT. Τονίζεται ότι οι κλήσεις αυτού του είδους δεν αποτελούν μια ολοκληρωμένη συνδιάλεξη και διαφέρουν ριζικά από τις τηλεφωνικές κλήσεις. Με βάση τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι το σύστημα δύναται να εξυπηρετήσει 22 συνολικά κλήσεις. Αυτό όμως δεν ευσταθεί για τον παρακάτω λόγο.

Τα τερματικά του Μετρό χρησιμοποιούν κατά κόρον την λειτουργία ScanList η οποία τους επιτρέπει να είναι σε συνεχή επαφή με το TG (Talk Group) του ΚΕΛ και παράλληλα να επικοινωνούν με τα υπόλοιπα μέλη των ομάδων τους μέσω διαφορετικού TG. Σε περίπτωση που εντοπισθεί συνομιλία στο μεγαλύτερης προτεραιότητας TG του ΚΕΛ (το αποκαλούμενο «δευτερογενές TG»), τα φορητά αυτομάτως μετάγονται στο νέο TG. Με τη λήξη της ομιλίας τα φορητά μεταπίπτουν στη πρότερη κατάσταση δηλαδή στο «πρωτογενές» TG. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται η απαίτηση οι επικοινωνίες του ΚΕΛ να ακούγονται πάντα από όλα τα φορητά που κινούνται σε χώρους της δικαιοδοσίας του ΚΕΛ, και παράλληλα διατηρείται η δυνατότητα των φορητών να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω διαφορετικών TG. Η σωστή λειτουργία των ScanList επιβάλλει όλες οι συνομιλίες που γίνονται στα «δευτερογενή TG» να δεσμεύουν πόρους και να εκπέμπονται και από τους δύο σταθμούς βάσης. Για το λόγο αυτό το δίκτυο του Μετρό, με την υπάρχουσα υποδομή, μπορεί να εξυπηρετήσει μέχρι 11 ταυτόχρονες κλήσεις.

Φορτίο Κατά την ΩΜΚ

Από την ανάλυση της κίνησης TETRA προέκυψε ότι την ΩΜΚ το προσφερόμενο φορτίο είναι περίπου ένα Erlang. Στο φορτίο αυτό πρέπει να συμπεριληφθεί και η εξής επιπρόσθετος παράμετρος. Κάθε κλήση PTT δεσμεύει μία χρονοθυρίδα για ένα συνολικό χρονικό διάστημα αποτελούμενο από την διάρκεια ενεργοποίησης του PTT συν πέντε επιπλέον δευτερόλεπτα. Με τον τρόπο αυτό η χρονοθυρίδα διατηρείται εν ενεργεία και οι αποδέκτες της κλήσεις μπορούν να απαντήσουν εντός 5 δευτερολέπτων χωρίς την ανάγκη δέσμευσης νέων, διαφορετικών αυτή τη φορά, πόρων. Το αποτέλεσμα φυσικά είναι μια επιμήκυνση της διάρκειας της κάθε κλήσης κατά 5, το ανώτερο, δευτερόλεπτα.

Η διάρκεια αυτή των 5 δευτερολέπτων προστέθηκε σε όλες τις κλήσεις της περιόδου 07/3/05 έως 13/03/05 και το φορτίο υπολογίσθηκε εκ νέου. Το νέο φορτίο για την ΩΜΚ (00:00 – 01:00) είναι περίπου 1.582 Erlang. (βλέπετε Παράρτημα 17, Πίνακα Β17.1) Τονίζεται ότι η επιπλέον διάρκεια των 5 δευτερολέπτων αποτελεί το δυσμενέστερο σενάριο δεδομένου ότι στην πράξη πολλές κλήσεις απαντώνται νωρίτερα.

Από την παραπάνω εκτίμηση πρέπει να αφαιρεθεί η κίνηση από και προς τον ΕΚΑΣ η οποία εξυπηρετείται από το επίγειο δίκτυο του OTELink και ως εκ τούτου δεν δεσμεύει πόρους των EBTS του Μετρό. Η κίνηση που παράγεται από τον ΕΚΑΣ κατά την ΩΜΚ (00:00-01:00), συμπεριλαμβανομένων και των 5 επιπλέον δευτερολέπτων ανά κλήση, είναι 0.1367 Erl (βλέπετε Παράρτημα 18, Πίνακα 18.1). Για την εκτίμηση της κίνησης προς τον ΕΚΑΣ, θεωρούμε ότι ο ΕΚΑΣ συνομιλεί μόνον με οδηγούς συρμών και έχουμε:

- Μέση διάρκεια κλήσεων ΕΚΑΣ = 15,88 δευτερόλεπτα
- Μέση διάρκεια κλήσεων οδηγών = 11,23 δευτερόλεπτα
- Κίνηση από ΕΚΑΣ προς οδηγούς= 0,1367 Erl

Επομένως

- κίνηση προς ΕΚΑΣ = (0,1367)*(11,23/15,88) = 0,0968 Erl
- κίνηση από και προς ΕΚΑΣ = 0,1367+ 0,0968 = 0,2335 Erl

Το συνολικό φορτίο στα δύο EBTS του Μετρό την ΩΜΚ είναι επομένως 1,3485 Erl (= 1,582 - 0,2335)

Υπολογισμός GoS

Για τον υπολογισμό της GoS θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο Erlang. Το μοντέλο αυτό περιγράφει ένα σύστημα στο οποίο οι κλήσεις καταφθάνουν σε τυχαίες χρονικές στιγμές κατά Poisson. Οι κλήσεις εξυπηρετούνται με την προϋπόθεση ότι υπάρχει ελεύθερη χρονοθυρίδα. Στην αντίθετη περίπτωση οι κλήσεις απορρίπτονται. Έχει αποδειχθεί ότι τα αποτελέσματα για το σύστημα Erlang ισχύουν για οποιαδήποτε κατανομή χρόνου κατάληψης (όχι μόνο εκθετικής) που έχει πεπερασμένη τιμή, κάτι που ισχύει στην περίπτωσή μας.

Το μοντέλο Erlang υποθέτει πεπερασμένο αριθμό εξυπηρετών και άπειρο αριθμό πηγών. Αν περιορίσουμε τον αριθμό των πηγών έτσι ώστε να είναι μεγαλύτερος του αριθμού των εξυπηρετών αλλά όχι άπειρος, τότε για ακριβή αποτελέσματα πρέπει να εφαρμοστεί το μοντέλο του Engset. Για πρακτικούς όμως λόγους χρησιμοποιείται και σε αυτές τις περιπτώσεις το μοντέλο Erlang, το οποίο παρέχει μεγαλύτερες τιμές απωλειών κλήσεων, δίνει δηλαδή πιο συντηρητικά αποτελέσματα. Στην περίπτωσή μας ο αριθμός των πηγών είναι 487 (αριθμός τερματικών) και οι εξυπηρετητές 11 (αριθμός χρονοθυρίδων). Επομένως η εφαρμογή του μοντέλου Erlang θα δώσει χαμηλότερη GoS απ' ότι θα έχουμε στην πράξη.

Η πιθανότητα αποκλεισμού κλήσεων για συστήματα Erlang δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$E = P_n = \frac{A^n/n!}{\sum_{i=0}^{n} A^i/i!} = E_n(A)$$

όπου, A = ένταση κίνησης σε Erlang
n = ο αριθμός των εξυπηρετητών

Η πιθανότητας αποκλεισμού υπολογίζεται στην πράξη με την βοήθεια πινάκων. Στην περίπτωσή μας θα χρησιμοποιηθεί ο παρακάτω επαναληπτικός τύπος:

$$E_k(A) = \frac{AE_{k-1}(A)}{k + AE_{k-1}(A)} \quad \text{ή} \quad E_k^{-1}(A) = 1 + kE_{k-1}^{-1}(A)/A$$

όπου

$$E_0(A) = 1, E_1(A) = \frac{A}{1+A}$$

Εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων στο δίκτυο του Μετρό (A = 1.407 Erlang) δίνει τα εξής αποτελέσματα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 20 : Πιθανότητα Απώλειας Κλήσεων

Αριθμός Χρονοθυρίδων	Κίνηση (Erlang)	Πιθανότητα Απώλειας
1	1.407	57,42 %
2	1.407	27,91 %
3	1.407	11,15 %
4	1.407	3,62 %
5	1.407	0,967 %
6	1.407	0,217 %
7	1.407	0,0418 %
8	1.407	0,0070 %
9	1.407	0,0011 %
10	1.407	0,00014 %
11	1.407	0,000017%

Παρατηρούμε ότι για A = 1.407 Erlang και 11 χρονοθυρίδες, η πιθανότητα απώλειας μιας κλήσης είναι 0.000017% . Επομένως το σύστημα παρέχει πολύ υψηλό βαθμό GoS.

Σε περίπτωση αστοχίας ενός εκ των τριών πομποδεκτών (7 διαθέσιμες χρονοθυρίδες) η πιθανότητα απώλειας γίνεται 0.0418% .

Τέλος, όταν έχουμε αστοχία δύο πομποδεκτών (3 διαθέσιμες χρονοθυρίδες), η πιθανότητα απώλειας ανεβαίνει στο 11,15% και ως εκ τούτου η GoS πέφτει σε απαράδεκτα χαμηλά επίπεδα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α1: LOW LOSS FOAM DIELECTRIC CABLE

HELIAX® Coaxial Cables

1/2" Foam Dielectric,
LDF Series – *50-ohm*

LDF4-50A

Description	Type No.
Cable Ordering Information	
Standard Cable	
1/2" Standard Cable, Standard Jacket	LDF4-50A
Fire Retardant Cables	
1/2" Fire Retardant Jacket (CATVX)	LDF4RN-50A
1/2" Fire Retardant Jacket (CATVR)	LDF4RN-50A
Low VSWR and Specialized Cables	
1/2" Low VSWR, specify operating band	LDF4P-50A-(**)
Phase Stabilized and Phase Measured Cable	See page 590
Jumper Cable Assemblies – See page 584	

** Insert suffix number from "Low VSWR Specifications" table, page 498

Characteristics

Electrical	
Impedance, ohms	50 ± 1
Maximum Frequency, GHz	8.8
Velocity, percent	88
Peak Power Rating, kW	40
dc Resistance, ohms/1000 ft (1000 m)	
Inner	0.45 (1.48)
Outer	0.58 (1.90)
dc Breakdown, volts	4000
Jacket Spark, volts RMS	8000
Capacitance, pF/ft (m)	23.1 (75.8)
Inductance, µH/ft (m)	0.058 (0.19)
Mechanical	
Outer Conductor	Copper
Inner Conductor	Copper-Clad Aluminum
Diameter over Jacket, in (mm)	0.63 (16)
Diameter over Copper Outer Conductor, in (mm)	0.55 (14)
Diameter Inner Conductor, in (mm)	0.189 (4.8)
Nominal Inside Transverse Dimensions, cm	1.11
Minimum Bending Radius, in (mm)	5 (125)
Number of Bends, minimum (typical)	15 (50)
Bending Moment, lb-ft (N-m)	2.8 (3.8)
Cable Weight, lb/ft (kg/m)	0.15 (0.22)
Tensile Strength, lb (kg)	250 (113)
Flat Plate Crush Strength, lb/in (kg/mm)	110 (2.0)

Attenuation and Average Power Ratings

Frequency MHz	Attenuation dB/100 ft	Attenuation dB/100 m	Average Power, kW
0.5	0.045	0.149	40.0
1	0.064	0.211	35.8
1.5	0.079	0.259	29.2
2	0.091	0.299	25.3
10	0.205	0.672	11.3
20	0.291	0.954	7.93
30	0.357	1.17	6.46
50	0.463	1.52	4.98
88	0.619	2.03	3.73
100	0.661	2.17	3.49
108	0.688	2.26	3.36
150	0.815	2.67	2.83
174	0.880	2.89	2.62
200	0.946	3.10	2.44
300	1.17	3.83	1.97
400	1.36	4.46	1.70
450	1.45	4.75	1.59
500	1.53	5.02	1.51
512	1.55	5.08	1.49
600	1.69	5.53	1.37
700	1.83	6.01	1.26
800	1.97	6.46	1.17
824	2.00	6.56	1.15
894	2.09	6.85	1.10
960	2.17	7.12	1.06
1000	2.22	7.28	1.04
1250	2.51	8.23	0.921
1500	2.77	9.09	0.833
1700	2.97	9.74	0.777
1800	3.07	10.1	0.753
2000	3.25	10.7	0.710
2100	3.34	11.0	0.691
2200	3.43	11.2	0.673
2300	3.52	11.5	0.657
3000	4.09	13.4	0.565
3400	4.39	14.4	0.526
4000	4.82	15.8	0.479
5000	5.49	18.0	0.421
6000	6.11	20.1	0.378
8000	7.26	23.8	0.318
8800	7.69	25.2	0.300

Standard Conditions:
For attenuation, VSWR 1.0, ambient temperature 20°C (68°F).
For Average Power, VSWR 1.0, ambient temperature 40°C (104°F), inner conductor temperature 100°C (212°F), no solar loading.

ANDREW.

Revised 9/00

Customer Service Center - Call toll-free from: • U.S.A., Canada and Mexico 1-800-255-1479

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α2 : EXTRA FLEXIBLE 7/8” COAXIAL CABLE

HELIAX®

Coaxial Cable

ANDREW.

PRODUCT SPECIFICATION

VXL5RN-50

Extra flexible coaxial cable, 7/8", 50 ohm foam HELIAX with fire retardant jacket (CATVR) (Wideband from 0.5-4900 MHz)

CHARACTERISTICS

Mechanical Specifications	
Pressurizable:	No
Weight (lb/ft):	0.34
Weight (kg/m):	0.51
Tensile Strength (lb):	225.00
Tensile Strength (kg):	102.00
Flat PlateCrush Strength (lb/in):	80.00
Flat Plate Crush Strength (kg/mm):	1.40
Minimum Bending Radius (inches):	5.00
Minimum Bend Radius (millimeters):	125.00
Bending Moment (lb-ft):	12.00
Bending Moment (N-m):	16.30
Number of Bends (minimum):	15.00
Number of Bends (typical):	40.00

Electrical Specifications	
Cable Impedance (ohms):	50.00
Maximum Frequency (GHz):	4.90
Velocity percentage:	88.00
Peak Power Rating (kW):	90.00
DC Resistance Inner (ohms/1000ft):	0.82
DC Resistance Inner (ohms/1000m):	2.69
DC Resistance Outer (ohms/1000ft):	0.36
DC Resistance Outer (ohms/1000m):	1.18
Cable Test Voltage (VDC):	6000.00
Jacket Spark volts (RMS):	8000.00
Capacitance (pF/ft):	22.60
Capacitance (pF/m):	74.10
Inductance (microH/ft):	0.06
Inductance (microH/m):	0.20
Insulation Resistance (Meg-Ohms):	100000.00

Construction Materials	
Dielectric Type:	Foam Dielectric, Extra Flexible
Dielectric Material:	Ployethylene Foam
Jacket Color:	Gray
Jacket Description:	Non-Halogenated, Fire Retardant

Customer Support Center:
From North America: 1-800-255-1479
International: +1-708-873-2307

www.andrew.com

This Specification Sheet is for reference only and is subject to change without notice.

Copyright © 2002 by Andrew Corporation, Printed in U.S.A. 12/3/2002

HELIAX®

Coaxial Cable

ANDREW®

PRODUCT SPECIFICATION

VXL5RN-50

Extra flexible coaxial cable, 7/8", 50 ohm foam HELIAX with fire retardant jacket (CATVR) (Wideband from 0.5-4900 MHz)

CHARACTERISTICS

Jacket Material:	Megolon
Outer Conductor Material:	Corrugated Copper
Inner Conductor Material:	Corrugated Copper Tube

Dimensions

Diameter Over Jacket (inches):	1.08
Diameter Over Jacket (millimeters):	27.40
Outer Conductor Outside Diameter (inches):	0.98
Outer Conductor Outside Diameter (millimeters):	24.90
Outer Conductor Inside Diameter (inches):	0.96
Outer Conductor Inside Diameter (millimeters):	24.40
Inner Conductor Outside Diameter (inches):	0.37
Inner Conductor Outside Diameter (millimeters):	9.40
Inner Conductor Inside Diameter (inches):	0.35
Inner Conductor Inside Diameter (millimeters):	8.90

General Specifications

Cable Grade:	Flame Retardant
NEC Classification Type:	CATVR
Nominal Size (inches):	7/8
Short Description:	7/8" 50 ohm HELIAX extra flexible foam coaxial cable, fire retardant jacket (CATVR)

Available Connectors

Part Number	Connector Type	Special Characteristics	Inner Contact	Grade
V5E78	7/8 EIA Flange	N/A	Captivated	Standard
V5PDF-RPC	7-16 DIN Female	One Piece	Captivated	Plated
V5PDM-RPC	7-16 DIN Male	One Piece	Captivated	Plated
V5PNF-RPC	N Female	One Piece	Captivated	Plated
V5PNM-RPC	N Male	One Piece	Captivated	Plated

Attenuation and Average Power Ratings

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100ft)	Attenuation (dB/100m)	Average Power (kW)
0.5	0.027	0.089	90.00
1	0.038	0.126	68.59
1.5	0.047	0.154	55.95
2	0.054	0.178	48.42
10	0.122	0.402	21.50
20	0.174	0.571	15.13

Customer Support Center:
From North America: 1-800-255-1479
International: +1-708-873-2307

www.andrew.com

This Specification Sheet is for reference only and is subject to change without notice.
Copyright © 2002 by Andrew Corporation, Printed in U.S.A. 12/3/2002

HELIAX®

Coaxial Cable

ANDREW®

PRODUCT SPECIFICATION

VXL5RN-50

Extra flexible coaxial cable, 7/8", 50 ohm foam HELIAX with fire retardant jacket (CATVR) (Wideband from 0.5-4900 MHz)

CHARACTERISTICS

Attenuation and Average Power Ratings

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100ft)	Attenuation (dB/100m)	Average Power (kW)
30	0.214	0.702	12.30
50	0.278	0.912	9.47
88	0.372	1.221	7.08
100	0.398	1.304	6.62
108	0.414	1.358	6.36
150	0.491	1.611	5.36
174	0.531	1.742	4.96
200	0.571	1.874	4.61
300	0.708	2.323	3.72
400	0.826	2.709	3.19
450	0.880	2.886	2.99
500	0.931	3.055	2.83
512	0.943	3.095	2.79
600	1.028	3.373	2.56
700	1.119	3.670	2.35
800	1.204	3.949	2.19
824	1.223	4.014	2.15
860	1.253	4.110	2.10
894	1.280	4.199	2.06
960	1.331	4.368	1.98
1000	1.362	4.468	1.93
1250	1.543	5.062	1.71
1500	1.710	5.611	1.54
1640	1.799	5.902	1.46
1700	1.836	6.025	1.43
1800	1.897	6.225	1.39
2000	2.016	6.613	1.31
2100	2.073	6.802	1.27
2200	2.130	6.987	1.24
2300	2.185	7.170	1.20
2500	2.294	7.526	1.15
2700	2.400	7.872	1.10
3000	2.553	8.376	1.03
3300	2.701	8.861	0.97

Customer Support Center:
From North America: 1-800-255-1479
International: +1-708-873-2307

www.andrew.com

This Specification Sheet is for reference only and is subject to change without notice.
Copyright © 2002 by Andrew Corporation, Printed in U.S.A. 12/3/2002

HELIAX®

Coaxial Cable

ANDREW®

PRODUCT SPECIFICATION

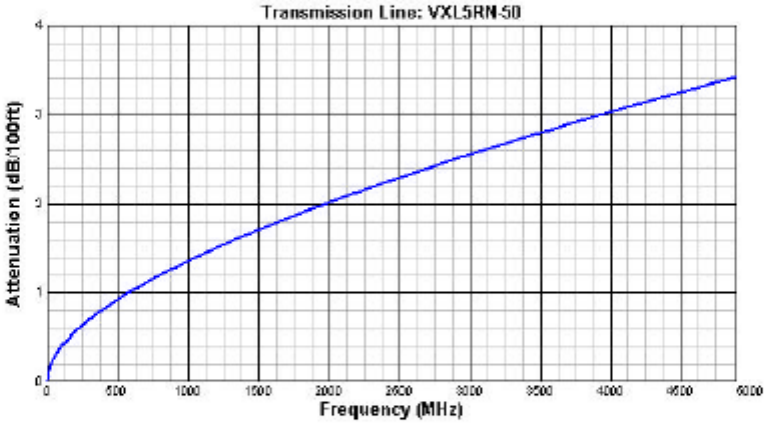
VXL5RN-50

Extra flexible coaxial cable, 7/8", 50 ohm foam HELIAX with fire retardant jacket (CATVR) (Wideband from 0.5-4900 MHz)

CHARACTERISTICS

Attenuation and Average Power Ratings

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100ft)	Attenuation (dB/100m)	Average Power (kW)
3400	2.749	9.020	0.96
4000	3.030	9.940	0.87
4900	3.426	11.239	0.77

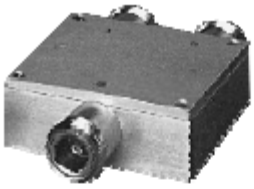


Standard Conditions:
For Attenuation. VSWR 1.0, ambient temperature 20°C (68°F).
For Average Power. VSWR 1.0, ambient temperature 40°C (104°F), inner conductor temperature 100°C (212°F); no solar loading.

Customer Support Center:
From North America: 1-800-255-1479
International: +1-708-873-2307
www.andrew.com

This Specification Sheet is for reference only and is subject to change without notice.
Copyright © 2002 by Andrew Corporation, Printed in U.S.A. 12/3/2002

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α3: 3 dB, 5W SPLITTER



Power Splitter

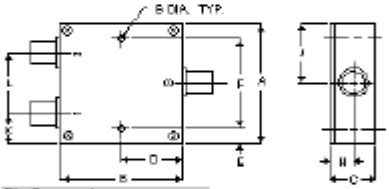
Notes:

- Internal load dissipation: 1 Watt max.
- Matched power rating: 5 Watt.
- When only specification for M range given, specification applies to entire frequency range.
- Available with SMA or N connectors only.
- General Quality Control Procedures and Environmental Specifications are given in Mini-Circuits Guarantees Quality. Hi-Rel, MIL description are given in Hi-Rel and MIL
- Prices and Specifications subjects to change without notice.

ZAPD-900-5W 2 Way-0°

Frequency MHz	Isolation, dB						Insertion Loss, dB Above 3.0dB						Phase Unbalance Degrees			Amplitude Unbalance, dB			VSWR (:1)			
f_L - f_U	L		M		U		L		M		U		L	M	U	L	M	U	S		OUT	
	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.
100-900			23	18					0.30	1.00				3.00			0.30		1.15	1.50	1.22	1.50

L=low range(f_L to $10f_L$) M=mid range($10f_L$ to $f_U/2$) U=upper range($f_U/2$ to f_U)



Pin Connections

Port	Sum Port	Port 1	Port 2
as	S	1	2

Case Style - F14 (inch,mm) weight: 170 grams.

A	B	C	D	E	F	G	H	J
2.00 50.800	2.00 50.800	.75 19.050	1.00 25.400	.25 6.350	1.500 38.100	.125 3.175	.39 9.906	1.00 25.400
K	**L**	**M**	**N**	**P**	**Q**	**R**	**S**	**T**
.50 12.700	1.00 25.400							

Tolerance: .x ± .1 .xx ± .03 .xxx ± .015 inch.

Material and Finish:

Case material: aluminum alloy. Finish: grey paint or yellow iridite.

Marking:

For port markings 1, 2, and 3 see specification data sheet.

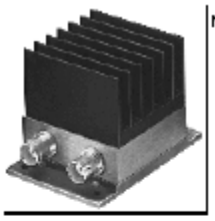
Connectors:

Connectors: please specify, unless otherwise noted; BNC is standard, TNC, SMA and Type N, consult factory. (ZAPD -4 units not available with BNC).

FREQ (MHz)	Insertion Loss (dB) S-1	Insertion Loss (dB) S-2	Amplitude Unbalance (dB)	Isolation (dB)	FREQ (MHz)	VSWR S	VSWR 1	VSWR 2
100.00	3.15	3.14	0.010	22.80	100.00	1.16	1.27	1.27
130.00	3.14	3.13	0.010	22.85	130.00	1.14	1.25	1.25
160.00	3.15	3.14	0.000	22.87	160.00	1.13	1.24	1.24
230.00	3.17	3.16	0.010	22.70	230.00	1.11	1.20	1.20
300.00	3.19	3.18	0.010	22.65	300.00	1.11	1.17	1.17
370.00	3.21	3.19	0.020	22.56	370.00	1.10	1.14	1.14
440.00	3.28	3.25	0.030	22.84	440.00	1.09	1.11	1.11
510.00	3.30	3.27	0.030	23.22	510.00	1.08	1.10	1.10
580.00	3.37	3.34	0.030	24.02	580.00	1.07	1.11	1.11
650.00	3.41	3.38	0.040	25.31	650.00	1.07	1.14	1.14
720.00	3.49	3.44	0.050	27.32	720.00	1.07	1.17	1.17
790.00	3.56	3.50	0.050	29.51	790.00	1.07	1.21	1.21
860.00	3.64	3.57	0.070	29.70	860.00	1.10	1.25	1.25
924.00	3.74	3.66	0.090	26.35	924.00	1.15	1.27	1.27

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α4 : 3 dB, 15W SPLITTER

Power Splitter



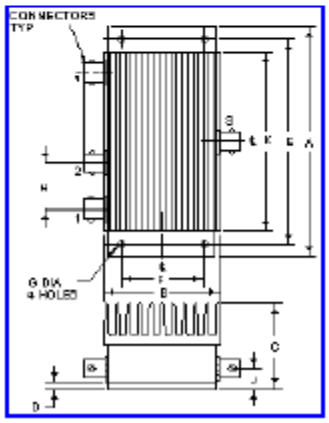
Notes:

- As a combiner of noncoherent signals, max. power per port is power rating divided by number of ports.
- Operating temperature: -55°C to 90°C
  Storage temperature: -55°C to 100°C;
- Full power rating over -55°C to +55°C. Derate linearly to 20% of rating at 90°C.
- General Quality Control Procedures and Environmental Specifications are given in Mini-Circuits Guarantees Quality. Hi-Rel, MIL description are given in Hi-Rel and MIL
- Prices and Specifications subjects to change without notice.

ZA2CS-500-15W 2 Way-0°

Frequency MHz	Isolation, dB						Insertion Loss, dB Above 3.0dB						Phase Unbalance Degrees			Amplitude Unbalance, dB			Power Input, W	
	L		M		U		L		M		U		L	M	U	L	M	U	as Combiner	as Splitter
f_L - f_U	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Min.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.
200-500	31	20	31	20	31	20	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	1.00	3.00	3.00	3.00	0.40	0.40	0.40	15	15

L=low range(f_L to $10f_L$) M=mid range($10f_L$ to $f_U/2$) U=upper range($f_U/2$ to f_U)



Insertion Loss | Isolation | VSWR | Amplitude Unbalance

FREQ (MHz)	Insertion Loss (dB) S-1	(dB) S-2	Amplitude Unbalance (dB)	Isolation (dB)	Phase Unbalance (Degrees)	FREQ (MHz)	VSWR S	VSWR 1	VSWR 2
200.00	3.35	3.37	0.020	26.56	0.23	200.00	1.30	1.31	1.29
205.00	3.34	3.37	0.030	26.61	0.22	205.00	1.30	1.30	1.28
210.00	3.34	3.36	0.030	26.62	0.21	210.00	1.30	1.28	1.26
215.00	3.32	3.35	0.030	26.60	0.22	215.00	1.29	1.26	1.24
220.00	3.31	3.33	0.020	26.57	0.26	220.00	1.28	1.24	1.22
225.00	3.29	3.31	0.020	26.52	0.27	225.00	1.26	1.22	1.20
230.00	3.27	3.29	0.020	26.45	0.27	230.00	1.25	1.20	1.19
235.00	3.25	3.28	0.020	26.35	0.28	235.00	1.23	1.20	1.18
240.00	3.24	3.27	0.020	26.27	0.30	240.00	1.22	1.19	1.17
245.00	3.24	3.26	0.020	26.17	0.27	245.00	1.22	1.19	1.17
250.00	3.25	3.26	0.020	26.06	0.27	250.00	1.22	1.20	1.18
260.00	3.26	3.28	0.010	25.86	0.30	260.00	1.23	1.21	1.18
270.00	3.29	3.31	0.020	25.71	0.30	270.00	1.26	1.21	1.19
280.00	3.30	3.35	0.050	25.58	0.29	280.00	1.28	1.20	1.18
290.00	3.32	3.37	0.060	25.46	0.30	290.00	1.29	1.18	1.16
300.00	3.32	3.37	0.050	25.32	0.33	300.00	1.28	1.16	1.14
310.00	3.32	3.36	0.040	25.18	0.34	310.00	1.27	1.14	1.12
320.00	3.32	3.34	0.020	25.08	0.35	320.00	1.25	1.12	1.11
330.00	3.31	3.33	0.020	25.03	0.37	330.00	1.23	1.11	1.09
340.00	3.31	3.33	0.020	24.98	0.40	340.00	1.22	1.09	1.08
350.00	3.32	3.35	0.030	24.96	0.41	350.00	1.22	1.08	1.07
360.00	3.33	3.36	0.030	25.01	0.40	360.00	1.22	1.08	1.07
370.00	3.34	3.39	0.040	25.06	0.43	370.00	1.23	1.07	1.06
380.00	3.36	3.42	0.060	25.14	0.44	380.00	1.24	1.07	1.06
390.00	3.37	3.42	0.060	25.28	0.41	390.00	1.25	1.06	1.07
400.00	3.38	3.42	0.050	25.42	0.43	400.00	1.24	1.05	1.07
410.00	3.38	3.42	0.040	25.58	0.46	410.00	1.22	1.04	1.07
420.00	3.38	3.42	0.040	25.81	0.48	420.00	1.20	1.04	1.07
430.00	3.39	3.43	0.030	26.09	0.52	430.00	1.20	1.04	1.07
440.00	3.41	3.46	0.040	26.42	0.51	440.00	1.21	1.04	1.07
450.00	3.44	3.49	0.050	26.78	0.54	450.00	1.23	1.05	1.08
460.00	3.45	3.50	0.060	27.13	0.55	460.00	1.24	1.06	1.09
465.00	3.47	3.53	0.060	27.33	0.55	465.00	1.25	1.07	1.10
470.00	3.49	3.55	0.060	27.57	0.58	470.00	1.25	1.08	1.11
475.00	3.51	3.56	0.060	27.76	0.55	475.00	1.25	1.09	1.12
480.00	3.51	3.57	0.060	28.00	0.57	480.00	1.25	1.10	1.13
485.00	3.52	3.57	0.060	28.24	0.58	485.00	1.25	1.12	1.14
490.00	3.52	3.57	0.060	28.47	0.58	490.00	1.26	1.13	1.15
495.00	3.52	3.58	0.060	28.73	0.60	495.00	1.27	1.14	1.16
500.00	3.52	3.58	0.060	28.95	0.62	500.00	1.28	1.15	1.17

Case Style - AW254 (inch,mm) weight: 280 grams.

