



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Μετρήσεις και Ανάλυση Ποιότητας Υπηρεσιών σε Ευρυζωνικά Δίκτυα Κινητών Επικοινωνιών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ελένη Δ. Αυγέρη

Μαριλένα Π. Καλλένου

Επιβλέπων : Φ. Κωνσταντίνου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 5 Μαρτίου 2009



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Μετρήσεις και Ανάλυση Ποιότητας Υπηρεσιών σε Ευρυζωνικά Δίκτυα Κινητών Επικοινωνιών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ελένη Δ. Αυγέρη

Μαριλένα Π. Καλλένου

Επιβλέπων : Φ. Κωνσταντίνου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 5^η Μαρτίου 2009.

.....

Φίλιππος Κωνσταντίνου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Μιχαήλ Θεολόγου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Αθανάσιος Παναγόπουλος

Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μαρτίος 2009

Ελένη Δ. Αυγέρη

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Μαριλένα Π. Καλλένου

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ελένη Δ. Αυγέρη, Μαριλένα Π. Καλλένου, 2009
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

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή κ. Φίλιππο Κωνσταντίνου για την δυνατότητα που μας έδωσε να εκπονήσουμε την παρούσα διπλωματική εργασία και την παροχή του απαραίτητου εξοπλισμού. Επίσης ευχαριστούμε τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Χαράλαμπο Πήτα για την πολύτιμη βοήθεια του τόσο κατά την διάρκεια των μετρήσεων όσο και κατά την συγγραφή της διπλωματικής εργασίας. Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας για την στήριξη τους σε όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

Μαριλένα Καλλένου
Ελένη Αυγέρη

Abstract

In this diploma thesis we study the performance of beyond 3G mobile broadband access networks. The measurements have been conducted by using special equipment which enables us to achieve QoS evaluation, RF and network optimization. A survey take place so as to assess the quality of packet switched (PS) services regarding file transferring via FTP and web browsing using HTTP. Static and mobile data-tests measurements are performed in urban/suburban and indoor environment. Post processing procedure is based on a relational time-spatial database management system which offers enhanced drill down analysis, data mining and correlation. A crucial point of the analysis is Key Performance Indicators (KPIs) characterization. KPIs are based on the accessibility, the retainability and the integrity which are the major evaluation factors in High Speed Packet Access (HSPA) networks.

Index Terms

Broadband Mobile Communication Networks, High Speed Packet Access (HSPA), Quality of Service (QoS), Key Performance Indicators (KPIs).

Περίληψη

Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι η μελέτη της επίδοσης των ευρυζωνικών δικτύων κινητών επικοινωνιών πέραν της 3^{ης} Γενιάς. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με χρήση ειδικού μετρητικού εξοπλισμού που μας δίνει την δυνατότητα για αποτίμηση της ποιότητας υπηρεσιών και βελτιστοποίησης του δικτύου. Η μελέτη επικεντρώνεται στην αποτίμηση της ποιότητας υπηρεσιών μεταγωγής πακέτου, όπως μεταφορά αρχείου μέσω FTP και πλοήγηση διαδικτύου με χρήση HTTP. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν στατικές μετρήσεις και μετρήσεις εν κινήσει, σε αστικό και ημιαστικό περιβάλλον, καθώς και στο εσωτερικό χώρο του εργαστηρίου. Η μετέπειτα επεξεργασία των μετρήσεων βασίστηκε σε ένα σχεσιακό χωροχρονικό σύστημα διαχείρισης δεδομένων το οποίο προσφέρει τη δυνατότητα επιλογής συγκεκριμένων δεδομένων και σε βάθος ανάλυση τους για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την επίδοση του δικτύου. Κρίσιμο σημείο σε αυτή την ανάλυση αποτελούν οι βασικοί δείκτες επίδοσης (KPIs: Key Performance Indicators). Οι δείκτες αυτοί βασίζονται στην προσβασιμότητα, τη διατηρησιμότητα και την ακεραιότητα.

Λέξεις Κλειδιά

Ευρυζωνικά Δίκτυα Κινητών Επικοινωνιών, HSPA: High Speed Packet Access, Ποιότητα Υπηρεσίας (QoS: Quality of Service), Βασικοί Δείκτες Επίδοσης (KPIs: Key Performance Indicators).

Εισαγωγή – Σκοπός Διπλωματικής εργασίας

Στη σημερινή εποχή τα ασύρματα κυψελωτά δίκτυα 3^{ης} Γενιάς γνωρίζουν μεγάλη επιτυχία και έχουν επεκταθεί σε πλήθος νέων υπηρεσιών.

Κάποιες από αυτές τις υπηρεσίες απαιτούν υψηλότερο ρυθμό μετάδοσης, μειωμένη καθυστέρηση και αυξημένη φασματική απόδοση. Η τεχνολογία HSPA (High Speed Packet Access) αποτελεί ένα νέο τρόπο γρήγορης μετάδοσης δεδομένων που εκδόθηκε από το 3rd Generation Partnership Project (3GPP), με σκοπό την ενδυνάμωση των ρυθμών δεδομένων ανόδου και καθόδου του UMTS και τη βελτίωση των υπηρεσιών υψηλού ρυθμού μετάδοσης πακέτου και αποτελεί την εξέλιξη των συστημάτων Τρίτης Γενιάς (Beyond 3G).

Σκοπός της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας είναι η μέτρηση και η ανάλυση της ποιότητας υπηρεσιών στα σύγχρονα ευρυζωνικά δίκτυα κινητών επικοινωνιών.

Η διεξαγωγή των μετρήσεων και η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση εξοπλισμού SwissQual.

Η μελέτη για την εξαγωγή των συμπερασμάτων επικεντρώνεται στους βασικούς δείκτες ποιότητας (KPIs).

Στο Κεφάλαιο 1 γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή στα συστήματα κινητών επικοινωνιών. Στη συνέχεια αναλύεται η τεχνολογία HSPA με έμφαση στα νέα χαρακτηριστικά που τη διαφοροποιούν από τις προηγούμενες. Έπειτα παρουσιάζεται μια συγκριτική μελέτη των τεχνολογιών HSDPA και WCDMA και τέλος αναφερόμαστε στα χαρακτηριστικά του HSUPA.

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται μια εισαγωγή στην έννοια της ποιότητας υπηρεσίας (QoS) για συστήματα κινητών επικοινωνιών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βασικοί δείκτες ποιότητας υπηρεσίας (KPIs). Επίσης γίνεται εκτενής αναφορά στους δείκτες ποιότητας που ορίζει η ελληνική νομοθεσία.

Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται διεξοδικά ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή των μετρήσεων και η μετέπειτα ανάλυσή τους, με σκοπό την διεξαγωγή συμπερασμάτων για την ποιότητα των διαφόρων υπηρεσιών που παρέχονται από τους παρόχους.

Στο Κεφάλαιο 4 περιγράφεται η λειτουργία βασικών υπηρεσιών, όπως FTP και HTTP, καθώς και τα είδη των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν.

Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των μετρήσεων, με χρήση διαγραμμάτων και χαρτών.

Στο Κεφάλαιο 6 εξάγονται γενικά συμπεράσματα για την συνολική λειτουργία και την αποδοτικότητα του δικτύου με την παρουσία του HSDPA και προτείνονται ανοιχτά πεδία για μελλοντική έρευνα.

Τέλος υπάρχει ένα παράρτημα στο οποίο παρουσιάζονται περισσότερες λεπτομέρειες για κάποια θέματα. Στο πρώτο μέρος παρουσιάζονται οι πίνακες που προτείνονται από την ΕΕΤΤ για την παρουσίαση και δημοσίευση των δεικτών ποιότητας. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με όλους τους δείκτες ποιότητας που μετρά και υπολογίζει το σύστημα μας. Τέλος παρουσιάζονται τα διάφορα είδη έτοιμων αναφορών που υποστηρίζει το σύστημα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ.....	1
1.1	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ (GSM, GPRS, UMTS).....	1
1.2	ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ (HSPA).....	2
1.3	ΔΟΜΗ ΚΑΝΑΛΙΩΝ.....	3
1.4	ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	5
1.4.1	<i>Προσαρμοστική Διαμόρφωση και Κωδικοποίηση (AMC)</i>	5
1.4.2	<i>Ταχεία Υβριδική Επανεκπομπή Πακέτων (HARQ)</i>	6
1.4.3	<i>Ταχεία Δρομολόγηση Κίνησης (Fast Scheduling)</i>	6
1.5	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΟΡΩΝ.....	7
1.6	ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ HSDPA ΚΑΙ WCDMA.....	9
1.7	HSUPA.....	9
1.8	LONG TERM EVOLUTION (LTE).....	11
2	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ.....	13
2.1	Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ QOS.....	13
2.2	KPIS.....	14
2.3	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ: ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΕΘΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ.....	15
2.3.1	<i>Δείκτες Ποιότητας Υπηρεσίας Συστημάτων Κινητών Επικοινωνιών</i>	16
2.3.2	<i>Δείκτες Ποιότητας Σταθερών Ευρυζωνικών Υπηρεσιών</i>	23
3	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	27
3.1	ΜΕΤΡΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	27
3.2	TEST MANAGER.....	30
3.2.1	<i>Εισαγωγή</i>	30
3.2.2	<i>Campaigns, Tasks, Jobs και Tests</i>	30
3.2.3	<i>Διαμόρφωση δικτύου</i>	31
3.2.4	<i>Διαμόρφωση εργασιών και δοκιμών</i>	35
3.3	ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	54
3.3.1	<i>Δομή της βάσης δεδομένων</i>	54
3.3.2	<i>Βασικοί Δείκτες Απόδοσης - Key Performance Indicators</i>	59
3.3.3	<i>Δείκτες στο στρώμα 3 (Layer 3)</i>	68
3.3.4	<i>Δείκτες στο στρώμα 1 (Layer 1)</i>	69
3.3.5	<i>Υπολογισμός KPI</i>	70
3.3.6	<i>Αναφορές</i>	72

4	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	73
4.1	ΕΙΔΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	73
4.1.1	Δοκιμές Δεδομένων (<i>Data Tests</i>)	73
4.1.2	Δοκιμές φωνής	80
4.2	ΚΑΜΠΑΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	82
5	ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	87
5.1	VOICE	87
5.1.1	<i>Accessibility</i>	87
5.1.2	<i>Retainability</i>	88
5.1.3	<i>Integrity</i>	88
5.2	ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΧΡΗΣΤΗ	92
5.2.1	<i>PDP Context Activation</i>	92
5.2.2	<i>FTP DOWNLOAD</i>	93
5.2.3	<i>FTP UL</i>	96
5.2.4	<i>HTTP</i>	99
5.2.5	<i>PING</i>	101
5.2.6	<i>Μελέτη προσφερόμενης τεχνολογίας και ποιότητας HSPA</i>	102
5.3	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΕ ΧΑΡΤΕΣ	102
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	107
7	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	109
8	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	111
8.1	ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ ΔΕΙΚΤΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΒΑΣΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΕΕΤΤ	111
	<i>Δείκτες Ποιότητας Υπηρεσίας Συστημάτων Κινητών Επικοινωνιών</i>	111
	<i>Δείκτες Ποιότητας Σταθερών Ευρυζωνικών Υπηρεσιών</i>	117
8.2	ΚΡΙΣ (ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ)	119
	<i>Accessibility</i>	119
	<i>Retainability</i>	126
	<i>Integrity</i>	129
8.3	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	138

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1-1 Πορεία ανάπτυξης δικτύων κινητών τηλεπικοινωνιών.....	2
Εικόνα 1-2 Κανάλια HSPA	4
Εικόνα 1-3 Επικοινωνία χρήστη με το σταθμό βάσης.....	4
Εικόνα 1-4 Προσαρμοστική Διαμόρφωση και Κωδικοποίηση	5
Εικόνα 1-5 Ταχεία Υβριδική Επανεκπομπή Πακέτων	6
Εικόνα 1-6 Εξέλιξη τεχνολογιών Κινητών Επικοινωνιών.....	11
Εικόνα 1-7 Σύγκριση ρυθμών μετάδοσης uplink-downlink μεταξύ HSPA και LT ...	12
Εικόνα 2-1 Επίπεδα επικοινωνίας μετρητικού συστήματος.....	28
Εικόνα 2-2 Επικοινωνία μονάδων μετρητικού συστήματος – Λεπτομέρειες.....	28
Εικόνα 2-3 PCM μονάδες μετρήσεων	29
Εικόνα 2-4 Δομή της βάσης δεδομένων	55
Εικόνα 2-5 Διαδικασία επιλογής δεδομένων από την βάση δεδομένων	56
Εικόνα 2-6 KPIs στο σύστημα ανάλυσης.....	59
Εικόνα 2-7 Μηνύματα ενεργοποίησης κλήσης.....	60
Εικόνα 2-8 Οι φάσεις μιας σύνδεσης TCP.	61
Εικόνα 2-9 Protocol info στο σύστημα ανάλυσης.....	62
Εικόνα 2-10 Αποστολή μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.....	62
Εικόνα 2-11 Διαδικασία λήψης Email.....	63
Εικόνα 2-12 FTP downlink σύνδεση.....	64
Εικόνα 2-13 FTP uplink.....	65
Εικόνα 2-14 HTTP.....	65
Εικόνα 2-15 Ανταλλαγές μηνυμάτων στην υπηρεσία ping	66
Εικόνα 2-16 Round Trip Time στο σύστημα ανάλυσης.....	66
Εικόνα 2-17 Διαδικασία UDPDL	67
Εικόνα 2-18 Δοκιμή WAP	67
Εικόνα 2-19 Δείκτες στο layer 3 στο scanner	69
Εικόνα 2-20 Δείκτες του Layer 1 στο σύστημα ανάλυσης.....	70
Εικόνα 2-21 Διάγραμμα PDF	71
Εικόνα 2-22 Διάγραμμα CDF	72
Εικόνα 3-1 Δείκτες Dial-up στο παράθυρο ανάλυσης.....	74
Εικόνα 3-2 Ενεργοποίηση πλαισίου GPRS PDP	75
Εικόνα 3-3 Η επιλογή δεικτών για την κλήση.....	76
Εικόνα 3-4 Διάγραμμα δοκιμής ping	76
Εικόνα 3-5 Διάγραμμα δοκιμής FTP	77
Εικόνα 3-6 Η δοκιμή FTP στο σύστημα ανάλυσης.....	79
Εικόνα 3-7 Διάγραμμα δοκιμής HTTPBrowser	80
Εικόνα 3-8 Χρονικές παράμετροι στις δοκιμές φωνής.....	81

Εικόνα 3-9 Αποτυχημένες κλήσεις.....	82
Εικόνα 3-10 Φωτογραφία οχήματος πριν την έναρξη των μετρήσεων.....	83
Εικόνα 3-11 Διαδρομή που ακολουθήσαμε για τις μετρήσεις.....	84
Εικόνα 3-12 Τροποποίηση του συστήματος για διεξαγωγή μετρήσεων.....	85
Εικόνα 3-13 Session μετρήσεων δεδομένων.....	85
Εικόνα 3-14 Session δοκιμών φωνητικών κλήσεων.....	86

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 5-1 Setup Failure Rate και Setup Time για κλήση φωνής.....	87
Γράφημα 5-2 Call Duration και Drop rate για κλήσεις φωνής.....	88
Γράφημα 5-3 PDF κατανομή του RxLevSub	89
Γράφημα 5-4 CDF κατανομή του RxLevSub.....	89
Γράφημα 5-5 Κατανομή των δειγμάτων βάση του RxLevSub.....	89
Γράφημα 5-6 PDF κατανομή του δείκτη Listening Quality κατά P.862.1	90
Γράφημα 5-7 CDF κατανομή του δείκτη Listening Quality κατά P.862.1	90
Γράφημα 5-8 Κατανομή των δειγμάτων βάση του δείκτη Listening Quality κατά P.862.1	91
Γράφημα 5-9 PDF κατανομή για το δείκτη Listening Quality κατά SQuadLQ.....	91
Γράφημα 5-10 CDF κατανομή για το δείκτη Listening Quality κατά SQuadLQ	91
Γράφημα 5-11 Κατανομή των δειγμάτων βάση του δείκτη Listening Quality κατά SQuadLQ	92
Γράφημα 5-12 PDP Context Activation και Success rate	92
Γράφημα 5-13 Average Service Setup Time και Setup Failure Rate για FTP Download.....	93
Γράφημα 5-14 Data Transferred και Drop Rate για FTP Download.....	94
Γράφημα 5-15 Μέσο throughput, μέγιστο throughput και Overall Service Success για FTP Download.....	95
Γράφημα 5-16 PDF και CDF κατανομή για FTP Download throughput.....	96
Γράφημα 5-17 Setup Time και Setup Failure Rate για FTP upload.....	97
Γράφημα 5-18 Data Transferred και Drop Rate για FTP Upload.....	97
Γράφημα 5-19 Μέσο throughput, μέγιστο throughput και Overall Service Success για FTP Upload.....	98
Γράφημα 5-20 PDF και CDF κατανομή για FTP upload throughput.....	98
Γράφημα 5-21 Μέσος χρόνος Avg Service Steup Time και Setup Failure Rate.....	99
Γράφημα 5-22 Drop Rate και Data Transferred για HTTP	100
Γράφημα 5-23 Μέσος και ελάχιστος Download Time HTTP session και ποσοστό επιτυχίας.....	100
Γράφημα 5-24 Μέσος όρος και 95% Cut-Off του RTT	101
Γράφημα 5-25 Αριθμός των tests και Success Rate	102
Γράφημα 5-26 Κατανομή της προσφερόμενης από το δίκτυο τεχνολογίας.....	102

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1-1 Συγκριτική μελέτη ρυθμών μετάδοσης.....	9
Πίνακας 1-2 Συγκριτική μελέτη χαρακτηριστικών HSDPA και HSUPA.....	11
Πίνακας 3-1 Ρυθμίσεις προσθήκης operator.....	31
Πίνακας 3-2 Ρυθμίσεις προσθήκης provider.....	32
Πίνακας 3-3 Ρυθμίσεις προσθήκης νέου σημείου πρόσβασης.....	33
Πίνακας 3-4 Ρυθμίσεις προσθήκης συνδρομητή.....	34
Πίνακας 3-5 Ρυθμίσεις προσθήκης μονάδας.....	35
Πίνακας 3-6 Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων.....	37
Πίνακας 3-7 Γενικές ρυθμίσεις intrusive εργασιών.....	37
Πίνακας 3-8 Ρυθμίσεις του παραθύρου διάρκεια κλήσης intrusive εργασίες.....	39
Πίνακας 3-9 Γενικές ρυθμίσεις intrusive εργασιών.....	39
Πίνακας 3-10 Ρυθμίσεις συμπεριφοράς για αποτυχημένες κλήσεις.....	40
Πίνακας 3-11 Ρυθμίσεις intrusive δοκιμών.....	41
Πίνακας 3-12 Γενικές ρυθμίσεις non intrusive εργασιών.....	42
Πίνακας 3-13 Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων non intrusive εργασιών.....	42
Πίνακας 3-14 Ρυθμίσεις non intrusive δοκιμών.....	43
Πίνακας 3-15 Γενικές ρυθμίσεις κλήσης σε οποιονδήποτε αριθμό.....	44
Πίνακας 3-16 Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων για κλήση σε οποιονδήποτε αριθμό... ..	45
Πίνακας 3-17 Ρυθμίσεις δοκιμής κλήσης σε οποιονδήποτε αριθμό.....	45
Πίνακας 3-18 Γενικές ρυθμίσεις δοκιμών πρόσβασης.....	45
Πίνακας 3-19 Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων δοκιμής πρόσβασης.....	46
Πίνακας 3-20 Ρυθμίσεις δοκιμής της δοκιμής πρόσβασης.....	46
Πίνακας 3-21 Καρτέλα χρονοδιαγραμμάτων των εργασιών δεδομένων.....	47
Πίνακας 3-22 Ρυθμίσεις δοκιμών δεδομένων.....	48
Πίνακας 3-23 Ρυθμίσεις δοκιμής Ping.....	49
Πίνακας 3-24 Ρυθμίσεις δοκιμής Ping Trace.....	49
Πίνακας 3-25 Ρυθμίσεις δοκιμής FTP.....	50
Πίνακας 3-26 Ρυθμίσεις δοκιμής HTTPBrowser.....	51
Πίνακας 3-27 Ρυθμίσεις δοκιμής UDP Downlink.....	52
Πίνακας 3-28 Ρυθμίσεις δοκιμής UDP Plus.....	53
Πίνακας 4-1 Πίνακας προσφερόμενων εργασιών δεδομένων.....	74
Πίνακας 4-2 Πίνακας Αποτελεσμάτων Ping test.....	77
Πίνακας 4-3 Πίνακας αποτελεσμάτων FTP test.....	78
Πίνακας 4-4 Ανάλυση αποτελεσμάτων HTTP.....	80
Πίνακας 5-1 Πραγματικό και θεωρητικό μέγιστο throughput για κάθε κατηγορία HSDPA.....	94
Πίνακας 5-2 PDF και CDF κατανομή για FTP Download throughput.....	96

Πίνακας 5-3 PDF και CDF κατανομή για FTP upload throughput	99
--	----

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 5-1 Απεικόνιση του δείκτη CQI (Channel Quality Indicator) στο MapInfo.	103
Χάρτης 5-2 Απεικόνιση του δείκτη CQI (Channel Quality Indicator) στο Google Earth.....	104
Χάρτης 5-3 Απεικόνιση του δείκτη LQ (Listening Quality) στο Google Earth.....	105

Ακρωνύμια

QoS Quality of Service

RF Radio Frequency

PS Packet Switched

FTP File Transfer Protocol

HTTP Hypertext Transfer Protocol

KPIs Key Performance Indicators

HSPA High Speed Packet Access

HSDPA High Speed Downlink Packet Access

HSDPA High Speed Uplink Packet Access

WCDMA Wideband Code Division Multiple Access

GSM Global System for Mobile

EDGE Enhanced Data Rates for GSM Evolution

GPRS General Packet Radio Services

HSCSD High-Speed Circuit-Switched Data

CDMA Code division multiple access

TDMA Time division multiple access

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

HS-DSCH High-Speed Downlink Shared Channel

HS-SCCH High-Speed Shared Control Channel

HS-DPCCH High-Speed Dedicated Physical Control Channel

AMC Adaptive Modulation and Coding

HARQ Hybrid Automatic Repeat request

RTT Round Trip Time

UE User Equipment

CQI Quality Indicator

EETT Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων

PCM Pulse Code Modulation

TCP Transmission Control Protocol

3GPP Third Generation Partnership Project

QPSK Quadrature Phase Shift Keying

LTE Long Term Evolution

VoIP Voice Over IP

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

1.1 Ιστορική Αναδρομή (GSM, GPRS, UMTS)

Σήμερα τα κινητά τηλέφωνα παίζουν σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων και σε η διεύθυνση σε πάρα πολλές χώρες υπερβαίνει το 80%.

Το πρώτο παγκοσμίως κυψελωτό σύστημα που λειτούργησε ήταν στην Ιαπωνία το 1979 από την Nippon Telephone and Telegraph (NTT). Το 1981 η Ericsson ανέπτυξε το πρώτο Ευρωπαϊκό κυψελωτό σύστημα το NMT450. Το 1983 αναπτύχθηκε το πρώτο δοκιμαστικό κυψελωτό σύστημα στην Αμερική, το AMPS από την AT&T στο Σικάγο. Τα πιο πάνω ανήκουν στην 1^η γενιά κυψελωτών συστημάτων, με βασικά χαρακτηριστικά την αναλογική διαμόρφωση FM και την τεχνική διαίρεσης συχνότητας FDD (Frequency Division Duplex).

Στις αρχές του 1980 είχε γίνει εμφανής η αδυναμία των αναλογικών κυψελωτών συστημάτων να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις των χρηστών, λόγω των τεσσάρων περιορισμών που τα χαρακτήριζαν

- Εξαιρετικά περιορισμένο φάσμα προς απόδοση, και συνεπώς χαμηλή χωρητικότητα συστημάτων
- Η αντίληψη των χρηστών ότι ήταν περιορισμένης χρησιμότητας λόγω της χαμηλής ποιότητας υπηρεσιών, αλλά και του αριθμού των προσφερόμενων υπηρεσιών
- Αδυναμία να μειώσουν το κόστος των τερματικών και της υποδομής των δικτύων
- Ασυμβατότητα μεταξύ των διαφόρων αναλογικών συστημάτων

Ήταν συνεπώς αναμενόμενη η στροφή της βιομηχανίας στις ψηφιακές τεχνικές που αποδείχθηκαν ιδιαίτερα αποτελεσματικές και στα ενσύρματα συστήματα επικοινωνιών. Από τις προσπάθειες αντιμετώπισης των προβλημάτων και μετά από έντονες διεργασίες γεννήθηκαν τα συστήματα 2^{ης} γενιάς τα οποία βασίζονται όλα σε ψηφιακές τεχνικές.

Το σύστημα GSM σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε εξολοκλήρου στην Ευρώπη και είναι το πλέον πετυχημένο κυψελωτό σύστημα παγκοσμίως. Η σχεδίαση του ξεκίνησε το 1982 ως πανευρωπαϊκή προδιαγραφή και λειτούργησε το 1992 σαν το πρώτο ψηφιακό κυψελωτό σύστημα. Η δεύτερη γενιά χαρακτηρίζει τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, που επιτρέπουν την παροχή φωνητικών, data και fax υπηρεσιών, καθώς και τη πρόσβαση σε μια ευρεία γκάμα υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Νέες τεχνολογίες, όπως το EDGE, το GPRS και το HSCSD αναβαθμίζουν τις δυνατότητες

των δικτύων δεύτερης γενιάς, επιτρέποντας τη μεταφορά δεδομένων σε ακόμη υψηλότερες ταχύτητες. Δίκτυα δεύτερης γενιάς θεωρούνται και τα CDMA IS-95 (CDMAone), DAMPS IS-136 (US-TDMA) και PDC. Το αμερικανικό TDMA (IS-136) κατασκευάστηκε ουσιαστικά ως αναβάθμιση των υπαρχόντων στη χώρα αναλογικών δικτύων πρώτης γενιάς, επιτρέποντας τη συμβατότητα και την παράλληλη λειτουργία με αυτά.

Παρά την τεράστια επιτυχία που γνώρισε η 2^η γενιά κινητής τηλεφωνίας η δυνατότητα υποστήριξης υπηρεσιών δεδομένων σε αυτή είναι περιορισμένη. Ακόμα γεννάται η ανάγκη για παροχή υπηρεσιών με υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης, ώστε να μεταδίδονται εικόνες υψηλής ποιότητας και video πραγματικού χρόνου, ή να παρέχεται πρόσβαση στο διαδίκτυο με υψηλές ταχύτητες που οδηγεί στη σχεδίαση των συστημάτων 3^{ης} γενιάς.

Το 3G περιγράφει τις τεχνολογίες και τα διεθνή πρότυπα, που έχουν αναπτυχθεί για τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών, οι οποίες παρέχονται από τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας. Το 3G μπορεί να αναβαθμίσει τις υπάρχουσες εφαρμογές, προσφέροντας ασύγκριτα υψηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων, καθώς και μεγαλύτερη χωρητικότητα για την απρόσκοπτη διεξαγωγή φωνητικών και data κλήσεων.

Όντας γενικός όρος, το 3G καλύπτει μια ευρεία γκάμα ασύρματων τεχνολογιών, μεταξύ των οποίων τα WCDMA, CDMA2000, UMTS και EDGE. Το WCDMA ή **Wideband Code Multiple Division Access**, έχει ήδη επιλεγεί ως το σύστημα τρίτης γενιάς που εφαρμόζεται στην Ευρώπη, Ιαπωνία και στις Η.Π.Α.



Εικόνα 1-1 Πορεία ανάπτυξης δικτύων κινητών τηλεπικοινωνιών

1.2 Σύγχρονα Δίκτυα Κινητών Επικοινωνιών (HSPA)

Η τεχνολογία High Speed Packet Access (HSPA) αποτελείται από δύο επιμέρους τεχνολογίες, HSDPA (Downlink) και HSUPA (Uplink) και είναι επίσης γνωστή ως 3.5G.

Οι υπηρεσίες των ασύρματων κυψελωτών δικτύων τρίτης γενιάς (3G), όπως η video και VoIP τηλεφωνία, τα παιχνίδια, το 'κατέβασμα' αρχείων και ο διαμοιρασμός εικόνων και video, απαιτούν διαφορετικό επίπεδο υπηρεσίας (QoS) σε σχέση με το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων, την καθυστέρηση, ρυθμό σφαλμάτων, την χωρητικότητα και την κάλυψη.

Για αυτό το σκοπό το 3^ο Generation Partnership Project (3GPP) ανέπτυξε την τεχνολογία HSDPA, μια εξέλιξη του UMTS βασισμένη στην τεχνολογία WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) . Η τεχνολογία HSDPA στοχεύει σε αυξημένη χωρητικότητα, μειωμένη καθυστέρηση χρόνου μετ'επιστροφής (round trip delay), υψηλότερη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων (πάνω από 10 Mbps), υψηλότερη ρυθμοαπόδοση (throughput) κυψέλης και χρήστη και μειωμένη καθυστέρηση. Για να πετύχει τους στόχους της, η τεχνολογία HSDPA εισήγαγε νέα κανάλια και νέες τεχνικές.

1.3 Δομή Καναλιών

Το HSDPA ουσιαστικά ορίζει 3 καινούργιους τύπους καναλιών:

- High-Speed Downlink Shared Channel (**HS-DSCH**)
- High-Speed Shared Control Channel (**HS-SCCH**)
- High-Speed Dedicated Physical Control Channel (**HS-DPCCH**)

Το κανάλι **HS-DSCH** αντικαθιστά το transport channel DSCH (Downlink Shared Channel) το οποίο ορίζεται στο Rel.99. Το HS-DSCH εισήχθη στο Rel.5 και οι πόροι του μπορούν να μοιραστούν μεταξύ όλων των ενεργών χρηστών HSDPA στην κυψέλη. Στο HSDPA για την διατήρηση των υψηλών ταχυτήτων και καλύτερη φασματική αποδοτικότητα ,στο κανάλι HS-DSCH δεν χρησιμοποιείται ταχύς έλεγχος ισχύος (fast power control), αλλά μία νέα τεχνική: η Προσαρμόσιμη Διαμόρφωση και Κωδικοποίηση (AMC - Adaptive Modulation and Coding). Τέλος, ο παράγοντας διασποράς (spreading factor) είναι σταθερός (ίσος με 16), σε αντίθεση με το WCDMA που είναι μεταβαλλόμενος. Επιπρόσθετα χρησιμοποιούνται νέες τεχνικές όπως η τεχνική προσαρμογής της ζεύξης AMC (Adaptive Modulation and Coding) και μια νέα τεχνική επανεκπομπής, η ταχεία υβριδική ARQ (fast hybrid Automatic Repeat Request).

Ακόμα μια διαφορά είναι ότι στο HSDPA η δρομολόγηση γίνεται στο Node-B και όχι στον RNC και έτσι μειώνεται ο χρόνος που χρειάζεται για την λήψη κάποιων αποφάσεων και τον συντονισμό των αντίστοιχων ενεργειών. Οι επανεκπομπές για παράδειγμα των χαμένων πακέτων γίνονται απευθείας από τον Node B.

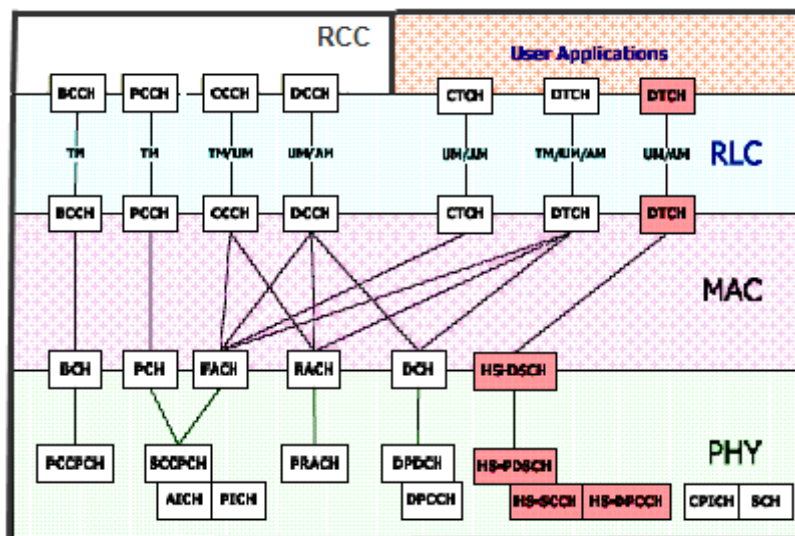
Σημαντική αλλαγή είναι η μεταβολή του TTI από 10 σε 2 msec (3 slots * 0.67 msec). Το HSDPA στέλνει πακέτα 500 φορές κάθε δευτερόλεπτο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δραστική μείωση της καθυστέρησης μετάδοσης (round trip delay) και την εξοικονόμηση χρόνου σε περίπτωση απώλειας κάποιου πακέτου. Ακόμα επιτρέπει στο δίκτυο να κάνει προσαρμογή της ζεύξης (link adaptation) ανά 2 msec και

επομένως να λαμβάνει αποφάσεις με βάση την τρέχουσα κατάσταση.

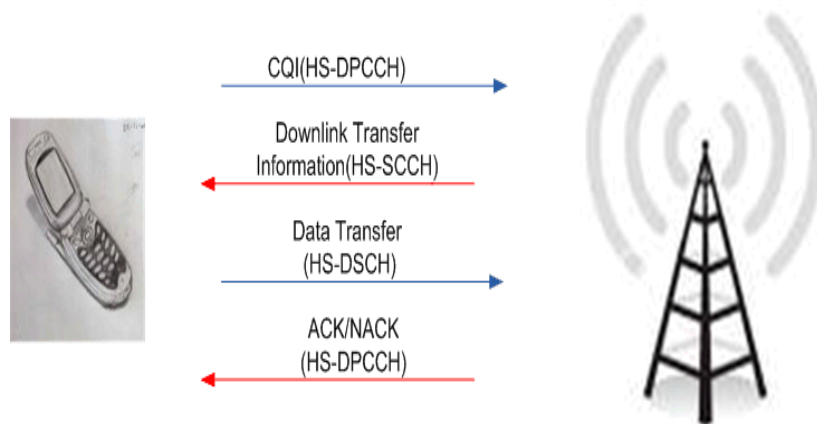
Το HS – DSCH συσχετίζεται πάντα με ένα DPCH (Dedicated Physical Channel) και ένα ή περισσότερα HS – SCCH (Shared Physical Control Channel).

Το HS-SCCH είναι ένα κανάλι καθορισμένου ρυθμού (60 Kbps, SF=128) που χρησιμοποιείται για την κάτω σύνδεση μεταξύ του κόμβου B και του εξοπλισμού του χρήστη (UE) πριν από την αρχή κάθε προγραμματισμένου TTI. Αυτό το κανάλι δείχνει το UE όταν υπάρχουν δεδομένα στο HS-DSCH που απευθύνονται στο συγκεκριμένο UE, και δίνει στο UE τις γρήγορα μεταβαλλόμενες παραμέτρους που απαιτούνται για την υποδοχή HS-DSCH. Αυτό περιλαμβάνει τις πληροφορίες που σχετίζονται με το HARQ.

Το HS-DPCCH (SF=256) είναι ένα κανάλι άνω ζεύξης που χρησιμοποιείται για να μεταφέρει τα σήματα ACK/NACK και τον δείκτη ποιότητας καναλιών (CQI) που χρησιμοποιείται για να επιτύχει την προσαρμογή συνδέσεων.



Εικόνα 1-2 Κανάλια HSPA



Εικόνα 1-3 Επικοινωνία χρήστη με το σταθμό βάσης

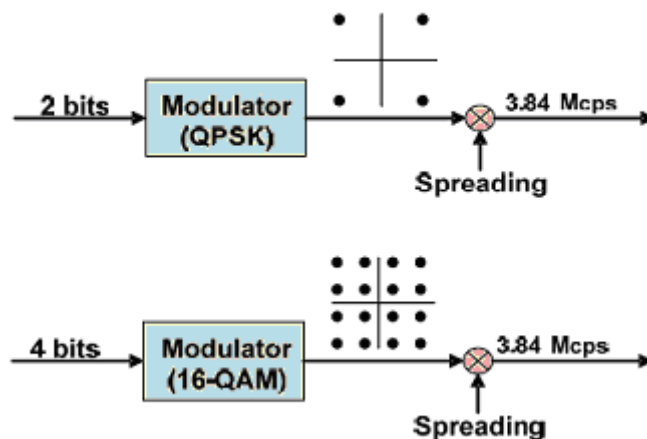
1.4 Νέες Τεχνολογίες

Τα νέα χαρακτηριστικά που εισήγαγε το HSDPA, τα οποία συνδέονται στενά και στηρίζονται στη γρήγορη προσαρμογή των παραμέτρων μετάδοσης στις στιγμιαίες ραδιοσυνθήκες, είναι:

- Προσαρμοστική Διαμόρφωση και Κωδικοποίηση (AMC: Adaptive Modulation and Coding).
- Ταχεία Υβριδική Επανεκπομπή Πακέτων (HARQ: Hybrid Automatic Repeat reQuest).
- Ταχεία Δρομολόγηση Κίνησης (Fast Scheduling).

1.4.1 Προσαρμοστική Διαμόρφωση και Κωδικοποίηση (AMC)

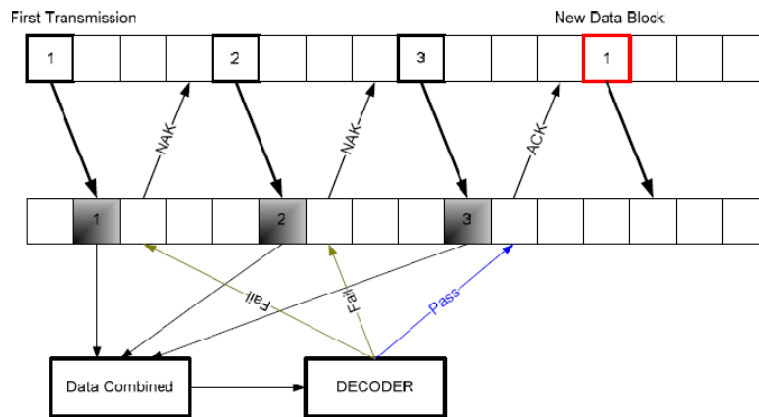
Η Προσαρμοστική Διαμόρφωση και Κωδικοποίηση (AMC) είναι μια τεχνική που συνδυάζει τη διαμόρφωση υψηλότερης τάξης με την προσαρμογή καναλιού ως ένα τρόπο βελτιστοποίησης της στιγμιαίας χρήσης του εξασθενίζοντας ραδιοδιαύλου. Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο κανάλι, επιλέγεται το κατάλληλο σχήμα διαμόρφωσης και κωδικοποίησης. Όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν επιλέγεται η χρήση της φασματικά αποδοτικότερης υψηλότερης τάξης διαμόρφωση 16 QAM (Quaternary Amplitude Modulation with 16 states). Για λιγότερο ευνοϊκές ραδιοσυνθήκες επανέρχονται στη συμβατική και πιο δυνατή διαμόρφωση QPSK (Quaternary Phase Shift Keying).