A	B	C	D	E	F	G	H	J
3.00	2.06	1.90	.100	2.500	1.525	.125	1.000	.50
76.200	52.324	48.260	2.540	63.500	38.735	3.175	25.400	12.700

K	L	M	N	P	Q	R	S	T
2.00								
50.800								

Tolerance: .x ± .1 .xx ± .03 .xxx ± .015 inch.

Material and Finish:

Case material: aluminum alloy. Finish: case iridite. Heat sink: black anodize.

Marking:

Consecutive marking, n = no. of way power-splitter.

Connectors:

Connectors: Female BNC standard. Type N or SMA consult factory.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α5 : DIRECTIONAL COUPLER

NEW product announcement.

Directional Coupler/Unequal Splitters

300–500 MHz (UHF Band) – N Connectors

These Directional Couplers support indoor and outdoor applications in the UHF band.

Each unit couples a defined fraction of a high power signal with minimal reflections or loss. The wide frequency range allows use with UHF band antennas, radiating cable systems, and in wireless base stations. The dissipative loss is minimized and reliability enhanced. Each Directional Coupler is supplied with mounting hardware for simple attachment to a wall or pole.

Multiple Coupling Values Available

AE04J-A1313-006: 6 dB
AE04J-A1313-010: 10 dB
AE04J-A1313-015: 15 dB
AE04J-A1313-020: 20 dB
AE04J-A1313-030: 30 dB

Features

- UHF band frequency coverage
- Minimal RF insertion loss
- Rugged, high reliability
- Low passive intermodulation (PIM)
- 200 watt average power rating
- Indoor and outdoor applications

Couples a fraction of the signal with minimal reflections or loss.

ANDREW. Connecting the Wireless World

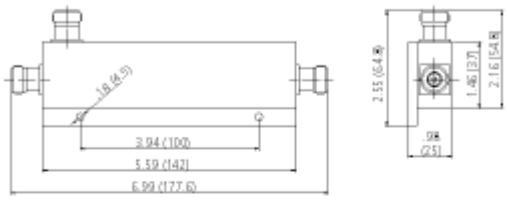
NEW product announcement

Specifications for Andrew Directional Coupler/Unequal Splitters 300–500 MHz (UHF Band) – N Connectors

Specifications

Frequency range, *MHz*	300 to 500
VSWR, all ports	1.2:1 max., all ports
Power handling, *W*	200 average
Isolation, *dB*	30 typical
Impedance, *ohm(s)*	50 nominal
Intermodulation, PIM, *dBc*	–110
Temperature range, *C*	–35° to +75°
Relative humidity, %	0 to 100
Applications	Indoor/Outdoor (IP65 compliant)
Finish	
Connectors	N-female
Inner layer	Silver plate
Outer layer	Cu-Sn-Zn plate
Housing	Black powder paint
Weight, *g*	500

Dimensions, *in (mm)*



Model Number

Model Number	Coupling, *dB* *300-500 MHz*	Insertion loss, *dB*	Maximum reflected power *watts, through port*
AE04J-A1313-006	6 ± 1.0	1.7	40
AE04J-A1313-010	10 ± 1.0	0.8	100
AE04J-A1313-015	15 ± 1.0	0.5	200
AE04J-A1313-020	20 ± 1.0	0.5	200
AE04J-A1313-030	30 ± 1.0	0.4	200

ANDREW. Connecting the Wireless World

Andrew Corporation
10500 W. 153rd Street
Orland Park, IL 60462 USA

Customer Support Center
From North America:
Telephone: 1-800-255-1479
Fax: 1-800-349-5444
International:
Telephone: +1-708-873-2307
Fax: +1-708-349-5444

Internet
www.andrew.com

All designs, specifications and availabilities of products and services presented in this bulletin are subject to change without notice.

Bulletin 10929 (9/03) Copyright © 2003 Andrew Corporation, Orland Park, IL 60462 USA

Printed in USA

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α6 : DUPLEXER BDP-TETRA-6LN

Aerial Facilities Limited		Product Specification

BPD-TETRA-6LN BANDPASS DUPLEXER FILTER ASSEMBLY	
Frequency Range:	380-430 MHz
Passband:	380-400 MHz 410-430 MHz
Duplex Spacing:	10MHz
Band 1 Insertion Loss:	<1.2 dB
Band 2 Insertion Loss:	<1.2 dB
Rejection:	>60 dB
Impedance:	50 Ohms
VSWR:	<1.3:1
Temperature:	-20 to +55°C
RF Connectors:	N type female or 7/16 female
Mechanical:	2u 19" rack mount
No of Ports:	3

Aerial Facilities Limited, Aerial House, Asheridge Road, Chesham, Buckinghamshire, HP5 2QD, United Kingdom
Telephone +44(0) 1494 777000 Facsimile +44(0) 1494 777002
www.aerialfacilities.com

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α7 : LOW PROFILE ANTENNA LHA

SIGMA WIRELESS

LHA
Low Profile Antennas
380-470 MHz

Compact Robust Protected antennas for Limited Height & High Vehicle Situations
Omnidirectional
Wide Bandwidth
Unity Gain
High Impact ABS Cover
Suitable for High Pressure Vehicle Washing
Digital PMR Applications

Type **LHA** low profile vehicle antenna is designed for use on vehicles operating under severe height limitations such as buses, trains, trams, trucks etc. Radiation is omnidirectional and the antenna is vertically polarised. The base plate is fitted with a high stability trimmer capacitor to facilitate VSWR adjustment. The radiating element is enclosed in a tough ABS moulding with an aluminium base plate. Type LHA is supplied as a fully assembled sealed unit ready for fitting directly to the mounting surface. Type LHA is also suitable for use as a ceiling mounted antenna in large buildings, shopping complexes or railway stations.

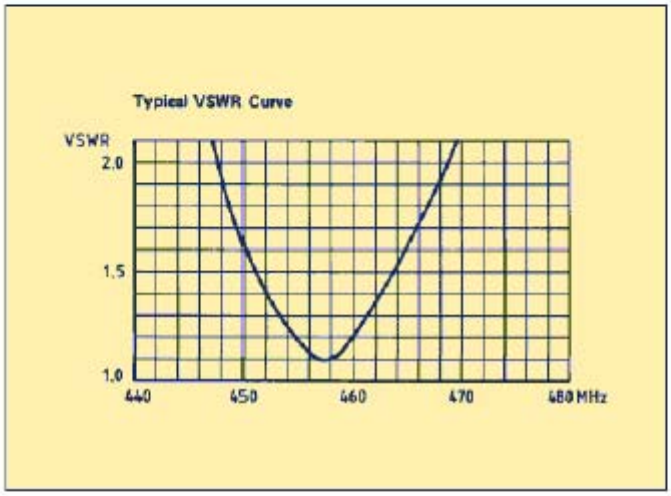
ELECTRICAL SPECIFICATIONS	
Frequency Range:	380-470 MHz
Bandwidth	2.5% @ centre frequency
Gain (Rel. λ/4antenna):	Unity at resonant frequency
VSWR:	1.5:1 Typically
Polarisation	Vertical
E-Plane Beamwidth (-3dB)	As for λ/4antenna
H-Plane Beamwidth (-3dB)	Circular within +/- 0.5dB (using groundplane λ/2 square)
Power Rating:	100 Watts
Impedance:	50 ohms
Lightning Protection:	DC ground
Feeder Tail:	1m URM76 (other lengths available)
MECHANICAL SPECIFICATIONS	
Termination:	BNC Plug (Other Terminations Avail:)
Dimensions (dia x H mm)	178dia x 35mm dia
Weight:	0.4 kg
Baseplate Fixing:	Screw or Rivet
MATERIALS	
Cover	Black ABS, UV Stabilised
Baseplate	Aluminium (14swg)
STANDARD MODELS	
Frequency **	**Model**
380-430 MHz	LHA400 Fitted with single trimmer
420-470 MHz	LHA450 Fitter with single trimmer

** For other frequencies contact Sigma Wireless Technologies.

Optimum performance is achieved when the antennas is fitted to a metallic groundplane or roof λ/2 square

SIGMA WIRELESS

LHA
Low Profile Antennas
380-470 MHz



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α8 : ANTENNA AV450

Antenna Ref. AV450

The AV450 antenna is used to cover the following areas of each station

- Public paid areas (1.4 and 1.6)
- Ticket office (2.2)
- Station master's office (2.3)
- Police room (2.10)
- Signalling and Telecom room (3.4.T)
- Station accesses at the concourse level (Only for the Fire Department channel)

Layout

The AV450 antenna is an omnidirectional antenna whose the radiating element is protected by a waterproof radome

Characteristics

• Frequency range	: 400 - 430 Mhz
• Bandwidth	: 20 Mhz
• VSWR	: <2
• Input impedance	: 50 Ohms
• Maximum power	: 100 W
• Gain	: O dB
• Mounting	: On ground plane (λ/2 minimum)
• Input connector	: 'N' female

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α9 : ANTENNA CW3IB02-NF

COMMTEL LTD.
קומטל בע"מ

Specifications

Model CW3IB02-NF

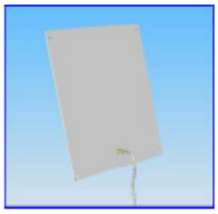
Tetra Band, Omnidirectional In Building Antenna.

Features:

Superior In-Building performance over the TETRA frequency bands.
Small size, Conformal, Easy mounting, Unobtrusive design.

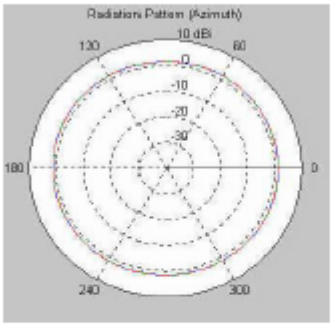
Electrical Specifications:

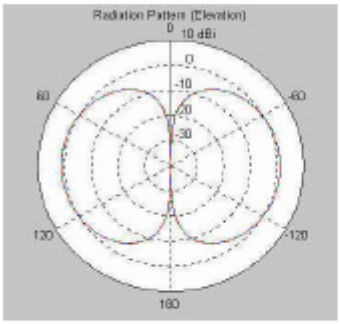
Frequency range	380 - 430 MHz
Maximum Gain	1.5 dBi
VSWR	≤ 1.5:1
Impedance	50 Ohm
HPBW	90º
Average Power Input	75 Watt
Maximum Peak Power	1200 Watt
Polarization	Depends on mounting



Mechanical Specifications:

Dimensions (Incl. Conn.)	200mm X 240mm X 23mm
Weight	0.18 Kg.
Mounting	Vertical or Horizontal
Operating Temperature	-40°C - +70°C
Storage Temperature	-40°C - +70°C
Termination	50 cm RG58U Coax with N Female Connector

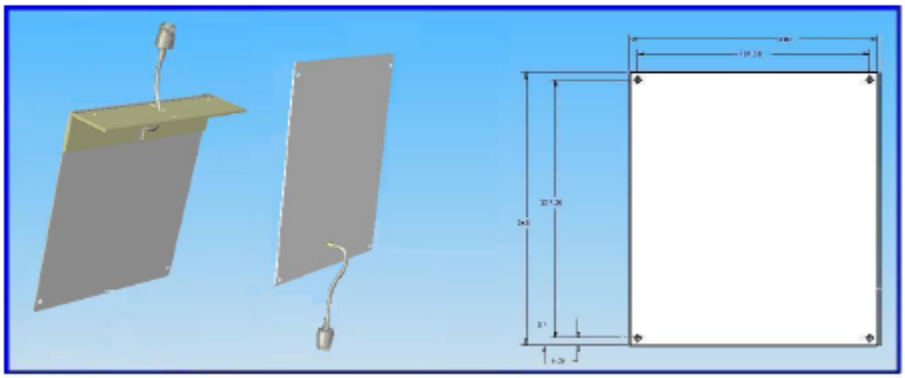




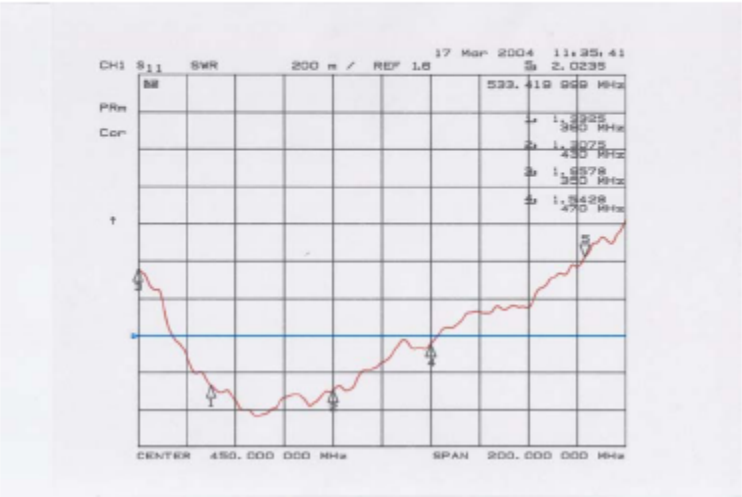
Due to continuous improvements, the Specifications are subject to change without notice

Commtel LTD.
32 Arbel Street, Alfe Menashe, Israel 44851
Tel:+972 9 7925522 Fax: +972 9 7925533
e-mail: commtel@israelmail.com

Model CW3IB02-NF
Tetra Band, Omnidirectional In Building Antenna.



Antenna Layout Showing optional Vertical Mounting Bracket



Measured VSWR vs. Frequency (350 MHz - 550 MHz)

Commtel LTD.
32 Arbel Street, Alfe Menashe, Israel 44851
Tel:+972 9 7925522 Fax: +972 9 7925533
e-mail: commtel@israelmail.com

Due to continuous improvements, the Specifications are subject to change without notice.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α10 : RADIATING CABLE RCT6-LT-1

NEW product announcement.

RADIAX® RCT6-LT-1

Radiating Cable 1-1/4"

The new RCT series tuned radiating cable is intended for use in specific frequency bands.

The RCT6-LTC-1 series was designed specifically to provide optimum performance in the 150–450 MHz UHF and TETRA bands. Compared to conventional broadband radiating cables, RCT tuned cables provide significantly better coupling loss performance and overall improved link loss performance in the optimized band.

In order to provide more accurate representation of installed cable performance, the attenuation and coupling loss specifications are derived from RF measurements on an outdoor test range environment. Coupling loss values are measured with a vertical dipole antenna at 2M (6.5 ft) away from the cable (Per IEC 1196-4).*

As with any radiating cable, variations in performance are dependent on the environment in which they are installed. Contact Andrew for further details.

**See your Andrew representative for complete test results*

Superior link and coupling loss performance

ANDREW. Connecting the Wireless World

NEW product announcement.

Specifications for RADIAX® RCT6-LT-1 Radiating Cable

RF Specifications 1-1/4" Cable

RCT6-LT-1RN
RCT6-LT-1RNT
RCT6-LT-1RN1
RCT6-LT-1AX

Frequency* MHz	Attenuation dB/100 ft (dB/100 m)	Coupling Loss at 6.5 ft (2 m) 50%	95%
150	0.32 (1.1)	76	89
170	0.37 (1.2)	76	87
350	0.58 (1.9)	62	68
450	0.66 (2.2)	57	69
500	0.71 (2.4)	59	65

*Not intended for use at frequencies of 280 MHz and their multiples.

Construction

Normal size	1-1/4"
Outer conductor	Cu Foil
Inner conductor	CU Tube
Maximum diameter over jacket, *in (mm)*	1.54 (39.1)

Electrical

Impedance, *Ohms*	50
Velocity, %	88
Outer DC resistance, *Ohms/1000 ft (/1000 m)* ±10%	0.90 (2.95)
Inner DC resistance, *Ohms/1000 ft (/1000 m)* ±10%	0.22 (0.72)
Capacitance, nominal, *pF/ft (pF/m)*	23.4 (76.8)
Inductance, nominal, *µH/ft (µH/m)*	0.057 (0.188)
DC breakdown, *VDC*	9,000
Jacket spark volts, *(rms)*	10,000
Insulation resistance, *Mohm-min: lengths up to 2000 ft*	100,000
Typical VSWR	1.3

Mechanical

Cable weight, *lb/ft (kg/m)*	0.530 (0.79)
Tensile strength, *lb (kg)*	350 (160)
Wall spacing, *in*	4
Flat-plate crush strength, *lb/in (kg/mm)*	80 (1.4)
Minimum bend radius, *in (mm)*	15 (380)
Temperature ratings, *°C (min/max)*	
Storage	–70/+80
Installation	–30/+60
Operating	–40/+80
KEVLAR® messenger wire	Outdoor track

Fire Retardancy Suffix Codes

Meets:	IEC 60 754-1/-2 (or NES 713)	IEC 61 034 (or NES 711)	IEC 60 332-1	IEC 60332-3/C	UL VW1/CATVX	UL 1581/CATV, IEEE 383	UL 1666/CATVR
Requirements:	smoke emission: halogen free, not corrosive (toxicity index)	low smoke emission (smoke index)	flame retardant	fire retardant	vertical wire flame test	vertical tray flame test	riser cable test
Suffix for the Cable Name:							
-RN	x	x	x		x		
-RNT	x	x	x	x	x	x	x
-RNT1	x	x	x	x	x	x	
-AX	x						

Cable Code Key

L	=	70–300 MHz	P	=	1700–2000 MHz
T	=	300–500 MHz	U	=	2000–2300 MHz
C	=	800–1000 MHz	S	=	2300–2400 MHz

Tuned cable designs depend on an optimized customer frequency of interest

ANDREW. Connecting the Wireless World

Andrew Corporation
10500 W. 153rd Street
Orland Park, IL 60462 USA

Customer Support Center
From North America:
Telephone: 1-800-255-1479
Fax: 1-800-349-5444
International:
Telephone: +1-708-873-2307
Fax: +1-708-349-5444

Internet
www.andrew.com

Fax-On-Demand
From North America:
1-800-861-1700
International:
+1-708-873-3614

All designs, specifications and availabilities of products and services presented in this bulletin are subject to change without notice.

KEVLAR® is a registered trademark of E.I. du Pont de Nemours and Company

Bulletin 10808 (Rev A 10/02) Copyright © 2002 Andrew Corporation, Orland Park, IL 60462 USA

Printed in USA

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α11: MOR200BP

MIKOM
AN ALLEN TELECOM COMPANY

OPTICAL REMOTE UNIT
WIDE BAND IN UL AND DL
70 cm Band Applications

MOR200BP

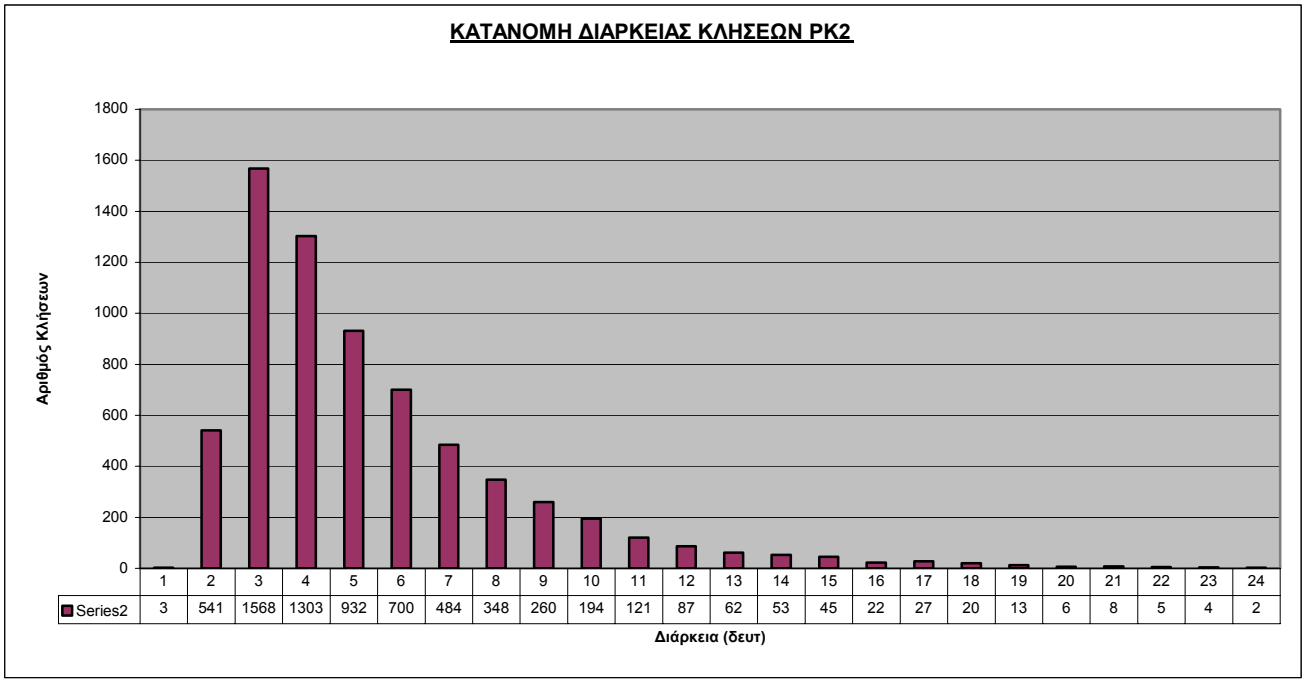
ELECTRICAL SPECIFICATIONS	MOR200BP
Frequency range UL:	380 to 385 MHz or 385 to 390 MHz or 410 to 415 MHz or 415 to 420 MHz or 450 to 455 MHz or 455 to 460 MHz
Frequency range DL:	390 to 395 MHz or 395 to 400 MHz or 420 to 425 MHz or 425 to 430 MHz or 460 to 465 MHz or 465 to 470 MHz
Gain UL/DL	50 dB typ. ***
Gain setting range	30 dB in steps of 2 dB
Tolerance per gain step	± 2.0 dB max.
Gain variation over normal operating temperature over extreme operating temperature	 ± 1.5 dB ± 2.0 dB
Tolerance of gain over full bandwidth	± 2.0 dB max.
Delay	0.6 µs max., < 0.5 µs typ.
Far off selectivity	50 dB min.
ICP3 DL	≥ 62 dBm @ max. gain ***
Output power DL @ -36 dBm IM	29 dBm typ. per carrier @ 2 carriers * *** 27 dBm min. per carrier @ 2 carriers ** ***
Noise figure UL @ max. gain	7 dB max., < 6 dB typ.
ALC threshold UL DL	8 dBm typ. unless otherwise specified 32 dBm typ. unless otherwise specified ***
Return loss	15 dB min.
Power supply	220 - 250 Vac / 40 - 60 Hz Option: 100 – 130 Vac / 40 -60 Hz; 18 - 36 Vdc; 36 - 72 Vdc
Power consumption	160 W max.
Alarmmonitoring	Current monitor, temperature
Environmental and Safety Specifications	see separate leaflet for MIKOM outdoor cell enhancers according to ETS 300 019.

All values valid for one mobile antenna port.
* @ normal temp. range: + 5° C ... + 40° C
** @ extreme temp. range: - 33° C ... + 50° C
*** 3.5 dB degradation @ 2 mobile ports; 7 dB degradation @ 4 mobile ports

All data is subject to change without notice!