Εικόνα 1-4 Προσαρμοστική Διαμόρφωση και Κωδικοποίηση

1.4.2 Ταχεία Υβριδική Επανεκπομπή Πακέτων (HARQ)

Οι αλγόριθμοι HARQ (Fast Hybrid Automatic Repeat Request) επιτυγχάνουν την γρήγορη αναμετάδοση των χαμένων δεδομένων συνδυάζοντας τις πληροφορίες από την αρχική μετάδοση με οποιεσδήποτε επόμενες αναμεταδόσεις. Αν ο παραλήπτης δεν αποστείλει επιβεβαίωση ορθής παράδοσης (ACK) για κάποιο πακέτο, τότε τα δεδομένα επανεκπέπονται. Ο παραλήπτης συνδυάζει όλες τις προηγούμενες λήψεις, που διατηρούνται σε καταχωρητή στο σταθμό βάσης (Node B), αυξάνοντας τις πιθανότητες να αποκωδικοποιήσει σωστά το μήνυμα. Έτσι μειώνεται ο χρόνος επανεκπομπής των χαμένων δεδομένων, με αποτέλεσμα να έχουμε μειωμένη καθυστέρηση μετάδοσης (round trip time) και βελτιωμένη απόδοση.



Εικόνα 1-5 Ταχεία Υβριδική Επανεκπομπή Πακέτων

1.4.3 Ταχεία Δρομολόγηση Κίνησης (Fast Scheduling)

Η Ταχεία Δρομολόγηση Κίνησης μοιράζει το κανάλι HS-DSCH μεταξύ των χρηστών. Αυτή η τεχνική εκμεταλλεύεται την διαφορετικότητα πολλών χρηστών και προσπαθεί να μεταδώσει στους χρήστες με τις ευνοϊκότερες ραδιοσυνθήκες.

Ο χρονοπρογραμματιστής καθορίζει προς ποια τερματικά το HS -HS-DSCH πρέπει να μεταδώσει. Η διαδικασία λαμβάνει χώρα στο node B. Επιπλέον, το χρονικό διάστημα για το σχεδιασμό γίνεται πλέον με βάση πλαίσια των 10 ms αλλά μικρότερα σε ένα διάστημα των 2 ms σε λειτουργία FDD και διάστημα 5 ms σε λειτουργία TDD. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται είναι : Round Robin (RR), Maximum Carrier to Interference (Max C/I) και Proportional Fair (PF).

1.5 Διαχείριση Πόρων

Σε ένα δίκτυο κινητών τηλεπικοινωνιών HSDPA είναι πολύ σημαντικό να γίνεται αποτελεσματική διαχείριση των διαθέσιμων τηλεπικοινωνιακών πόρων. Για αυτό τον σκοπό υπάρχουν ειδικοί αλγόριθμοι οι οποίοι αποκαλούνται Αλγόριθμοι Διαχείρισης Ραδιοπόρων (Radio Resource Management algorithms – RRM algorithms).

Η αποδοτική λειτουργία του HSDPA δικτύου απαιτεί τον έλεγχο των διαπομπών (handover control), την επιλογή διαμόρφωσης και κωδικοποίησης (AMC), τον έλεγχο της πρόσβασης (admission control), του φορτίου (load control) και της συμφόρησης (congestion control) και την σωστή λειτουργία του δρομολογητή πακέτων (packet scheduler). Τις πιο πάνω λειτουργίες αναλαμβάνουν οι αλγόριθμοι διαχείρισης ραδιοπόρων.

Οι αλγόριθμοι διαχείρισης ραδιοπόρων στο HSDPA επιτρέπουν μόνο hard handover (διαπομπή ανάμεσα σε δύο κυψέλες) και intersystem handover (μεταφορά ανάμεσα σε δύο συστήματα, π.χ. από UMTS σε GSM δίκτυο). Η διαπομπή τύπου soft handover (ταυτόχρονη σύνδεση σε δύο γειτονικές κυψέλες εξαιτίας της αλληλοεπικάλυψης) δεν υποστηρίζεται και έχει αντικατασταθεί από την Ταχεία Επιλογή Κυψέλης (Fast Cell Selection). Αν και υπάρχει η δυνατότητα το ενεργό σύνολο (active set) ενός κινητού τερματικού χρήστη (UE) να έχει πολλές κυψέλες, εν τούτοις μόνο μία εκπέμπει προς το κινητό τερματικό κάθε φορά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των παρεμβολών και την αύξηση της απόδοσης του δικτύου. Υπάρχουν δύο υλοποιήσεις του αλγόριθμου ταχείας επιλογής κυψέλης (FCS). Η πρώτη είναι η intra-Node B FCS και η δεύτερη η inter-Node B FCS. Στην intra-Node B για μετάδοση δεδομένων μπορούν να επιλεγούν κυψέλες μόνο από έναν Node B στο ενεργό σετ του κινητού τερματικού. Αντίθετα, στην inter-Node B για μετάδοση δεδομένων μπορεί να επιλεγεί οποιαδήποτε κυψέλη στο ενεργό σετ του κινητού τερματικού.

Ο ταχύς έλεγχος ισχύος (fast power control) έχει αντικατασταθεί στο HSDPA από τον αλγόριθμο προσαρμογής διαμόρφωσης και κωδικοποίησης (AMC). Αφού ο μοιραζόμενος διάυλος (shared channel) HS – DSCH εκπέμπει με σταθερή ισχύ κατά την διάρκεια της μετάδοσης, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κατάλληλη διαμόρφωση και κωδικοποίηση για την μεγιστοποίηση της απόδοσης της προς τα κάτω ζεύξης. Η επιλογή της σωστής διαμόρφωσης και κωδικοποίησης γίνεται με βάση τις συνθήκες που επικρατούν κάθε δεδομένη χρονική στιγμή στο κανάλι για κάθε χρήστη. Η απόφαση αυτή λαμβάνεται σε κάθε μεσοδιάστημα μεταξύ δυο διαδοχικών εκπομπών (Transmission Time Interval TTI). Το TTI έχει ελάχιστη τιμή ίση με τη διάρκεια μιας χρονοσχισμής (slot-0.67msec) αλλά η τιμή που

χρησιμοποιείται συνήθως είναι 2 msec (3 slots). Οι παράμετροι που οδηγούν στην σωστή επιλογή διαμόρφωσης και κωδικοποίησης είναι:

- Οι μετρήσεις που αναφέρει το κινητό τερματικό.
- Η στιγμιαία ισχύς του συσχετιζόμενου (associated) διαύλου DPCH.
- Η συμφωνημένη ποιότητα για κάθε τύπο υπηρεσίας.
- Το μέγεθος του καταχωρητή (buffer) κάθε συνόδου.

Χαρακτηριστικά, με 15 κώδικες (channel codes) η QPSK επιτυγχάνει μέγιστη μετάδοση 5.3 Mbps (7.2 Mbps χωρίς κωδικοποίηση), η 16 QAM 10.7 Mbps και η 64 QAM πάνω από 15 Mbps. Η επιλογή για το είδος της διαμόρφωσης γίνεται από τον Node B.

Η οντότητα ελέγχου πρόσβασης (admission controller) του δικτύου είναι υπεύθυνη για την αποδοχή ή απόρριψη μιας νέας αίτησης για σύνδεση στο δίκτυο (admission request). Υπάρχουν δύο βασικά είδη συνόδων: οι σύνοδοι πραγματικού χρόνου (real time), όπως είναι οι video κλήσεις, και οι σύνοδοι μη πραγματικού χρόνου (non real time), όπως είναι οι web browsing. Στις συνδέσεις μη πραγματικού χρόνου, το φορτίο μπορεί να ελεγχθεί και να μειωθεί εφόσον απαιτείται. Αντίθετα στις συνδέσεις πραγματικού χρόνου δεν μπορούμε να ελέγξουμε απεριόριστα το φορτίο, αφού υπάρχει ένα ελάχιστο όριο στο προσφερόμενο bit rate (guaranteed minimum bit rate). Όταν ένας χρήστης πραγματικού χρόνου ζητήσει να συνδεθεί στο δίκτυο, η οντότητα ελέγχου πρόσβασης οφείλει να ελέγξει αν μπορεί να υποστηριχθεί από το δίκτυο το απαιτούμενο bit rate, έστω και αν χρειαστεί να μειωθεί το φορτίο των χρηστών μη πραγματικού χρόνου. Ακόμα η οντότητα ελέγχου πρόσβασης εκτελεί την εγκατάσταση μιας νέας συνόδου, συμφωνώντας με τον χρήστη για τις παραμέτρους της νέας σύνδεσης.

Οι αλγόριθμοι διαχείρισης ραδιοπόρων (RRM) πρέπει να λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε να μην υπάρχει συμφόρηση στο δίκτυο. Αυτό το επιτυγχάνουν εκτελώντας έλεγχο φορτίου (load control) και έλεγχο συμφόρησης (congestion control). Εφόσον λειτουργεί σωστά ο έλεγχος αποδοχής κλήσης (admission control) και έχει επιλεγεί ο κατάλληλος δρομολογητής, το δίκτυο σπάνια εισέρχεται σε κατάσταση συμφόρησης. Ωστόσο, αν υπάρξει συμφόρηση, το δίκτυο πρέπει να επανέλθει με γρήγορο και σταθερό ρυθμό σε μία πιο ευσταθή κατάσταση λειτουργίας, εκτελώντας έλεγχο φορτίου. Οφείλουμε να σημειώσουμε ότι στα πλαίσια αυτού του ελέγχου υπολογίζουμε και μεταβάλλουμε μόνο το φορτίο των χρηστών μη πραγματικού χρόνου, αφού μόνο αυτό μπορούμε να ελέγξουμε. Ακόμα, ο αλγόριθμος ελέγχου φορτίου έχει ένα πλήθος επιλογών για να επιτύχει αποσυμφόρηση, όπως μεταγωγές σε άλλα δίκτυα (handover) και ο βίαιος

τερματισμός κάποιων κλήσεων (call drop).

Τέλος οι αλγόριθμοι διαχείρισης ραδιοπόρων ελέγχουν την λειτουργία του δρομολογητή πακέτων. Το HSDPA εκτελεί ταχεία δρομολόγηση (fast scheduling) με σκοπό την μείωση των νεκρών χρόνων στο δίκτυο και την μεγιστοποίηση του ρυθμού διέλευσης. Η δρομολόγηση γίνεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην ασύρματη διεπαφή. Χαρακτηριστικά παραδείγματα δρομολογητών αποτελούν ο δρομολογητής μέγιστου σηματοπαρεμβολικού λόγου (MAX C/I, ο διάυλος αποδίδεται στον χρήστη με τον καλύτερο σηματοπαρεμβολικό λόγο), ο δρομολογητής δίκαιου χρόνου (fair time, ο διάυλος αποδίδεται κυκλικά σε όλους τους χρήστες με την σειρά) και ο δρομολογητής δίκαιης απόδοσης (fair throughput, όλοι οι χρήστες έχουν κατά το δυνατό ίσο ρυθμό διέλευσης). Ο επιλεγμένος δρομολογητής συνδέεται στενά με τον ελεγκτή φορτίου (load controller), αφού είναι επιφορτισμένος στην πραγματικότητα με την διαχείριση του φορτίου όλων των κλήσεων.

1.6 Συγκριτική Μελέτη HSDPA και WCDMA

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι θεωρητικοί και οι πραγματικοί ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων για downlink και uplink, για τεχνολογίες από το GSM έως και το HSDPA.

	GSM	GPRS	UMTS (R.99)	HSPA
Theoretical peak data rate	14.4 Kbps	171 Kbps	2 Mbps	7,2Mbps up to 14.4 Mbps
Typical downlink peak data rate	9.6 Kbps	40 Kbps	384 Kbps	5,8 Mbps
Typical uplink peak data rate	9.6 Kbps	20 Kbps	64 Kbps	2 Mbps

Πίνακας 1-1 Συγκριτική μελέτη ρυθμών μετάδοσης

1.7 HSUPA

Καθώς το HSDPA βελτιστοποιεί την απόδοση της κάτω ζεύξης, το HSUPA, που χρησιμοποιεί το ενισχυμένο αφιερωμένο κανάλι (E-DCH), αποτελεί ένα σύνολο βελτιώσεων που βελτιστοποιούν απόδοση της άνω ζεύξης. Αυτές οι βελτιώσεις περιλαμβάνουν μεγαλύτερες ρυθμοαποδόσεις, μειωμένες καθυστερήσεις και

αυξημένη φασματική απόδοση. Το HSUPA τυποποιείται στο Release 6.

Το HSUPA θα οδηγήσει στην αύξηση περίπου 85 % στη γενική ρυθμοαπόδοση άνω ζεύξης κυψελών και ένα κέρδος περίπου 50 τοις εκατό στη ρυθμοαπόδοση χρηστών. Ακόμα θα μειώσει την καθυστέρηση πακέτων. Τέτοια βελτίωση της άνω ζεύξης θα ωφελήσει τους χρήστες με ποικίλους τρόπους. Για παράδειγμα ωφελούνται οι χρήστες των εφαρμογών κατά τις οποίες μεταδίδετε μεγάλος όγκος δεδομένων από τον κινητό σταθμό, όπως η αποστολή βιντεοκλίπ ή μεγάλων αρχείων παρουσίασης. Για μελλοντικές εφαρμογές όπως το VoIP (voice over IP) οι βελτιώσεις θα εξισορροπήσουν τις δυνατότητες της άνω ζεύξης με τις δυνατότητες της κάτω ζεύξης. Τα κέρδη στην απόδοση του HSUPA επιτυγχάνονται μέσω των ακόλουθων προσεγγίσεων:

- Ενός ενισχυμένου, αφιερωμένου, φυσικού καναλιού.
- Ενός μικρού TTI με ελάχιστη τιμή 2ms, το οποίο επιτρέπει γρήγορες αποκρίσεις στην αλλαγή ραδιοσυνθηκών και μηνυμάτων λαθών.
- Στον γρήγορο προγραμματισμό βασισμένο στο Node-B που επιτρέπει στο σταθμό βάσης να διαθέτει αποτελεσματικά τους ραδιο-πόρους.
- Στην ταχεία υβριδική ARQ που βελτιώνει την απόδοση της διόρθωσης λαθών.

Ο συνδυασμός του TTI, του γρήγορου προγραμματισμού και της ταχείας υβριδικής ARQ επιπρόσθετα συνιστούν στην μείωση της καθυστέρησης που αποτελεί όφελος σε πολλές εφαρμογές.

Το HSUPA μπορεί να λειτουργήσει με ή χωρίς την παρουσία του HSDPA στην κάτω ζεύξη αν και είναι πιο αποδοτικό στα δίκτυα η χρήση των δύο προσεγγίσεων μαζί. Οι βελτιωμένοι μηχανισμοί της άνω ζεύξης επιτρέπουν ακόμα καλύτερη κάλυψη και σε αγροτικές επεκτάσεις την χρήση μεγαλύτερων κυψελών.

Το HSUPA μπορεί να επιτύχει διάφορα ποσοστά ρυθμοαπόδοσης βάση διαφόρων παραμέτρων συμπεριλαμβανομένων του αριθμού των κωδικών που χρησιμοποιούνται, του παράγοντα διασποράς αυτών, της τιμής του TTI και της τιμής του μεταφερόμενου block σε bytes.

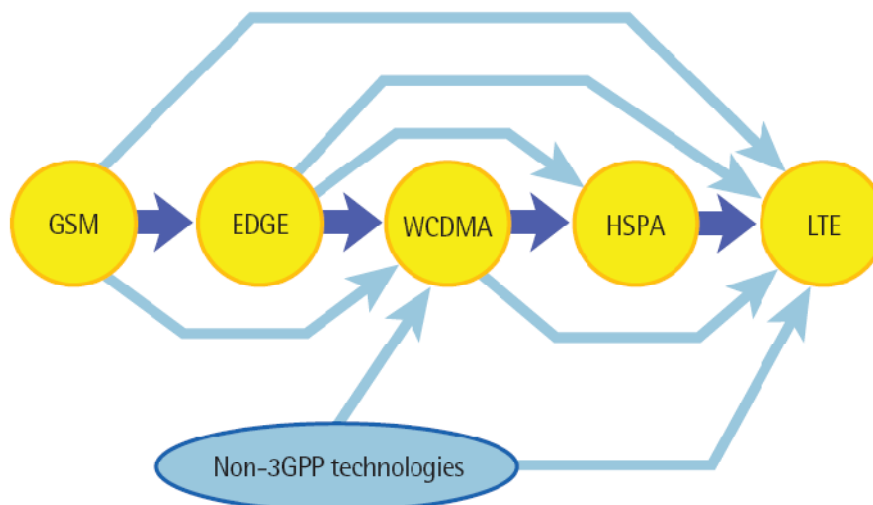
HSDPA	HSUPA
Νέο διαμοιραζόμενο κανάλι υψηλής ταχύτητας	Αφιερωμένο κανάλι με ενισχυμένες ικανότητες
HARQ με γρήγορη αναμετάδοση στο επίπεδο 1	
Προσαρμογή ρυθμού μετάδοσης / διαμόρφωσης	Ταχύς έλεγχος ισχύος

Μοναδικό κανάλι εξυπηρέτησης	Soft Handover
Ταχεία δρομολόγηση του κόμβου B	Ταχεία δρομολόγηση του κόμβου B
‘ Ένα προς πολλά ‘	‘ Πολλά προς ένα ‘
Διαμοιραζόμενη ισχύς και κώδικας του κόμβου B	Rise-over-Thermal (RoT)

Πίνακας 1-2 Συγκριτική μελέτη χαρακτηριστικών HSDPA και HSUPA

1.8 Long Term Evolution (LTE)

Η τεχνολογία LTE αποτελεί σήμερα το επόμενο βήμα προς το σύστημα κινητής τηλεφωνίας 4^{ης} γενιάς. Βασισμένο στις υπάρχουσες τεχνολογίες GSM, GPRS, EDGE, WCDMA και το HSPA προσφέρει μια επαναστατική αύξηση του ρυθμού δεδομένων και μείωση των καθυστερήσεων. Το 3GPP συγκεκριμενοποιεί τις προδιαγραφές του LTE στο Release 8 και υπόσχεται ρυθμούς μετάδοσης 300 Mbps στην κάτω ζεύξη και 75Mbps στην άνω ζεύξη για κάθε 20 MHz του ταξινομημένου κατά ζεύγος φάσματος.



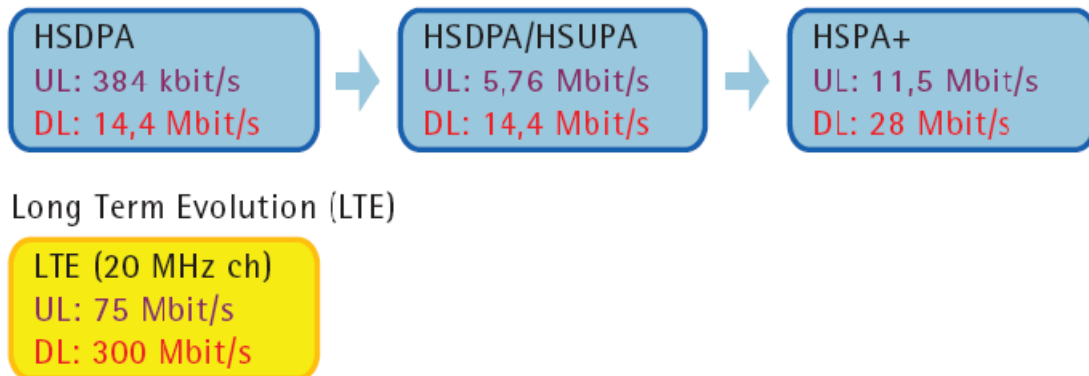
Εικόνα 1-6 Εξέλιξη τεχνολογιών Κινητών Επικοινωνιών

Παράλληλα με τις προηγμένες ραδιοσυνθήκες για πλήρη απόδοση των δυνατοτήτων του LTE είναι αναγκαία η μετατροπή των σημερινών υβριδικών δικτύων (κυκλωμάτων/πακέτου) σε δίκτυα πλήρη βασισμένα σε IP (Internet Protocol). Από την πλευρά των παρόχων ανταμοιβή θα αποτελέσουν τα μειωμένα κόστη μεταφοράς συνδυασμού υπηρεσιών φωνής, βίντεο και δεδομένων όπως επίσης και απλοποιημένη συνεργασία με σταθερά και ασύρματα δίκτυα.

Το LTE με βάση τις οικογένειες προτύπων UMTS/HSPA στοχεύει στην ενίσχυση

των ικανοτήτων των τρεχουσών τεχνολογιών δικτύου με σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών πελατών που είναι ήδη εξοικειωμένοι με τις ευρυζωνικές υπηρεσίες. Με αυτό τον τρόπο συγχωνεύει το προσανατολισμένο στην φωνή σημερινό περιβάλλον των κινητών επικοινωνιών με τις δυνατότητες υπηρεσιών του σταθερού διαδικτύου.

Ένας άλλος στόχος του προγράμματος είναι η αρμονική συνύπαρξη του LTE με τα υφιστάμενα δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος. Αυτό θα επιτρέψει στους παρόχους κινητής τηλεφωνίας να εισάγουν την έννοια των δικτύων πλήρη βασισμένων σε IP σταδιακά.



Εικόνα 1-7 Σύγκριση ρυθμών μετάδοσης uplink-downlink μεταξύ HSPA και LT

2 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ

2.1 Η έννοια του QoS

Ένας ορισμός της ποιότητας υπηρεσίας είναι: «η ικανότητα ενός στοιχείου του δικτύου να παρέχει ένα επίπεδο διαβεβαίωσης (εγγύησης) σε ένα υποσύνολο κίνησης ότι οι απαιτήσεις υπηρεσίας της μπορεί να επιτευχθούν με συγκεκριμένη (πολύ μεγάλη) πιθανότητα».

Η ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service) αναφέρεται σε μηχανισμούς διασφάλισης της στατικής ανάθεσης δικτυακών πόρων σε συνδέσεις οι οποίες το απαιτούν. Η ποιότητα υπηρεσιών υλοποιείται με απόδοση προτεραιοτήτων στις διαφορετικές συνδέσεις ενός δικτύου, έτσι ώστε όσες χρειάζονται σταθερούς πόρους να είναι βέβαιο ότι τους διαθέτουν. Οι εν λόγω πόροι διασφαλίζουν χαρακτηριστικά της σύνδεσης όπως τον απαιτούμενο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων, την απαιτούμενη καθυστέρηση, μεταβολή της καθυστέρησης, πιθανότητα απώλειας πακέτων κλπ. Οι μηχανισμοί ποιότητας υπηρεσιών παρέχουν εγγυήσεις για τη σταθερότητα ενός ή περισσότερων χαρακτηριστικών της σύνδεσης υπό συνθήκες συμφόρησης και περιορισμένης χωρητικότητας του τηλεπικοινωνιακού καναλιού.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του 3GPP (23.107) στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης και τρίτης γενιάς ως QoS ορίζεται ο βαθμός ικανοποίησης των τελικών χρηστών. Το 3GPP έχει καθορίσει 4 διαφορετικές κλάσεις, η καθεμία από τις οποίες περιγράφει τους μηχανισμούς με τους οποίους μπορεί να μετρηθεί η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών (Conversational Class, Streaming Class, Interactive Class, Background Class). Η μόνη διαφορά ανάμεσα σε αυτές τις 4 κλάσεις είναι η ανοχή στην καθυστέρηση μετάδοσης των πληροφοριών. Στην 1η κλάση (φωνητική) η καθυστέρηση είναι εντελώς ανεπιθύμητη, αντίθετα από την 4η στην οποία είναι αποδεκτή, αφού ο αποδέκτης των πληροφοριών δεν περιμένει την ολοκλήρωση της μετάδοσης σε καθορισμένο χρόνο. Εκτός από την κλάση λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες: μέγιστο bit rate (kbps), εγγυημένο bit rate (kbps), σειρά παράδοσης (ναι / όχι), μέγιστο μέγεθος SDU (octets), πληροφορίες SDU φόρμα (bits), ποσοστό λανθασμένων SDU, residual bit error ratio, παράδοση λανθασμένων SDUs (ναι / όχι / -), traffic delay (ms), traffic handling priority, allocation/retention priority, περιγραφή πηγής στατιστικών (φωνή / άγνωστο).

2.2 KPIs

Σύμφωνα με το πρότυπο ETSI TS 10 225 οι δείκτες ποιότητα (Quality of service KPIs) ομαδοποιούνται στις πιο κάτω κατηγορίες στο επίπεδο εφαρμογής χρήστη:

1. Network Availability (Διαθεσιμότητα δικτύου) πιθανότητα οι υπηρεσίες να προσφέρονται στον χρήστη
2. Network Accessibility (Προσβασιμότητα δικτύου) πιθανότητα ο χρήστη να εγγράφει με επιτυχία στο PLMN.
3. Service Accessibility (Προσβασιμότητα δικτύου) αν ο χρήστη επιθυμεί να χρησιμοποιήσει μια υπηρεσία ο χείριστης δικτύου πρέπει να του παρέχει πρόσβαση όσο πιο γρήγορα γίνεται.
4. Service Integrity (Ακεραιότητα υπηρεσίας) περιγράφει την ποιότητα υπηρεσίας κατά την διάρκεια της χρήσης.
5. Service Retainability (Διατηρησιμότητα υπηρεσίας) περιγράφει τη λήξη των υπηρεσιών (σύμφωνα με ή ενάντια στη θέληση του χρήστη).

Στην ανάλυση που ακολουθεί μελετήσαμε KPIs σε επίπεδο εφαρμογής χρήστη σε υπηρεσίες φωνής και δεδομένων. Οι σχετικοί KPIs είναι οι ακόλουθοι:

Accessibility

Υπηρεσίες φωνής

- *Call setup rate*: περιγράφει πόσο επιτυχημένη είναι η πρόσβαση στην υπηρεσία.
- *Call setup time*: το χρονικό διάστημα από την στιγμή που ο χρήστη στέλνει τις πληροφορίες διεύθυνσης, μέχρι να λάβει ανακοίνωση για call set up.

Υπηρεσίες δεδομένων

- *PDP Context Activation Duration και Success Rate*: δίνεται τόσο ο χρόνος που απαιτείται για πρόσβαση στις υπηρεσίες δεδομένων κάθε δικτύου, όσο και το ποσοστό επιτυχίας.
- *Setup Time*: το χρονικό διάστημα από την στιγμή που ο χρήστης αιτείται την υπηρεσία μέχρι την αποστολή ή λήψη του πρώτου byte. Στον KPI δεν περιλαμβάνεται ο χρόνος δια την ενεργοποίηση του PDP Context, δηλαδή μετράται ο χρόνος από την στιγμή που ο χρήστης ήδη συνδεδεμένος θα ζητήσει μια υπηρεσία έως την στιγμή που θα λάβει τα πρώτα data. Δίνεται για τις υπηρεσίες FTP DL, FTP UL και HTTP.

- *Setup failure rate*: ποσοστό δοκιμών που απέτυχαν στο επίπεδο του setup ως προς το σύνολο. Παρουσιάζεται για τις υπηρεσίες FTP DL, FTP UL, HTTP και Ping.

Retainability

Υπηρεσίες φωνής

- *Drop Call Rate*: ποσοστό των κλήσεων που τερματίστηκαν πάρα την θέληση του χρήστη ενώ είχαν ξεκινήσει κανονικά.
- *Call Holding Time*: χρόνος διατήρησης της κλήσης.

Υπηρεσίες δεδομένων

- *Download Time*: το χρονικό διάστημα μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου byte. Παρουσιάζεται για HTTP.
- *RTT (Round Trip Time)*: χρονικό διάστημα ανάμεσα στην αποστολή και στην λήψη ενός πακέτου. Δίνεται για ping.
- *Drop Rate*: ποσοστό δοκιμών που απέτυχαν αφού πρώτα είχαν ξεκινήσει κανονικά. Δίνεται για τις υπηρεσίες FTP DL, FTP UL και HTTP.

Integrity

Υπηρεσίες φωνής

- *MOS*: περιγράφει την ποιότητα φωνής.

Υπηρεσίες δεδομένων

- *Throughput*: το σύνολο των byte που στάλθηκαν ή παρελήφθησαν προς το συνολικό χρονικό διάστημα αποστολής ή λήψης. Δίνεται για τις υπηρεσίες FTP DL, FTP UL και HTTP.
- *Overall Service Success*: ποσοστό δοκιμών που ολοκληρώθηκαν επιτυχώς. Το ποσοστό αυτό προκύπτει αφαιρώντας από το σύνολο των δοκιμών αυτά που απέτυχαν είτε κατά τη φάση setup είτε στην συνέχεια ως drop. Παρουσιάζεται για τις υπηρεσίες FTP DL, FTP UL, HTTP και Ping.

2.3 Ελληνική Νομοθεσία: Δείκτες Ποιότητας σύμφωνα με Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών

Η Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ), με την υπ' αριθμόν

480/016 απόφαση της που δημοσιεύτηκε στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως στις 25 Ιουνίου 2008 (Αρ. Φύλλου 1153), καθόρισε τους δείκτες ποιότητας των παρεχόμενων προς το κοινό υπηρεσιών επικοινωνιών και προσδιόρισε τη μορφή των προς δημοσίευση πληροφοριών καθώς και του τρόπου και χρόνου δημοσίευσής τους από τους παρόχους υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Η δημοσίευση αυτών των πληροφοριών είναι απαραίτητη τόσο για την προστασία των καταναλωτών, όσο και για την προαγωγή του ανταγωνισμού μεταξύ των παρόχων. Όπως ορίζει η συγκεκριμένη απόφαση, την ευθύνη για την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας στους τελικούς χρήστες, για την μέτρηση των αντίστοιχων μεγεθών, καθώς και για την παρουσίαση των δεικτών ποιότητας υπηρεσίας είναι ο πάροχος που χρεώνει τον τελικό χρήστη.

Η σχετική απόφαση αφορά τους δείκτες ποιότητας των ακόλουθων υπηρεσιών :

- i. υπηρεσίες σταθερής τηλεφωνίας
- ii. υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας
- iii. ευρυζωνικές υπηρεσίες και υπηρεσίες VoIP
- iv. υπηρεσίες πληροφοριών καταλόγου, και
- v. υπηρεσίες εξυπηρέτησης πελατών.

2.3.1 Δείκτες Ποιότητας Υπηρεσίας Συστημάτων Κινητών Επικοινωνιών

Δείκτες ανεξάρτητοι της υπηρεσίας

- Δείκτης Ποιότητας M01: Διαθεσιμότητα δικτύου–ραδιοκάλυψη

Ο δείκτης ποιότητας M01 δηλώνει τη γεωγραφική κάλυψη για την παροχή οποιασδήποτε υπηρεσίας μέσω ενός δικτύου κινητών υπηρεσιών σε πανελλαδική κλίμακα. Εκφράζεται με ποσοστό με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων και ορίζεται ως το πηλίκο του πλήθους των σημείων μέτρησης στα οποία υπάρχει ραδιοκάλυψη προς το συνολικό αριθμό των σημείων μέτρησης. Επίσης, ο Δ.Π. M01 εκφράζεται με έναν από τους ακόλουθους όρους κατηγοριών ποιότητας ραδιοκάλυψης: καλή, αποδεκτή, κακή και δεν υπάρχει.

Για τον υπολογισμό του Δ.Π M01 λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- i. Ο υπολογισμός του γίνεται μέσω μετρήσεων στο πεδίο με κινητό σταθμό. Οι διαδρομές που ακολουθούνται για την πραγματοποίηση των μετρήσεων καθορίζονται ώστε να καλύπτουν αντιπροσωπευτικά όλες τις περιπτώσεις.
- ii. Οι εξωτερικές παρεμβολές, οι οποίες επηρεάζουν αρνητικά τη ραδιοκάλυψη, πρέπει να επιβεβαιώνονται από την ΕΕΤΤ και οι μετρήσεις από τους αντίστοιχους σταθμούς βάσεις είτε εξαιρούνται από το δείγμα είτε επαναλαμβάνονται μετά την λύση του προβλήματος.
- iii. Οι συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιούνται οι μετρήσεις είναι παρόμοιες με αυτές που αντιμετωπίζει ο τελικός χρήστης.
- iv. Τα δείγματα πρέπει να λαμβάνονται κάθε 0,8 μίλια κύματος για μια απόσταση μήκους 40 μηκών κύματος ώστε να μπορούν να προκύψουν οι μέγιστες και οι μέσες τιμές της έντασης πεδίου.
- v. Για την καλύτερη αποτύπωση της ραδιοκάλυψης, τα σημεία μέτρησης επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να εμπεριέχονται οι αλλαγές στην ένταση του πεδίου καθώς και φαινόμενα της πολυοδικής (multipath) μετάδοσης
- vi. Η μέτρηση αφορά μόνο την καθοδική ζεύξη (downlink) των δικτύων.
- vii. Για λόγους αμεροληψίας και αντικειμενικότητας οι μετρήσεις της ραδιοκάλυψης γίνονται ταυτόχρονα για δίκτυα της ίδιας κατηγορίας.

Δείκτες υπηρεσίας τηλεφωνίας

- Δείκτης Ποιότητας M02 :Πιθανότητα εμπλοκής κλήσης φωνής.

Ο Δείκτης Ποιότητας M02 αφορά στην εμπλοκή κλήσεων φωνής σε ένα δίκτυο κινητών επικοινωνιών και χαρακτηρίζει την προσβασιμότητα στην υπηρεσία φωνής του δικτύου. Εκφράζεται με ποσοστό με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων και ορίζεται ως το πηλίκο του πλήθους των κλήσεων φωνής στις οποίες παρουσιάστηκε εμπλοκή προς το συνολικό αριθμό των κλήσεων φωνής για τις οποίες υπάρχει διαθεσιμότητα του δικτύου.

Για τον υπολογισμό του Δ.Π M02 λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- i. Ο υπολογισμός του γίνεται μέσω μετρήσεων στο πεδίο με κινητό σταθμό, οι οποίες εκτελούνται ταυτόχρονα με αυτές του Δ.Π. M01.
- ii. Οι κλήσεις πραγματοποιούνται σε ώρες τηλεπικοινωνιακής αιχμής, οι οποίες καθορίζονται από τα στατιστικά στοιχεία των παρόχων.
- iii. Μόνο εάν υπάρχει ραδιοκάλυψη (διαθεσιμότητα δικτύου) στο σημείο που έχουν πραγματοποιηθεί οι κλήσεις, αυτές λαμβάνονται υπόψη.

- iv. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας κινητό τηλέφωνο για την εκκίνηση της κλήσης και είτε σταθερό τερματικό είτε κινητό τερματικό για τον τερματισμό της κλήσης. Το είδος του τερματικού κλήσης για κάθε σειρά μετρήσεων καθορίζεται πριν τη διεξαγωγή της από την ΕΕΤΤ.
 - v. Το χρονικό περιθώριο στο οποίο ολοκληρώνεται μία κλήση ορίζεται για δίκτυα GSM/DCS1800 και UMTS στα πρότυπα του ETSI TS 102 250–2 και TS 102 250–5 και για το δίκτυο TETRA στο πρότυπο ETSI TS 100 392–16.
 - vi. Ο ελάχιστος χρόνος αναμονής μεταξύ δύο κλήσεων είναι είκοσι (20) έως τριάντα (30) δευτερόλεπτα
 - vii. Το χρονικό περιθώριο ολοκλήρωσης μιας κλήσης παραμένει σταθερό στη διάρκεια των μετρήσεων.
 - viii. Κατά τη διαδικασία των μετρήσεων τηρείται η ακόλουθη σειρά ενεργειών:
 - Πραγματοποίηση κλήσης
 - Διατήρηση της κλήσης
 - Τερματισμός κλήσης
 - Αναμονή μέχρι την επόμενη κλήση
- Δείκτης Ποιότητας M03: Πιθανότητα διακοπής κλήσης φωνής.

Ο δείκτης ποιότητας M03 αφορά στην πιθανότητα τερματισμού μιας επιτυχημένης προσπάθειας κλήσης φωνής για οποιοδήποτε λόγο εκτός από σκόπιμο τερματισμό του καλούντος ή του καλούμενου, για την οποία υπάρχει διαθεσιμότητα δικτύου. Εκφράζεται με ποσοστό με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων και ορίζεται ως το πηλίκο του πλήθους των επιτυχημένων κλήσεων φωνής που τερματίστηκαν για οποιοδήποτε λόγο εκτός από σκόπιμο τερματισμό του καλούντος ή του καλούμενου, προς το συνολικό πλήθος κλήσεων για τις οποίες υπάρχει διαθεσιμότητα του δικτύου. Για τον υπολογισμό του Δ.Π M03 λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- i. Η διάρκεια της μέτρησης του είναι η ίδια με αυτής του M02.
- ii. Το σύνολο των παραμέτρων που απαιτούνται για τη μέτρηση του Δ.Π. M03 στα δίκτυα GSM/DCS1800 και UMTS παρουσιάζονται αναλυτικά στα πρότυπα του ETSI TS 102 250–2 και TS 102 250–5.
- iii. Το σύνολο των παραμέτρων που απαιτούνται για τη μέτρηση του Δ.Π. M03 για όλες τις υπηρεσίες φωνής στα δίκτυα TETRA παρουσιάζονται στο πρότυπο του ETSI TS 100 392–16.

- Δείκτης Ποιότητας M04: Ποιότητα φωνής.

Ο δείκτης ποιότητας M04 αποτελεί το δείκτη ποιότητας μετάδοσης από άκρο σε άκρο της φωνής της υπηρεσίας κινητής τηλεφωνίας. Εκφράζεται με έναν από τους ακόλουθους όρους κατηγοριών ποιότητας: πολύ καλή, καλή, μέση, χαμηλή και πολύ χαμηλή ποιότητα.

Ο υπολογισμός του πραγματοποιείται με βάση τον αλγόριθμο και τις παραμέτρους των Συστάσεων P.862 και P.862.1 της ITU-T καθώς και του προτύπου ETSI TS 102 250-02 και βασίζεται σε ολοκληρωμένες κλήσεις, δηλαδή κλήσεις στις οποίες ο τερματισμός τους έγινε από τον τελικό χρήστη.

- Δείκτης Ποιότητας M05: Χρόνος αποκατάστασης κλήσης φωνής.

Ο δείκτης ποιότητας M05 εκφράζει το χρόνο στον οποίο αποκαθίσταται η κλήση φωνής από τη στιγμή που ο τελικός χρήστης συμπληρώνει τον αριθμό του καλούμενου συνδρομητή. Εκφράζεται σε δευτερόλεπτα με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων και ορίζεται ως ο χρόνος από τη συμπλήρωση από τον καλούντα της πληροφορίας διεύθυνσης, δηλαδή του αριθμού τηλεφώνου του καλούμενου, μέχρι τη λήψη ειδοποίησης εγκατάστασης κλήσης φωνής.

Η μεθοδολογία, η υλοποίηση και οι μετρητικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του Δ.Π. M05 είναι οι ίδιες με αυτές που χρησιμοποιούνται για το Δ.Π. M02. Κατά τον υπολογισμό του Δ.Π. M05 εξαιρούνται οι κλήσεις για τις οποίες υπάρχει εμπλοκή κλήσης.