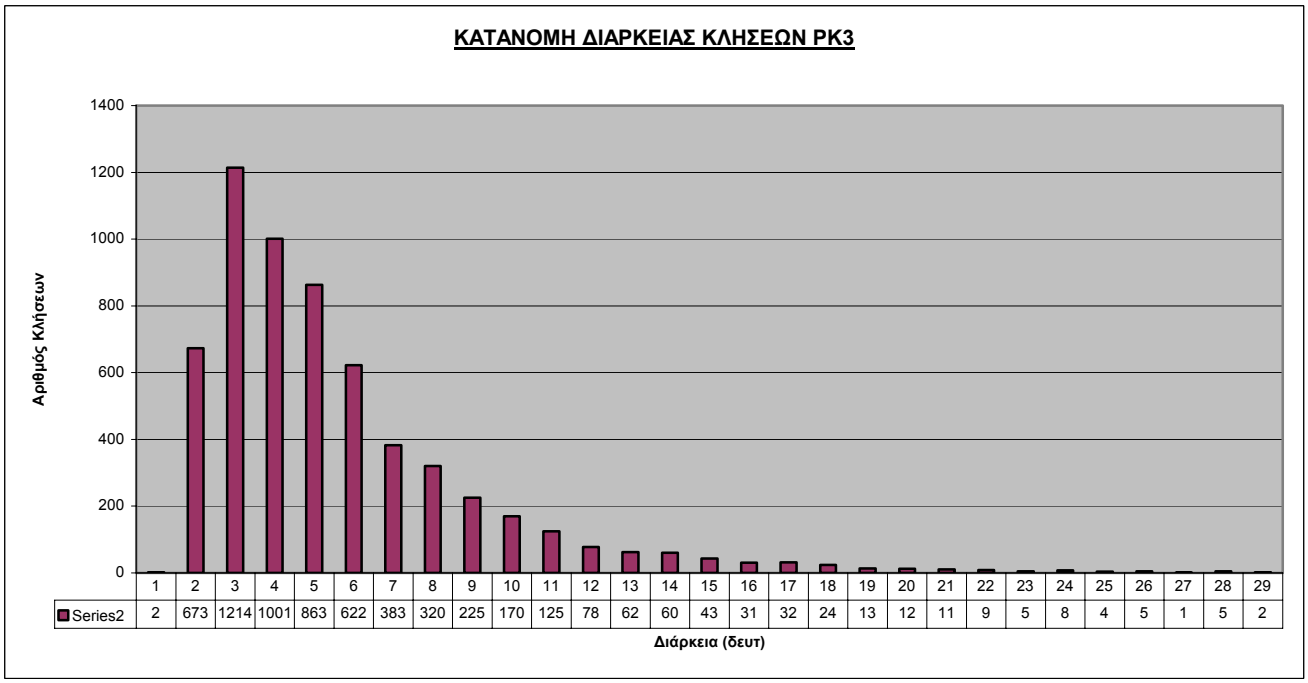
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β1 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΚΛΗΣΕΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ



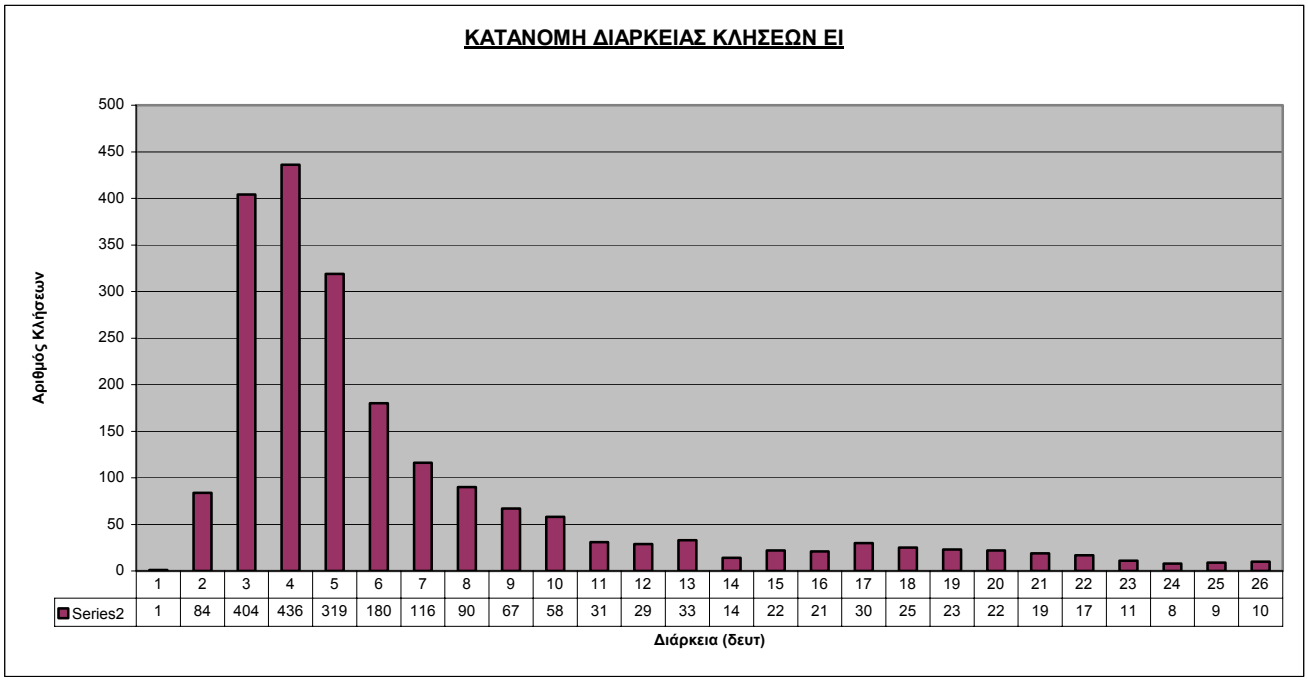
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Series2	3	541	1568	1303	932	700	484	348	260	194	121	87	62	53	45	22	27	20	13	6	8	5	4	2

Σχήμα Β1.1 *: Κατανομή διάρκειας κλήσεων PK2*

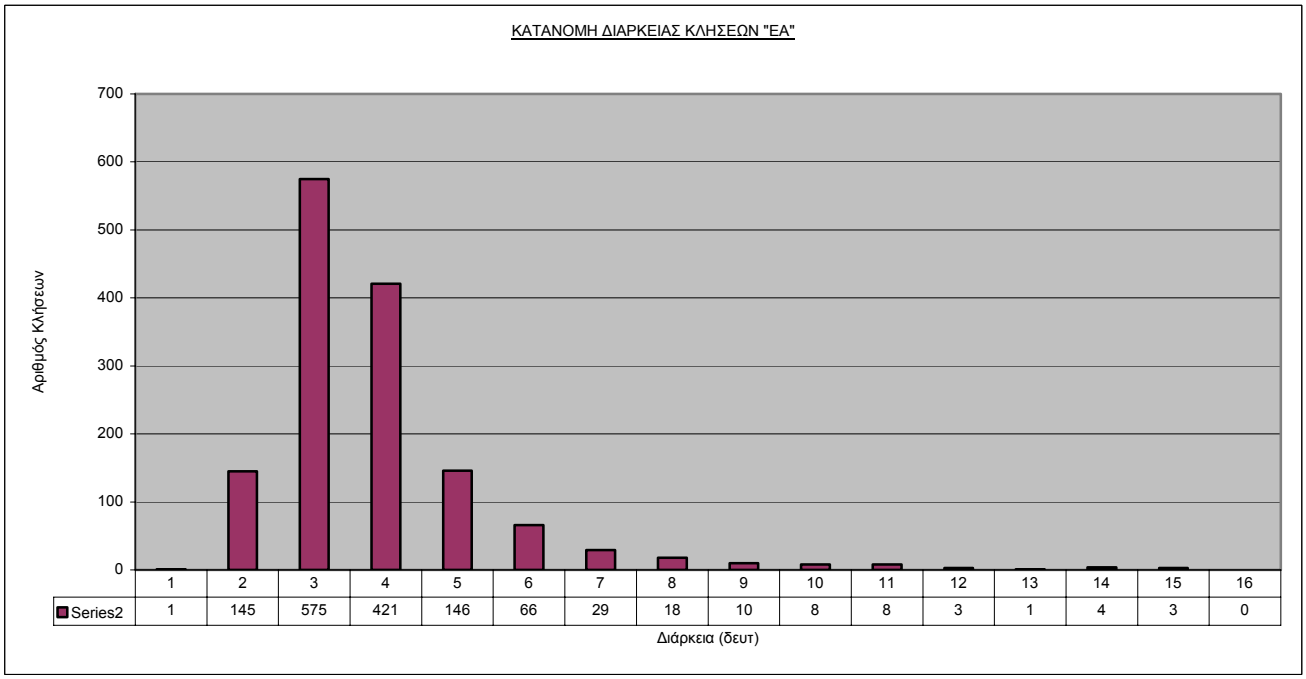


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Series2	2	673	1214	1001	863	622	383	320	225	170	125	78	62	60	43	31	32	24	13	12	11	9	5	8	4	5	1	5	2

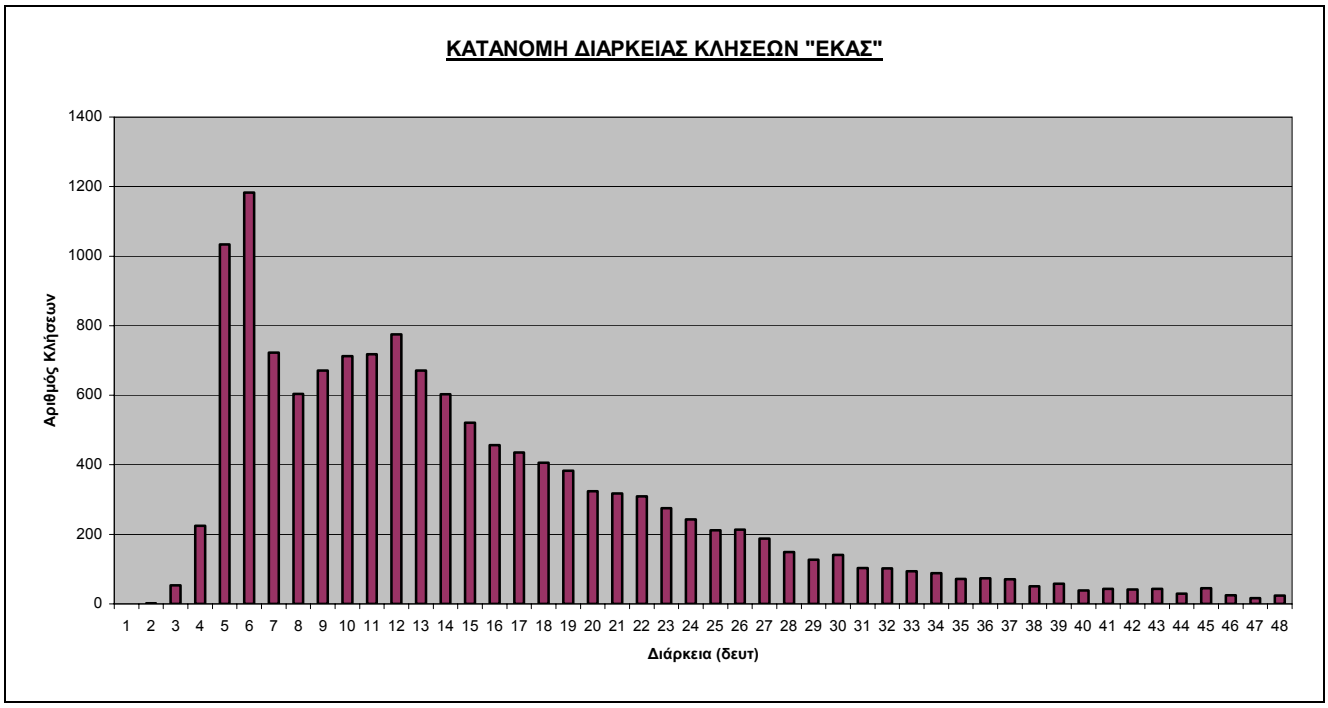
Σχήμα Β1.2 *: Κατανομή διάρκειας κλήσεων PK3*



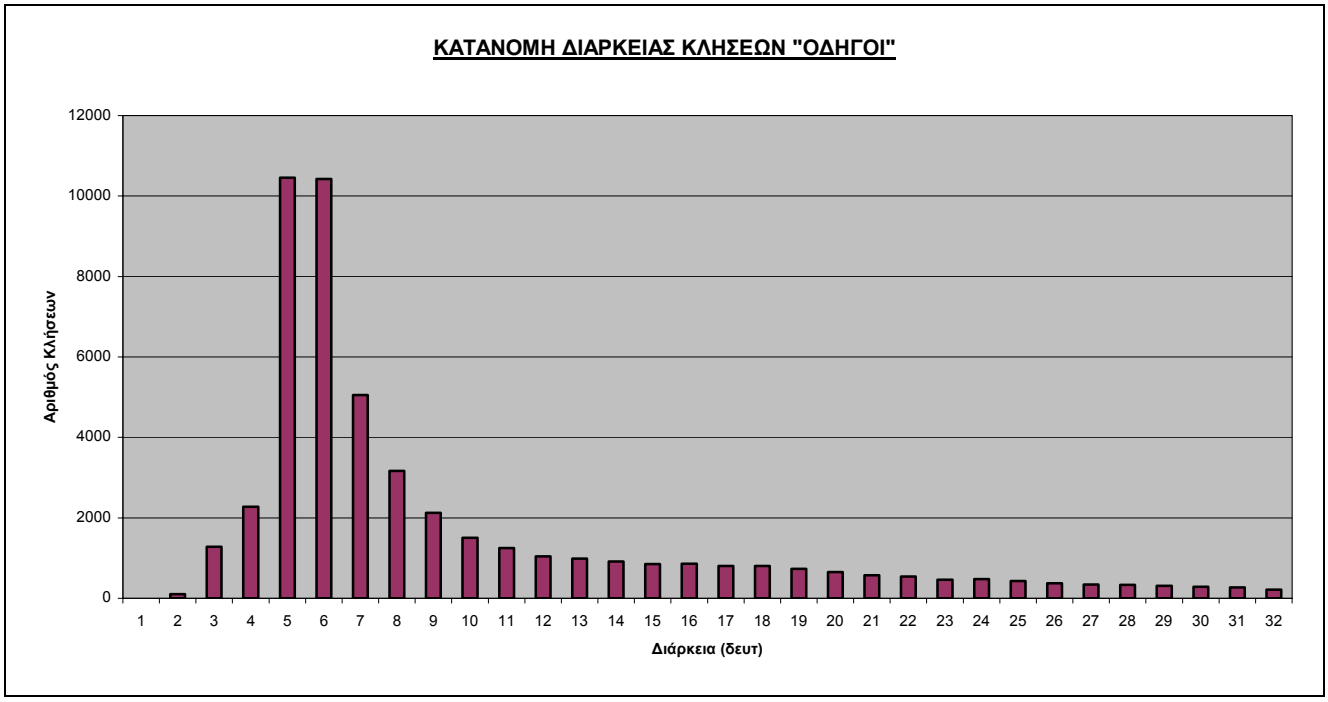
Σχήμα Β1.3 *: Κατανομή διάρκειας κλήσεων Ελεγκτή Ισχύος*



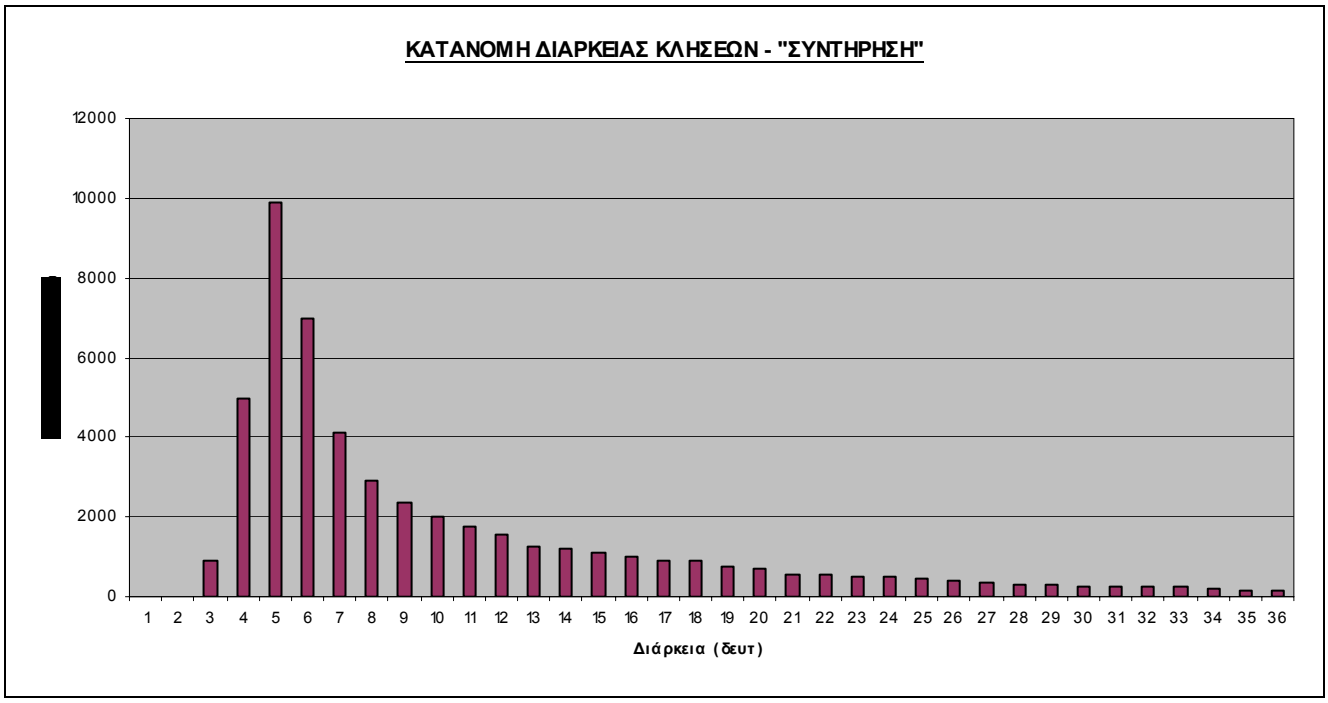
Σχήμα Β1.4 *: Κατανομή διάρκειας κλήσεων Ελεγκτή Ασφαλείας*



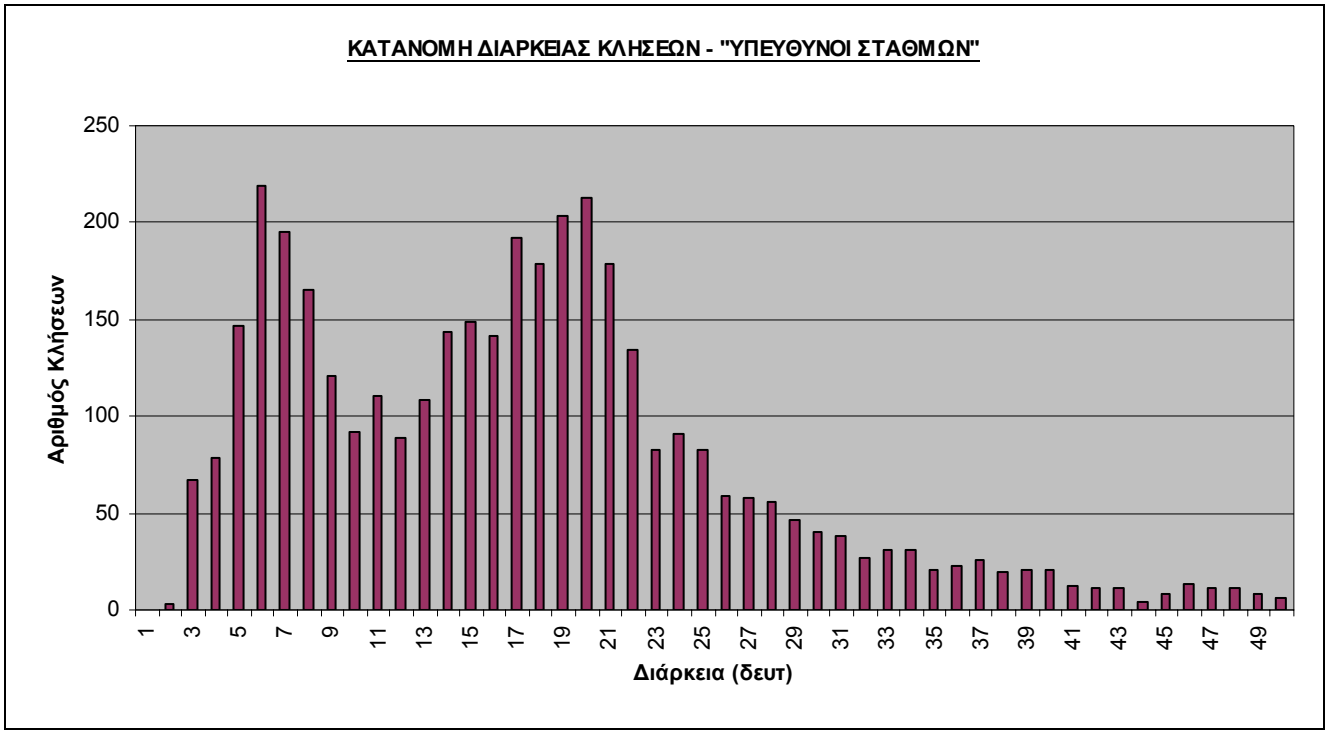
Σχήμα Β1.5 *: Κατανομή διάρκειας κλήσεων Ελεγκτή Κυκλοφορίας Αμαξ. Σεπολίων*



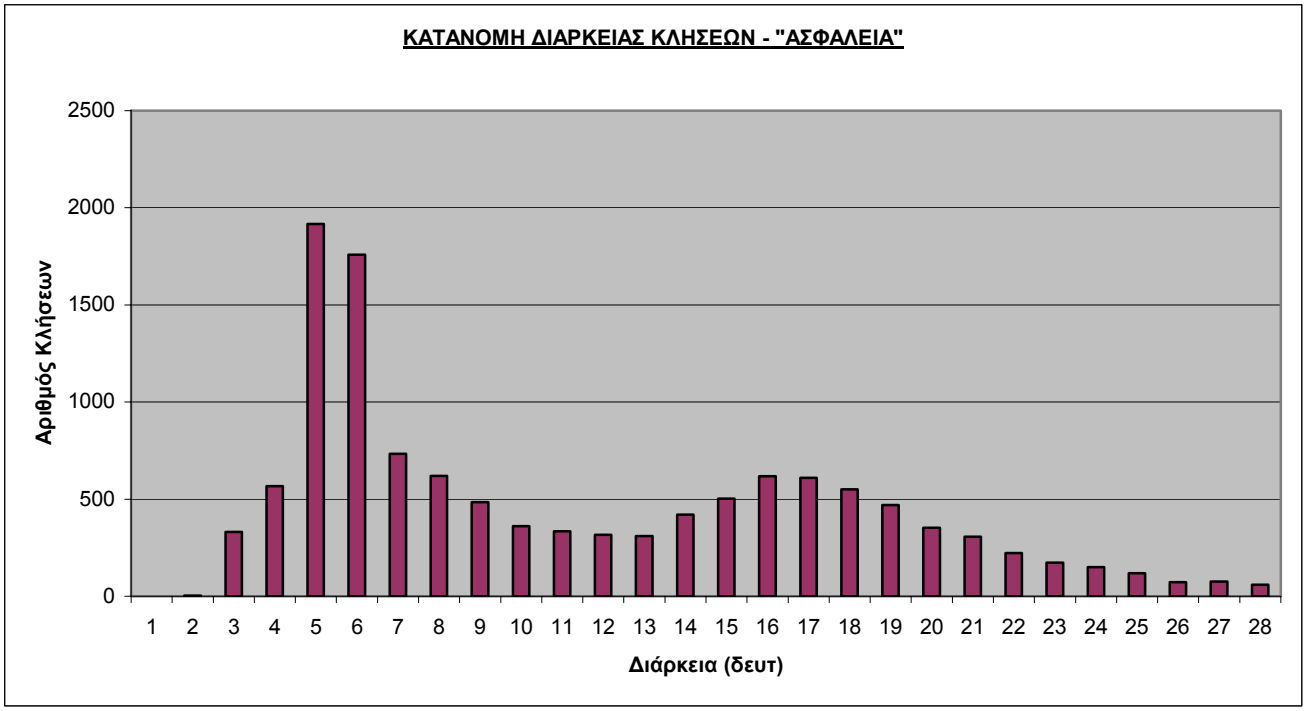
Σχήμα Β1.6 *: Κατανομή διάρκειας κλήσεων τερματικών «Οδηγοί»*



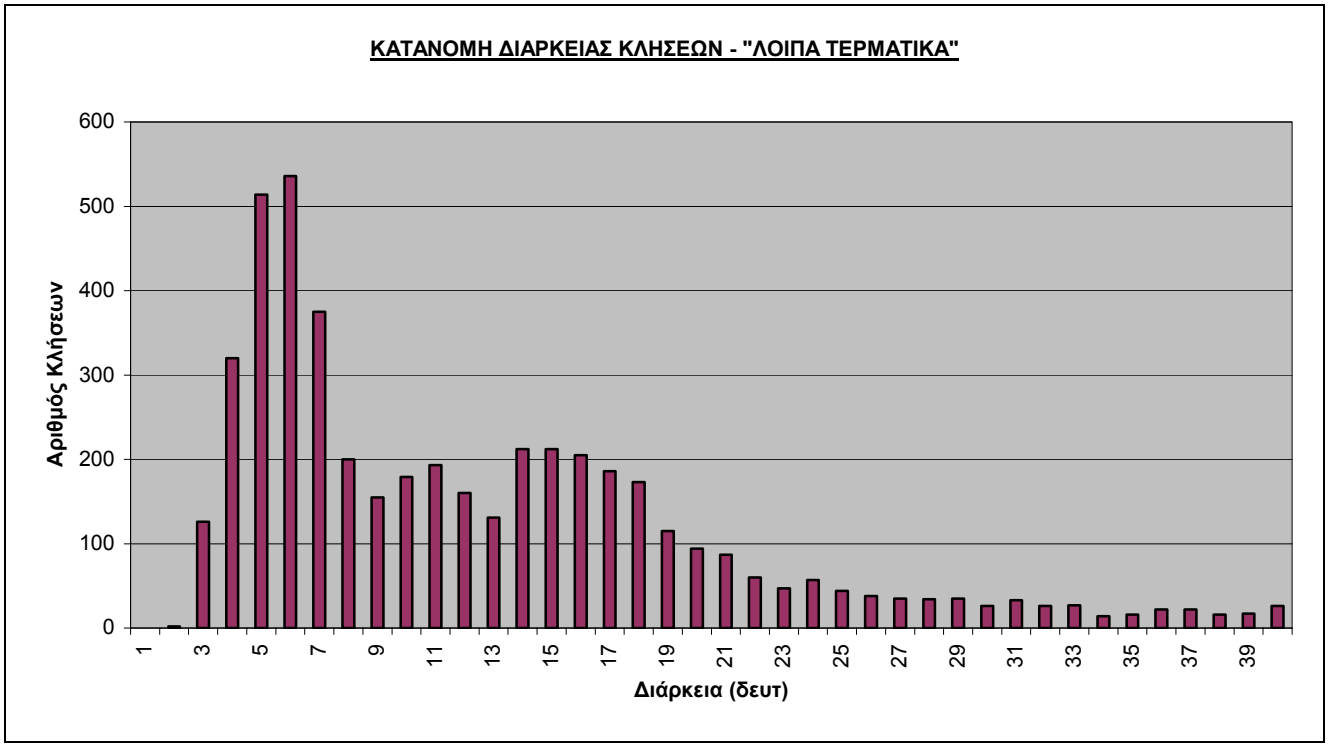
Σχήμα Β1.7 *: Κατανομή διάρκειας κλήσεων τερματικών «Συντήρηση»*



Σχήμα Β1.8 : Κατανομή διάρκειας κλήσεων τερματικών «Υπεύθυνοι Σταθμών»



Σχήμα Β1.9 *: Κατανομή διάρκειας κλήσεων τερματικών «Ασφαλείας»*

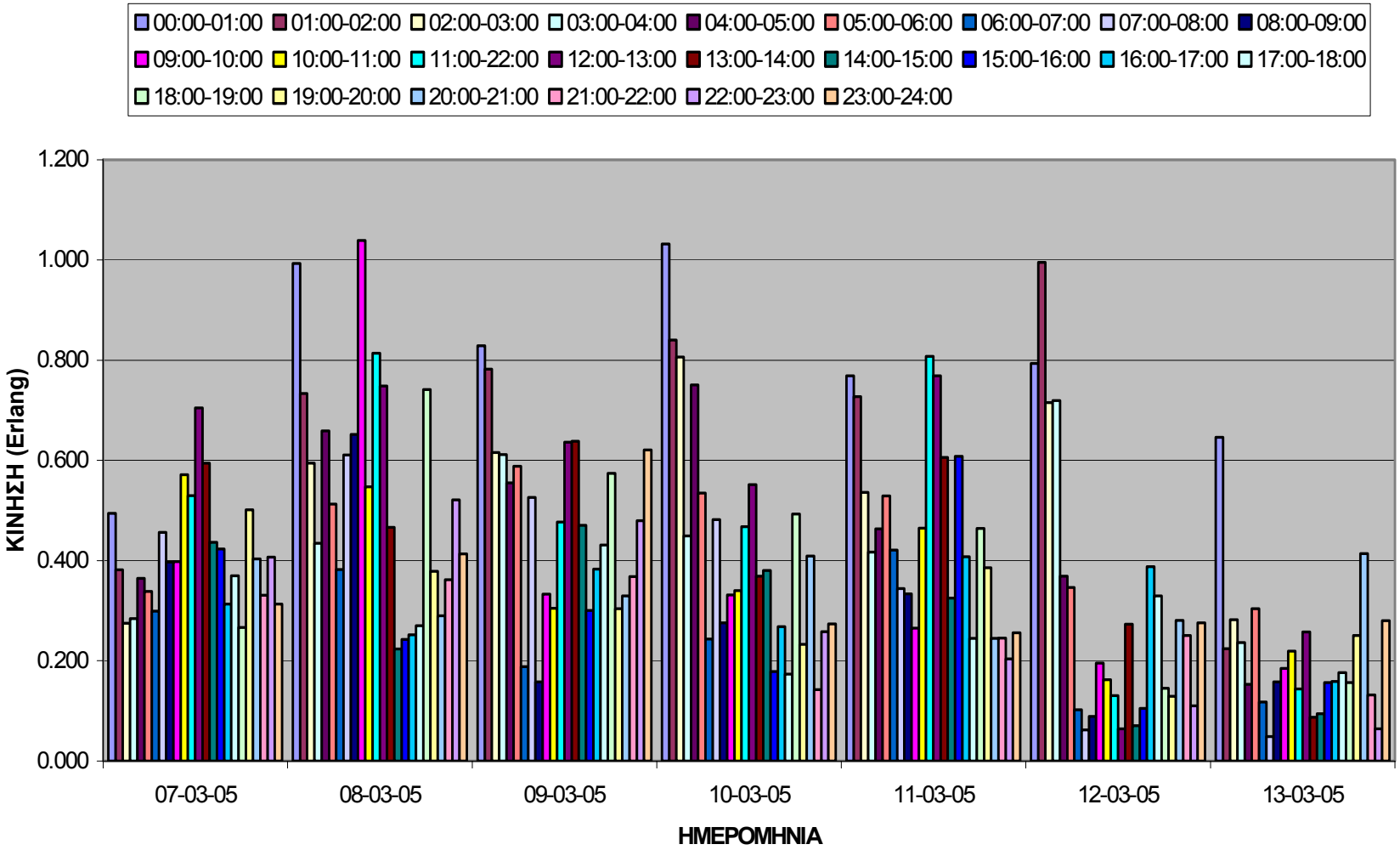


Σχήμα Β1.10 *: Κατανομή διάρκειας «Λοιπά Τερματικά»*

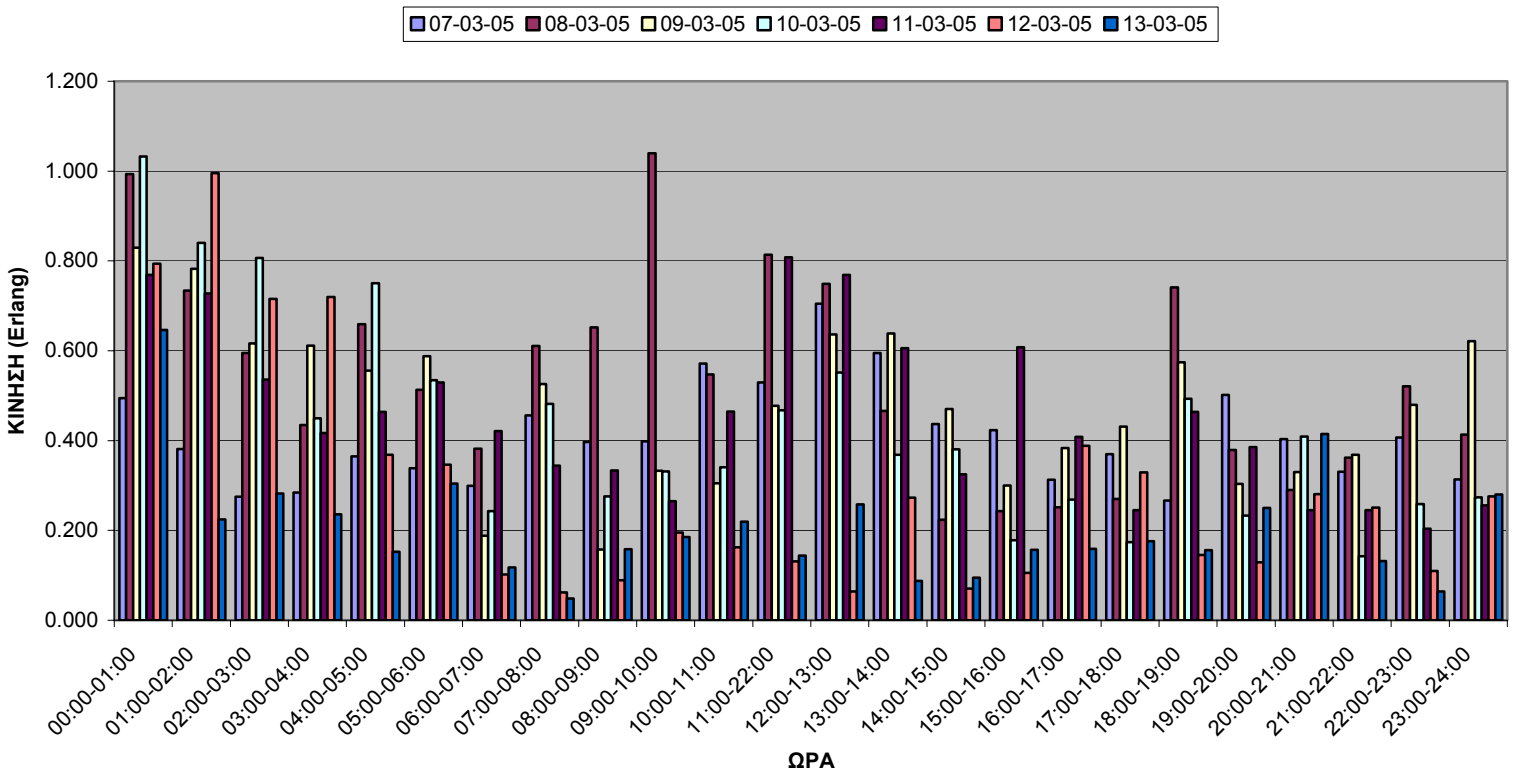
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β2</u> : ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