Δείκτες υπηρεσίας εικονοτηλεφωνίας

- Δείκτης Ποιότητας M06: Πιθανότητα εμπλοκής κλήσεων εικονοτηλεφωνίας

Ο δείκτης ποιότητας M06 αφορά στην εμπλοκή κλήσεων εικονοτηλεφωνίας σε ένα δίκτυο κινητών επικοινωνιών και χαρακτηρίζει την προσβασιμότητα στην υπηρεσία εικονοτηλεφωνίας του δικτύου. Εκφράζεται με ποσοστό με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων και ορίζεται ως το πηλίκο του πλήθους των κλήσεων εικονοτηλεφωνίας στις οποίες παρουσιάστηκε εμπλοκή προς το συνολικό αριθμό των κλήσεων εικονοτηλεφωνίας για τις οποίες υπάρχει διαθεσιμότητα του δικτύου.

- Δείκτης Ποιότητας M07: Πιθανότητα διακοπής κλήσης εικονοτηλεφωνίας

Ο δείκτης ποιότητας M07 αφορά στην πιθανότητα τερματισμού μιας επιτυχημένης προσπάθειας κλήσης εικονοτηλεφωνίας για οποιοδήποτε λόγο εκτός από σκόπιμο τερματισμό του καλούντος ή του καλούμενου, για την οποία υπάρχει διαθεσιμότητα δικτύου. Εκφράζεται με ποσοστό με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων και ορίζεται ως το πηλίκο του πλήθους των επιτυχημένων κλήσεων εικονοτηλεφωνίας που τερματίστηκαν για οποιοδήποτε λόγο εκτός από σκόπιμο τερματισμό του καλούντος ή του καλούμενου, προς το συνολικό πλήθος κλήσεων για τις οποίες υπάρχει διαθεσιμότητα του δικτύου.

Για τον υπολογισμό του Δ.Π M07 λαμβάνονται υπόψη τα αντίστοιχα στοιχεία που λαμβάνονται για τον υπολογισμό του Δ.Π M03 για τις υπηρεσίες φωνής.

- Δείκτης Ποιότητας M08: Ποιότητα φωνής εικονοτηλεφωνίας

Ο δείκτης ποιότητας M08 αποτελεί το δείκτη ποιότητας μετάδοσης από άκρο σε άκρο της φωνής της υπηρεσίας εικονοτηλεφωνίας. Εκφράζεται με έναν από τους ακόλουθους όρους κατηγοριών ποιότητας: πολύ καλή, καλή, μέση, χαμηλή και πολύ χαμηλή ποιότητα.

Για τον υπολογισμό του Δ.Π M08 λαμβάνονται υπόψη τα αντίστοιχα στοιχεία που λαμβάνονται για τον υπολογισμό του Δ.Π M04 για τις υπηρεσίες φωνής.

- Δείκτης Ποιότητας M09: Ποιότητα βίντεο

Ο δείκτης ποιότητας M09 αποτελεί το δείκτη ποιότητας μετάδοσης από άκρο σε άκρο του βίντεο της υπηρεσίας εικονοτηλεφωνίας. Εκφράζεται με έναν από τους ακόλουθους όρους κατηγοριών ποιότητας: πολύ καλή, καλή, μέση, χαμηλή και πολύ χαμηλή ποιότητα. Ο υπολογισμός του βασίζεται σε ολοκληρωμένες κλήσεις και η μέτρηση του πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία υπολογισμού του Δ.Π. M07.

- Δείκτης ποιότητας M10: Χρόνος εγκατάστασης κλήσης εικονοτηλεφωνίας.

Ο δείκτης ποιότητας M10 εκφράζει το χρόνο στον οποίο αποκαθίσταται η κλήση εικονοτηλεφωνίας από τη στιγμή που ο τελικός χρήστης συμπληρώνει τον αριθμό του καλούμενου συνδρομητή.

Εκφράζεται σε δευτερόλεπτα με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων και ορίζεται ως ο χρόνος από τη συμπλήρωση από τον καλούντα της πληροφορίας διεύθυνσης, δηλαδή του αριθμού τηλεφώνου του καλούμενου, μέχρι τη λήψη ειδοποίησης εγκατάστασης κλήσης εικονοτηλεφωνίας. Η μεθοδολογία, η υλοποίηση και οι μετρητικές διατάξεις

που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του είναι οι ίδιες με αυτές που χρησιμοποιούνται για το Δ.Π. M06. Κατά τον υπολογισμό του Δ.Π. M10 εξαιρούνται οι κλήσεις για τις οποίες υπάρχει εμπλοκή κλήσης.

- Δείκτης Ποιότητας M11: Πιθανότητα αποτυχίας μεταφοράς δεδομένων http

Ο δείκτης ποιότητας M11 εκφράζει την πιθανότητα μη ολοκλήρωσης προσπάθειας μεταφοράς δεδομένων με βάση το πρωτόκολλο http. Εκφράζεται με ποσοστό με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων και ορίζεται ως το πηλίκο του πλήθους των μη ολοκληρωμένων προσπαθειών μεταφοράς δεδομένων με βάση το πρωτόκολλο http ως προς το συνολικό αριθμό επιτυχώς αρχικοποιημένων προσπαθειών.

Για τον υπολογισμό του M11 λαμβάνονται υπόψη κυρίως τα ακόλουθα:

- i. Ο υπολογισμός γίνεται από συγκεκριμένο αριθμό μετρήσεων, οι οποίες πραγματοποιούνται σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα έτσι ώστε το δείγμα να αντιπροσωπεύει τόσο περιόδους αιχμής όσο και μη αιχμής για το υπό εξέταση δίκτυο. Οι μετρήσεις γίνονται ταυτόχρονα για όλα τα δίκτυα.
- ii. Ο εξυπηρετητής (server) στον οποίο βρίσκεται αποθηκευμένη η ιστοσελίδα δοκιμών είναι τύπου A, δηλαδή περιεχομένου τρίτου μέρους στο δημόσιο διαδίκτυο που δεν ελέγχεται από τα συστήματα δοκιμών. Ο εξυπηρετητής δεν βρίσκεται στο δίκτυο των παρόχων για τους οποίους πραγματοποιούνται οι συγκεκριμένες μετρήσεις. Θα γίνονται περιοδικοί έλεγχοι διαθεσιμότητας των servers ή περιοδικοί έλεγχοι του χρόνου πρόσβασης στους servers.
- iii. Ο πλοηγός (web browser) στο τερματικό του τελικού χρήστη που χρησιμοποιείται στις μετρήσεις είναι κοινός για όλες τις μετρήσεις και συμπεριφέρεται όπως οι πλοηγοί που συνήθως χρησιμοποιούν οι τελικοί χρήστες. Έτσι, για τις μετρήσεις χρησιμοποιείται ο Microsoft Internet Explorer η έκδοση του οποίου καθορίζεται ανά περίπτωση. Όταν έχει ολοκληρωθεί ένα κατέβασμα της ιστοσελίδας αναφοράς (ένας κύκλος δοκιμής), η τοπική μνήμη του πλοηγού καθαρίζεται και γίνεται επιβεβαίωση ότι όλες οι TCP συνδέσεις μεταξύ εξυπηρετητή και τελικού χρήστη είναι κλειστές. Η παύση μεταξύ δύο διαδοχικών κύκλων δοκιμής είναι 30 δευτερόλεπτα.
- iv. Ο τύπος του τερματικού του τελικού χρήστη είναι συγκεκριμένος τόσο όσον αφορά το λογισμικό (software) όσο και το υλικό (hardware) και κοινός για όλες τις μετρήσεις. Το τερματικό μπορεί να είναι είτε φορητός υπολογιστής εφοδιασμένος με κατάλληλο υλικό και λογισμικό για πρόσβαση στο δίκτυο τρίτης γενιάς, είτε τερματικό τρίτης γενιάς το οποίο να υποστηρίζει το πρωτόκολλο http.

- v. Η ιστοσελίδα δοκιμής περιέχει ένα τυπικό μείγμα από εικόνες και κείμενα των οποίων το μέγεθος είναι επίσης τυπικό και είναι κοινή για τις μετρήσεις σε όλα τα υπό εξέταση δίκτυα.
- vi. Μετράται μόνο το http κατέβασμα (download).
- vii. Οι μετρήσεις γίνονται είτε σε σταθερό σημείο εξασφαλισμένης κάλυψης ραδιοδικτύου είτε εν κινήσει σε συμφωνημένες διαδρομές.
- viii. Ο αριθμός των μετρήσεων πακέτων είναι τέτοιος που να εξασφαλίζει περιθώριο εμπιστοσύνης 95%.

- Δείκτης ποιότητας M12: Μέσος ρυθμός δεδομένων http.

Ο δείκτης ποιότητας M12 εκφράζει το ρυθμό μεταφοράς δεδομένων με βάση το πρωτόκολλο http κατά τη διάρκεια μιας κλήσης, μετά την επιτυχημένη εγκατάσταση σύνδεσης δεδομένων. Ορίζεται ως το πηλίκο του όγκου των δεδομένων που μεταφέρθηκαν προς το χρόνο που παρήλθε από τη στιγμή που ξεκίνησε η σύνδεση μέχρι τη στιγμή που παρελήφθη το ζητηθέν περιεχόμενο και μετράται σε Kbps σε ακέραιες τιμές.

Για τον υπολογισμό του M12 λαμβάνονται υπόψη κυρίως τα ακόλουθα:

- i. Ο υπολογισμός γίνεται από συγκεκριμένο αριθμό μετρήσεων, οι οποίες πραγματοποιούνται σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα έτσι ώστε το δείγμα να αντιπροσωπεύει τόσο περιόδους αιχμής όσο και μη αιχμής για το υπό εξέταση δίκτυο. Οι μετρήσεις γίνονται ταυτόχρονα για όλα τα δίκτυα.
- ii. Ο εξυπηρετητής (server) στον οποίο βρίσκεται αποθηκευμένη η ιστοσελίδα δοκιμών είναι τύπου B, δηλαδή εξυπηρετητής στο διαδίκτυο που ελέγχεται από τις διατάξεις/συστήματα που χρησιμοποιούνται στις δοκιμές. Ο εξυπηρετητής δεν βρίσκεται στο δίκτυο των παρόχων για τους οποίους πραγματοποιούνται οι συγκεκριμένες μετρήσεις. Θα γίνονται περιοδικοί έλεγχοι διαθεσιμότητας των servers ή περιοδικοί έλεγχοι του χρόνου πρόσβασης στους servers.
- iii. Ο τύπος του πλοηγού (web browser) στο τερματικό του χρήστη επιλέγεται με τον ίδιο τρόπο όπως στην μέτρηση του M11.
- iv. Ο τύπος του τερματικού του τελικού χρήστη επιλέγεται και αυτός όπως στην μέτρηση του M11.
- v. Η ιστοσελίδα δοκιμής είναι συγκεκριμένου μεγέθους και περιέχει ένα τυπικό μείγμα από εικόνες και κείμενα των οποίων το μέγεθος είναι επίσης τυπικό και είναι κοινή για τις μετρήσεις σε όλα τα υπό εξέταση δίκτυα.
- vi. Στις μετρήσεις μετράται μόνο το http κατέβασμα (download).

- vii. Οι μετρήσεις γίνονται είτε σε σταθερό σημείο εξασφαλισμένης κάλυψης ραδιοδικτύου είτε εν κινήσει σε συμφωνημένες διαδρομές.
- viii. Ο αριθμός των μετρήσεων πακέτων είναι τέτοιος που να εξασφαλίζει περιθώριο εμπιστοσύνης 95%.

2.3.2 Δείκτες Ποιότητας Σταθερών Ευρυζωνικών Υπηρεσιών

Κρίνεται αναγκαίο να παρουσιάσουμε και τους δείκτες ποιότητας σταθερών επικοινωνιών αφού πολύ συχνά οι κλήσεις γίνονται μεταξύ σταθερού και κινητού δικτύου

- Δείκτης Ποιότητας B01 : Ταχύτητα Μετάδοσης Δεδομένων στο Τμήμα Συγκέντρωσης του Δικτύου Πρόσβασης και στο Δίκτυο Κορμού

Ο δείκτης ποιότητας B01 ορίζεται ως ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων που επιτυγχάνεται κατά τη μεταφορά αρχείων μέσω εφαρμογής Πρωτοκόλλου Μεταφοράς Αρχείων (File Transfer Protocol, FTP) μεταξύ PC-Δοκιμής (Test PCs) και Εξυπηρετητή-Δοκιμής (Test Server). Εκφράζεται με τέσσερα μεγέθη, τα οποία μετρώνται σε Kbit ανά δευτερόλεπτο (Kbps) (σε ακέραιες τιμές) ως εξής:

- i. Το υψηλότερο 95% της ταχύτητας μετάδοσης που επιτυγχάνεται
- ii. Το χαμηλότερο 5% της ταχύτητας μετάδοσης που επιτυγχάνεται
- iii. Η μέση τιμή της ταχύτητας μετάδοσης
- iv. Η τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετάδοσης

Ο δείκτης ποιότητας B01 υπολογίζεται χωριστά για την κατεύθυνση λήψης δεδομένων (download) και την κατεύθυνση αποστολής δεδομένων (upload).

Για υπηρεσίες που διατίθενται περισσότερες από μία ονομαστικές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων, ο δείκτης ποιότητας B01 υπολογίζεται χωριστά για τους ακόλουθους δύο συνδυασμούς (πακέτα σύνδεσης/ πρόσβασης) :

- i. Χαμηλότερη ονομαστική ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων στη ροή καθόδου (downstream speed) και στη ροή ανόδου (upstream speed)
- ii. Υψηλότερη ονομαστική ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων στη ροή καθόδου (downstream speed) και στη ροή ανόδου (upstream speed)

Για τον υπολογισμό του δείκτη ποιότητας B01 χρησιμοποιούνται δοκιμές μεταφοράς αρχείων μέσω συνόδων FTP (FTP sessions) και οι μετρήσεις πραγματοποιούνται στα PC-Δοκιμής ή/και σε μετρητικό εξοπλισμό που συνδέεται στα PC-Δοκιμής.

Ο υπολογισμός του αριθμού των απαιτούμενων παρατηρήσεων (δοκιμών μεταφοράς αρχείων) γίνεται χωριστά για λήψη δεδομένων (download) και αποστολή δεδομένων

(upload) και βασίζεται στο ETSI EG 202 057-4 v1.1.1 υποθέτοντας σχετική ακρίβεια 2 % και βαθμό εμπιστοσύνης 95%. Ο ελάχιστος αριθμός απαιτούμενων παρατηρήσεων για λήψη και αποστολή δεδομένων είναι 20.000.

Μια δοκιμή μεταφοράς (είτε λήψης είτε αποστολής δεδομένων) λογίζεται από τη στιγμή που έχει ήδη πραγματοποιηθεί η σύνοδος FTP και ξεκινάει η μεταφορά δεδομένων. Η διάρκεια της δοκιμής μεταφοράς (είτε λήψης είτε αποστολής δεδομένων) είναι εκατόν τριάντα (130) δευτερόλεπτα, μετά τα οποία η δοκιμή μεταφοράς τερματίζεται. Η ταχύτητα μετάδοσης της δοκιμής μεταφοράς (είτε λήψης είτε αποστολής δεδομένων) είναι ο μέσος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων της δοκιμής και ορίζεται ως το πηλίκο του όγκου δεδομένων (σε Kbit) που διακινήθηκαν (ελήφθησαν/ απεστάλησαν) στα τελευταία 120 δευτερόλεπτα, έχοντας εξαιρέσει τα πρώτα 10 δευτερόλεπτα, προς το χρόνο αυτό των 120 δευτερολέπτων.

Τα αρχεία που χρησιμοποιούνται στις δοκιμές μεταφοράς είναι συμπιεσμένα αρχεία (όπως αρχεία zip) το μέγεθος των οποίων είναι τέτοιο ώστε η πλήρη μεταφορά τους με βάση την ονομαστική ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων στην αντίστοιχη ροή (ανόδου/ καθόδου) να απαιτεί χρόνο πολλαπλάσιο της διάρκειας μιας δοκιμής μεταφοράς (δηλαδή των 130 δευτερολέπτων).

Το μετρητικό λογισμικό που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του δείκτη ποιότητας B01 πρέπει να είναι ευρέως χρησιμοποιούμενο και ο μετρητικός εξοπλισμός πρέπει να είναι πιστοποιημένος από φορέα στην Ελλάδα ή φορέα στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

- Δείκτης Ποιότητας B02 : Χωρητικότητα Διασύνδεσης

Ο δείκτης ποιότητας B02 παρουσιάζει την εθνική και διεθνή χωρητικότητα (bandwidth capacity) διασύνδεσης που διαθέτει ο πάροχος υπηρεσιών καθώς και την απαίτηση χωρητικότητας, σε ονομαστικό επίπεδο, των τελικών χρηστών του. Εκφράζεται με πέντε μεγέθη ως εξής:

- i. Χωρητικότητα Εθνικής Διασύνδεσης (ΧΕΔ)
- ii. Χωρητικότητα Διεθνούς Διασύνδεσης (ΧΔΔ)
- iii. Πλήθος Τελικών Χρηστών (ΠΤΧ)
- iv. Ονομαστική Απαίτηση Χωρητικότητας (ΟΑΧ)
- v. Λόγος ΧΔΔ προς ΟΑΧ

Τα μεγέθη ΧΕΔ, ΧΔΔ και ΟΑΧ και οι μέσες τιμές αυτών υπολογίζονται σε Mbit ανά δευτερόλεπτο (Mbps), σε ακέραιες τιμές, η μέση τιμή του μεγέθους ΠΤΧ υπολογίζεται και παρουσιάζεται σε ακέραια τιμή και η μέση τιμή του λόγου ΧΔΔ προς ΟΑΧ παρουσιάζεται με ακρίβεια τόσων δεκαδικών ψηφίων όσων και τα δύο

πρώτα μη-μηδενικά ψηφία. Τα μεγέθη ΧΕΔ, ΧΔΔ και ΟΑΧ και ο λόγος ΧΔΔ προς ΟΑΧ υπολογίζονται χωριστά για την κατεύθυνση λήψης δεδομένων (ροή καθόδου) (downstream bandwidth capacity/speed) και την κατεύθυνση αποστολής δεδομένων (ροή ανόδου) (upstream bandwidth capacity/speed).

Ως διεθνή γραμμή ορίζεται μια τηλεπικοινωνιακή σύνδεση σε λογικό επίπεδο της οποίας το ένα άκρο βρίσκεται στην Ελλάδα και το άλλο στο εξωτερικό. Ως εθνική γραμμή ορίζεται μια τηλεπικοινωνιακή σύνδεση σε λογικό επίπεδο της οποίας και τα δύο άκρα βρίσκονται στην Ελλάδα αλλά και κάθε επιμέρους τηλεπικοινωνιακή σύνδεση σε φυσικό επίπεδο εκτείνεται αποκλειστικά στην Ελλάδα.

Ως Χωρητικότητα Εθνικής Διασύνδεσης (ΧΕΔ) ορίζεται το άθροισμα των εγγυημένων χωρητικοτήτων όλων των εθνικών γραμμών συνδεσιμότητας Διαδικτύου που διαθέτει ο πάροχος υπηρεσιών για τη διασύνδεση του δικτύου του με τα δίκτυα άλλων εγχώριων παρόχων υπηρεσιών Διαδικτύου για την εξυπηρέτηση των τελικών χρηστών του.

Ως Χωρητικότητα Διεθνούς Διασύνδεσης (ΧΔΔ) ορίζεται το άθροισμα των εγγυημένων χωρητικοτήτων όλων των εθνικών γραμμών συνδεσιμότητας Διαδικτύου που διαθέτει ο πάροχος υπηρεσιών για τη διασύνδεση του δικτύου του με το Διεθνές Διαδίκτυο για την εξυπηρέτηση των τελικών χρηστών του.

Ως Πλήθος Τελικών Χρηστών (ΠΤΧ) ορίζεται ο αριθμός τελικών χρηστών ευρυζωνικών υπηρεσιών του παρόχου.

Ως Ονομαστική Απαίτηση Χωρητικότητας (ΟΑΧ) ορίζεται το άθροισμα των ονομαστικών ταχυτήτων σύνδεσης των τελικών χρηστών ευρυζωνικών υπηρεσιών του παρόχου.

Ο δείκτης ποιότητας B02 εφαρμόζεται σε άμεσες και έμμεσες υπηρεσίες και υπολογίζεται ενιαία και για τους δύο τύπους υπηρεσιών.

- Δείκτης Ποιότητας B03 : Ποσοστό αποτυχίας κλήσης VoIP

Ο δείκτης ποιότητας B03 εκφράζει το ποσοστό των αποτυχημένων κλήσεων σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

- Δείκτης Ποιότητας B04 : Ποιότητα σύνδεσης για ομιλία VoIP

Ο δείκτης ποιότητας B04 αποτελεί το δείκτη ποιότητας της ομιλίας VoIP μεταξύ των τερματικών σημείων πρόσβασης σε μια κλήση φωνητικής υπηρεσίας VoIP. Εκφράζεται με έναν από τους ακόλουθους όρους κατηγοριών ποιότητας: «πολύ υψηλή», «μέση», «χαμηλή» και «πολύ χαμηλή» ποιότητα.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για κάθε δείκτη ποιότητας προτείνεται να παρουσιάζονται σε πίνακες οι οποίοι παρουσιάζονται στο παράρτημα Α.1

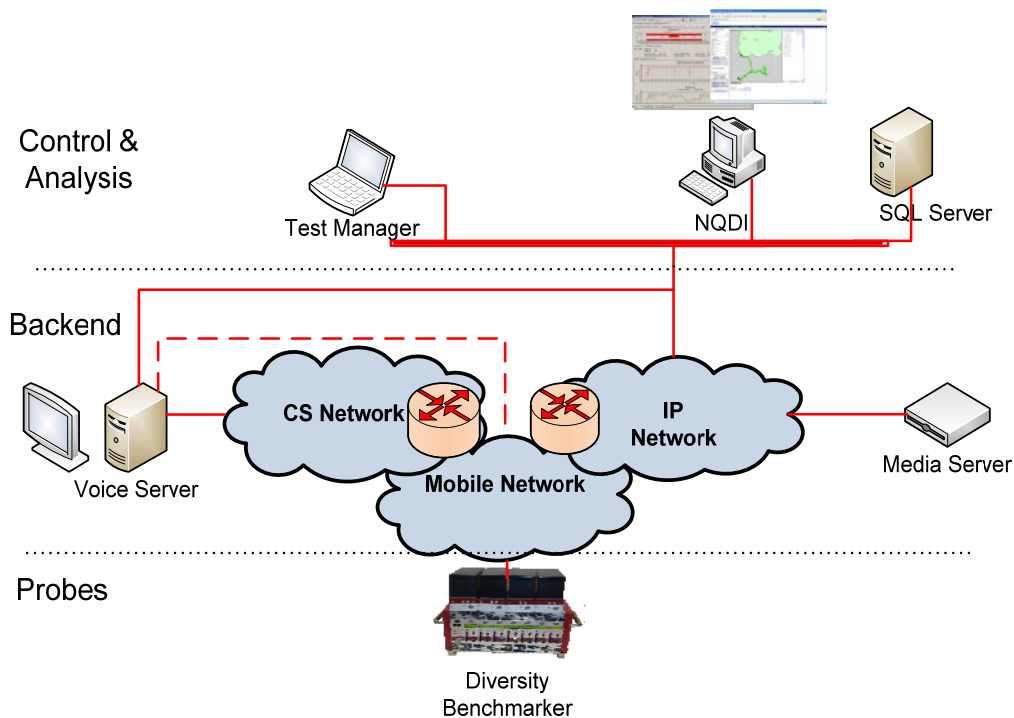
3 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

3.1 Μετρητικό Σύστημα

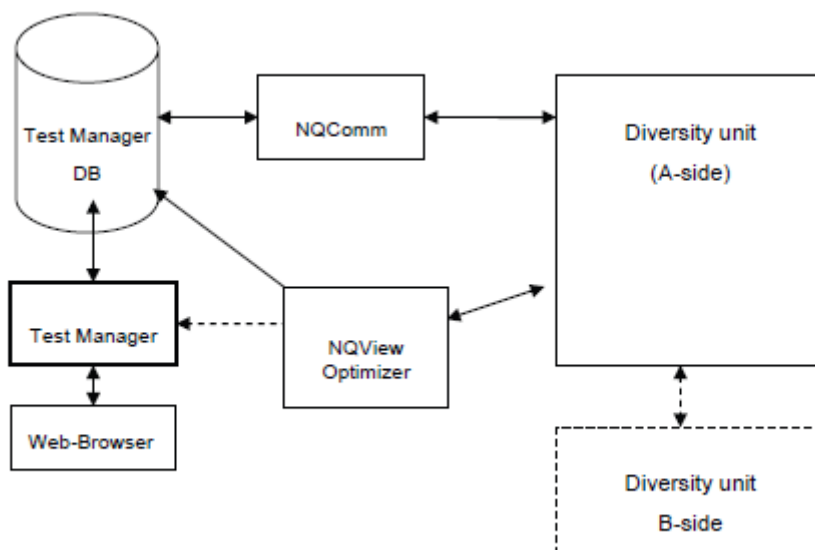
Οι μετρήσεις και η ανάλυσή τους διεξήχθησαν με τη χρήση εξοπλισμού SwissQual. Η πλατφόρμα Diversity χρησιμοποιείται για μετρητικά συστήματα και επιτρέπει στο χρήστη να μετρά περισσότερα από 10 διαφορετικά κυψελωτά δίκτυα με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Το σύστημα είναι φορητό και μπορεί είτε να τοποθετηθεί σε αυτοκινούμενο όχημα είτε να μεταφέρεται από πεζό. Η διασύνδεση με το κινητό δίκτυο επιτυγχάνεται μέσω ειδικών μοντέλων κινητών τηλεφώνων που δίνουν πρόσβαση σε εσωτερικές παραμέτρους του δικτύου. Το σύστημα αυτό διενεργεί κλήσεις, καταγράφει παραμέτρους των κυψελωτών δικτύων, μετρά την ποιότητα φωνής χρησιμοποιώντας τον Voice Server όπως επίσης και την ποιότητα δεδομένων, email, και video χρησιμοποιώντας τον Media Server. Η ποιότητα υπηρεσίας σε μετρήσεις φωνής και δεδομένων υπολογίζεται μέσω σχετικών αλγορίθμων. Η πλατφόρμα Diversity καθιστά δυνατή την αποτίμηση του επιπέδου ποιότητας υπηρεσίας και την βελτιστοποίηση του δικτύου. Είναι σχεδιασμένη τόσο για σταθερά όσο και για κινητά δίκτυα.

Η διεξαγωγή των μετρήσεων διαμορφώνεται και ο ελέγχεται από τον Test Manager ενώ τα δεδομένα των μετρήσεων παρακολουθούνται ζωντανά στο NQView. Ο Test Manager και το NQView είναι προγράμματα που εκτελούνται στον φορητό υπολογιστή κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Μετά το τέλος των μετρήσεων τα αποτελέσματα εισάγονται στο εργαλείο ανάλυσης NQDI (NetQual Database Interface) το οποίο είναι συνδεδεμένο με μια χωροχρονική βάση δεδομένων. Το εργαλείο αυτό προσφέρει προηγμένη ανάλυση, φιλτράρισμα και αναζήτηση δεδομένων, στατιστικά για τους δείκτες KPIs, δυνατότητα άντλησης συγκεκριμένων μόνο πληροφοριών, σχεδίαση χαρτών και διαγραμμάτων και δημιουργία αναφορών.



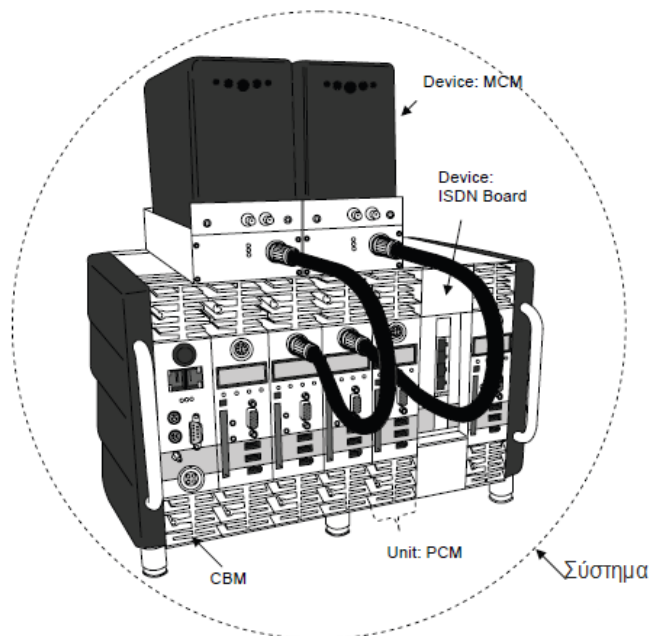
Εικόνα 3-1 Επίπεδα επικοινωνίας μετρητικού συστήματος



Εικόνα 3-2 Επικοινωνία μονάδων μετρητικού συστήματος – Λεπτομέρειες

Στα πιο πάνω σχήματα φαίνεται η δομή του συστήματος Diversity και η επικοινωνία μεταξύ των μονάδων που το αποτελούν. Αναλυτικά αυτές οι μονάδες είναι οι ακόλουθες:

- *Test Manager(TM)*: το λογισμικό το οποίο δημιουργεί και διαχειρίζεται τα tests.
- *Βάση δεδομένων test manager*: λογισμικό το οποίο αποθηκεύει τις ρυθμίσεις που γίνονται στο test manager.
- *NQComm*: λογισμικό το οποίο επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ του test manager και της μονάδας του Diversity. Το NQComm φορτώνει τα δεδομένα από την βάση δεδομένων, μετατρέπει τα δεδομένα στην κατάλληλη μορφή και τότε τα στέλνει στην μονάδα για περαιτέρω επεξεργασία.
- *NQView*: λογισμικό από το οποίο παρακολουθούμε ζωντανά και μπορούμε να αναπαράγουμε τα δεδομένα των μετρήσεων από το Diversity.
- *NQView Optimizer*: λογισμικό που διαχειρίζεται απλοποιημένες μετρήσεις.
- *Control Base Module (CBM)*: hardware που τροφοδοτεί το Diversity.
- *Μονάδα Diversity*: hardware που ελέγχει τις συσκευές που διεξάγουν τις δοκιμές.
 - *PCM*
 - *PC*
 - *Device*: hardware που μπορούμε να συνδέσουμε σε μία μονάδα για την διεξαγωγή συγκεκριμένων δοκιμών.



Εικόνα 3-3 PCM μονάδες μετρήσεων

3.2 Test Manager

3.2.1 Εισαγωγή

Το test manager είναι το λογισμικό το οποίο εγκαταστήσαμε στον φορητό υπολογιστή. Μέσου του test manager διαχειριζόμασταν και παρακολουθούσαμε τα test φωνής και δεδομένων κατά την διάρκεια της διεξαγωγής τους.

Για την σωστή λειτουργία του μετά την εγκατάσταση του ακολουθήσαμε την εξής διαδικασία

- Το συνδέσαμε με την βάση δεδομένων
- Διαμορφώσαμε τις ρυθμίσεις για το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο το οποίο μελετήσαμε
- Διαμορφώσαμε τις μονάδες και τις συσκευές του Diversity
- Προσθέσαμε την πρώτη εργασία (job)
- Καταχωρήσαμε την εργασία σε ένα task
- Τρέξαμε το task

3.2.2 Campaigns, Tasks, Jobs και Tests

Οι μετρήσεις ποιότητας φωνής και δεδομένων στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών που γίνονται μέσω του test manager οργανώνονται σε campaigns(καμπάνιες), tasks, jobs(εργασίες) και tests(δοκιμές).

Ένα campaign είναι μια συλλογή από tasks που μας επιτρέπει να ξεκινήσουμε την διεξαγωγή tasks ταυτόχρονα. Δεν μπορούμε να εγγράψουμε ένα task σε περισσότερες από μια καμπάνιες.

Ένα task με την σειρά του είναι μια συλλογή από jobs που εγγράφονται ανάλογα με τον τύπο της εργασίας σε μια ή δύο συσκευές .

Μια εργασία είναι μια διαταγμένη συλλογή από tests του ίδιου τύπου όπως φωνής ή δεδομένων. Ένα job έχει και επιλογές όπως τα χρονοδιαγράμματα και άλλες ρυθμίσεις. Μπορούμε να τρέξουμε ένα job μόνο σε ενός τύπου μονάδες.

Μια δοκιμή (test) περιέχει την δοκιμή που εφαρμόζεται στο δίκτυο.

3.2.3 Διαμόρφωση δικτύου

Για την σωστή διεξαγωγή των μετρήσεων ήταν απαραίτητη η συγκεκριμενοποίηση των παραμέτρων για το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.

Για το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο που επιλέξαμε συγκεκριμενοποιήσαμε

- Χειριστή δικτύου (Operator)
- Πάροχο δικτύου (Provider)
- Σημείο πρόσβασης (Access Points)
- Συνδρομητές (Subscribers)

Παρακάτω παρουσιάζουμε τους πίνακες τους οποίους συμπληρώσαμε για κάθε στοιχείο του τηλεπικοινωνιακού δικτύου.

Προσθήκη Operator

Για την εισαγωγή του operator δικτύου ζητήθηκαν στοιχεία για την ταυτότητα του. Με την επιλογή του εικονιδίου για πρόσθεση νέου χειριστή συμπληρώθηκαν οι πιο κάτω ρυθμίσεις

Ρύθμιση	Περιγραφή
Χειριστής	Όνομα χειριστή
Όνομα επίδειξης	Όνομα που φαίνεται στην οθόνη του κινητού τηλεφώνου
Τεχνολογία	Επιλογή της τεχνολογίας που υποστηρίζει το δίκτυο
MCC	Κινητός κωδικός χώρας
MNC	Κωδικός δικτύου κινητής τηλεφωνίας
NCC	Ορισμένα κανάλια κέντρων δικτύου
GSM κανάλια	Ορισμένα GSM κανάλια
UMTS κανάλια	Ορισμένα UMTS κανάλια
SID	Ταυτότητα συστήματος
NID	Ταυτότητα δικτύου
Χρήση	Όταν καθορίζετε ένας πάροχος μόνο οι χειριστές που έχουν ενεργοποιημένο αυτό το πεδίο επιδεικνύονται. Η επιλογή αυτή γίνεται εξ' ορισμού.

Πίνακας 3-1 Ρυθμίσεις προσθήκης operator

Προσθήκη νέου Provider

Ο πάροχος προσφέρει της υπηρεσίες του δικτύου. Παρόλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ίδιο όνομα για ένα χειριστή και για πάροχο και χειριστή, ο πάροχος δεν μπορεί να προσφέρει τις ίδιες υπηρεσίες στον ίδιο χειριστή. Οι υπηρεσίες που προσφέρει ένας provider καθορίζονται τις υπηρεσίες όταν προστίθεται το συγκεκριμένο σημείο πρόσβασης, για παράδειγμα SMS, MMS και WAP.

Για την δημιουργία νέου παρόχου πρέπει να γίνει εισαγωγή των πιο κάτω πληροφοριών

Ρύθμιση	Περιγραφή
Πάροχος	Όνομα παρόχου
Ορισμένος χειριστής	Χειριστής στον οποίο ορίζουμε τον πάροχο
Σημείο πρόσβασης	Καθορισμένο σημείο πρόσβασης για τον πάροχο

Πίνακας 3-2 Ρυθμίσεις προσθήκης provider

Προσθήκη νέου σημείου πρόσβασης

Ένα σημείο πρόσβασης καθορίζει τις υπηρεσίες που προσφέρονται από τον provider.

Για κάθε υπηρεσία χρειάστηκε να προσθέσουμε καινούργιο σημείο πρόσβασης.

Στο test manager για δοκιμές δεδομένων ορίζονται τα πιο κάτω σημεία πρόσβασης.

- MMS για δοκιμές δεδομένων MMS
- WAP για δοκιμές δεδομένων WAP
- SMSC για δοκιμές δεδομένων SMS
- GPRS για τις υπόλοιπες δοκιμές δεδομένων

Για την δημιουργία ενός σημείου πρόσβασης συμπληρώσαμε τις πιο κάτω πληροφορίες:

Ρύθμιση	Περιγραφή
Σημείο πρόσβασης	Όνομα του σημείου πρόσβασης
Καθορισμένος πάροχος	Πάροχος στον οποίο ορίζεται το σημείο πρόσβασης

Ρύθμιση	Περιγραφή
Τύπος	Επιλογή ενός από τους ακόλουθους τύπους σημείων πρόσβασης <ul style="list-style-type: none"> • GPRS • WAP • MMS • CS • SMSC • CDMA
APN	Όνομα σημείου πρόσβασης του δικτύου
Αριθμός τηλεφώνου	Εξ' ορισμού ο αριθμός τηλεφώνου για GPRS είναι *99#. Αυτός ο αριθμός αρχικοποιεί το εσωτερικό modem. Για CS και SMSC αυτή η τιμή χρησιμοποιείται σαν αριθμός τηλεφώνου για πρόσβαση στις υπηρεσίες.
Όνομα χρήστη	Όνομα χρήστη για πρόσβαση στην υπηρεσία.
Κωδικός	Κωδικός για πρόσβαση στην υπηρεσία.
Gateway proxy	Gateway ή proxy DNS ή διεύθυνση IP
Port (πύλη)	Port ή gateway ή proxy
DNS 1	Περιοχή του εξυπηρετητή ονόματος 1 (IP διεύθυνση ή hostname)
DNS 2	Περιοχή του εξυπηρετητή ονόματος 2 (IP διεύθυνση ή hostname)
URL 1),2),6) ή MMSC 3)	URL της υπηρεσίας ή URL του κέντρου MMS για πρόσβαση.
AT σειρά εντολής	Αν αυτό το κουτί δεν έχει συμπληρωθεί και έχει εισαχθεί APN , αυτό το πεδίο γεμίζει αυτόματα με την AT σειρά εντολής. Αυτή η συμβολοσειρά χρησιμοποιείτε στο τηλέφωνο για ενωθεί με το σημείο πρόσβασης.

Πίνακας 3-3 Ρυθμίσεις προσθήκης νέου σημείου πρόσβασης

Προσθήκη νέου συνδρομητή

Ο συνδρομητής είναι το τέλος της πλευράς του χρήστη στο δίκτυο. Για παράδειγμα

στα δίκτυα GSM ο συνδρομητής είναι η κάρτα SIM. Ένας συνδρομητής ορίζεται σε μια συσκευή κινητής τηλεφωνίας όταν διαμορφώνονται οι ρυθμίσεις για την συσκευή στο test manager.

Για την προσθήκη συνδρομητή συμπληρώσαμε τις πιο κάτω ρυθμίσεις .