ΠΙΝΑΚΑΣ Β2.1 : Συνολική Κίνηση TETRA Μετρό 07/03/05 – 13/03/05 (ERLANG)

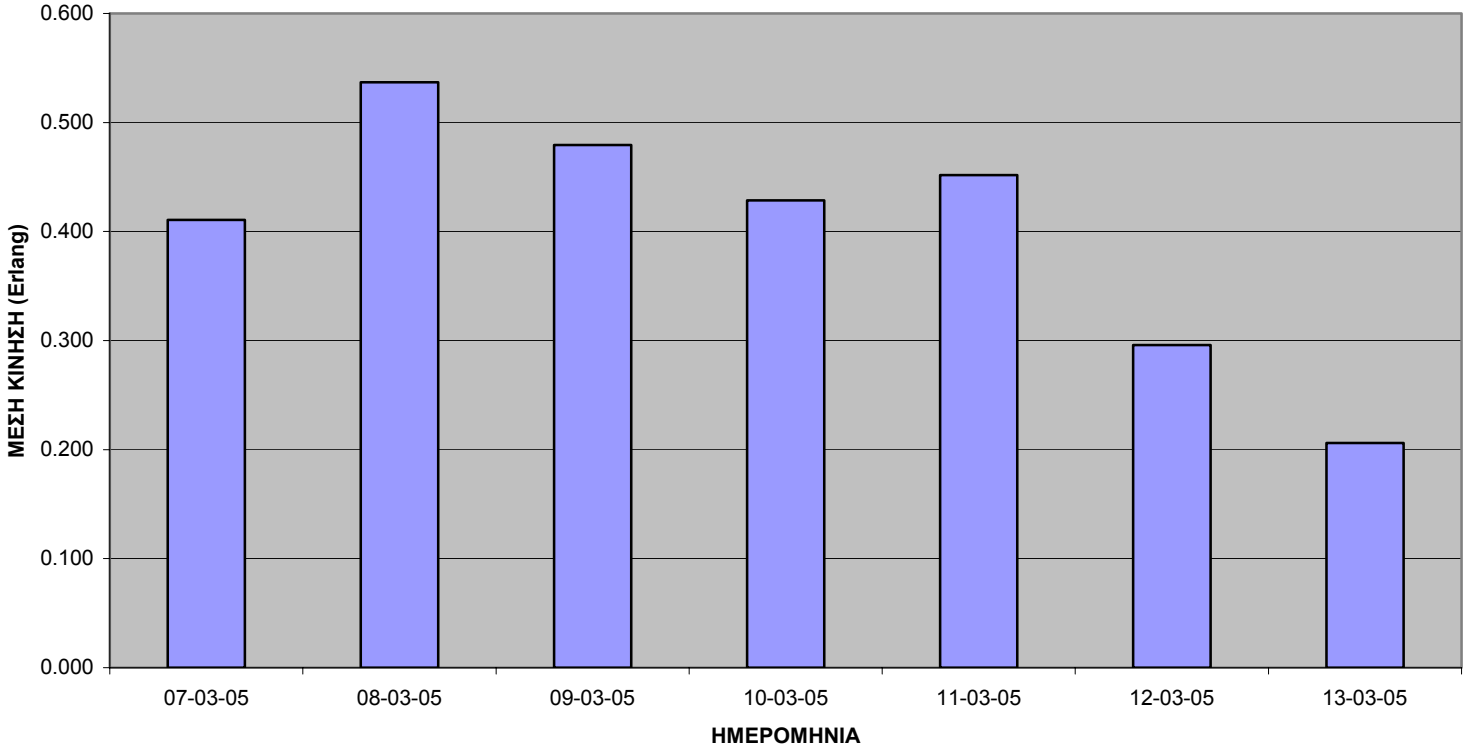
ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.494	0.993	0.829	1.032	0.769	0.794	0.646	0.794
01:00-02:00	0.381	0.734	0.783	0.840	0.728	0.996	0.224	0.669
02:00-03:00	0.275	0.595	0.616	0.807	0.536	0.715	0.282	0.547
03:00-04:00	0.284	0.435	0.611	0.450	0.417	0.720	0.236	0.450
04:00-05:00	0.365	0.659	0.556	0.750	0.464	0.369	0.153	0.473
05:00-06:00	0.339	0.513	0.588	0.534	0.529	0.346	0.304	0.451
06:00-07:00	0.299	0.382	0.188	0.243	0.421	0.102	0.118	0.251
07:00-08:00	0.456	0.611	0.526	0.482	0.344	0.062	0.049	0.361
08:00-09:00	0.397	0.652	0.158	0.276	0.334	0.089	0.158	0.295
09:00-10:00	0.398	1.039	0.333	0.332	0.265	0.195	0.185	0.393
10:00-11:00	0.572	0.548	0.305	0.340	0.465	0.163	0.219	0.373
11:00-22:00	0.530	0.814	0.477	0.468	0.808	0.131	0.144	0.482
12:00-13:00	0.705	0.749	0.637	0.551	0.769	0.064	0.258	0.533
13:00-14:00	0.595	0.466	0.638	0.369	0.606	0.273	0.088	0.433
14:00-15:00	0.437	0.224	0.470	0.380	0.325	0.071	0.094	0.286
15:00-16:00	0.424	0.243	0.300	0.178	0.608	0.105	0.157	0.288
16:00-17:00	0.313	0.252	0.383	0.268	0.408	0.388	0.159	0.310
17:00-18:00	0.370	0.270	0.431	0.174	0.245	0.329	0.176	0.285
18:00-19:00	0.266	0.741	0.574	0.493	0.464	0.145	0.156	0.406
19:00-20:00	0.501	0.379	0.304	0.233	0.386	0.129	0.250	0.312
20:00-21:00	0.404	0.290	0.330	0.409	0.245	0.281	0.414	0.339
21:00-22:00	0.331	0.362	0.368	0.143	0.245	0.251	0.132	0.262
22:00-23:00	0.407	0.521	0.480	0.258	0.204	0.110	0.064	0.292
23:00-24:00	0.313	0.414	0.621	0.274	0.256	0.276	0.280	0.348
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.411	0.537	0.479	0.429	0.452	0.296	0.206	0.401



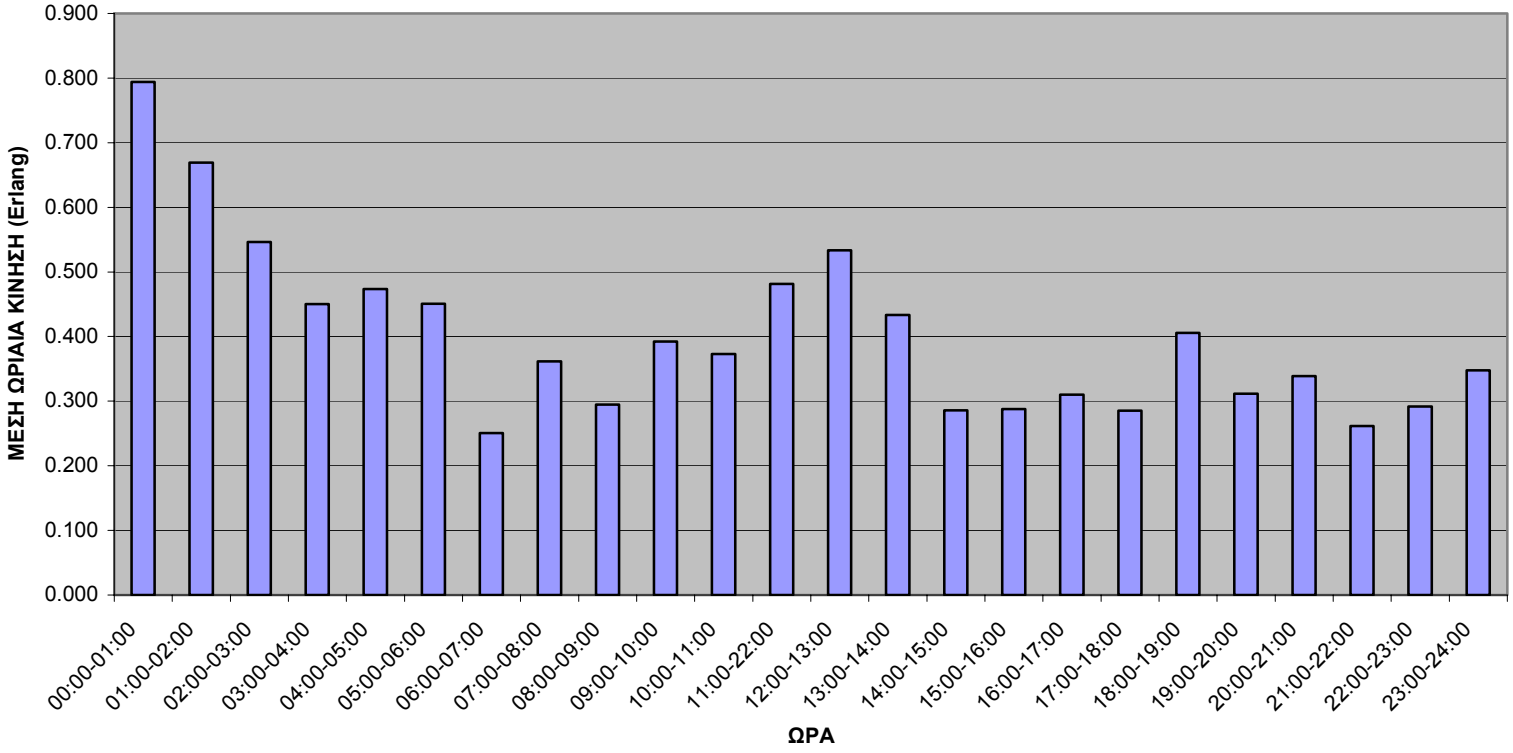
Σχήμα Β2.1 *: Συνολική Κίνηση Περιόδου 07/03/05 έως 13/03/05 – Ανά Ημέρα*



Σχήμα Β2.2 *: Συνολική Κίνηση Περιόδου 07/03/05 έως 13/03/05 – Ανά Ώρα*



Σχήμα Β2.3 *: Μέση Ημερήσια Κίνηση Περιόδου 07/03/05 -13/03/05*

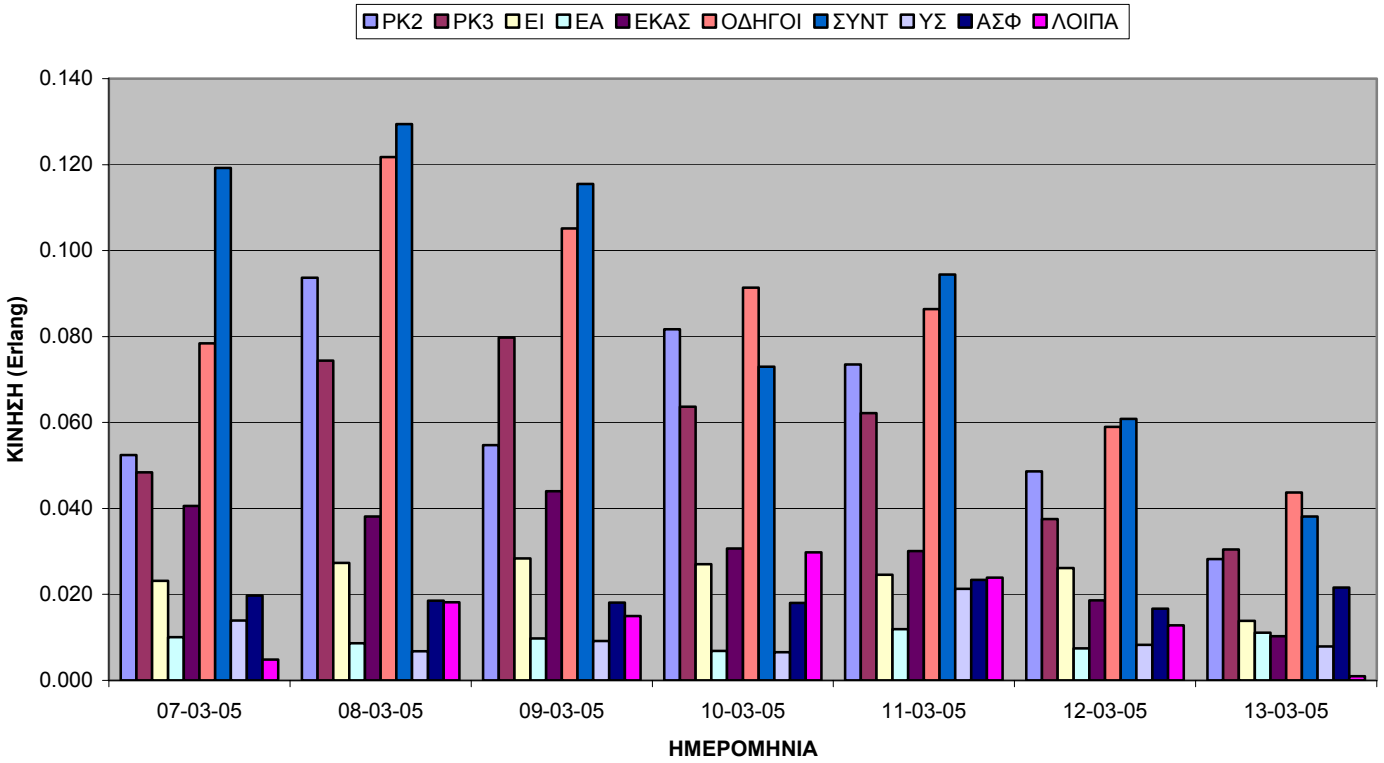


Σχήμα Β2.4 *: Μέση Ωριαία Κίνηση Περιόδου 07/03/05 -13/03/05*

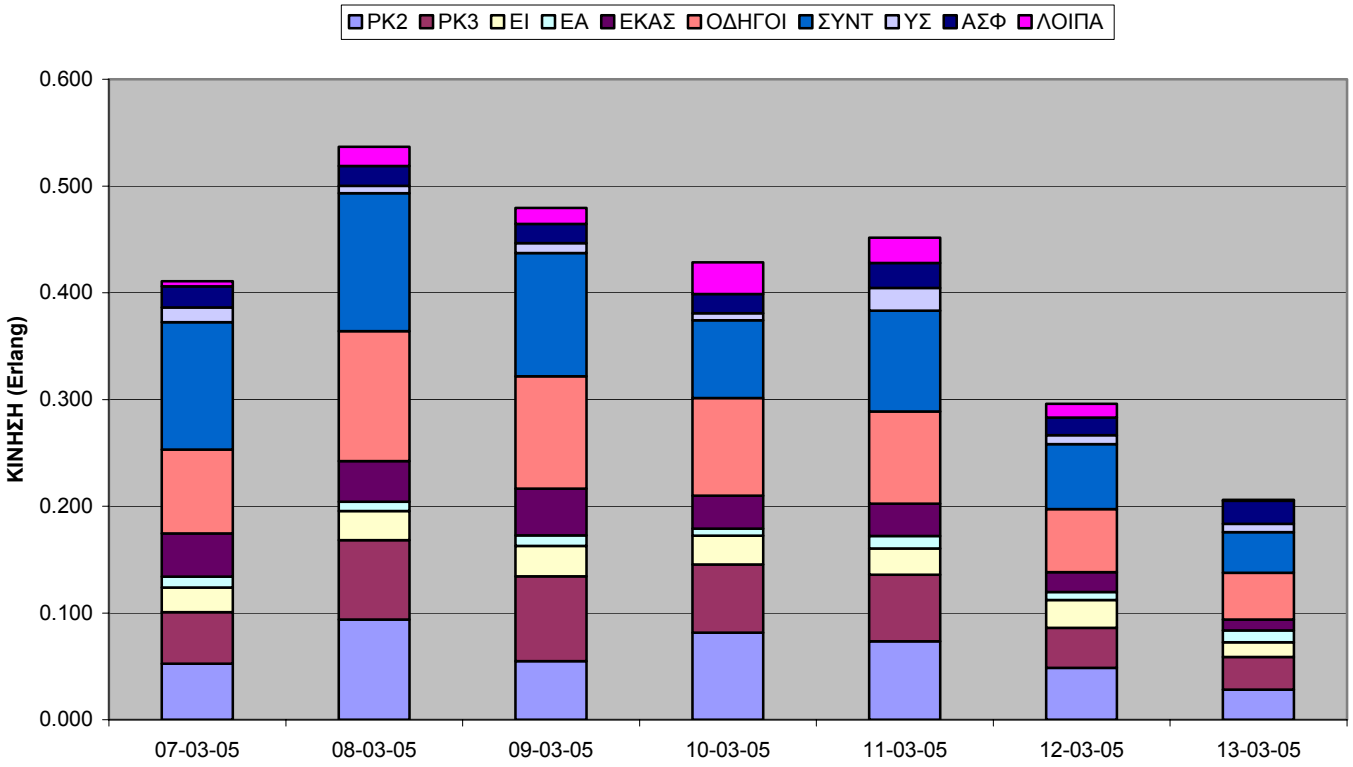
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β3</u> : ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05-13/03/05 ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΡΗΣΤΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ Β3.1 : Κίνηση TETRA ανά Κατηγορία Χρήστη 07/03/05-13/03/05 (ERLANG)

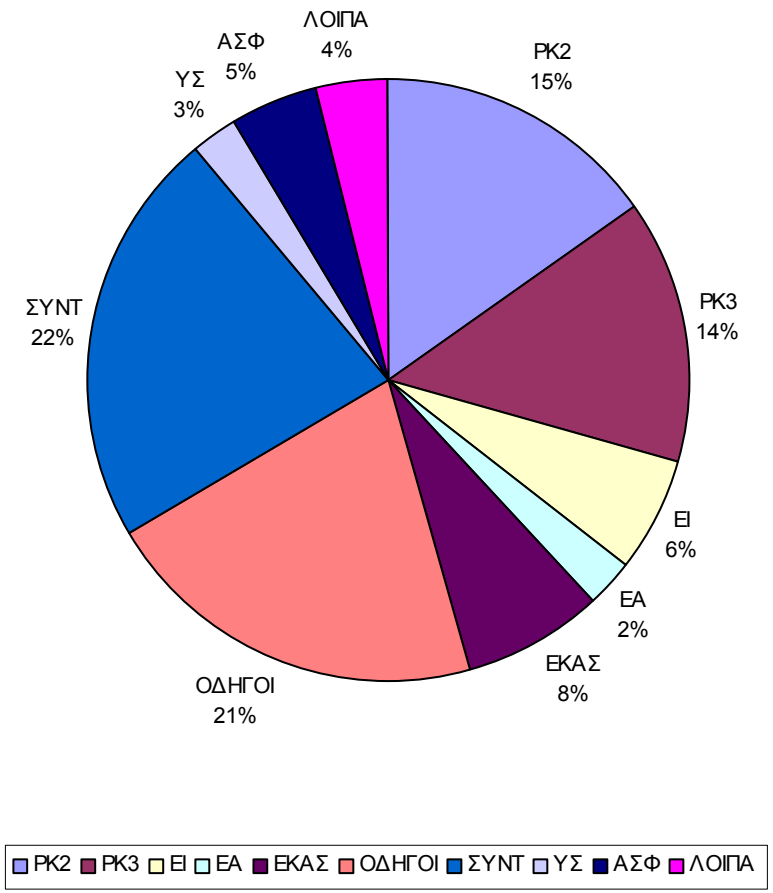
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
PK2	0.052	0.094	0.055	0.082	0.074	0.049	0.028	0.062
PK3	0.048	0.074	0.080	0.064	0.062	0.038	0.030	0.057
ΕΙ	0.023	0.027	0.028	0.027	0.025	0.026	0.014	0.024
ΕΑ	0.010	0.009	0.010	0.007	0.012	0.007	0.011	0.009
ΕΚΑΣ	0.041	0.038	0.044	0.031	0.030	0.019	0.010	0.030
ΟΔΗΓΟΙ	0.078	0.122	0.105	0.091	0.086	0.059	0.044	0.084
ΣΥΝΤ	0.119	0.129	0.116	0.073	0.094	0.061	0.038	0.090
ΥΣ	0.014	0.007	0.009	0.007	0.021	0.008	0.008	0.011
ΑΣΦ	0.020	0.019	0.018	0.018	0.023	0.017	0.022	0.019
ΛΟΙΠΑ	0.005	0.018	0.015	0.030	0.024	0.013	0.001	0.015
ΜΕΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ	0.411	0.537	0.479	0.429	0.452	0.296	0.206	0.401



Σχήμα Β3.1 *: Μέση Ημερήσια Κίνηση Περιόδου 07/03/05 έως 13/03/05 ανά κατηγορία Χρήστη*



Σχήμα Β3.2 *: Μέση Ημερήσια Κίνηση Περιόδου 07/03/05 - 13/03/05 ανά κατηγορία χρήστη*

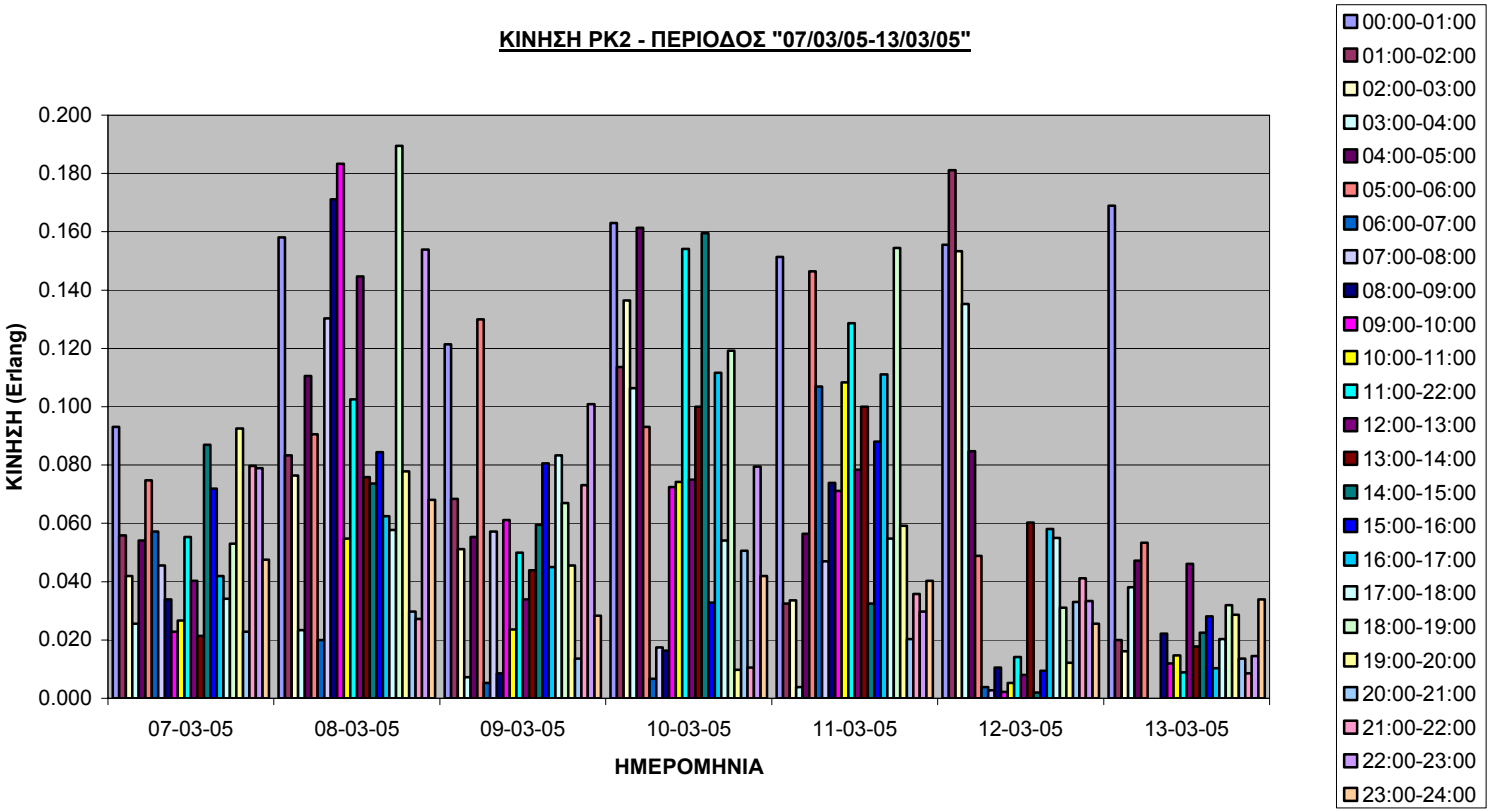


Σχήμα Β3.3 *: Ποσοστό κίνησης περιόδου 07/03/05 - 13/03/05 ανά κατηγορία χρήστη*

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β4</u> : ΚΙΝΗΣΗ PK2 ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

Πίνακας Β4.1 : Κίνηση PK2 περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.093	0.158	0.121	0.163	0.151	0.156	0.169	0.144
01:00-02:00	0.056	0.083	0.068	0.114	0.033	0.181	0.020	0.079
02:00-03:00	0.042	0.076	0.051	0.136	0.034	0.153	0.016	0.073
03:00-04:00	0.026	0.023	0.007	0.106	0.004	0.135	0.038	0.049
04:00-05:00	0.054	0.111	0.055	0.161	0.056	0.085	0.047	0.081
05:00-06:00	0.075	0.091	0.130	0.093	0.146	0.049	0.053	0.091
06:00-07:00	0.057	0.020	0.005	0.007	0.107	0.004	0.000	0.029
07:00-08:00	0.046	0.130	0.057	0.018	0.047	0.003	0.000	0.043
08:00-09:00	0.034	0.171	0.009	0.016	0.074	0.011	0.022	0.048
09:00-10:00	0.023	0.183	0.061	0.073	0.071	0.002	0.012	0.061
10:00-11:00	0.027	0.055	0.024	0.074	0.108	0.005	0.015	0.044
11:00-22:00	0.055	0.103	0.050	0.154	0.129	0.014	0.009	0.073
12:00-13:00	0.040	0.145	0.034	0.075	0.078	0.008	0.046	0.061
13:00-14:00	0.021	0.076	0.044	0.100	0.100	0.060	0.018	0.060
14:00-15:00	0.087	0.074	0.059	0.159	0.033	0.002	0.023	0.062
15:00-16:00	0.072	0.084	0.081	0.033	0.088	0.009	0.028	0.056
16:00-17:00	0.042	0.063	0.045	0.112	0.111	0.058	0.010	0.063
17:00-18:00	0.034	0.058	0.083	0.054	0.055	0.055	0.020	0.051
18:00-19:00	0.053	0.189	0.067	0.119	0.154	0.031	0.032	0.092
19:00-20:00	0.093	0.078	0.046	0.010	0.059	0.012	0.029	0.047
20:00-21:00	0.023	0.030	0.014	0.051	0.020	0.033	0.014	0.026
21:00-22:00	0.080	0.027	0.073	0.011	0.036	0.041	0.009	0.039
22:00-23:00	0.079	0.154	0.101	0.079	0.030	0.033	0.014	0.070
23:00-24:00	0.048	0.068	0.028	0.042	0.040	0.026	0.034	0.041
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.052	0.094	0.055	0.082	0.074	0.049	0.028	0.062

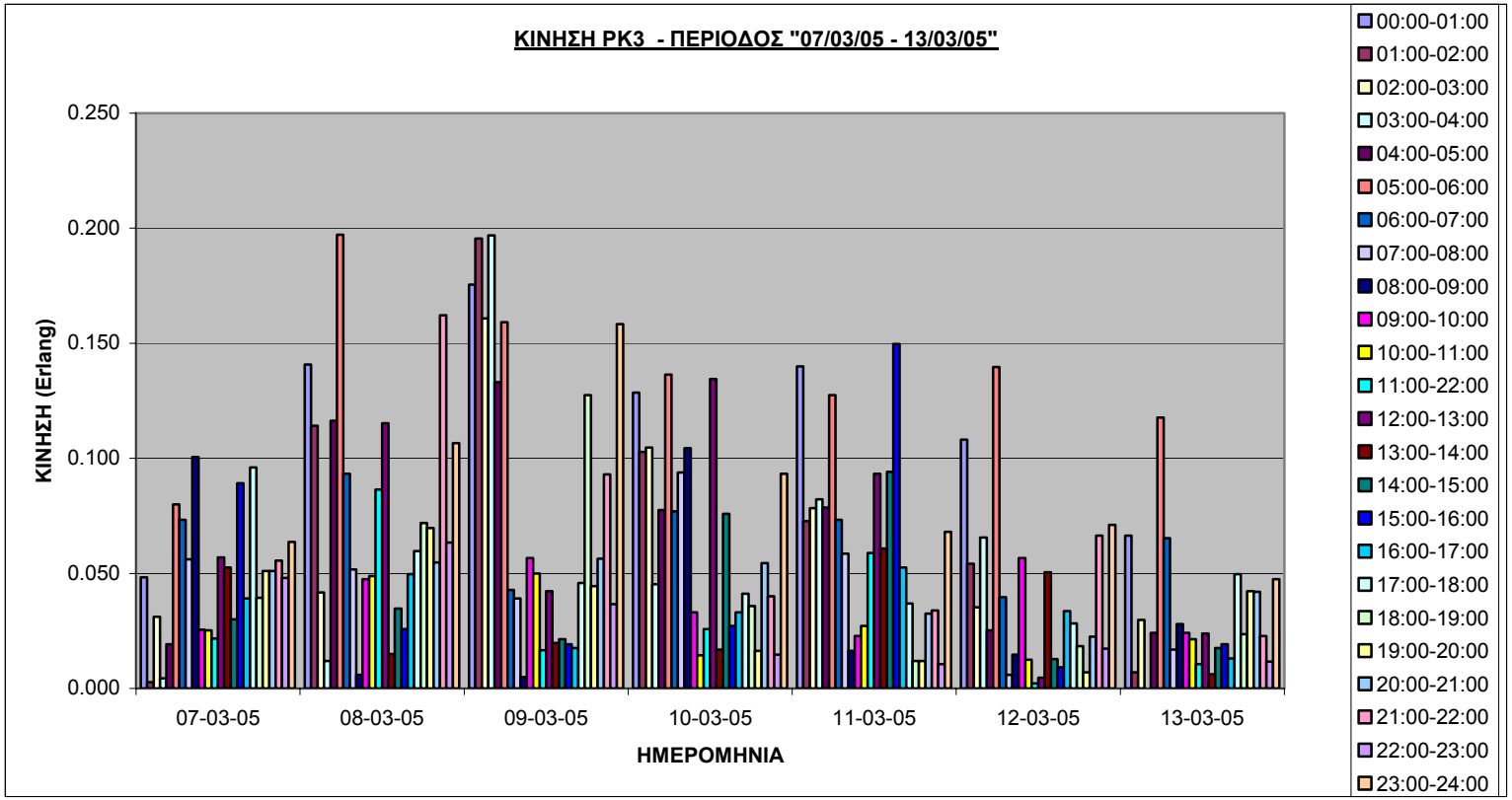


Σχήμα Β4.1 *: Κίνηση PK2 περιόδου 07/03/05 – 13/03/05*

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β5</u> : ΚΙΝΗΣΗ PK3 ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

Πίνακας Β5.1 : Κίνηση PK3 περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.048	0.141	0.176	0.129	0.140	0.108	0.066	0.115
01:00-02:00	0.003	0.114	0.196	0.103	0.073	0.054	0.007	0.078
02:00-03:00	0.031	0.042	0.161	0.105	0.078	0.035	0.030	0.069
03:00-04:00	0.004	0.012	0.197	0.045	0.082	0.066	0.000	0.058
04:00-05:00	0.019	0.116	0.133	0.078	0.079	0.025	0.024	0.068
05:00-06:00	0.080	0.197	0.159	0.136	0.128	0.140	0.118	0.137
06:00-07:00	0.073	0.093	0.043	0.077	0.073	0.040	0.065	0.066
07:00-08:00	0.056	0.052	0.039	0.094	0.059	0.006	0.017	0.046
08:00-09:00	0.101	0.006	0.005	0.104	0.016	0.015	0.028	0.039
09:00-10:00	0.026	0.048	0.057	0.033	0.023	0.057	0.024	0.038
10:00-11:00	0.025	0.049	0.050	0.014	0.027	0.013	0.021	0.029
11:00-22:00	0.022	0.086	0.017	0.026	0.059	0.002	0.011	0.032
12:00-13:00	0.057	0.115	0.042	0.134	0.093	0.005	0.024	0.067
13:00-14:00	0.053	0.015	0.020	0.017	0.061	0.051	0.006	0.032
14:00-15:00	0.030	0.035	0.021	0.076	0.094	0.013	0.018	0.041
15:00-16:00	0.089	0.026	0.019	0.027	0.150	0.009	0.019	0.048
16:00-17:00	0.039	0.050	0.018	0.033	0.053	0.034	0.013	0.034
17:00-18:00	0.096	0.060	0.046	0.041	0.037	0.028	0.050	0.051
18:00-19:00	0.039	0.072	0.128	0.036	0.012	0.018	0.024	0.047
19:00-20:00	0.051	0.070	0.044	0.016	0.012	0.007	0.042	0.035
20:00-21:00	0.051	0.055	0.056	0.054	0.033	0.023	0.042	0.045
21:00-22:00	0.056	0.162	0.093	0.040	0.034	0.066	0.023	0.068
22:00-23:00	0.048	0.063	0.037	0.015	0.011	0.017	0.012	0.029
23:00-24:00	0.064	0.107	0.158	0.093	0.068	0.071	0.048	0.087
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.048	0.074	0.080	0.064	0.062	0.038	0.030	0.057

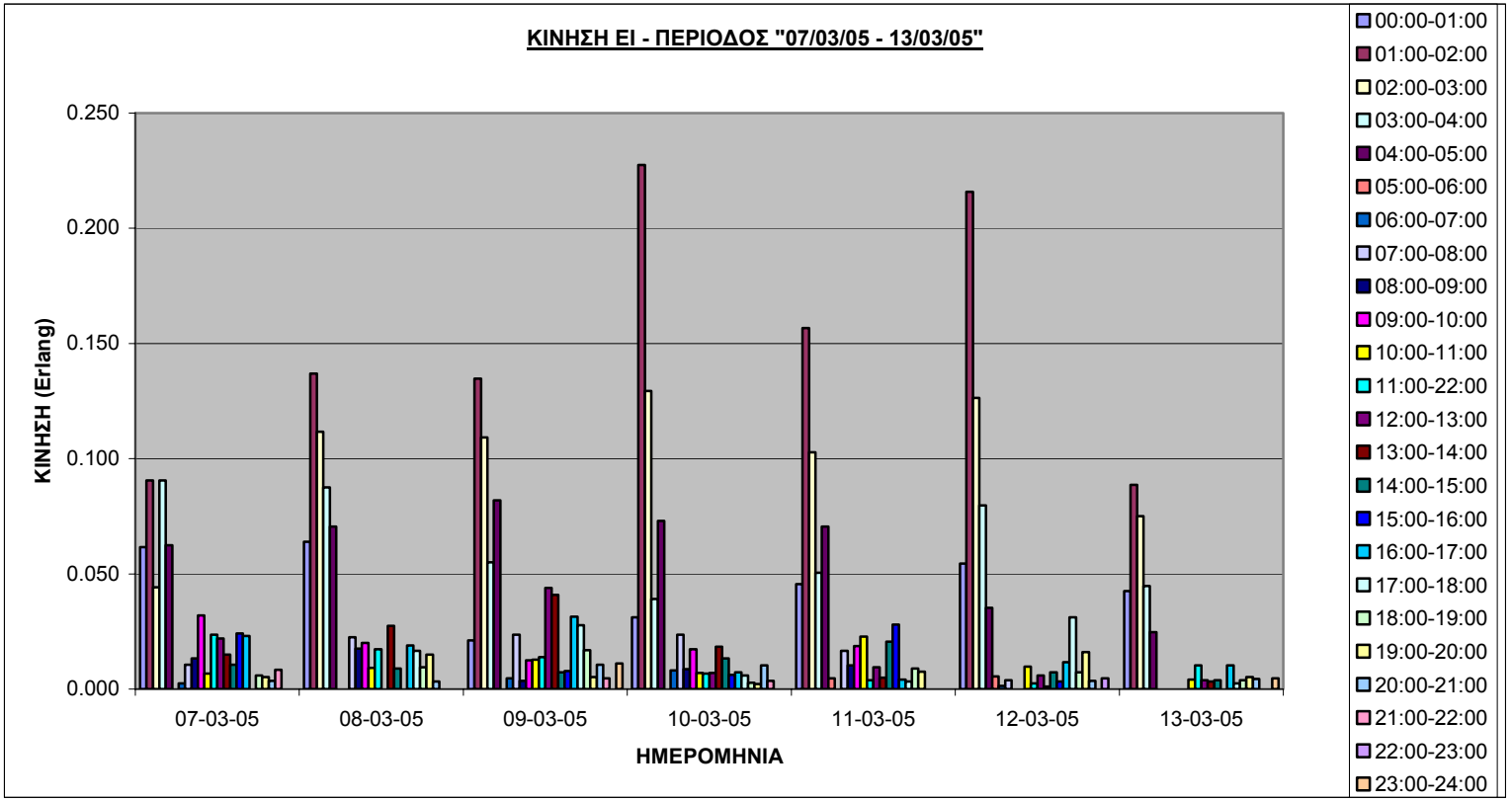


Σχήμα Β5.1 *: Κίνηση PK3 περιόδου 07/03/05 – 13/03/05*

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β6</u> : ΚΙΝΗΣΗ ΕΛΕΓΚΤΗ ΙΣΧΥΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

Πίνακας Β6.1 : Κίνηση Ελεγκτή Ισχύος περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.062	0.064	0.021	0.031	0.046	0.054	0.043	0.046
01:00-02:00	0.091	0.137	0.135	0.228	0.157	0.216	0.089	0.150
02:00-03:00	0.044	0.112	0.109	0.129	0.103	0.126	0.075	0.100
03:00-04:00	0.091	0.088	0.055	0.039	0.051	0.080	0.045	0.064
04:00-05:00	0.063	0.071	0.082	0.073	0.071	0.035	0.025	0.060
05:00-06:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.006	0.000	0.001
06:00-07:00	0.003	0.000	0.005	0.008	0.000	0.001	0.000	0.002
07:00-08:00	0.011	0.023	0.024	0.024	0.017	0.004	0.000	0.014
08:00-09:00	0.013	0.018	0.004	0.009	0.010	0.000	0.000	0.008
09:00-10:00	0.032	0.020	0.013	0.017	0.019	0.000	0.000	0.014
10:00-11:00	0.007	0.009	0.013	0.007	0.023	0.010	0.004	0.010
11:00-22:00	0.024	0.017	0.014	0.007	0.004	0.003	0.010	0.011
12:00-13:00	0.022	0.000	0.044	0.007	0.009	0.006	0.004	0.013
13:00-14:00	0.015	0.028	0.041	0.018	0.005	0.001	0.003	0.016
14:00-15:00	0.011	0.009	0.007	0.013	0.021	0.007	0.004	0.010
15:00-16:00	0.024	0.000	0.008	0.006	0.028	0.003	0.000	0.010
16:00-17:00	0.023	0.019	0.031	0.007	0.004	0.012	0.010	0.015
17:00-18:00	0.000	0.017	0.028	0.006	0.003	0.031	0.003	0.012
18:00-19:00	0.006	0.009	0.017	0.003	0.009	0.007	0.004	0.008
19:00-20:00	0.005	0.015	0.005	0.002	0.008	0.016	0.005	0.008
20:00-21:00	0.004	0.003	0.011	0.010	0.000	0.004	0.004	0.005
21:00-22:00	0.008	0.000	0.005	0.004	0.000	0.000	0.000	0.002
22:00-23:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.001
23:00-24:00	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.005	0.002
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.023	0.027	0.028	0.027	0.025	0.026	0.014	0.024

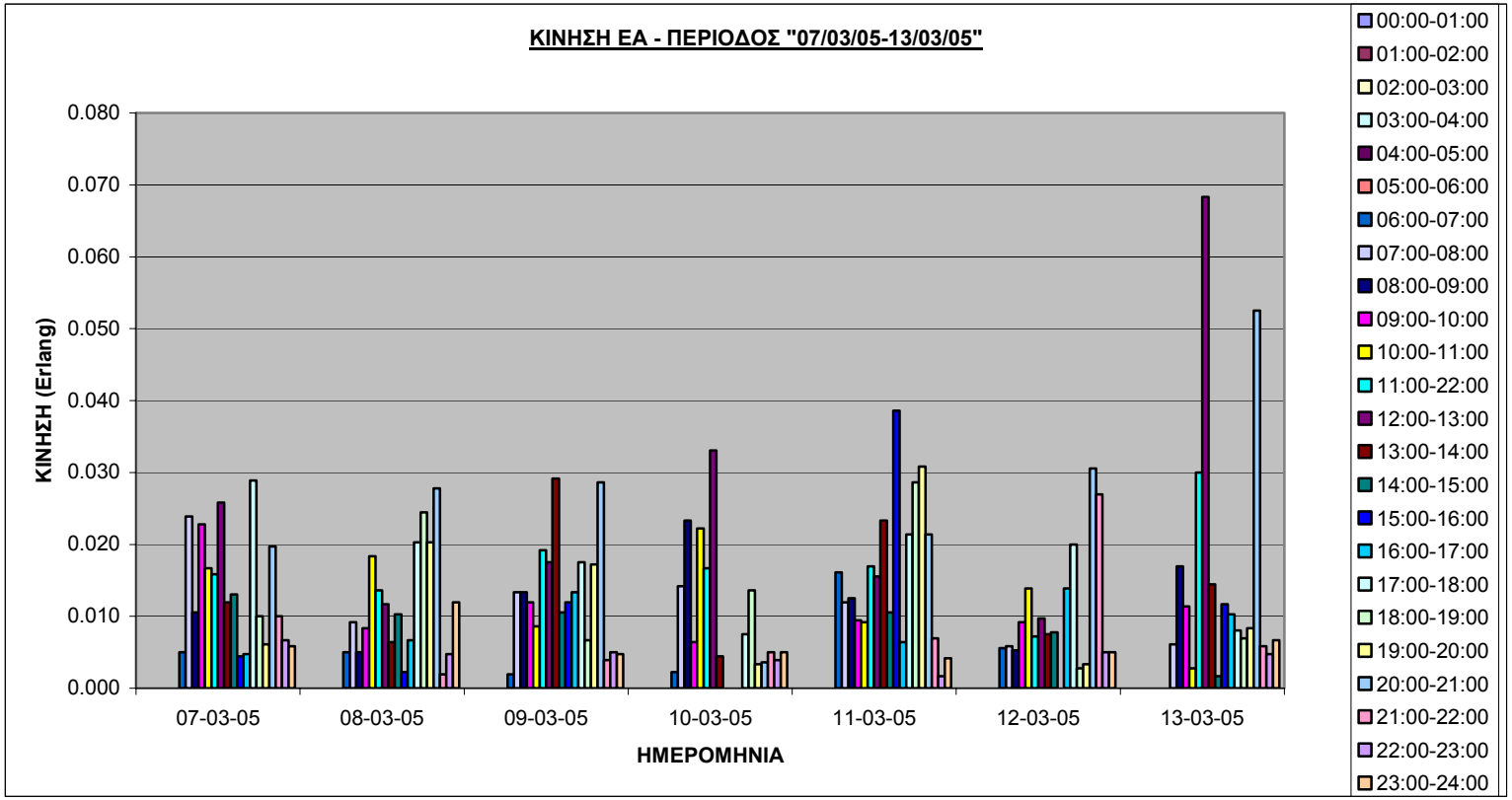


Σχήμα Β6.1 *: Κίνηση Ελεγκτή Ισχύος περιόδου 07/03/05 – 13/03/05*

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β7</u> : ΚΙΝΗΣΗ ΕΛΕΓΚΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

Πίνακας Β7.1 : Κίνηση Ελεγκτή Ασφαλείας περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
01:00-02:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
02:00-03:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
03:00-04:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
04:00-05:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
05:00-06:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
06:00-07:00	0.005	0.005	0.002	0.002	0.016	0.006	0.000	0.005
07:00-08:00	0.024	0.009	0.013	0.014	0.012	0.006	0.006	0.012
08:00-09:00	0.011	0.005	0.013	0.023	0.013	0.005	0.017	0.012
09:00-10:00	0.023	0.008	0.012	0.006	0.009	0.009	0.011	0.011
10:00-11:00	0.017	0.018	0.009	0.022	0.009	0.014	0.003	0.013
11:00-22:00	0.016	0.014	0.019	0.017	0.017	0.007	0.030	0.017
12:00-13:00	0.026	0.012	0.018	0.033	0.016	0.010	0.068	0.026
13:00-14:00	0.012	0.006	0.029	0.004	0.023	0.008	0.014	0.014
14:00-15:00	0.013	0.010	0.011	0.000	0.011	0.008	0.002	0.008
15:00-16:00	0.004	0.002	0.012	0.000	0.039	0.000	0.012	0.010
16:00-17:00	0.005	0.007	0.013	0.000	0.006	0.014	0.010	0.008
17:00-18:00	0.029	0.020	0.018	0.008	0.021	0.020	0.008	0.018
18:00-19:00	0.010	0.024	0.007	0.014	0.029	0.003	0.007	0.013
19:00-20:00	0.006	0.020	0.017	0.003	0.031	0.003	0.008	0.013
20:00-21:00	0.020	0.028	0.029	0.004	0.021	0.031	0.053	0.026
21:00-22:00	0.010	0.002	0.004	0.005	0.007	0.027	0.006	0.009
22:00-23:00	0.007	0.005	0.005	0.004	0.002	0.005	0.005	0.005
23:00-24:00	0.006	0.012	0.005	0.005	0.004	0.005	0.007	0.006
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.010	0.009	0.010	0.007	0.012	0.007	0.011	0.009

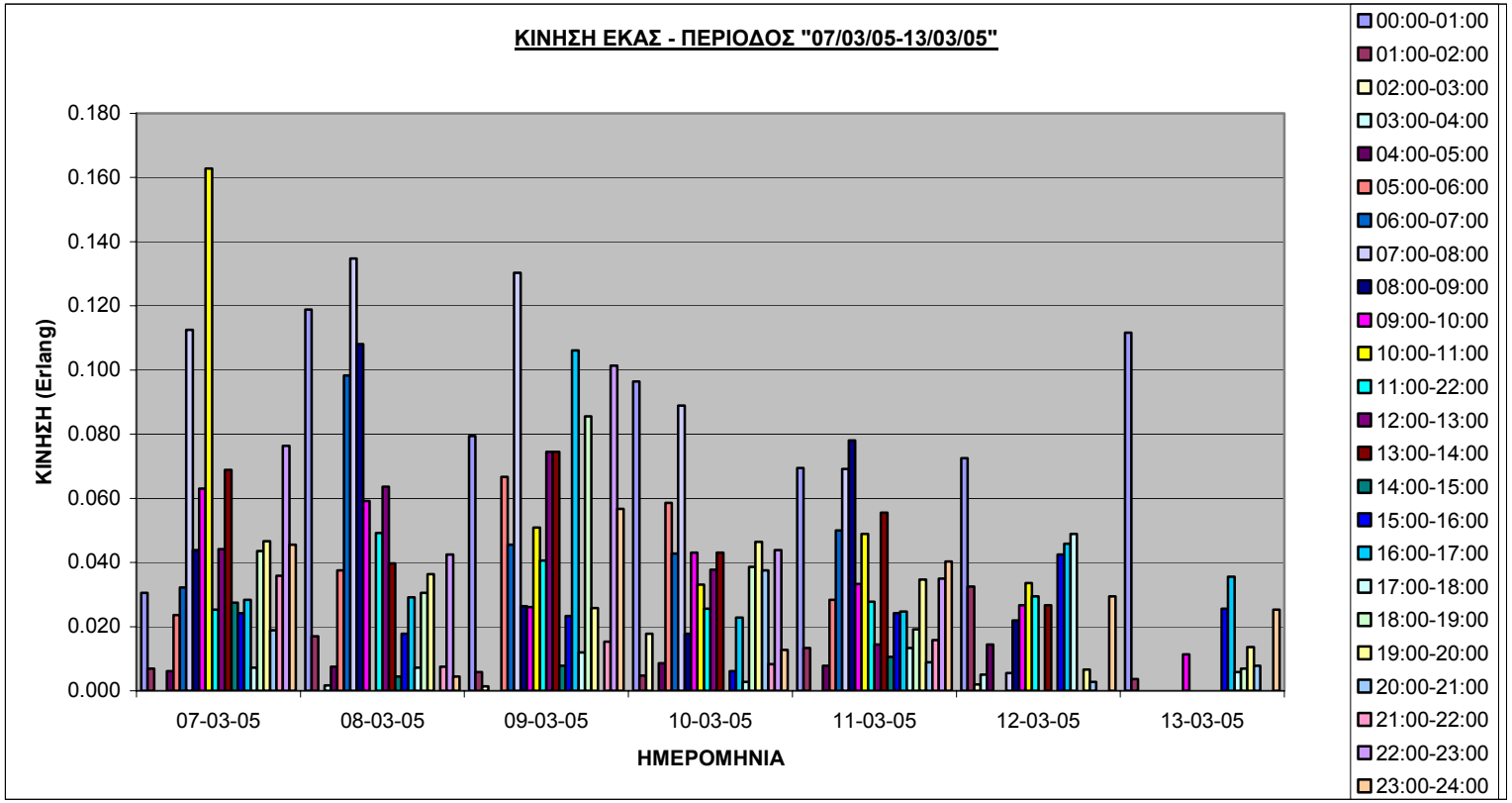


Σχήμα Β7.1 *: Κίνηση Ελεγκτή Ασφαλείας περιόδου 07/03/05 – 13/03/05*

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β8</u> : ΚΙΝΗΣΗ ΕΛΕΓΚΤΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΑΜΑΞΟΣΤΑΣΙΟΥ ΣΕΠΟΛΙΩΝ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

Πίνακας Β8.1 : Κίνηση ΕΚΑΣ περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.031	0.119	0.079	0.096	0.069	0.073	0.112	0.083
01:00-02:00	0.007	0.017	0.006	0.005	0.013	0.033	0.004	0.012
02:00-03:00	0.000	0.000	0.001	0.018	0.000	0.002	0.000	0.003
03:00-04:00	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.001
04:00-05:00	0.006	0.008	0.000	0.009	0.008	0.014	0.000	0.006
05:00-06:00	0.024	0.038	0.067	0.059	0.028	0.000	0.000	0.031
06:00-07:00	0.032	0.098	0.046	0.043	0.050	0.000	0.000	0.038
07:00-08:00	0.113	0.135	0.130	0.089	0.069	0.006	0.000	0.077
08:00-09:00	0.044	0.108	0.026	0.018	0.078	0.022	0.000	0.042
09:00-10:00	0.063	0.059	0.026	0.043	0.033	0.027	0.011	0.038
10:00-11:00	0.163	0.000	0.051	0.033	0.049	0.034	0.000	0.047
11:00-22:00	0.025	0.049	0.041	0.026	0.028	0.029	0.000	0.028
12:00-13:00	0.044	0.064	0.074	0.038	0.014	0.000	0.000	0.033
13:00-14:00	0.069	0.040	0.074	0.043	0.056	0.027	0.000	0.044
14:00-15:00	0.028	0.004	0.008	0.000	0.011	0.000	0.000	0.007
15:00-16:00	0.024	0.018	0.023	0.006	0.024	0.043	0.026	0.023
16:00-17:00	0.028	0.029	0.106	0.023	0.025	0.046	0.036	0.042
17:00-18:00	0.007	0.007	0.012	0.003	0.013	0.049	0.006	0.014
18:00-19:00	0.044	0.031	0.086	0.039	0.019	0.000	0.007	0.032
19:00-20:00	0.047	0.036	0.026	0.046	0.035	0.007	0.014	0.030
20:00-21:00	0.019	0.000	0.000	0.038	0.009	0.003	0.008	0.011
21:00-22:00	0.036	0.008	0.015	0.008	0.016	0.000	0.000	0.012
22:00-23:00	0.076	0.043	0.101	0.044	0.035	0.000	0.000	0.043
23:00-24:00	0.046	0.004	0.057	0.013	0.040	0.029	0.025	0.031
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.041	0.038	0.044	0.031	0.030	0.019	0.010	0.030