Ρύθμιση	Περιγραφή
Συνδρομητής	Όνομα του συνδρομητή. Αυτό το όνομα αναγράφεται και σε άλλα σημεία της εφαρμογής όπως στην συσκευή κινητής τηλεφωνίας
Ορισμένος πάροχος	Πάροχος στον οποίο ορίζεται ο συνδρομητής
Τύπος	Τύπος της συνδρομής (δεν χρησιμοποιούνται ISDN και PSTN) .
Αριθμός τηλεφώνου	Αριθμός τηλεφώνου του συνδρομητή
Ταυτότητα συνδρομητή	Για τον τύπο “mobile” η ταυτότητα συνδρομητή είναι IMSI
PIN(*)	Κωδικός PIN του φωνοκιβώτιου
Φωνοκιβώτιου #(*)	Αριθμός κλήσης για τα μηνύματα του φωνοκιβώτιου
Δείκτης φωνοκιβωτίου(*)	Αυτός ο δείκτης διαχωρίζει ένα SMS από το φωνοκιβώτιο από ένα κανονικό SMS
Ακολουθία για διαγραφή από το φωνοκιβώτιο(*)	Πληκτρολογούμε αυτή την ακολουθία για να διαγράψουμε ένα μήνυμα από το φωνοκιβώτιο
Διάρκεια ανακοίνωσης(*)	Διάρκεια σε δευτερόλεπτα της ανακοίνωσης του φωνοκιβωτίου

Πίνακας 3-4 Ρυθμίσεις προσθήκης συνδρομητή

Σημείωση: Οι ρυθμίσεις που έχουν αστερίσκο (*) δεν είναι αναγκαίες αν δεν θέλουμε να εξετάσουμε την υπηρεσία φωνοκιβωτίου(VMS).

Πρόσθεση μονάδων και συσκευών

Για την εγκατάσταση μιας σύνδεσης μεταξύ του Test Manager και της μονάδας μέτρησης χρειάστηκε να προσθέσουμε την μονάδα και μετά να διαμορφώσουμε τις ρυθμίσεις της σύνδεσης. Η πραγματική σύνδεση γίνεται στο NQComm.

Για την διαμόρφωση του Diversity hardware επιλέξαμε System Configuration στον

πίνακα πλοήγησης. Στον πίνακα πλοήγησης γίνεται η διαμόρφωση των ακόλουθων Diversity hardware:

- Μονάδα PCM
- Μονάδα PC
- Μονάδα QualiPoc Controller
- Συσκευή κινητού τηλεφώνου
- Συσκευή κάρτας δεδομένων (data card)
- Συσκευή ISDN
- Συσκευή PSTN

Προσθήκη μονάδας

Για την πρόσθεση μιας μονάδας PCM επιλέγουμε το εικονίδιο Add Unit , εισάγουμε τις λεπτομέρειες της σύνδεσης και πατάμε Add.

Χρειάζεται να εισάγουμε τις πιο κάτω ρυθμίσεις για κάθε μονάδα.

- Όνομα μονάδας
- Όνομα υπολογιστή
- Σύνδεση Comm

Ρύθμιση	Περιγραφή
Όνομα μονάδας	Το όνομα της μονάδας είναι απαραίτητο. Μπορούμε να εισάγουμε οποιοδήποτε όνομα.
Όνομα υπολογιστή	Εισαγωγή ολόκληρου του ονόματος του PC στο δίκτυο.
Τύπος μονάδας	Επιλογή του τύπου της μονάδας .
Ταυτότητα συστήματος	Αναγνωριστικός αριθμός του συστήματος Diversity.
Άμεση αναβάθμιση μονάδας	Αυτόματα αναβαθμίζει την μονάδα με τις καινούργιες ρυθμίσεις και οι ρυθμίσεις αποθηκεύονται στην βάση δεδομένων. Αυτή η επιλογή απαιτεί να είναι ενεργοποιημένο και το NQComm.

Πίνακας 3-5 Ρυθμίσεις προσθήκης μονάδας

3.2.4 Διαμόρφωση εργασιών και δοκιμών

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει μια εργασία (job) είναι μια συλλογή από όμοιες δοκιμές (tests) οι οποίες εκτελούνται συγχρονισμένα. Στην προετοιμασία των μετρήσεων χρειάστηκε η διαμόρφωση των tests και των jobs που αποφασίσαμε να εκτελέσουμε. Κάθε εργασία έπρεπε να είναι ενός συγκεκριμένου τύπου και για ένα συγκεκριμένο τύπο συσκευής. Για κάθε εργασία προσδιορίσαμε τις παρακάτω ρυθμίσεις:

- Επιλογές εργασίας (job options)
- Δοκιμές (tests)
- Χρονοδιαγράμματα (timings)

Στο test manager προσφέρονται οι παρακάτω τύποι jobs:

- **Intrusive (παρεισφρητικός):** εγκαθίσταται μία κλήση μεταξύ δύο μονάδων μέτρησης, μίας A-πλευράς και μιας B-πλευράς και μετά στέλνονται δείγματα μεταξύ των δύο πλευρών.
- **Non intrusive (μη παρεισφρητικός):** εξετάζεται η ποιότητα κλήσης ενός δοκιμαστικού σινιάλου που στέλνεται στην μονάδα που εξετάζουμε. Το σινιάλο αξιολογείται με τις προδιαγραφές P.563 της ITU-T. Για αυτό τον τύπο εργασίας χρειάζεται μόνο μια μονάδα μέτρησης.
- **Κλήση σε οποιονδήποτε αριθμό:** Μια κλήση γίνεται σε έναν οποιοδήποτε αριθμό. Η εργασία διατηρεί την κλήση για ένα χρονικό διάστημα και τότε αποσυνδέεται. Δεν χρειάζεται ο καθορισμός B- πλευράς.
- **Δοκιμή πρόσβασης:** Γίνεται απόπειρα κλήσης σε έναν οποιοδήποτε αριθμό. Μόλις γίνει η σύνδεση η εργασία τερματίζει. Για αυτή την εργασία χρειάζεται μόνο μια μονάδα μέτρησης.
- **Κλήση από οποιονδήποτε αριθμό.**
- **Δεδομένα:** IP δοκιμές όπως FTP,HTTP κλπ.
- **Μόνο scanner:** Λαμβάνονται μόνο δεδομένα μέσω του scanner.

Στην συνέχεια παρουσιάζουμε τους πίνακες που χρειάστηκε να συμπληρωθούν για την εκτέλεση των μετρήσεων.

Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων

Οι επιλογές σε αυτή την καρτέλα είναι όμοιες για όλους τους τύπους εργασίας εκτός από του παρεισφρητικού

Ρύθμιση	Περιγραφή
Καθυστέρηση πριν την σύνδεση.	Καθυστέρηση πριν την απόπειρα σύνδεσης.(dial-up). 00:00:00 δείχνει ότι αυτή η ρύθμιση δεν χρησιμοποιείται.

Ρύθμιση	Περιγραφή
Καθυστέρηση μετά την σύνδεση.	Χρόνος καθυστέρησης μετά από μια επιτυχημένη κλήση. 00:00:00 δειχθεί ότι αυτή η σύνδεση δεν χρησιμοποιείται.
Μέγιστος αριθμός προσπαθειών κλήσης.	Καθορίζει τον μέγιστο αριθμό προσπαθειών κλήσης για κάθε παράθυρο.
Καθυστέρηση επαναπροσπάθειας κλήσης.	Χρόνος καθυστέρησης πριν ξεκινήσει άλλη προσπάθεια κλήσης.

Πίνακας 3-6 Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων

Intrusive (παρεισφρητικός) τύπος εργασίας

Γενικές ρυθμίσεις

Ρύθμιση	Περιγραφή
Επανάληψη δοκιμής	Μας επιτρέπει να δημιουργούμε γρήγορα μεγάλες κλήσεις επαναλαμβάνοντας την εργασία όσες φορές καθορίσουμε.
Καταγραφή HO	Καταγραφή Hang-Over.
Επιτρεπόμενη επανεγκαθίδρυση κλήσης.	Κράτα τον VoiceEngine ανοιχτό αν διακοπεί η σύνδεση και περιμένει απο το κινητό να εγκαθιδρύσει την σύνδεση έτσι ώστε να συνεχιστούν οι μετρήσεις. Στο τέλος της διάρκειας κλήσης που ορίζουμε η κλήση διακόπτεται.

Πίνακας 3-7 Γενικές ρυθμίσεις intrusive εργασιών

Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων

Περιοχή ρυθμίσεων του παράθυρου διάρκειας της κλήσης

Ρύθμιση	Περιγραφή
Παράθυρο διάρκειας	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) για ένα παράθυρο MOC(Mobile Originated Calls) ή για ένα παράθυρο MTC (Mobile terminated calls).Για το NetQual MOC σημαίνει από το A στο B και MTC από το B στο A. Στη διάρκεια του παραθύρου το σύστημα πραγματοποιεί δοκιμαστικές κλήσεις. Η παράμετρος αυτή είναι εξαιρετικά σημαντική και κατά την διάρκεια της συνόδου λαμβάνεται πάντα υπόψη για να κρατά τις δύο πλευρές συντονισμένες.
Χρήση διάρκειας κλήσης για την διακοπή κλήσης	Διακόπτει την κλήση όταν η ορισμένη από πριν διάρκεια κλήσης λήγει. Αν θέλουμε να τερματίζει η κλήση μετά την ολοκλήρωση των δοκιμών δεν επιλέγουμε αυτή την ρύθμιση.
Διάρκεια κλήσης	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) μεταξύ της εντολής για κλήση και της αποσύνδεσης.
Διάρκεια παύσης	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) μεταξύ του τερματισμού της προηγούμενης κλήσης και της επόμενης εντολής για κλήση.
Καθυστέρηση εγκατάστασης πρώτης κλήσης.	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) μεταξύ της αρχής ενός καινούργιου παράθυρου και της εγκατάστασης της πρώτης κλήσης.
Χρόνος επιτήρησης	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) πριν απο το τέλος του παραθύρου όπου όλες οι εξερχόμενες κλήσεις έχουν τερματιστεί από το σύστημα για την εξασφάλιση της άμεσης έναρξης του επόμενου παράθυρου μετρήσεων.

Χρόνος που δεν υπάρχει εγκατάσταση κλήσης	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) πριν το τέλος του παραθύρου που δεν ξεκινούν καινούργιες κλήσεις.
Μέσος χρόνος εγκατάστασης κλήσης	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των εναπομένοντα χρόνο για δοκιμές κατά την διάρκεια της κλήσης. Αυτή η παράμετρος επηρεάζει άμεσα την Συνολική Διάρκεια.

Πίνακας 3-8 Ρυθμίσεις του παραθύρου διάρκεια κλήσης intrusive εργασίες

Περιοχή γενικών ρυθμίσεων

Ρύθμιση	Περιγραφή
Λόγος MOC:MTC	Συγκεκριμενοποίηση του λόγου των MOC προς των MTC παραθύρων.

Πίνακας 3-9 Γενικές ρυθμίσεις intrusive εργασιών

Περιοχή συμπεριφοράς αποτυχημένης κλήσης

Ρύθμιση	Περιγραφή
Παύση μετά την αποτυχία κλήσης	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) που κάνει παύση το σύστημα μετά από μία αποτυχημένη κλήση. Μπορεί να διαφέρει από την κανονική παύση μεταξύ κλήσεων.
Μέγιστος αριθμός αποτυχημένων κλήσεων	Μέγιστος αριθμός συνεχόμενων αποτυχημένων κλήσεων. Στην περίπτωση μιας αποτυχημένης κλήσης πάντα εφαρμόζεται η διάρκεια παραθύρου. Οι δύο πλευρές πρέπει να παραμείνουν συγχρονισμένες καθόλη την διάρκεια της δοκιμής. Βάση ορισμού μία αποτυχημένη κλήση δεν αναγνωρίζεται από την Β πλευρά.

Ρύθμιση	Περιγραφή
Παύση μετά τον μέγιστο αριθμό αποτυχημένων κλήσεων	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) παύει το σύστημα πριν την επόμενη κλήση μετά τον μέγιστο αριθμών αποτυχημένων κλήσεων.
Μέγιστος χρόνος εγκατάστασης κλήσης	Μέγιστος χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) για μία εγκατάσταση κλήσης
Timeout προειδοποίησης	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec) μεταξύ της αίτησης για κανάλι και της προειδοποίησης. Αν αυτή η τιμή είναι μεγαλύτερη του μηδενός τότε η κλήση τερματίζεται αν το σήμα προειδοποίησης δεν λαμβάνεται μέσα στον προκαθορισμένο χρόνο μετά την αίτηση για κανάλι.
Όχι συνδέσεις timeout	Χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec).Αν κλήσεις MTC ή MOC γίνουν σε αυτό τον χρόνο το σύστημα σταματά.

Πίνακας 3-10 Ρυθμίσεις συμπεριφοράς για αποτυχημένες κλήσεις

Ρυθμίσεις παρεισφρητικών δοκιμών

Οι παρεισφρητικές δοκιμές είναι σχεδιασμένες για να μετρούν την ποιότητα μιας σύνδεσης. Αυτές οι δοκιμές χρησιμοποιούν τους ακόλουθους αλγόριθμους:

- Φωνής : μέτρηση της ποιότητας ακρόασης (LQ)
- Καταστολή θορύβου: ελέγχει την καταστολή του θορύβου
- Καταστολή σιωπής: ελέγχει την καταστολή της σιωπής
- Έλεγχος της ακουστικής ηχώ: μετρά την καθυστέρηση της ηχώ και της απώλειες επιστροφής
 - Παθητικός: η B πλευρά είναι σιωπηλή
 - Ενεργητικός : και η B πλευρά δημιουργεί μια ηχώ ενεργά
- Μετά επιστροφής(roundtrip): μέτρηση του χρόνου μετά επιστροφής
- DTMF: Δοκιμή της μετάδοσης των ρυθμών DTMF
- Φωνής P.862: Μία επιλογή για τον αλγόριθμο φωνής (LQ) που χρησιμοποιεί ένα επιπλέον μοντέλο για αντικειμενική πρόβλεψη της ποιότητας φωνής

Ρύθμιση	Δοκιμή
Όνομα δοκιμής	Μπορεί να γίνει χρήση οποιουδήποτε ονόματος
Τύπος παρεισφρητικής δοκιμής	Επιλογή τύπου δοκιμής που θέλουμε να δημιουργήσουμε
Κατεύθυνση	A προς B: άνω ζεύξη B προς A: κάτω ζεύξη
Αποθήκευση αρχείων WAV	Προσδιορισμός της επιλογής αποθήκευσης Όλα : αποθήκευση όλων των wav αρχείων Κανένα : δεν αποθηκεύει LQ<=: αποθηκεύει τα wav αρχεία που είναι κάτω από το κατώφλι LQ που ορίζουμε
Δείγμα αναφοράς	Επιλογή του wave δείγματος που θα χρησιμοποιηθεί στις δοκιμές
Προσέγγιση διάρκειας	Το σύστημα υπολογίζει τον χρόνο σε δευτερόλεπτα (sec) που χρειάζεται για την δοκιμή βασιζόμενο στο δείγμα wave

Πίνακας 3-11 Ρυθμίσεις intrusive δοκιμών

Πρέπει η δοκιμή να ορίζεται σωστά και στις δύο πλευρές. Αν η A πλευρά στέλνει το δείγμα τότε η B πλευρά πρέπει να ηχογραφεί. Η σειρά των δοκιμών και τα δείγματα πρέπει να είναι τα ίδια και στις δύο πλευρές

Μη παρεισφρητικός τύπος εργασιών

Γενικές ρυθμίσεις

Ρύθμιση	Περιγραφή
Βίντεο κλήση	Δημιουργία βίντεο κλήσης αντί για μια κλήση φωνής

Ρύθμιση	Περιγραφή
Επιτρεπόμενη επανεγκαθίδρυση κλήσης.	Κράτα τον VoiceEngine ανοιχτό αν διακοπεί η σύνδεση και περιμένει από το κινητό να εγκαθιδρύσει την σύνδεση έτσι ώστε να συνεχιστούν οι μετρήσεις. Στο τέλος της διάρκειας κλήσης που ορίζουμε η κλήση διακόπτεται.

Πίνακας 3-12 Γενικές ρυθμίσεις non intrusive εργασιών

Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων

Ρύθμιση	Περιγραφή
Διάρκεια παραθύρου	Γενική διάρκεια παραθύρου. Για την απενεργοποίηση αυτής της επιλογής εισάγουμε 00:00:00
Χρόνος επιτήρησης	Εξασφαλίζει ότι το επόμενο παράθυρο μπορεί να ξεκινήσει κανονικά
Άκυρος χρόνος σύνδεσης	Καταστέλλει μια προσπάθεια σύνδεσης αν ο χρόνος που απομένει σε ένα παράθυρο δεν είναι αρκετός για να δημιουργηθεί μια καινούργια σύνδεση. Για την απενεργοποίηση αυτής της επιλογής εισάγουμε 00:00:00
Παύση μετά την τελευταία δοκιμή	Αυτή η παύση εμφανίζεται μόνο στην τελευταία δοκιμή σε μία εργασία
Μέγιστος timeout σύνδεσης	Αν η κλήση δεν απαντηθεί από την άλλη πλευρά μέσα στον χρόνο που καθορίζεις σε αυτό το κουτί η κλήση τερματίζεται και η εργασία αποτυγχάνει.

Πίνακας 3-13 Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων non intrusive εργασιών

Ρυθμίσεις μη παρεισφρητικών δοκιμών

Οι ακόλουθες δοκιμές είναι διαθέσιμες για μία μη παρεισφρητική εργασία

- NiNA+/P.563
- NiNA+

Ρύθμιση	Περιγραφή
Όνομα δοκιμής	Μπορεί να γίνει χρήση οποιουδήποτε ονόματος
Τύπος παρεισφρητικής δοκιμής	Επιλογή τύπου δοκιμής που θέλουμε να δημιουργήσουμε
Διάρκεια κλήσης	Μέγεθος χρόνου πριν την αποσύνδεση μιας κλήσης
Χρονικό διάστημα	Καθόρισε το χρονικό διάστημα κατά την διάρκεια του οποίου ο αλγόριθμος αποτιμά το ηχογραφημένο σήμα
Αριθμός για κλήση	Καθόρισε τον αριθμό που θέλουμε να καλέσει η συσκευή
Αποθήκευση αρχείων WAV	Προσδιορισμός της επιλογής αποθήκευσης Όλα : αποθήκευση όλων των wav αρχείων Κανένα :δεν αποθηκεύει Περιορισμένο : αποθηκεύει τα wav αρχεία που είναι κάτω από το κατώφλι που ορίζουμε
Χώρα κλήσης	Αυτή η ρύθμιση χρειάζεται για αναλογικές κλήσεις με PSTN κάρτα

Πίνακας 3-14 Ρυθμίσεις non intrusive δοκιμών

Κλήση σε οποιονδήποτε αριθμό

Αυτός ο τύπος δοκιμής ενεργοποιεί μια τηλεφωνική κλήση για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και τότε αποσυνδέει την κλήση. Σαν αποτέλεσμα ελέγχουμε αν ένα δίκτυο και μία κινητή συσκευή μπορούν να συνδεθούν.