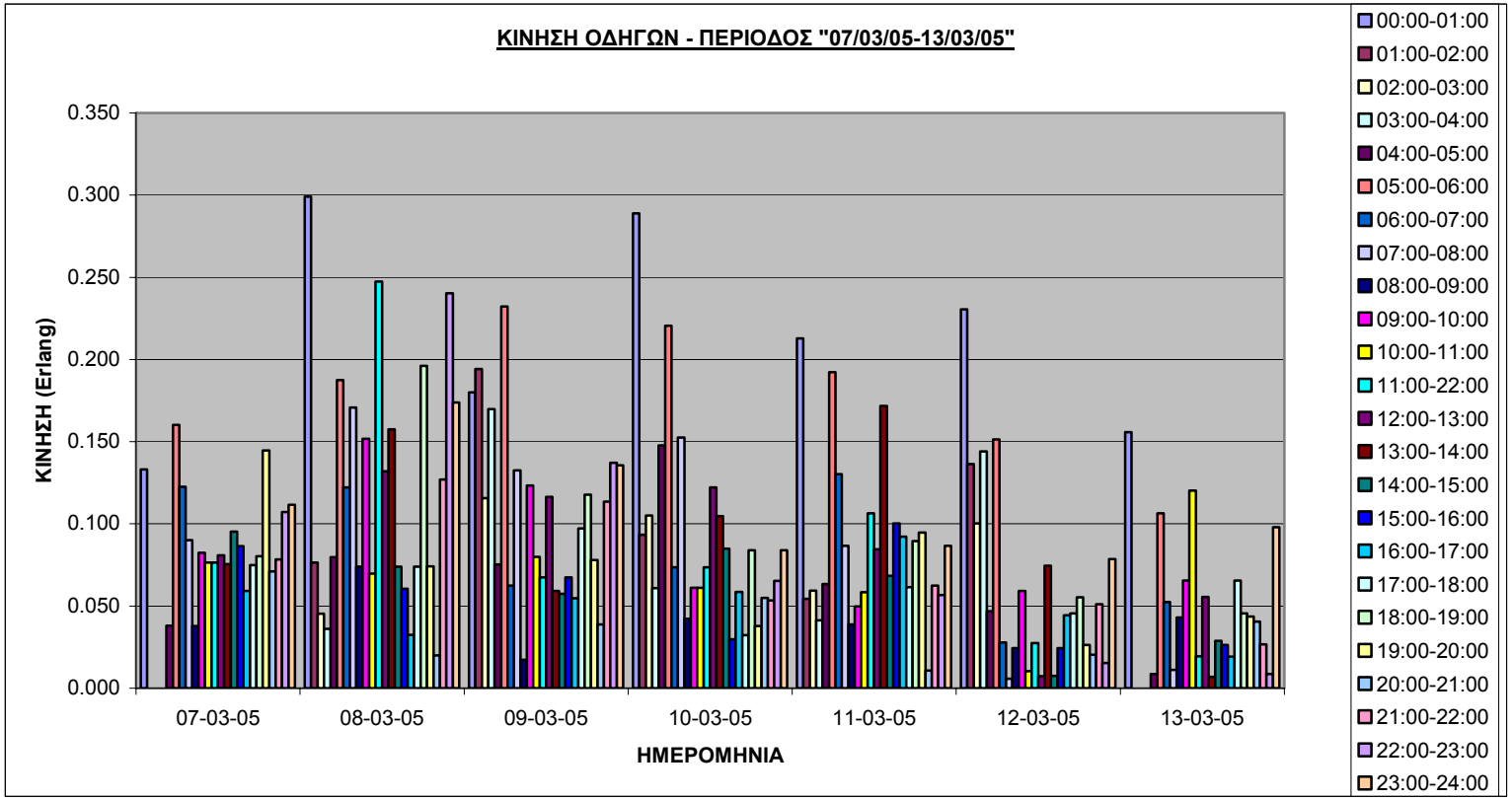


Σχήμα Β8.1 *: Κίνηση ΕΚΑΣ περιόδου 07/03/05 – 13/03/05*

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β9</u> : ΚΙΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ «ΟΔΗΓΟΙ» ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

Πίνακας Β9.1 : Κίνηση από Τερματικά «Οδηγοί» περιόδου 07/03/05 – 13/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.133	0.299	0.180	0.289	0.213	0.231	0.156	0.214
01:00-02:00	0.000	0.076	0.194	0.093	0.054	0.136	0.000	0.079
02:00-03:00	0.000	0.045	0.116	0.105	0.059	0.100	0.000	0.061
03:00-04:00	0.000	0.036	0.170	0.061	0.041	0.144	0.000	0.065
04:00-05:00	0.038	0.080	0.075	0.148	0.063	0.047	0.009	0.066
05:00-06:00	0.160	0.188	0.232	0.221	0.192	0.151	0.106	0.179
06:00-07:00	0.123	0.122	0.063	0.074	0.130	0.028	0.053	0.084
07:00-08:00	0.090	0.171	0.133	0.153	0.087	0.006	0.011	0.093
08:00-09:00	0.038	0.074	0.017	0.042	0.039	0.024	0.043	0.040
09:00-10:00	0.083	0.152	0.123	0.061	0.050	0.059	0.066	0.085
10:00-11:00	0.076	0.070	0.080	0.061	0.058	0.010	0.120	0.068
11:00-22:00	0.076	0.248	0.068	0.074	0.106	0.028	0.019	0.088
12:00-13:00	0.081	0.132	0.116	0.122	0.084	0.007	0.056	0.086
13:00-14:00	0.076	0.158	0.059	0.105	0.172	0.074	0.007	0.093
14:00-15:00	0.095	0.074	0.058	0.085	0.068	0.008	0.029	0.059
15:00-16:00	0.086	0.061	0.068	0.030	0.100	0.024	0.026	0.056
16:00-17:00	0.059	0.033	0.055	0.059	0.092	0.044	0.019	0.052
17:00-18:00	0.075	0.074	0.097	0.032	0.061	0.046	0.066	0.064
18:00-19:00	0.080	0.196	0.118	0.084	0.089	0.055	0.046	0.095
19:00-20:00	0.145	0.074	0.078	0.038	0.095	0.026	0.044	0.071
20:00-21:00	0.071	0.020	0.039	0.055	0.011	0.020	0.041	0.037
21:00-22:00	0.078	0.127	0.114	0.053	0.063	0.051	0.027	0.073
22:00-23:00	0.107	0.240	0.137	0.065	0.057	0.015	0.009	0.090
23:00-24:00	0.112	0.174	0.136	0.084	0.087	0.079	0.098	0.110
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.078	0.122	0.105	0.091	0.086	0.059	0.044	0.084

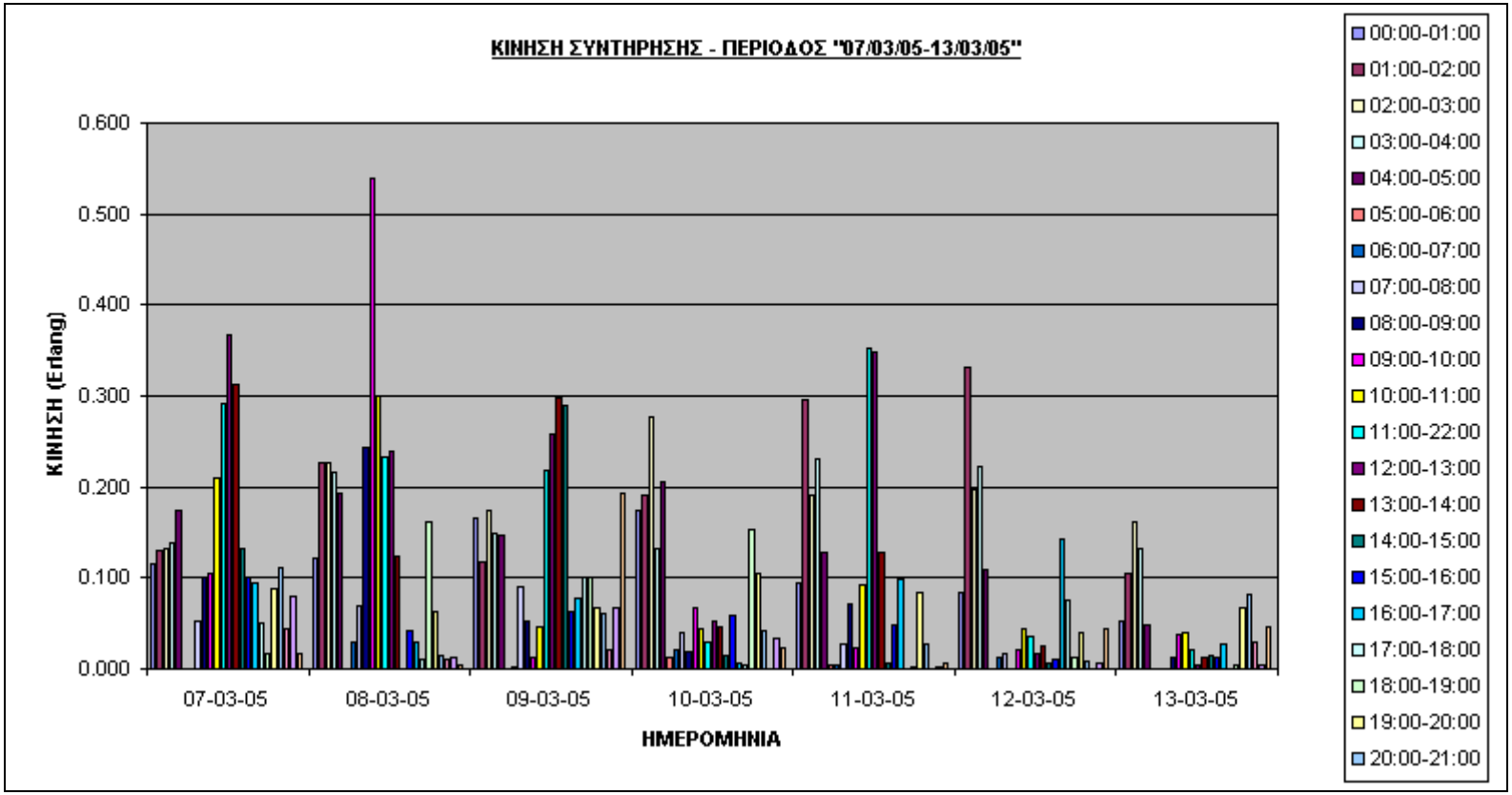


Σχήμα Β9.1 *: Κίνηση από τερματικά «Οδηγοί» περιόδου 07/03/05 – 13/03/05*

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β10</u> : ΚΙΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ «ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ» ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

Πίνακας 10.1 : Κίνηση από τερματικά «Συντήρηση» περιόδου 07/03/05-13/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.115	0.122	0.165	0.174	0.095	0.084	0.053	0.067
01:00-02:00	0.129	0.226	0.117	0.191	0.295	0.332	0.105	0.116
02:00-03:00	0.132	0.226	0.174	0.276	0.191	0.198	0.161	0.113
03:00-04:00	0.138	0.216	0.149	0.133	0.230	0.222	0.133	0.102
04:00-05:00	0.174	0.194	0.148	0.206	0.129	0.109	0.048	0.084
05:00-06:00	0.000	0.000	0.000	0.012	0.004	0.000	0.000	0.001
06:00-07:00	0.000	0.029	0.003	0.020	0.004	0.012	0.000	0.006
07:00-08:00	0.053	0.070	0.089	0.039	0.028	0.016	0.000	0.025
08:00-09:00	0.100	0.243	0.053	0.020	0.071	0.000	0.012	0.042
09:00-10:00	0.104	0.539	0.012	0.068	0.023	0.021	0.038	0.067
10:00-11:00	0.209	0.300	0.047	0.043	0.092	0.045	0.041	0.065
11:00-22:00	0.293	0.232	0.219	0.030	0.352	0.036	0.020	0.099
12:00-13:00	0.368	0.239	0.257	0.052	0.348	0.017	0.005	0.107
13:00-14:00	0.312	0.124	0.298	0.046	0.128	0.024	0.013	0.079
14:00-15:00	0.132	0.000	0.289	0.016	0.007	0.007	0.015	0.039
15:00-16:00	0.100	0.042	0.064	0.059	0.048	0.009	0.012	0.028
16:00-17:00	0.094	0.029	0.079	0.007	0.099	0.142	0.028	0.040
17:00-18:00	0.050	0.010	0.101	0.003	0.001	0.075	0.000	0.020
18:00-19:00	0.018	0.161	0.100	0.153	0.002	0.014	0.003	0.038
19:00-20:00	0.089	0.064	0.068	0.104	0.084	0.041	0.066	0.043
20:00-21:00	0.110	0.015	0.061	0.041	0.027	0.008	0.083	0.029
21:00-22:00	0.045	0.010	0.021	0.000	0.001	0.000	0.029	0.009
22:00-23:00	0.080	0.012	0.067	0.033	0.002	0.005	0.004	0.017
23:00-24:00	0.018	0.004	0.192	0.024	0.006	0.043	0.047	0.028
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.119	0.129	0.116	0.073	0.094	0.061	0.038	0.053

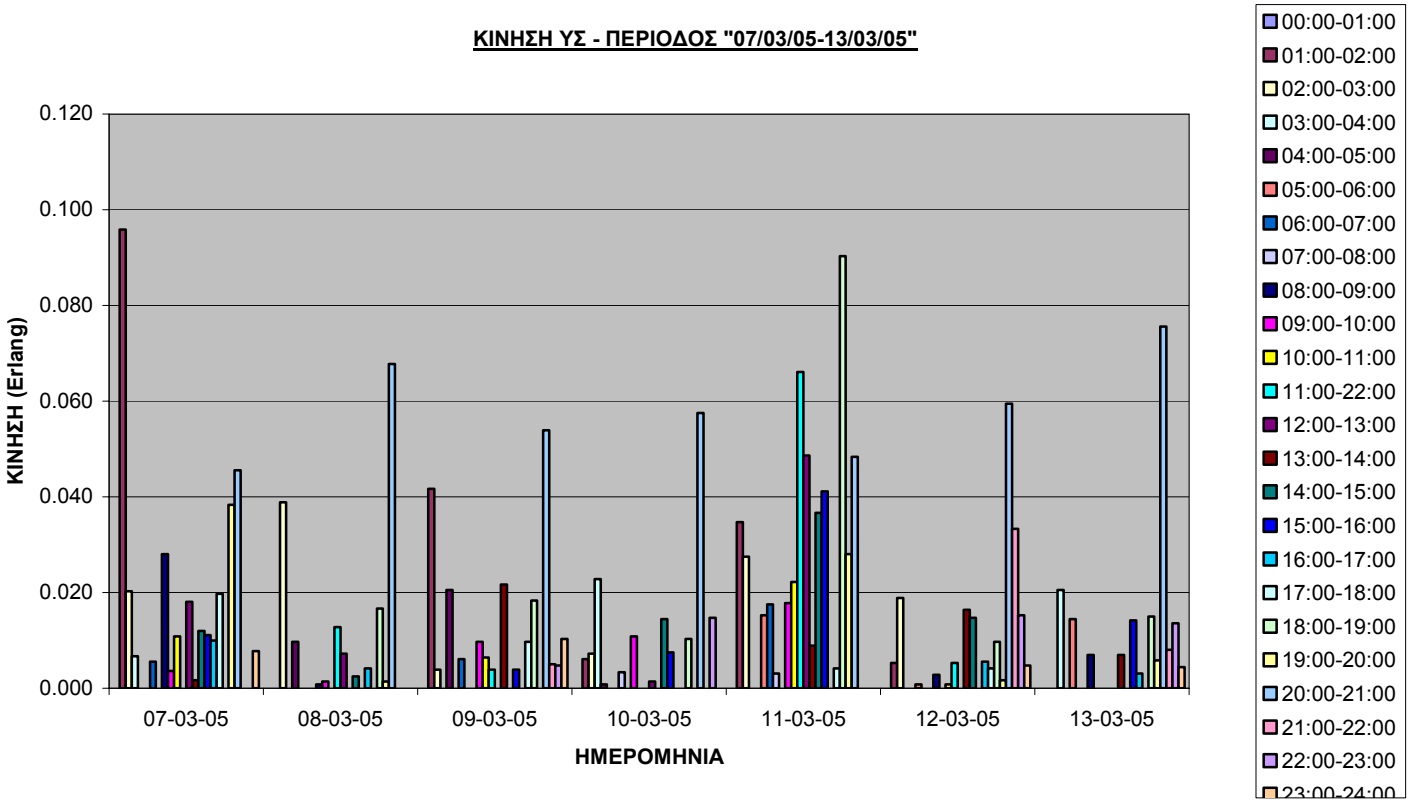


Σχήμα Β10.1 *: Κίνηση από τερματικά «Συντήρηση» περιόδου 07/03/05 – 13/03/05*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β11 : ΚΙΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ «ΥΠΕΥΘΥΝΟΙ ΣΤΑΘΜΩΝ» ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

Πίνακας 11.1 : Κίνηση από Τερματικά «Υπεύθυνοι Σταθμών» 07/03/05-13/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
01:00-02:00	0.096	0.000	0.042	0.006	0.035	0.005	0.000	0.026
02:00-03:00	0.020	0.039	0.004	0.007	0.028	0.019	0.000	0.017
03:00-04:00	0.007	0.000	0.000	0.023	0.000	0.000	0.021	0.007
04:00-05:00	0.000	0.010	0.021	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004
05:00-06:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.001	0.014	0.004
06:00-07:00	0.006	0.000	0.006	0.000	0.018	0.000	0.000	0.004
07:00-08:00	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.000	0.000	0.001
08:00-09:00	0.028	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.007	0.006
09:00-10:00	0.004	0.001	0.010	0.011	0.018	0.000	0.000	0.006
10:00-11:00	0.011	0.000	0.006	0.000	0.022	0.001	0.000	0.006
11:00-22:00	0.000	0.013	0.004	0.000	0.066	0.005	0.000	0.013
12:00-13:00	0.018	0.007	0.000	0.001	0.049	0.000	0.000	0.011
13:00-14:00	0.002	0.000	0.022	0.000	0.009	0.016	0.007	0.008
14:00-15:00	0.012	0.003	0.000	0.014	0.037	0.015	0.000	0.011
15:00-16:00	0.011	0.000	0.004	0.008	0.041	0.000	0.014	0.011
16:00-17:00	0.010	0.004	0.000	0.000	0.000	0.006	0.003	0.003
17:00-18:00	0.020	0.000	0.010	0.000	0.004	0.004	0.000	0.005
18:00-19:00	0.000	0.017	0.018	0.010	0.090	0.010	0.015	0.023
19:00-20:00	0.038	0.001	0.000	0.000	0.028	0.002	0.006	0.011
20:00-21:00	0.046	0.068	0.054	0.058	0.048	0.059	0.076	0.058
21:00-22:00	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.033	0.008	0.007
22:00-23:00	0.000	0.000	0.005	0.015	0.000	0.015	0.014	0.007
23:00-24:00	0.008	0.000	0.010	0.000	0.000	0.005	0.004	0.004
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.014	0.007	0.009	0.007	0.021	0.008	0.008	0.011

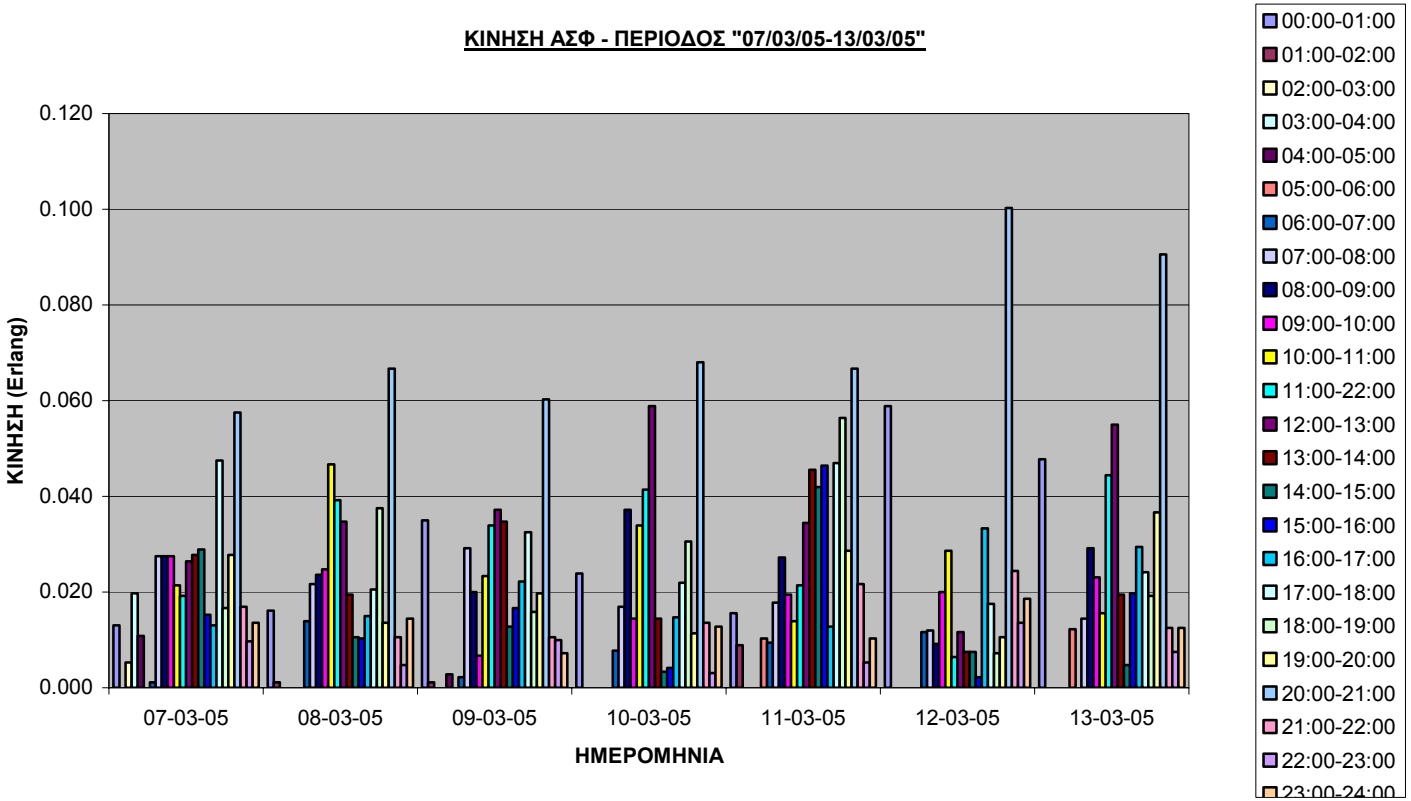


Σχήμα Β11.1 *: Κίνηση από τερματικά «Υπεύθυνοι Σταθμών» περιόδου 07/03/05 – 13/03/05*

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β12</u> : ΚΙΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ «ΑΣΦΑΛΕΙΑ» ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

Πίνακας 12.1 : Κίνηση από Τερματικά «Ασφάλεια» (Erlang)

ΩΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.013	0.016	0.035	0.024	0.016	0.059	0.048	0.030
01:00-02:00	0.000	0.001	0.001	0.000	0.009	0.000	0.000	0.002
02:00-03:00	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
03:00-04:00	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
04:00-05:00	0.011	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
05:00-06:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.012	0.003
06:00-07:00	0.001	0.014	0.002	0.008	0.009	0.012	0.000	0.007
07:00-08:00	0.028	0.022	0.029	0.017	0.018	0.012	0.014	0.020
08:00-09:00	0.028	0.024	0.020	0.037	0.027	0.009	0.029	0.025
09:00-10:00	0.028	0.025	0.007	0.014	0.019	0.020	0.023	0.019
10:00-11:00	0.021	0.047	0.023	0.034	0.014	0.029	0.016	0.026
11:00-22:00	0.019	0.039	0.034	0.041	0.021	0.006	0.044	0.029
12:00-13:00	0.026	0.035	0.037	0.059	0.034	0.012	0.055	0.037
13:00-14:00	0.028	0.019	0.035	0.014	0.046	0.008	0.019	0.024
14:00-15:00	0.029	0.011	0.013	0.003	0.042	0.008	0.005	0.016
15:00-16:00	0.015	0.010	0.017	0.004	0.046	0.002	0.020	0.016
16:00-17:00	0.013	0.015	0.022	0.015	0.013	0.033	0.029	0.020
17:00-18:00	0.048	0.021	0.033	0.022	0.047	0.018	0.024	0.030
18:00-19:00	0.017	0.038	0.016	0.031	0.056	0.007	0.019	0.026
19:00-20:00	0.028	0.014	0.020	0.011	0.029	0.011	0.037	0.021
20:00-21:00	0.058	0.067	0.060	0.068	0.067	0.100	0.091	0.073
21:00-22:00	0.017	0.011	0.011	0.014	0.022	0.024	0.013	0.016
22:00-23:00	0.010	0.005	0.010	0.003	0.005	0.014	0.008	0.008
23:00-24:00	0.014	0.014	0.007	0.013	0.010	0.019	0.013	0.013
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.020	0.019	0.018	0.018	0.023	0.017	0.022	0.019

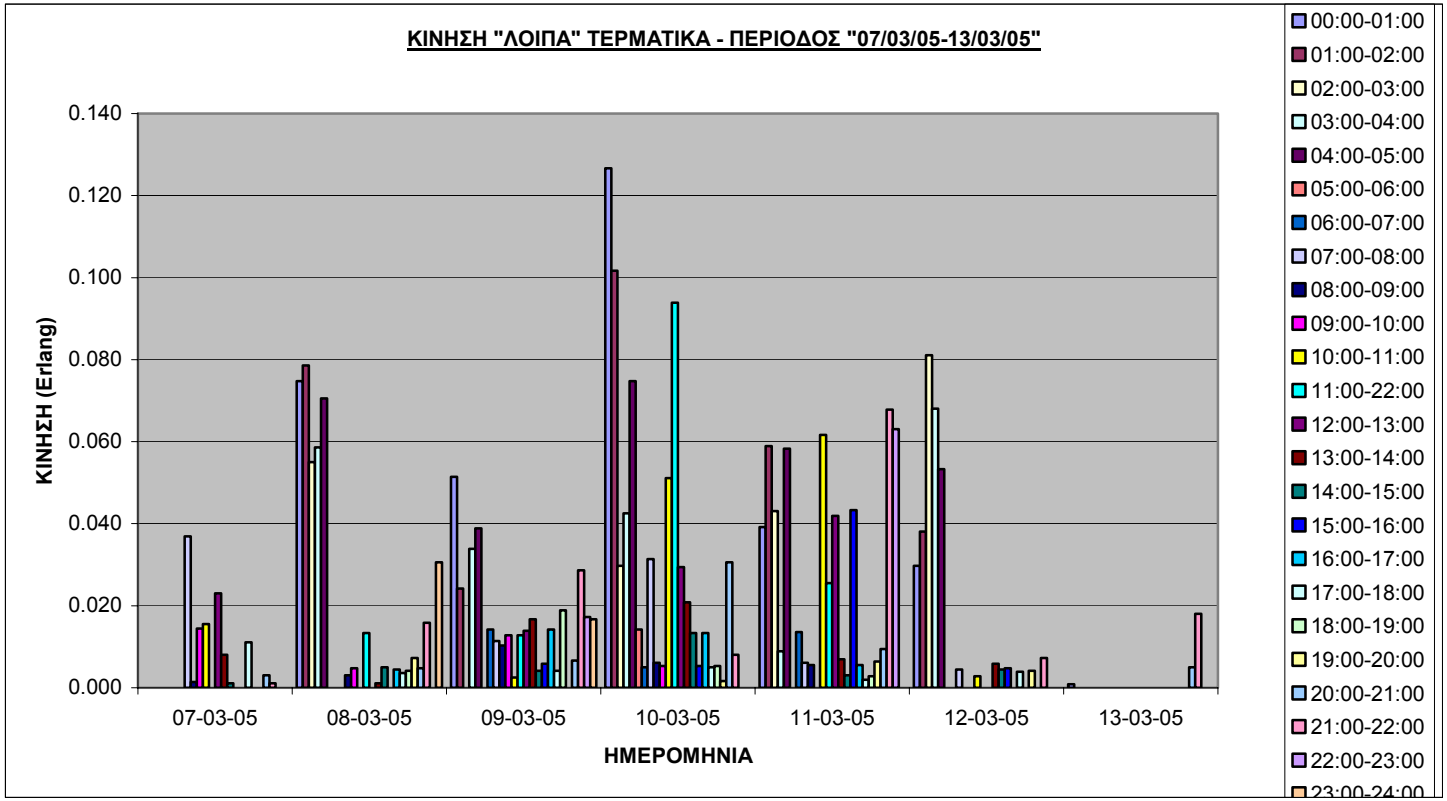


Σχήμα Β12.1 *: Κίνηση από τερματικά «Ασφάλεια» περιόδου 07/03/05 – 13/03/05*

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β13</u> : ΚΙΝΗΣΗ ΑΠΟ «ΛΟΙΠΑ ΤΕΡΜΑΤΙΚΑΙ» ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05

Πίνακας 13.1 : Κίνηση από «Λοιπά Τερματικά» περιόδου 07/03/05-13/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.000	0.075	0.051	0.127	0.039	0.030	0.001	0.046
01:00-02:00	0.000	0.079	0.024	0.102	0.059	0.038	0.000	0.043
02:00-03:00	0.000	0.055	0.000	0.030	0.043	0.081	0.000	0.030
03:00-04:00	0.000	0.059	0.034	0.043	0.009	0.068	0.000	0.030
04:00-05:00	0.000	0.071	0.039	0.075	0.058	0.053	0.000	0.042
05:00-06:00	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.002
06:00-07:00	0.000	0.000	0.014	0.005	0.014	0.000	0.000	0.005
07:00-08:00	0.037	0.000	0.011	0.031	0.006	0.004	0.000	0.013
08:00-09:00	0.001	0.003	0.010	0.006	0.006	0.000	0.000	0.004
09:00-10:00	0.014	0.005	0.013	0.005	0.000	0.000	0.000	0.005
10:00-11:00	0.016	0.000	0.003	0.051	0.062	0.003	0.000	0.019
11:00-22:00	0.000	0.013	0.013	0.094	0.026	0.000	0.000	0.021
12:00-13:00	0.023	0.000	0.014	0.029	0.042	0.000	0.000	0.015
13:00-14:00	0.008	0.001	0.017	0.021	0.007	0.006	0.000	0.008
14:00-15:00	0.001	0.005	0.004	0.013	0.003	0.004	0.000	0.004
15:00-16:00	0.000	0.000	0.006	0.005	0.043	0.005	0.000	0.008
16:00-17:00	0.000	0.004	0.014	0.013	0.006	0.000	0.000	0.005
17:00-18:00	0.011	0.004	0.004	0.005	0.002	0.004	0.000	0.004
18:00-19:00	0.000	0.004	0.019	0.005	0.003	0.000	0.000	0.004
19:00-20:00	0.000	0.007	0.000	0.002	0.006	0.004	0.000	0.003
20:00-21:00	0.003	0.005	0.007	0.031	0.009	0.000	0.005	0.008
21:00-22:00	0.001	0.016	0.029	0.008	0.068	0.007	0.018	0.021
22:00-23:00	0.000	0.000	0.017	0.000	0.063	0.000	0.000	0.011
23:00-24:00	0.000	0.031	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.005	0.018	0.015	0.030	0.024	0.013	0.001	0.015



Σχήμα Β13.1 *: Κίνηση «Υπόλοιπα» τερματικά - περίοδος 07/03/05 – 13/03/05*

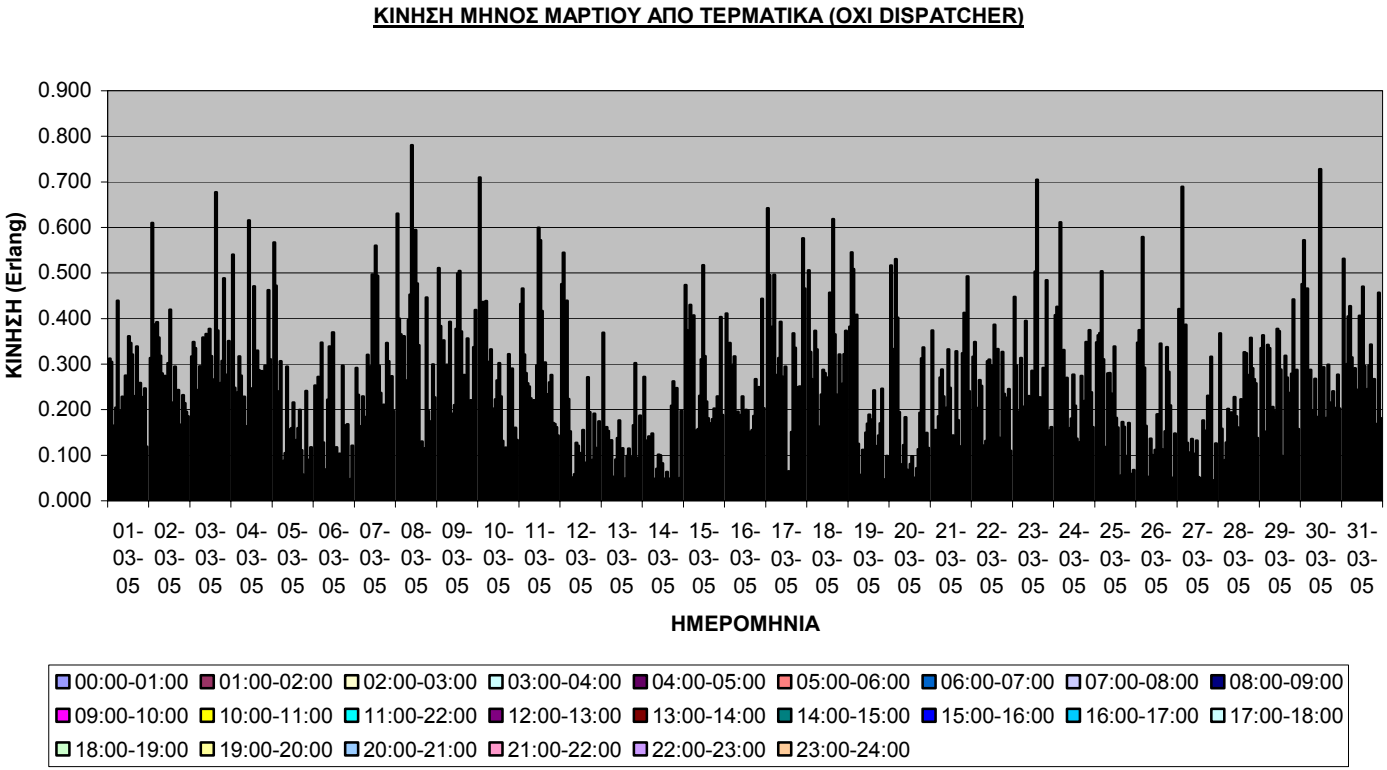
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β14 : ΚΙΝΗΣΗ ΜΑΡΤΙΟΥ ΑΠΟ ΟΛΑ ΤΑ ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ ΕΚΤΟΣ ΤΩΝ DISPATCHER

Πίνακας Β14.1 : Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 01/03/05-15/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α														
	01-03-05	02-03-05	03-03-05	04-03-05	05-03-05	06-03-05	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	14-03-05	15-03-05
00:00-01:00	0.312	0.314	0.317	0.540	0.567	0.253	0.291	0.631	0.511	0.709	0.432	0.476	0.369	0.272	0.474
01:00-02:00	0.305	0.610	0.349	0.248	0.472	0.247	0.232	0.399	0.384	0.396	0.466	0.544	0.109	0.132	0.374
02:00-03:00	0.151	0.387	0.335	0.158	0.240	0.272	0.158	0.365	0.295	0.436	0.321	0.400	0.161	0.071	0.255
03:00-04:00	0.165	0.173	0.243	0.238	0.189	0.145	0.164	0.312	0.352	0.259	0.280	0.439	0.153	0.141	0.430
04:00-05:00	0.204	0.392	0.208	0.317	0.307	0.347	0.229	0.361	0.285	0.438	0.258	0.223	0.057	0.099	0.349
05:00-06:00	0.439	0.359	0.295	0.275	0.078	0.128	0.184	0.225	0.299	0.305	0.251	0.152	0.133	0.147	0.407
06:00-07:00	0.158	0.318	0.174	0.143	0.088	0.069	0.161	0.264	0.134	0.149	0.225	0.051	0.053	0.044	0.136
07:00-08:00	0.197	0.279	0.358	0.229	0.105	0.051	0.320	0.397	0.393	0.333	0.210	0.044	0.026	0.048	0.154
08:00-09:00	0.229	0.121	0.250	0.069	0.294	0.222	0.239	0.453	0.127	0.123	0.221	0.058	0.091	0.070	0.157
09:00-10:00	0.208	0.274	0.366	0.164	0.157	0.338	0.295	0.780	0.191	0.203	0.143	0.127	0.138	0.101	0.231
10:00-11:00	0.275	0.196	0.159	0.616	0.101	0.281	0.496	0.416	0.210	0.223	0.297	0.121	0.176	0.100	0.311
11:00-22:00	0.215	0.302	0.377	0.246	0.159	0.369	0.413	0.594	0.378	0.264	0.599	0.105	0.084	0.083	0.517
12:00-13:00	0.361	0.420	0.318	0.159	0.216	0.089	0.560	0.477	0.499	0.302	0.572	0.036	0.116	0.048	0.317
13:00-14:00	0.347	0.015	0.266	0.471	0.131	0.118	0.494	0.341	0.505	0.229	0.417	0.155	0.046	0.037	0.218
14:00-15:00	0.321	0.216	0.194	0.312	0.134	0.041	0.296	0.096	0.372	0.132	0.168	0.041	0.049	0.063	0.181
15:00-16:00	0.230	0.295	0.678	0.330	0.160	0.104	0.237	0.130	0.181	0.112	0.304	0.083	0.098	0.030	0.108
16:00-17:00	0.180	0.232	0.374	0.287	0.200	0.093	0.204	0.114	0.276	0.116	0.234	0.271	0.115	0.049	0.170
17:00-18:00	0.339	0.243	0.193	0.271	0.111	0.297	0.211	0.116	0.257	0.065	0.129	0.195	0.096	0.209	0.179
18:00-19:00	0.216	0.094	0.258	0.284	0.058	0.166	0.158	0.446	0.356	0.322	0.260	0.086	0.090	0.262	0.202
19:00-20:00	0.259	0.167	0.307	0.123	0.041	0.118	0.346	0.196	0.191	0.201	0.276	0.090	0.166	0.082	0.131
20:00-21:00	0.176	0.232	0.489	0.297	0.241	0.168	0.306	0.174	0.221	0.290	0.171	0.191	0.302	0.248	0.229
21:00-22:00	0.228	0.214	0.277	0.182	0.090	0.037	0.177	0.171	0.194	0.083	0.169	0.116	0.094	0.036	0.204
22:00-23:00	0.247	0.195	0.247	0.462	0.062	0.048	0.273	0.299	0.337	0.160	0.162	0.049	0.034	0.050	0.403
23:00-24:00	0.119	0.185	0.350	0.310	0.117	0.121	0.196	0.227	0.419	0.133	0.144	0.174	0.187	0.197	0.188
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	**0.245**	**0.260**	**0.308**	**0.280**	**0.180**	**0.172**	**0.277**	**0.333**	**0.307**	**0.249**	**0.279**	**0.176**	**0.123**	**0.109**	**0.264**

Πίνακας Β14.2 : Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 16/03/05-31/03/05 (Erlang)

ΩΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ															
	16-03-05	17-03-05	18-03-05	19-03-05	20-03-05	21-03-05	22-03-05	23-03-05	24-03-05	25-03-05	26-03-05	27-03-05	28-03-05	29-03-05	30-03-05	31-03-05
00:00-01:00	0.411	0.642	0.506	0.383	0.516	0.374	0.316	0.448	0.408	0.348	0.347	0.421	0.368	0.335	0.476	0.531
01:00-02:00	0.314	0.496	0.326	0.545	0.333	0.111	0.349	0.297	0.426	0.363	0.375	0.299	0.158	0.363	0.572	0.258
02:00-03:00	0.346	0.244	0.267	0.508	0.300	0.155	0.196	0.064	0.332	0.368	0.352	0.689	0.049	0.152	0.329	0.300
03:00-04:00	0.251	0.382	0.166	0.305	0.530	0.044	0.204	0.196	0.611	0.504	0.579	0.000	0.089	0.142	0.466	0.405
04:00-05:00	0.298	0.496	0.373	0.408	0.402	0.186	0.265	0.313	0.173	0.311	0.292	0.387	0.128	0.342	0.212	0.427
05:00-06:00	0.317	0.276	0.333	0.125	0.195	0.271	0.252	0.206	0.331	0.118	0.165	0.127	0.202	0.335	0.288	0.315
06:00-07:00	0.195	0.114	0.163	0.034	0.042	0.288	0.121	0.166	0.177	0.014	0.053	0.043	0.118	0.196	0.168	0.158
07:00-08:00	0.196	0.314	0.148	0.057	0.080	0.229	0.121	0.395	0.270	0.280	0.033	0.106	0.194	0.206	0.199	0.291
08:00-09:00	0.186	0.393	0.233	0.112	0.122	0.105	0.132	0.185	0.145	0.280	0.136	0.135	0.102	0.197	0.268	0.244
09:00-10:00	0.189	0.273	0.288	0.104	0.184	0.205	0.306	0.230	0.159	0.236	0.100	0.104	0.228	0.119	0.081	0.219
10:00-11:00	0.229	0.164	0.281	0.150	0.068	0.333	0.310	0.185	0.180	0.122	0.061	0.093	0.185	0.378	0.184	0.406
11:00-22:00	0.178	0.295	0.271	0.169	0.042	0.248	0.297	0.285	0.277	0.338	0.112	0.132	0.161	0.372	0.728	0.344
12:00-13:00	0.200	0.055	0.193	0.189	0.081	0.107	0.197	0.146	0.209	0.182	0.189	0.052	0.104	0.288	0.227	0.470
13:00-14:00	0.198	0.065	0.457	0.178	0.098	0.143	0.387	0.503	0.136	0.161	0.190	0.050	0.223	0.098	0.293	0.296
14:00-15:00	0.094	0.015	0.374	0.151	0.051	0.124	0.059	0.704	0.113	0.026	0.345	0.038	0.064	0.049	0.086	0.209
15:00-16:00	0.152	0.151	0.619	0.243	0.042	0.328	0.333	0.226	0.129	0.055	0.113	0.176	0.326	0.318	0.182	0.245
16:00-17:00	0.155	0.368	0.365	0.052	0.071	0.177	0.139	0.227	0.274	0.173	0.096	0.154	0.324	0.271	0.298	0.298
17:00-18:00	0.186	0.336	0.233	0.120	0.113	0.033	0.133	0.214	0.164	0.163	0.152	0.131	0.225	0.200	0.216	0.343
18:00-19:00	0.267	0.250	0.230	0.144	0.193	0.119	0.326	0.291	0.219	0.098	0.337	0.230	0.276	0.237	0.132	0.133
19:00-20:00	0.211	0.128	0.321	0.170	0.313	0.324	0.235	0.279	0.349	0.064	0.283	0.164	0.358	0.279	0.241	0.267
20:00-21:00	0.249	0.251	0.246	0.246	0.337	0.412	0.226	0.484	0.264	0.171	0.209	0.316	0.291	0.442	0.204	0.169
21:00-22:00	0.213	0.192	0.257	0.041	0.142	0.277	0.134	0.130	0.375	0.059	0.051	0.045	0.267	0.234	0.194	0.132
22:00-23:00	0.443	0.576	0.322	0.047	0.149	0.493	0.245	0.154	0.238	0.008	0.045	0.014	0.258	0.288	0.277	0.457
23:00-24:00	0.203	0.466	0.373	0.098	0.116	0.240	0.110	0.161	0.161	0.067	0.148	0.126	0.138	0.157	0.203	0.181
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	**0.237**	**0.289**	**0.306**	**0.191**	**0.188**	**0.222**	**0.225**	**0.270**	**0.255**	**0.188**	**0.198**	**0.168**	**0.201**	**0.250**	**0.272**	**0.296**



Σχήμα Β14.1 : Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher - Μάρτιος 2005

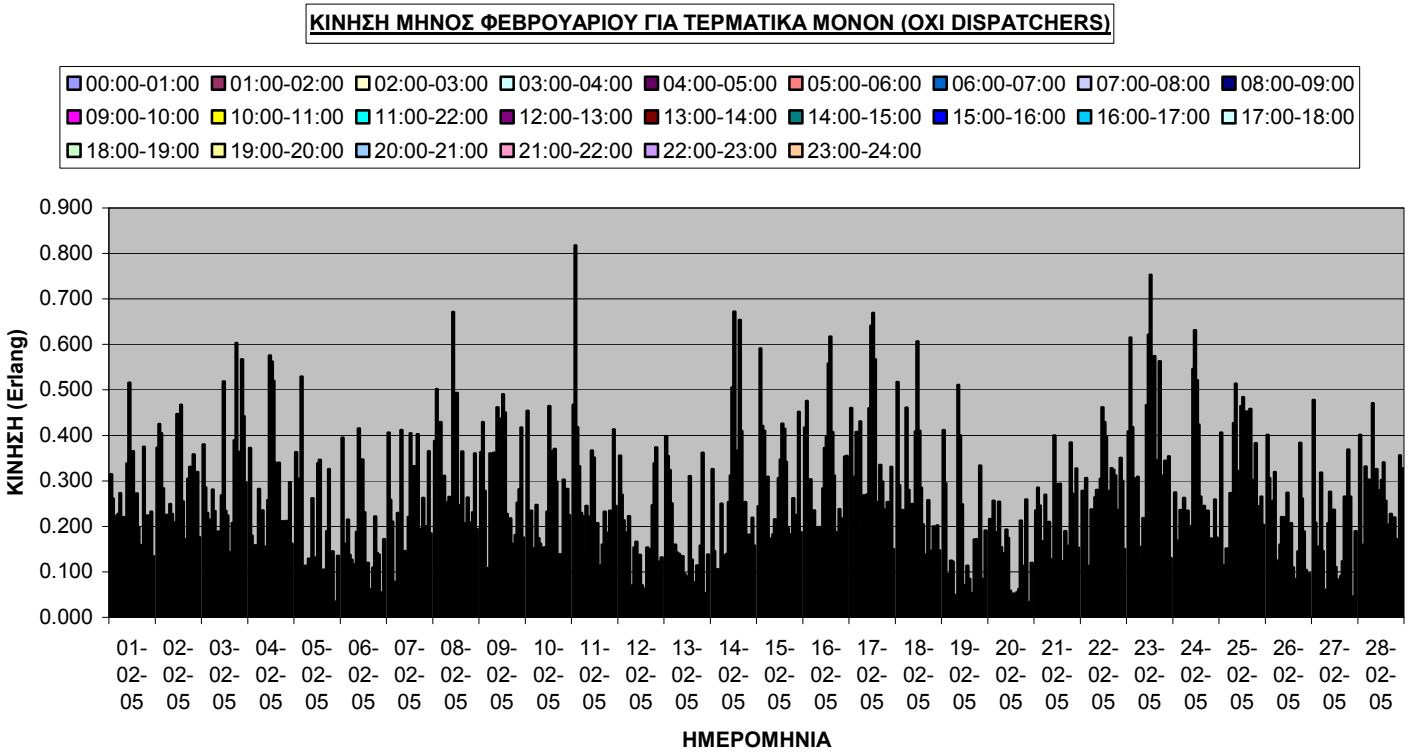
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β15 : ΚΙΝΗΣΗ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ ΑΠΟ ΟΛΑ ΤΑ ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ ΕΚΤΟΣ ΤΩΝ DISPATCHER

Πίνακας Β15.1 : Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 01/02/05 - 15/02/05 (Erlang)

ΩΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ														
	01-02-05	02-02-05	03-02-05	04-02-05	05-02-05	06-02-05	07-02-05	08-02-05	09-02-05	10-02-05	11-02-05	12-02-05	13-02-05	14-02-05	15-02-05
00:00-01:00	0.314	0.373	0.380	0.372	0.363	0.394	0.406	0.388	0.363	0.454	0.467	0.356	0.398	0.326	0.244
01:00-02:00	0.261	0.425	0.286	0.179	0.283	0.162	0.258	0.502	0.429	0.156	0.818	0.269	0.354	0.146	0.591
02:00-03:00	0.223	0.404	0.229	0.144	0.305	0.083	0.211	0.375	0.278	0.234	0.418	0.213	0.324	0.060	0.421
03:00-04:00	0.187	0.283	0.215	0.158	0.529	0.214	0.078	0.429	0.086	0.118	0.332	0.186	0.251	0.106	0.410
04:00-05:00	0.227	0.141	0.123	0.076	0.089	0.137	0.041	0.183	0.108	0.152	0.230	0.149	0.104	0.061	0.294
05:00-06:00	0.273	0.225	0.281	0.282	0.114	0.126	0.230	0.311	0.360	0.247	0.222	0.223	0.159	0.250	0.309
06:00-07:00	0.161	0.205	0.233	0.191	0.101	0.105	0.133	0.253	0.261	0.174	0.136	0.019	0.142	0.136	0.173
07:00-08:00	0.220	0.249	0.179	0.235	0.129	0.117	0.411	0.214	0.362	0.162	0.245	0.071	0.139	0.103	0.160
08:00-09:00	0.137	0.228	0.189	0.156	0.114	0.188	0.119	0.265	0.312	0.096	0.222	0.153	0.087	0.139	0.183
09:00-10:00	0.339	0.148	0.187	0.126	0.262	0.415	0.146	0.149	0.462	0.153	0.131	0.166	0.135	0.253	0.215
10:00-11:00	0.516	0.209	0.268	0.258	0.069	0.230	0.131	0.671	0.361	0.153	0.367	0.125	0.096	0.311	0.179
11:00-22:00	0.305	0.447	0.519	0.576	0.132	0.347	0.221	0.440	0.437	0.232	0.351	0.138	0.044	0.505	0.306
12:00-13:00	0.365	0.377	0.234	0.562	0.339	0.231	0.404	0.494	0.490	0.464	0.206	0.071	0.090	0.672	0.347
13:00-14:00	0.194	0.467	0.224	0.520	0.346	0.100	0.317	0.246	0.450	0.213	0.207	0.064	0.311	0.292	0.426
14:00-15:00	0.272	0.255	0.097	0.340	0.101	0.120	0.332	0.238	0.228	0.365	0.017	0.055	0.127	0.367	0.414
15:00-16:00	0.199	0.065	0.144	0.284	0.105	0.039	0.233	0.364	0.213	0.370	0.115	0.153	0.077	0.654	0.342
16:00-17:00	0.159	0.172	0.208	0.340	0.086	0.062	0.403	0.207	0.218	0.298	0.159	0.074	0.032	0.409	0.197
17:00-18:00	0.123	0.304	0.389	0.098	0.189	0.109	0.189	0.128	0.162	0.125	0.232	0.150	0.114	0.118	0.133
18:00-19:00	0.375	0.331	0.603	0.211	0.326	0.221	0.194	0.263	0.145	0.139	0.170	0.246	0.095	0.253	0.183
19:00-20:00	0.212	0.286	0.291	0.146	0.105	0.141	0.263	0.208	0.181	0.122	0.186	0.339	0.158	0.157	0.262
20:00-21:00	0.224	0.358	0.364	0.212	0.145	0.138	0.201	0.187	0.252	0.303	0.234	0.373	0.361	0.181	0.201
21:00-22:00	0.151	0.256	0.567	0.206	0.035	0.032	0.153	0.231	0.281	0.133	0.139	0.122	0.053	0.156	0.225
22:00-23:00	0.232	0.319	0.442	0.297	0.012	0.055	0.365	0.361	0.417	0.282	0.413	0.071	0.040	0.219	0.452
23:00-24:00	0.135	0.176	0.296	0.162	0.135	0.171	0.184	0.194	0.175	0.224	0.245	0.132	0.138	0.158	0.187
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	**0.242**	**0.279**	**0.289**	**0.255**	**0.184**	**0.164**	**0.234**	**0.304**	**0.293**	**0.224**	**0.261**	**0.163**	**0.160**	**0.251**	**0.286**

Πίνακας Β15.2 : Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 16/02/05 -28/02/05 (Erlang)

ΩΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ												
	16-02-05	17-02-05	18-02-05	19-02-05	20-02-05	21-02-05	22-02-05	23-02-05	24-02-05	25-02-05	26-02-05	27-02-05	28-02-05
00:00-01:00	0.417	0.460	0.517	0.411	0.216	0.235	0.278	0.409	0.274	0.406	0.401	0.478	0.401
01:00-02:00	0.476	0.188	0.291	0.295	0.139	0.285	0.270	0.615	0.169	0.073	0.306	0.208	0.160
02:00-03:00	0.290	0.309	0.181	0.094	0.256	0.246	0.306	0.418	0.069	0.115	0.177	0.129	0.121
03:00-04:00	0.303	0.408	0.236	0.095	0.188	0.147	0.099	0.306	0.236	0.151	0.256	0.156	0.331
04:00-05:00	0.142	0.182	0.190	0.124	0.071	0.168	0.114	0.231	0.163	0.149	0.319	0.318	0.214
05:00-06:00	0.235	0.431	0.461	0.122	0.254	0.269	0.237	0.309	0.263	0.273	0.125	0.146	0.303
06:00-07:00	0.161	0.226	0.280	0.049	0.154	0.196	0.150	0.114	0.178	0.133	0.082	0.041	0.165
07:00-08:00	0.197	0.268	0.201	0.031	0.113	0.210	0.264	0.155	0.234	0.427	0.160	0.061	0.471
08:00-09:00	0.199	0.175	0.249	0.511	0.141	0.079	0.280	0.218	0.176	0.514	0.221	0.207	0.288
09:00-10:00	0.179	0.270	0.209	0.400	0.193	0.127	0.180	0.135	0.200	0.321	0.162	0.276	0.326
10:00-11:00	0.284	0.460	0.409	0.248	0.175	0.400	0.304	0.467	0.546	0.259	0.221	0.146	0.241
11:00-22:00	0.372	0.641	0.607	0.071	0.059	0.293	0.461	0.622	0.631	0.464	0.274	0.236	0.279
12:00-13:00	0.397	0.669	0.410	0.056	0.050	0.274	0.429	0.753	0.521	0.484	0.093	0.110	0.302
13:00-14:00	0.558	0.567	0.285	0.114	0.052	0.293	0.398	0.529	0.424	0.378	0.207	0.083	0.341
14:00-15:00	0.617	0.253	0.204	0.084	0.045	0.123	0.278	0.574	0.265	0.453	0.110	0.046	0.256
15:00-16:00	0.408	0.191	0.138	0.049	0.055	0.079	0.109	0.346	0.179	0.388	0.064	0.091	0.130
16:00-17:00	0.312	0.335	0.073	0.053	0.062	0.189	0.328	0.290	0.245	0.458	0.085	0.123	0.204
17:00-18:00	0.187	0.298	0.257	0.171	0.212	0.124	0.325	0.563	0.150	0.302	0.145	0.266	0.227
18:00-19:00	0.091	0.237	0.146	0.172	0.036	0.158	0.312	0.311	0.234	0.280	0.384	0.259	0.161
19:00-20:00	0.238	0.203	0.129	0.163	0.114	0.384	0.236	0.235	0.128	0.383	0.261	0.369	0.220
20:00-21:00	0.217	0.253	0.200	0.334	0.259	0.272	0.195	0.344	0.173	0.244	0.189	0.266	0.172
21:00-22:00	0.179	0.229	0.050	0.084	0.010	0.134	0.350	0.166	0.054	0.057	0.104	0.046	0.145
22:00-23:00	0.353	0.331	0.202	0.030	0.034	0.327	0.299	0.354	0.259	0.265	0.054	0.035	0.356
23:00-24:00	0.355	0.150	0.147	0.191	0.119	0.153	0.150	0.130	0.175	0.203	0.096	0.189	0.328
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	**0.299**	**0.322**	**0.253**	**0.165**	**0.125**	**0.215**	**0.265**	**0.358**	**0.248**	**0.299**	**0.187**	**0.178**	**0.256**



Σχήμα Β15.1 : Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher – Φεβρουάριος 2005

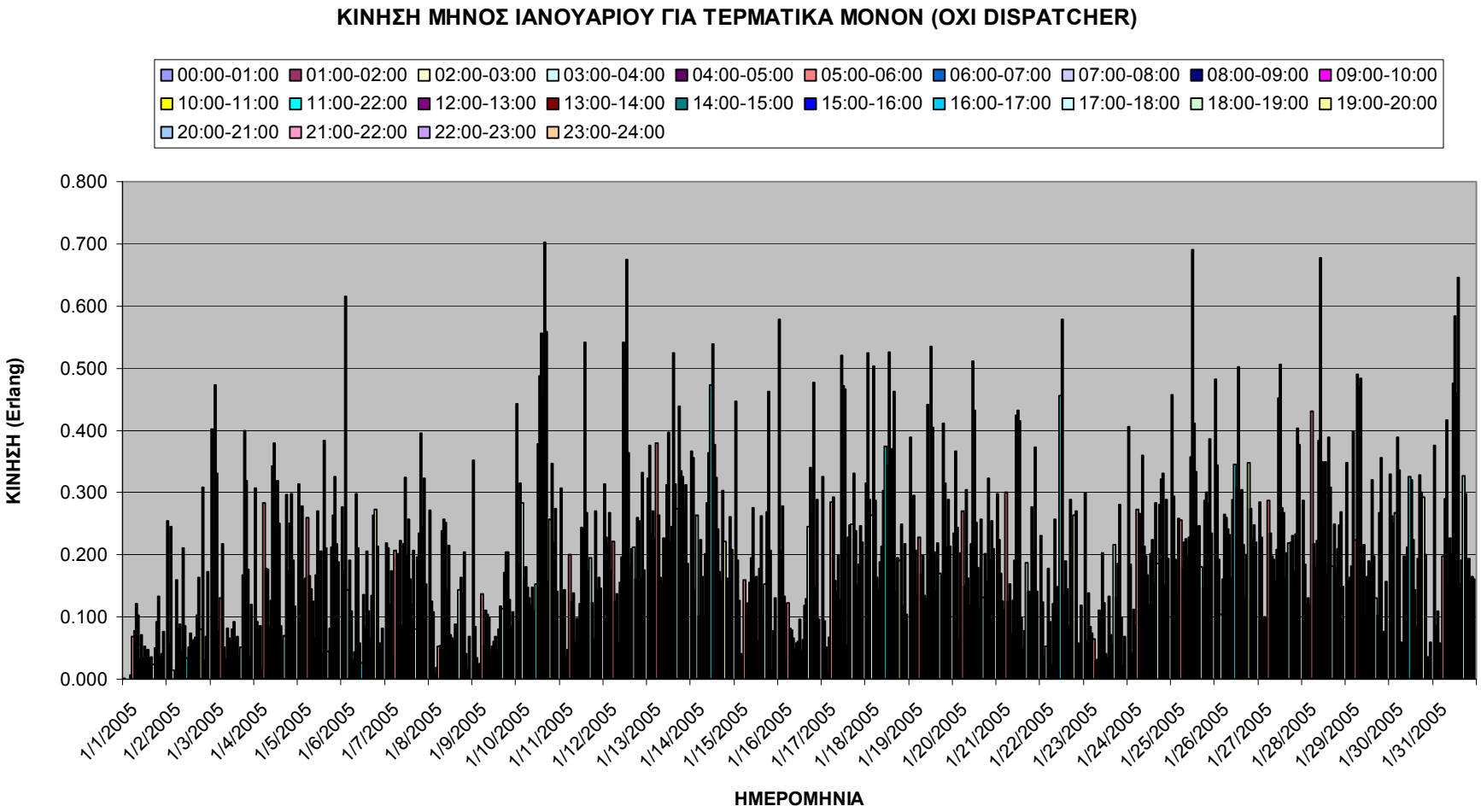
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β16 : ΚΙΝΗΣΗ ΙΝΟΥΑΡΙΟΥ ΑΠΟ ΟΛΑ ΤΑ ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ ΕΚΤΟΣ ΤΩΝ DISPATCHER

ΠΙΝΑΚΑΣ Β16.1 : Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 01/01/05 - 15/01/05 (Erlang)

ΩΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ														
	01-01-05	02-01-05	03-01-05	04-01-05	05-01-05	06-01-05	07-01-05	08-01-05	09-01-05	10-01-05	11-01-05	12-01-05	13-01-05	14-01-05	15-01-05
00:00-01:00	0.002	0.254	0.402	0.307	0.314	0.277	0.219	0.272	0.352	0.443	0.308	0.313	0.323	0.366	0.446
01:00-02:00	0.000	0.057	0.241	0.093	0.201	0.172	0.210	0.126	0.084	0.184	0.138	0.228	0.375	0.356	0.191
02:00-03:00	0.000	0.245	0.473	0.081	0.279	0.616	0.120	0.108	0.034	0.316	0.144	0.216	0.234	0.144	0.126
03:00-04:00	0.000	0.015	0.331	0.086	0.159	0.143	0.174	0.009	0.022	0.283	0.034	0.267	0.271	0.264	0.041
04:00-05:00	0.006	0.010	0.078	0.017	0.163	0.191	0.036	0.018	0.025	0.161	0.048	0.176	0.225	0.101	0.038
05:00-06:00	0.069	0.160	0.131	0.283	0.259	0.110	0.207	0.053	0.137	0.180	0.201	0.221	0.379	0.224	0.159
06:00-07:00	0.077	0.082	0.218	0.178	0.167	0.032	0.172	0.054	0.053	0.147	0.123	0.126	0.263	0.165	0.102
07:00-08:00	0.121	0.089	0.051	0.177	0.144	0.044	0.202	0.238	0.111	0.130	0.138	0.138	0.163	0.101	0.122
08:00-09:00	0.103	0.045	0.031	0.084	0.126	0.298	0.223	0.258	0.104	0.120	0.060	0.058	0.154	0.201	0.156
09:00-10:00	0.033	0.211	0.082	0.126	0.068	0.211	0.084	0.252	0.099	0.148	0.098	0.156	0.226	0.283	0.194
10:00-11:00	0.071	0.086	0.066	0.343	0.168	0.058	0.218	0.144	0.044	0.109	0.094	0.197	0.177	0.364	0.275
11:00-22:00	0.035	0.035	0.060	0.379	0.271	0.026	0.325	0.215	0.053	0.153	0.121	0.542	0.312	0.473	0.163
12:00-13:00	0.052	0.051	0.080	0.230	0.174	0.136	0.198	0.071	0.061	0.379	0.244	0.478	0.397	0.539	0.165
13:00-14:00	0.046	0.073	0.093	0.319	0.205	0.084	0.258	0.065	0.068	0.488	0.176	0.675	0.220	0.378	0.062
14:00-15:00	0.047	0.058	0.028	0.251	0.041	0.206	0.160	0.061	0.046	0.557	0.542	0.364	0.245	0.324	0.178
15:00-16:00	0.033	0.064	0.068	0.085	0.384	0.110	0.120	0.088	0.080	0.455	0.267	0.182	0.524	0.241	0.262
16:00-17:00	0.035	0.067	0.037	0.062	0.211	0.066	0.207	0.048	0.117	0.702	0.174	0.209	0.314	0.173	0.101
17:00-18:00	0.024	0.103	0.052	0.070	0.045	0.135	0.081	0.144	0.113	0.559	0.195	0.212	0.275	0.160	0.153
18:00-19:00	0.050	0.163	0.167	0.296	0.081	0.264	0.196	0.164	0.171	0.158	0.123	0.160	0.439	0.303	0.268
19:00-20:00	0.092	0.081	0.399	0.174	0.212	0.273	0.235	0.139	0.204	0.257	0.064	0.259	0.334	0.221	0.462
20:00-21:00	0.133	0.308	0.318	0.251	0.263	0.214	0.396	0.204	0.204	0.347	0.271	0.255	0.326	0.163	0.207
21:00-22:00	0.035	0.030	0.177	0.297	0.325	0.021	0.246	0.040	0.128	0.219	0.143	0.164	0.267	0.111	0.015
22:00-23:00	0.041	0.069	0.036	0.191	0.217	0.058	0.323	0.016	0.083	0.274	0.164	0.333	0.312	0.261	0.077
23:00-24:00	0.076	0.173	0.121	0.117	0.189	0.082	0.153	0.069	0.109	0.142	0.146	0.175	0.185	0.209	0.130
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	**0.049**	**0.105**	**0.156**	**0.187**	**0.194**	**0.159**	**0.198**	**0.119**	**0.104**	**0.288**	**0.167**	**0.254**	**0.289**	**0.255**	**0.171**

ΠΙΝΑΚΑΣ Β16.2 : Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher για την περίοδο 16/01/05 - 31/01/05 (Erlang)

ΩΡΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ															
	16-01-05	17-01-05	18-01-05	19-01-05	20-01-05	21-01-05	22-01-05	23-01-05	24-01-05	25-01-05	26-01-05	27-01-05	28-01-05	29-01-05	30-01-05	31-01-05
00:00-01:00	0.579	0.325	0.315	0.389	0.235	0.298	0.230	0.299	0.406	0.458	0.483	0.285	0.288	0.348	0.330	0.375
01:00-02:00	0.206	0.093	0.524	0.133	0.366	0.224	0.124	0.062	0.184	0.293	0.343	0.228	0.184	0.159	0.262	0.085
02:00-03:00	0.278	0.052	0.289	0.295	0.244	0.170	0.035	0.138	0.042	0.193	0.193	0.096	0.120	0.163	0.251	0.109
03:00-04:00	0.133	0.008	0.263	0.208	0.062	0.125	0.053	0.084	0.111	0.132	0.104	0.100	0.131	0.182	0.268	0.058
04:00-05:00	0.032	0.067	0.503	0.133	0.203	0.112	0.178	0.074	0.084	0.258	0.161	0.096	0.119	0.398	0.388	0.056
05:00-06:00	0.123	0.285	0.287	0.228	0.271	0.301	0.092	0.065	0.272	0.256	0.265	0.287	0.431	0.224	0.336	0.198
06:00-07:00	0.082	0.292	0.164	0.171	0.149	0.125	0.023	0.029	0.266	0.178	0.259	0.234	0.217	0.490	0.059	0.290
07:00-08:00	0.079	0.159	0.144	0.199	0.305	0.153	0.121	0.032	0.200	0.220	0.241	0.198	0.181	0.471	0.058	0.416
08:00-09:00	0.066	0.140	0.189	0.134	0.162	0.072	0.257	0.111	0.359	0.225	0.232	0.193	0.223	0.484	0.198	0.152
09:00-10:00	0.049	0.199	0.214	0.129	0.118	0.127	0.100	0.102	0.214	0.196	0.161	0.158	0.383	0.174	0.171	0.226
10:00-11:00	0.059	0.128	0.303	0.441	0.217	0.191	0.148	0.203	0.198	0.228	0.289	0.208	0.678	0.216	0.213	0.202
11:00-22:00	0.061	0.520	0.374	0.297	0.511	0.425	0.456	0.123	0.168	0.358	0.345	0.452	0.349	0.103	0.326	0.476
12:00-13:00	0.096	0.472	0.344	0.535	0.432	0.432	0.578	0.041	0.120	0.691	0.309	0.506	0.242	0.164	0.320	0.584
13:00-14:00	0.047	0.466	0.526	0.404	0.251	0.416	0.137	0.034	0.201	0.411	0.502	0.276	0.349	0.189	0.224	0.460
14:00-15:00	0.063	0.054	0.369	0.204	0.180	0.099	0.190	0.133	0.224	0.333	0.271	0.268	0.169	0.187	0.144	0.646
15:00-16:00	0.118	0.228	0.371	0.144	0.114	0.050	0.145	0.071	0.155	0.200	0.304	0.164	0.389	0.320	0.083	0.154
16:00-17:00	0.129	0.248	0.463	0.219	0.257	0.078	0.084	0.055	0.283	0.246	0.216	0.203	0.309	0.198	0.194	0.192
17:00-18:00	0.245	0.249	0.139	0.170	0.132	0.187	0.289	0.216	0.186	0.180	0.131	0.219	0.183	0.131	0.328	0.327
18:00-19:00	0.340	0.331	0.194	0.167	0.202	0.142	0.204	0.132	0.281	0.146	0.201	0.220	0.249	0.103	0.301	0.297
19:00-20:00	0.267	0.238	0.191	0.411	0.158	0.139	0.264	0.186	0.321	0.288	0.348	0.231	0.178	0.268	0.292	0.138
20:00-21:00	0.477	0.150	0.250	0.314	0.323	0.277	0.271	0.280	0.330	0.300	0.274	0.173	0.210	0.355	0.201	0.194
21:00-22:00	0.149	0.185	0.116	0.214	0.193	0.204	0.058	0.099	0.150	0.281	0.225	0.234	0.248	0.077	0.036	0.160
22:00-23:00	0.288	0.246	0.217	0.289	0.254	0.373	0.054	0.023	0.289	0.386	0.248	0.404	0.269	0.030	0.036	0.165
23:00-24:00	0.096	0.219	0.105	0.214	0.209	0.141	0.119	0.068	0.193	0.234	0.220	0.377	0.149	0.156	0.060	0.160
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	**0.169**	**0.223**	**0.286**	**0.252**	**0.231**	**0.202**	**0.175**	**0.111**	**0.218**	**0.279**	**0.263**	**0.242**	**0.260**	**0.233**	**0.212**	**0.255**



Σχήμα Β16.1 : Κίνηση από όλα τα τερματικά εκτός των Dispatcher – Ιανουάριος 2005

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β17</u> : ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05 – 13/03/05 ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΕΝΤΕ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΛΕΠΤΩΝ ΑΝΑ ΚΛΗΣΗ ΡΤΤ

ΠΙΝΑΚΑΣ Β17.1 : Συνολική Κίνηση TETRA Μετρό 07/03/05 – 13/03/05 (ERLANG) συμπεριλαμβανομένων των 5 δευτερολέπτων ανά κλήση ΡΤΤ

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΟΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.775	1.500	1.296	1.582	1.236	1.278	1.010	1.240
01:00-02:00	0.556	1.126	1.169	1.303	1.059	1.532	0.365	1.016
02:00-03:00	0.415	0.852	0.959	1.258	0.783	1.093	0.452	0.830
03:00-04:00	0.421	0.622	0.946	0.701	0.684	1.114	0.361	0.693
04:00-05:00	0.555	0.974	0.850	1.171	0.697	0.567	0.224	0.720
05:00-06:00	0.587	0.806	0.942	0.904	0.907	0.603	0.508	0.751
06:00-07:00	0.498	0.579	0.299	0.403	0.709	0.180	0.196	0.409
07:00-08:00	0.701	0.904	0.772	0.766	0.560	0.102	0.085	0.556
08:00-09:00	0.610	0.928	0.238	0.498	0.532	0.153	0.265	0.461
09:00-10:00	0.605	1.649	0.541	0.536	0.457	0.322	0.303	0.630
10:00-11:00	0.831	0.924	0.466	0.540	0.724	0.272	0.333	0.584
11:00-22:00	0.844	1.249	0.754	0.757	1.306	0.209	0.240	0.765
12:00-13:00	1.112	1.256	1.009	0.949	1.262	0.120	0.431	0.877
13:00-14:00	0.902	0.749	0.973	0.588	0.998	0.459	0.154	0.689
14:00-15:00	0.724	0.410	0.736	0.651	0.574	0.125	0.165	0.484
15:00-16:00	0.663	0.407	0.513	0.283	0.959	0.164	0.260	0.464
16:00-17:00	0.513	0.427	0.612	0.473	0.722	0.599	0.278	0.518
17:00-18:00	0.602	0.483	0.727	0.311	0.442	0.519	0.301	0.484
18:00-19:00	0.439	1.211	0.915	0.777	0.744	0.240	0.266	0.656
19:00-20:00	0.790	0.632	0.484	0.347	0.621	0.215	0.445	0.505
20:00-21:00	0.641	0.465	0.539	0.659	0.423	0.472	0.674	0.553
21:00-22:00	0.548	0.587	0.610	0.240	0.405	0.439	0.212	0.434
22:00-23:00	0.619	0.817	0.758	0.401	0.298	0.192	0.108	0.456
23:00-24:00	0.498	0.650	0.985	0.449	0.416	0.439	0.418	0.550
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.644	0.842	0.754	0.689	0.730	0.475	0.336	0.639

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β18 : ΚΙΝΗΣΗ ΑΠΟ ΕΚΑΣ ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΕΝΤΕ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΛΕΠΤΩΝ ΑΝΑ ΚΛΗΣΗ ΡΤΤ – ΠΕΡΙΟΔΟΣ 07/03/05 – 13/03/05

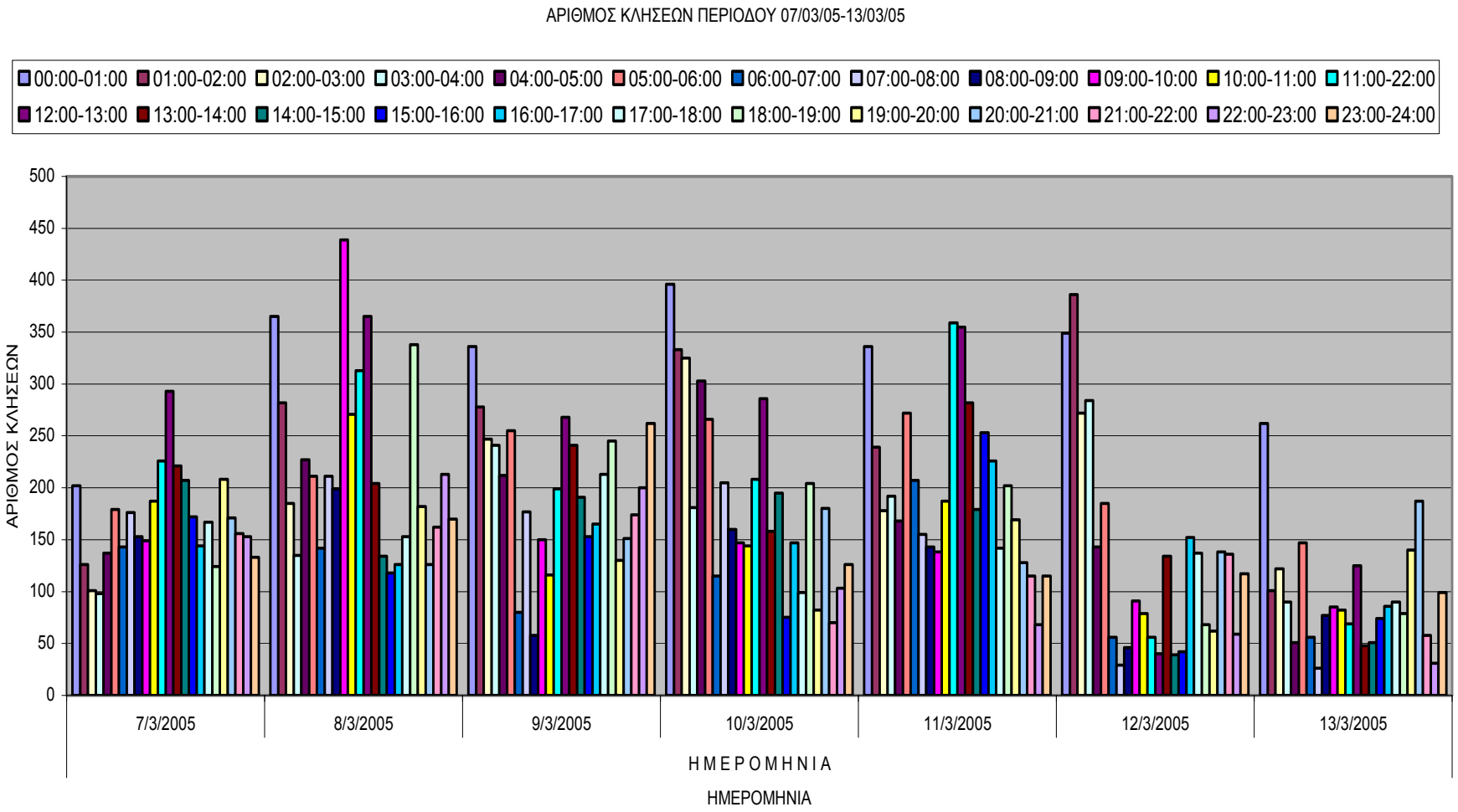
ΠΙΝΑΚΑΣ Β18.1 : Κίνηση από ΕΚΑΣ συμπεριλαμβανομένων και των 5 δευτερολέπτων ανά κλήση ΡΤΤ (ERLANG) – Περίοδος 07/03/05 έως 13/03/05

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ
	07-03-05	08-03-05	09-03-05	10-03-05	11-03-05	12-03-05	13-03-05	
00:00-01:00	0.0417	0.1619	0.1058	0.1367	0.0958	0.0989	0.1492	0.1129
01:00-02:00	0.0111	0.0211	0.0086	0.0089	0.0203	0.0422	0.0050	0.0167
02:00-03:00	0.0000	0.0000	0.0028	0.0303	0.0000	0.0033	0.0000	0.0052
03:00-04:00	0.0000	0.0031	0.0000	0.0000	0.0000	0.0078	0.0000	0.0015
04:00-05:00	0.0075	0.0089	0.0000	0.0114	0.0092	0.0186	0.0000	0.0079
05:00-06:00	0.0319	0.0458	0.0861	0.0808	0.0367	0.0000	0.0000	0.0402
06:00-07:00	0.0406	0.1247	0.0567	0.0581	0.0639	0.0000	0.0000	0.0491
07:00-08:00	0.1375	0.1611	0.1678	0.1083	0.0844	0.0083	0.0000	0.0954
08:00-09:00	0.0550	0.1428	0.0347	0.0233	0.0947	0.0289	0.0000	0.0542
09:00-10:00	0.0839	0.0828	0.0344	0.0583	0.0403	0.0322	0.0142	0.0494
10:00-11:00	0.2003	0.0000	0.0633	0.0442	0.0572	0.0447	0.0000	0.0585
11:00-22:00	0.0322	0.0658	0.0531	0.0367	0.0389	0.0406	0.0000	0.0382
12:00-13:00	0.0553	0.0831	0.0967	0.0503	0.0200	0.0000	0.0000	0.0436
13:00-14:00	0.0911	0.0536	0.0939	0.0583	0.0778	0.0350	0.0000	0.0585
14:00-15:00	0.0400	0.0072	0.0119	0.0000	0.0133	0.0000	0.0000	0.0104
15:00-16:00	0.0283	0.0233	0.0303	0.0075	0.0297	0.0522	0.0339	0.0293
16:00-17:00	0.0367	0.0347	0.1422	0.0297	0.0344	0.0569	0.0536	0.0555
17:00-18:00	0.0086	0.0100	0.0161	0.0042	0.0189	0.0669	0.0072	0.0188
18:00-19:00	0.0547	0.0458	0.1119	0.0511	0.0247	0.0000	0.0097	0.0426
19:00-20:00	0.0689	0.0461	0.0328	0.0686	0.0542	0.0094	0.0219	0.0431
20:00-21:00	0.0286	0.0000	0.0000	0.0472	0.0131	0.0042	0.0092	0.0146
21:00-22:00	0.0442	0.0089	0.0181	0.0111	0.0214	0.0000	0.0000	0.0148
22:00-23:00	0.1028	0.0592	0.1278	0.0564	0.0475	0.0000	0.0000	0.0562
23:00-24:00	0.0622	0.0072	0.0803	0.0156	0.0514	0.0406	0.0308	0.0412
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΡΑΣ	0.0526	0.0499	0.0573	0.0415	0.0395	0.0246	0.0139	0.0399

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β19 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΛΗΣΕΩΝ ΡΤΤ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 07/03/05–13/03/05

ΠΙΝΑΚΑΣ Β19.1 : Αριθμός Κλήσεων ΡΤΤ – Περίοδος 07/03/05 έως 13/03/05

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΟΣ ΩΡΙΑΙΟΣ ΕΒΔΟΜΑΔΟΣ
	07/03/05	08/03/05	09/03/05	10/03/05	11/03/05	12/03/05	13/03/05	
00:00-01:00	202	365	336	396	336	349	262	321
01:00-02:00	126	282	278	333	239	386	101	249
02:00-03:00	101	185	247	325	178	272	122	204
03:00-04:00	98	135	241	181	192	284	90	174
04:00-05:00	137	227	212	303	168	143	51	177
05:00-06:00	179	211	255	266	272	185	147	216
06:00-07:00	143	142	80	115	207	56	56	114
07:00-08:00	176	211	177	205	155	29	26	140
08:00-09:00	153	199	58	160	143	46	77	119
09:00-10:00	149	439	150	147	138	91	85	171
10:00-11:00	187	271	116	144	187	79	82	152
11:00-22:00	226	313	199	208	359	56	69	204
12:00-13:00	293	365	268	286	355	40	125	247
13:00-14:00	221	204	241	158	282	134	48	184
14:00-15:00	207	134	191	195	179	39	51	142
15:00-16:00	172	118	153	75	253	42	74	127
16:00-17:00	144	126	165	147	226	152	86	149
17:00-18:00	167	153	213	99	142	137	90	143
18:00-19:00	124	338	245	204	202	68	79	180
19:00-20:00	208	182	130	82	169	62	140	139
20:00-21:00	171	126	151	180	128	138	187	154
21:00-22:00	156	162	174	70	115	136	58	124
22:00-23:00	153	213	200	103	68	59	31	118
23:00-24:00	133	170	262	126	115	117	99	146
ΜΕΣΟΣ ΩΡΙΑΙΟΣ ΗΜΕΡΑΣ	168	220	198	188	200	129	93	171



Σχήμα Β19.1 : Αριθμός κλήσεων ανά ώρα – Περίοδος 07/03/05 έως 13/03/05

ΠΙΝΑΚΑΣ Β19.2 : Συνολική διάρκεια κλήσεων PTT (σε δευτερόλεπτα) – Περίοδος 07/03/05 έως 13/03/05

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΟΣ
	07/03/05	08/03/05	09/03/05	10/03/05	11/03/05	12/03/05	13/03/05	
00:00-01:00	1780	3576	2985	3716	2768	2857	2327	2858
01:00-02:00	1373	2642	2817	3025	2619	3584	808	2410
02:00-03:00	990	2142	2218	2904	1929	2575	1016	1968
03:00-04:00	1024	1565	2201	1619	1501	2591	850	1622
04:00-05:00	1313	2372	2000	2701	1669	1327	550	1705
05:00-06:00	1219	1846	2117	1924	1905	1247	1095	1622
06:00-07:00	1078	1376	678	875	1517	367	424	902
07:00-08:00	1643	2199	1894	1734	1240	223	175	1301
08:00-09:00	1430	2347	568	993	1201	320	569	1061
09:00-10:00	1433	3742	1199	1194	954	703	666	1413
10:00-11:00	2058	1971	1097	1225	1673	585	790	1343
11:00-22:00	1907	2930	1718	1684	2908	471	518	1734
12:00-13:00	2538	2695	2292	1985	2768	231	928	1920
13:00-14:00	2142	1678	2298	1327	2181	983	315	1561
14:00-15:00	1573	806	1693	1369	1171	254	340	1029
15:00-16:00	1525	874	1081	642	2189	379	565	1036
16:00-17:00	1127	906	1379	966	1469	1398	571	1117
17:00-18:00	1332	972	1553	626	882	1185	634	1026
18:00-19:00	959	2669	2068	1776	1670	523	563	1461
19:00-20:00	1805	1365	1094	838	1389	464	901	1122
20:00-21:00	1453	1043	1187	1472	882	1010	1492	1220
21:00-22:00	1191	1304	1326	513	883	902	474	942
22:00-23:00	1465	1876	1727	930	733	395	232	1051
23:00-24:00	1128	1489	2236	985	922	994	1008	1252
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΗΜΕΡΑΣ	1479	1933	1726	1543	1626	1065	742	1445

ΠΙΝΑΚΑΣ Β19.3 : Μέση διάρκεια κλήσεων PTT (σε δευτερόλεπτα) – Περίοδος 07/03/05 έως 13/03/05

ΩΡΑ	Η Μ Ε Ρ Ο Μ Η Ν Ι Α							ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΕΒΔΟΜΑΔΟΣ
	07/03/05	08/03/05	09/03/05	10/03/05	11/03/05	12/03/05	13/03/05	
00:00-01:00	8.8	9.8	8.9	9.4	8.2	8.2	8.9	8.9
01:00-02:00	10.9	9.4	10.1	9.1	11.0	9.3	8.0	9.7
02:00-03:00	9.8	11.6	9.0	8.9	10.8	9.5	8.3	9.7
03:00-04:00	10.4	11.6	9.1	8.9	7.8	9.1	9.4	9.5
04:00-05:00	9.6	10.4	9.4	8.9	9.9	9.3	10.8	9.8
05:00-06:00	6.8	8.7	8.3	7.2	7.0	6.7	7.4	7.5
06:00-07:00	7.5	9.7	8.5	7.6	7.3	6.6	7.6	7.8
07:00-08:00	9.3	10.4	10.7	8.5	8.0	7.7	6.7	8.8
08:00-09:00	9.3	11.8	9.8	6.2	8.4	7.0	7.4	8.6
09:00-10:00	9.6	8.5	8.0	8.1	6.9	7.7	7.8	8.1
10:00-11:00	11.0	7.3	9.5	8.5	8.9	7.4	9.6	8.9
11:00-22:00	8.4	9.4	8.6	8.1	8.1	8.4	7.5	8.4
12:00-13:00	8.7	7.4	8.6	6.9	7.8	5.8	7.4	7.5
13:00-14:00	9.7	8.2	9.5	8.4	7.7	7.3	6.6	8.2
14:00-15:00	7.6	6.0	8.9	7.0	6.5	6.5	6.7	7.0
15:00-16:00	8.9	7.4	7.1	8.6	8.7	9.0	7.6	8.2
16:00-17:00	7.8	7.2	8.4	6.6	6.5	9.2	6.6	7.5
17:00-18:00	8.0	6.4	7.3	6.3	6.2	8.6	7.0	7.1
18:00-19:00	7.7	7.9	8.4	8.7	8.3	7.7	7.1	8.0
19:00-20:00	8.7	7.5	8.4	10.2	8.2	7.5	6.4	8.1
20:00-21:00	8.5	8.3	7.9	8.2	6.9	7.3	8.0	7.9
21:00-22:00	7.6	8.0	7.6	7.3	7.7	6.6	8.2	7.6
22:00-23:00	9.6	8.8	8.6	9.0	10.8	6.7	7.5	8.7
23:00-24:00	8.5	8.8	8.5	7.8	8.0	8.5	10.2	8.6
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΗΜΕΡΑΣ	8.9	8.8	8.7	8.1	8.2	7.8	7.9	8.3

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Digital Mobile Communications and the TETRA System
John Dunlop, Demessie Girma, James Irvine
Wiley Publication

Wireless Communications
Theodore S. Pappaport
Prentice Hall Publication

Land-Mobile Radio System Engineering
Garry C. Hes

Συστήματα Κινητών Ραδιοεπικοινωνιών
Κανάτας Αθανάσιος, Κωνσταντίνου Φίλιππος
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Κινητές Τηλεπικοινωνίες, Μοντέλα Ραδιοκάλυψης
Κωνσταντίνου Φίλιππος
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Αυτόματη Τηλεφωνία, Τόμος 1
Ε. Χ. Μπίλλης
Εκδόσεις Συμμετρία

Θεωρία Τηλεφωνικής Κίνησης
Ε. Δ. Συκκάς
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

“Dimetra” EBTS System Manual
Motorola

“Dimetra” EBTS Service Manual
Motorola

Optical Master Unit User manual
MIKOM

Wideband Remote Unit “MOR200BP” User Manual
MIKOM