Γενικές ρυθμίσεις

Ρύθμιση	Περιγραφή
Επιτρεπόμενη επανεγκαθίδρυση κλήσης.	Κράτα τον VoiceEngine ανοιχτό αν διακοπεί η σύνδεση και περιμένει από το κινητό να εγκαθιδρύσει την σύνδεση έτσι ώστε να συνεχιστούν οι μετρήσεις. Στο τέλος της διάρκειας κλήσης που ορίζουμε η κλήση διακόπτεται.
Διεξαγωγή κλήσεων σε περιοχή που δεν υπάρχει εξυπηρέτηση	Κινητή συσκευή προσπαθεί να εγκαταστήσει μια κλήση ακόμα και στην απουσία κάλυψης.
Βίντεο κλήση	Δημιουργία βίντεο κλήσης αντί για μια κλήση φωνής

Πίνακας 3-15 Γενικές ρυθμίσεις κλήσης σε οποιονδήποτε αριθμό

Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων

Ρύθμιση	Περιγραφή
Διάρκεια παραθύρου	Γενική διάρκεια παραθύρου. Για την απενεργοποίηση αυτής της επιλογής εισάγουμε 00:00:00
Χρόνος επιτήρησης	Εξασφαλίζει ότι το επόμενο παράθυρο μπορεί να ξεκινήσει κανονικά
Άκυρος χρόνος σύνδεσης	Καταστέλλει μια προσπάθεια σύνδεσης αν ο χρόνος που απομένει σε ένα παράθυρο δεν είναι αρκετός για να δημιουργηθεί μια καινούργια σύνδεση. Για την απενεργοποίηση αυτής της επιλογής εισάγουμε 00:00:00
Πάυση μετά την τελευταία δοκιμή	Αυτή η παύση εμφανίζεται μόνο στην τελευταία δοκιμή σε μία εργασία

Ρύθμιση	Περιγραφή
Μέγιστος timeout σύνδεσης	Αν η κλήση δεν απαντηθεί από την άλλη πλευρά μέσα στον χρόνο που καθορίζεις σε αυτό το κουτί η κλήση τερματίζεται και η εργασία αποτυγχάνει.

Πίνακας 3-16 Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων για κλήση σε οποιονδήποτε αριθμό

Ρυθμίσεις δοκιμής κλήσης σε οποιονδήποτε αριθμό

Ρύθμιση	Περιγραφή
Όνομα δοκιμής	Μπορεί να γίνει χρήση οποιουδήποτε ονόματος
Διάρκεια κλήσης	Μέγεθος χρόνου πριν την αποσύνδεση μιας κλήσης
Αριθμός για κλήση	Καθόρισε τον αριθμό που θέλουμε να καλέσει η συσκευή
Χώρα κλήσης	Αυτή η ρύθμιση χρειάζεται για αναλογικές κλήσεις με PSTN κάρτα

Πίνακας 3-17 Ρυθμίσεις δοκιμής κλήσης σε οποιονδήποτε αριθμό

Δόκιμες πρόσβασης

Γενικές Ρυθμίσεις

Ρύθμιση	Περιγραφή
Βίντεο κλήση	Δημιουργία βίντεο κλήσης αντί για μια κλήση φωνής

Πίνακας 3-18 Γενικές ρυθμίσεις δοκιμών πρόσβασης

Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων

Ρύθμιση	Περιγραφή
Διάρκεια παραθύρου	Γενική διάρκεια παραθύρου. Για την απενεργοποίηση αυτής της επιλογής εισάγουμε 00:00:00
Χρόνος επιτήρησης	Εξασφαλίζει ότι το επόμενο παράθυρο μπορεί να ξεκινήσει κανονικά
Άκυρος χρόνος σύνδεσης	Καταστέλλει μια προσπάθεια σύνδεσης αν ο χρόνος που απομένει σε ένα παράθυρο δεν είναι αρκετός για να δημιουργηθεί μια καινούργια σύνδεση. Για την απενεργοποίηση αυτής της επιλογής εισάγουμε 00:00:00
Παύση μετά την τελευταία δοκιμή	Αυτή η παύση εμφανίζεται μόνο στην τελευταία δοκιμή σε μία εργασία
Μέγιστος timeout σύνδεσης	Αν η κλήση δεν απαντηθεί από την άλλη πλευρά μέσα στον χρόνο που καθορίζεις σε αυτό το κουτί η κλήση τερματίζεται και η εργασία αποτυγχάνει.

Πίνακας 3-19 Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων δοκιμής πρόσβασης

Ρυθμίσεις δοκιμής της δοκιμής πρόσβασης

Ρύθμιση	Περιγραφή
Όνομα δοκιμής	Μπορεί να γίνει χρήση οποιουδήποτε ονόματος
Αριθμός για κλήση	Καθόρισε τον αριθμό που θέλουμε να καλέσει η συσκευή
Χώρα κλήσης	Αυτή η ρύθμιση χρειάζεται για αναλογικές κλήσεις με PSTN κάρτα

Πίνακας 3-20 Ρυθμίσεις δοκιμής της δοκιμής πρόσβασης

Εργασίες δεδομένων

Ρυθμίσεις χρονοδιαγραμμάτων

Ρυθμίσεις	Περιγραφή
Αρχική καθυστέρηση πριν την σύνδεση	Καθυστέρηση πριν την προσπάθεια σύνδεσης (dial up). Για την απενεργοποίηση αυτής της επιλογής εισάγουμε 00:00:00
Καθυστέρηση μετά την σύνδεση	Καθυστέρηση μετά την σύνδεση. Για την απενεργοποίηση αυτής της επιλογής εισάγουμε 00:00:00
Μέγιστος αριθμός προσπαθειών σύνδεσης	Καθορίζει τον μέγιστο αριθμό προσπαθειών σύνδεσης για κάθε παράθυρο
Καθυστέρηση επαναπροσπάθειας σύνδεσης	Καθυστέρηση πριν από να ξεκινήσει άλλη προσπάθεια σύνδεσης. Για την απενεργοποίηση αυτής της επιλογής εισάγουμε 00:00:00

Πίνακας 3-21 Καρτέλα χρονοδιαγραμμάτων των εργασιών δεδομένων

Ρυθμίσεις δοκιμών δεδομένων

Αυτός ο τύπος εργασίας επιτρέπει δοκιμές βασισμένες σε συσκευές με IP. Οι παρακάτω δοκιμές είναι διαθέσιμες.

- **Ping** : Μετρά τον χρόνο μετά επιστροφής(RTT) για πολλαπλά ping.
- **Ping-trace**: Μετρά RRT για οποιοδήποτε κόμβο μέχρι τον προορισμό.
- **FTP**: Μετρά ρυθμοαπόδοση για αρχεία upload και download.
- **UDP downlink**: Μετρά το εύρος ζώνης της κάτω ζεύξης με UDP.
- **GPRS attach**: ελέγχει αν το κινητό μπορεί να συνδεθεί σε GPRS.
- **GPRS detach**: ελέγχει αν το κινητό μπορεί να αποσυνδεθεί σε GPRS.
- **PDP activation**: ελέγχει την ενεργοποίηση του περιεχομένου PDP για GPRS.
- **PDP deactivation**: ελέγχει την απενεργοποίηση του περιεχομένου PDP για GPRS.
- **HTTP browser**: μετρά το χρονικό διάστημα και την ρυθμοαπόδοση για να πάρουμε μια ολόκληρη HTML σελίδα μέσω HTTP.
- **Αποστολή Email**: μετρά την ρυθμοαπόδοση για αποστολή email.
- **Λήψη Email**: μετρά την ρυθμοαπόδοση για την λήψη email.
- **WAP**: μετρά την επίδοση της υπηρεσίας WAP.
- **Αποστολή MMS**: ελέγχει την λειτουργία αποστολής MMS.

- **Λήψη MMS:** ελέγχει την λειτουργία λήψης MMS.
- **Αποστολή SMS:** ελέγχει την λειτουργία αποστολής SMS.
- **Λήψη SMS:** ελέγχει την λειτουργία λήψης SMS.
- **UDP plus:** μέτρα άνω /κάτω ζεύξη εύρος ζώνης /καθυστέρηση με UDP.

Ρύθμιση	Περιγραφή
Όνομα δοκιμής	Επιτρέπει τον διαχωρισμό των δοκιμών
Τύπος δοκιμής δεδομένων	Επιλέγουμε αυτό που θέλουμε να μετρήσουμε
Παύση	Ορίζουμε το χρονικό διάστημα που θέλουμε να περιμένει η εφαρμογή πριν να ξεκινήσει την επόμενη δοκιμή. Μπορούμε να επιλέξουμε να είναι ένα σταθερό χρονικό διάστημα η να γίνεται μια τυχαία επιλογή.
Μέγιστη διάρκεια	Αν λήξει αυτή η διάρκεια ενώ διεξάγεται μια δοκιμή, ατέλειωτη δοκιμή τερματίζει.

Πίνακας 3-22 Ρυθμίσεις δοκιμών δεδομένων

Ping

Ρύθμιση	Περιγραφή
Οικοδεσπότης (host)	Εισάγουμε την διεύθυνση του host.
Αριθμός ping	Ορίζεται ο αριθμός των πακέτων ping που θα σταλούν
Χρονικό διάστημα	Καθορίζει τον χρόνο που θα περιμένει η εφαρμογή όταν ένα ping επιστρέψει ή περάσει τον επιτρεπόμενο χρόνο για να στείλει το επόμενο
Μέγεθος πακέτου	Το μέγεθος του πακέτου που θα σταλεί. Το προκαθορισμένο μέγεθος είναι 32 bytes. Το μέγιστο μέγεθος είναι 1000 bytes.

Ρύθμιση	Περιγραφή
Timeout	Αναφέρεται σε κάθε ping. Αν δεν επιστρέψει το ping σε αυτό το χρονικό διάστημα καταγράφεται ως χαμένο.

Πίνακας 3-23 Ρυθμίσεις δοκιμής Ping

Η μέγιστη διάρκεια δεν υπάρχει σαν επιλογή. Το σύστημα την υπολογίζει αυτόματα από το timeout, το χρονικό διάστημα που περιμένει και από τον αριθμό των ping.

Ping trace

Ρύθμιση	Περιγραφή
Οικοδεσπότης (host)	Εισάγουμε την διεύθυνση του host.
Μέγεθος πακέτου	Το μέγεθος του πακέτου που θα σταλεί. Το προκαθορισμένο μέγεθος είναι 32 bytes. Το μέγιστο μέγεθος είναι 1000 bytes.
Timeout	Αναφέρεται σε κάθε ping. Αν δεν επιστρέψει το ping σε αυτό το χρονικό διάστημα καταγράφεται ως χαμένο.

Πίνακας 3-24 Ρυθμίσεις δοκιμής Ping Trace

Εδώ η επιλογή μέγιστης διάρκειας είναι διαθέσιμη. Μπορούμε να ορίσουμε μέγιστο χρονικό διάστημα για ολόκληρη την δοκιμή. Όταν λήξει αυτός ο χρόνος η δοκιμή θα τερματιστεί.

FTP

Ρύθμιση	Περιγραφή
Οικοδεσπότης (host)	Διεύθυνση IP ή όνομα host του FTP server.
Λειτουργία	Επιλογή GET(download) ή PUT(upload) λειτουργίας. Η λειτουργία GET κατεβάζει ένα συγκεκριμένο αρχείο από

Ρύθμιση	Περιγραφή
	τον FTP εξυπηρετητή. Η λειτουργία PUT ανεβάζει ένα αρχείο στον FTP εξυπηρετητή.
Μέθοδος	Όταν είναι ενεργός ο εξυπηρετητής εγκαθιστά την σύνδεση(client listening).Η παθητική κατάσταση αφήνει τον πελάτη να συνδεθεί στον εξυπηρετητή για την μεταφορά data(server listening).
Τοπικό αρχείο	FTP Put :όνομα του αρχείου που θέλουμε να ανεβάσουμε στον εξυπηρετητή. FTP Get: όνομα του λαμβανόμενου αρχείου όταν αποθηκευτεί στον τοπικό εξυπηρετητή. Μπορεί να παραμείνει κενό αν το αρχείο διατηρήσει το ίδιο όνομα με το αρχικό με την προέκταση .dl(downloaded).
Απομακρυσμένο αρχείο	FTP Put: όνομα που παίρνει το αρχείο που ανεβάζουμε στον απομακρυσμένο εξυπηρετητή. Μπορεί να παραμείνει κενό αν το αρχείο διατηρήσει το ίδιο όνομα με το αρχικό με την προέκταση .ul(uploaded).
Χρήστης	Όνομα χρήστη του λογαριασμού FTP.
Κωδικός	Κωδικός του FTP λογαριασμού.
Μέγεθος καταχωρητή	Μέγεθος του FTP buffer για τα αρχεία που θα ανεβάσουμε. Το ελάχιστο είναι 4096 bytes και το μέγιστο 65536 bytes.

Πίνακας 3-25 Ρυθμίσεις δοκιμής FTP

HTTP Browser

Ρύθμιση	Περιγραφή
Οικοδεσπότης (host)	Διεύθυνση IP ή όνομα host του FTP server.

Ρύθμιση	Περιγραφή
Απομακρυσμένο αρχείο	Μπορούμε να ορίσουμε ένα συγκεκριμένο HTMLαρχείο για να κατεβάσει η εφαρμογή. Αν αυτή η παράμετρος μείνει κενή η εφαρμογή θα κατεβάσει το καθορισμένο αρχείο για τον συγκεκριμένο host.
HTTP Proxy	Αν χρησιμοποιείται proxy εισάγουμε εδώ την διεύθυνση του.
HTTP Proxy πύλη	Πύλη του proxy
Πράκτορας χρήστη	Αν αυτή η παράμετρος οριστεί ο καθορισμένος browser αγνοείται για να μπορέσει ο web server να στέλνει βελτιστοποιημένα δεδομένα για ένα συγκεκριμένο browser. Οι τιμές που γράφονται στην επικεφαλίδα HTTP είναι HTTP<user-agent> και HTTP <profile>
HTTP<user-agent>	Παίρνει τιμή όταν αλλάζει το “user agent”
HTTP <profile>	Παίρνει τιμή όταν αλλάζει το “user agent”

Πίνακας 3-26 Ρυθμίσεις δοκιμής HTTPBrowser

UDP Downlink

Ρύθμιση	Περιγραφή
Μέγιστη διάρκεια	Αυτή η παράμετρος δεν είναι διαθέσιμη
Αριθμός πακέτων	Αριθμός πακέτων που θα μεταφερθούν.
Μέγεθος πακέτων	Μέγεθος των πακέτων σε bytes
Εύρος ζώνης	Εδώ ορίζεται σε πιο εύρος ζώνης θέλουμε η εφαρμογή να κατεβάζει τα UDP πακέτα.

Ρύθμιση	Περιγραφή
Timeout	Εδώ σημειώνεται ο χρόνος σε seconds κατά τον οποίο η εφαρμογή θα περιμένει για τα UDP πακέτα να επιστρέψουν. Αν δεν επιστρέψει κανένα πακέτο σε αυτή την περίοδο η εφαρμογή θα καταγράψει απώλεια πακέτου και θα τερματίσει την εφαρμογή.

Πίνακας 3-27 Ρυθμίσεις δοκιμής UDP Downlink

Η δοκιμή UDP downlink μετρά το UDP εύρος ζώνης με UDP πακέτα. Συνήθως αυτή η δοκιμή χρησιμοποιείται για την επαλήθευση ενός προσφερόμενου εύρους ζώνης.

UDP Plus

Ρύθμιση	Περιγραφή
Οικοδεσπότης (host)	Διεύθυνση IP ή όνομα host του εξυπηρετητή
Chirp αρχείο	Ορίζει το όνομα του chirp αρχείου που θα χρησιμοποιηθεί
Κύκλοι	Συγκεκριμενοποιεί τον αριθμό των επαναλήψεων του chirp αρχείου.
Πύλη TCP εξυπηρετητή	Αυτή η παράμετρος πρέπει να οριστεί στον αριθμό της πύλης στην οποία ο UDP Plus εξυπηρετητής περιμένει για μια σύνοδο της δοκιμής .
Πύλη UDP εξυπηρετητή	Αυτή η παράμετρος ορίζει την UDP πύλη την οποία θα χρησιμοποιηθεί στην πλευρά του εξυπηρετητή για την δοκιμή.
Πύλη UDP πελάτη	Αυτή η παράμετρος ορίζει την UDP πύλη η εφαρμογή του πελάτη θα χρησιμοποιήσει για την δοκιμή
Κωδικός εξυπηρετητή	Η εφαρμογή του εξυπηρετητή είναι προσβάσιμη μόνο με την χρήση κωδικού.

Ρύθμιση	Περιγραφή
Timeout	Εδώ σημειώνεται ο χρόνος σε seconds κατά τον οποίο η εφαρμογή θα περιμένει για τα UDP plus πακέτα να επιστρέψουν. Αν δεν επιστρέψει κανένα πακέτο σε αυτή την περίοδο η εφαρμογή θα καταγράψει απώλεια πακέτου και θα τερματίσει την εφαρμογή.

Πίνακας 3-28 Ρυθμίσεις δοκιμής UDP Plus

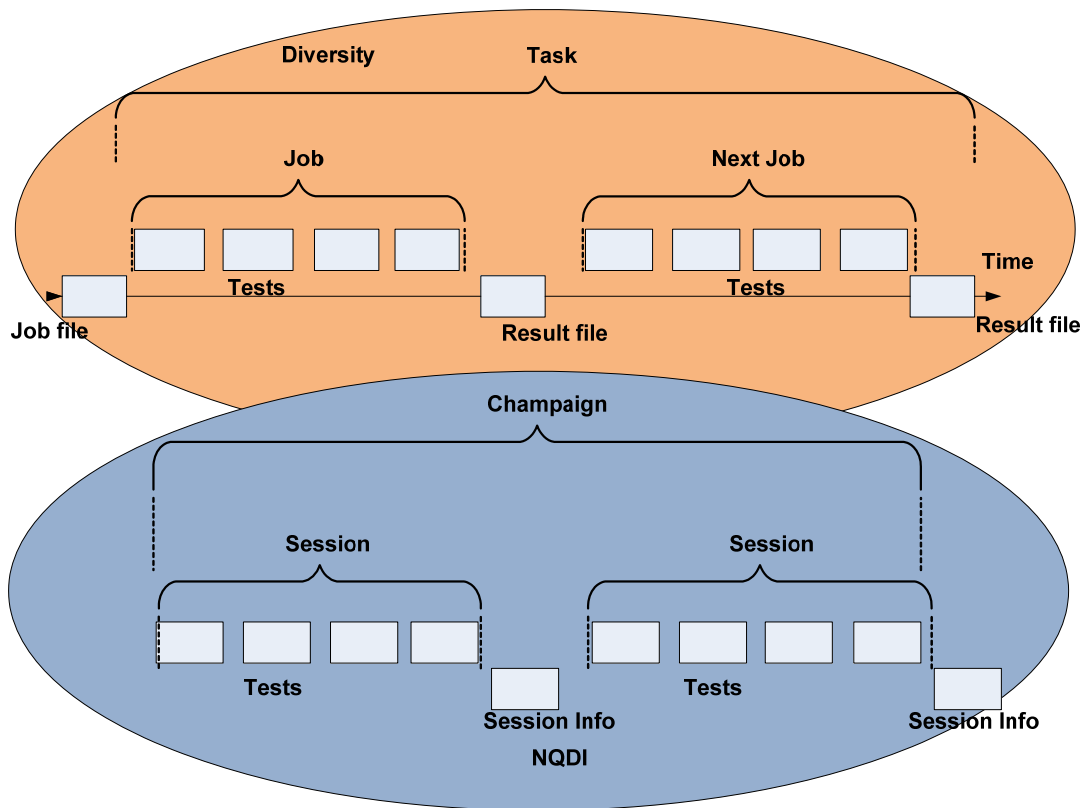
3.3 Εργαλείο Ανάλυσης

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε στην πλατφόρμα NetQual Database Interface (NQDI) της SwissQual. Το NQDI είναι μια εφαρμογή μετά επεξεργασίας που συνδέεται με μια σχεσιακή χωροχρονική βάση δεδομένων SQL και μεταφέρονται για επεξεργασία τα δεδομένα από τις υπόλοιπες πλατφόρμες της SwissQual. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων εξάγονται στατιστικές για όλα τα KPIs (Key Performance Indicators). Στο NQDI προσφέρονται δυνατότητες ανάλυσης με εφαρμογή φίλτρων και ακόμα εύρεση δεδομένων μετά από εφαρμογή σύνθετων χωροχρονικών queries στην SQL βάση δεδομένων. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης μπορούν να παρουσιαστούν σε χάρτες μέσω GIS Viewer (Google map).

3.3.1 Δομή της βάσης δεδομένων

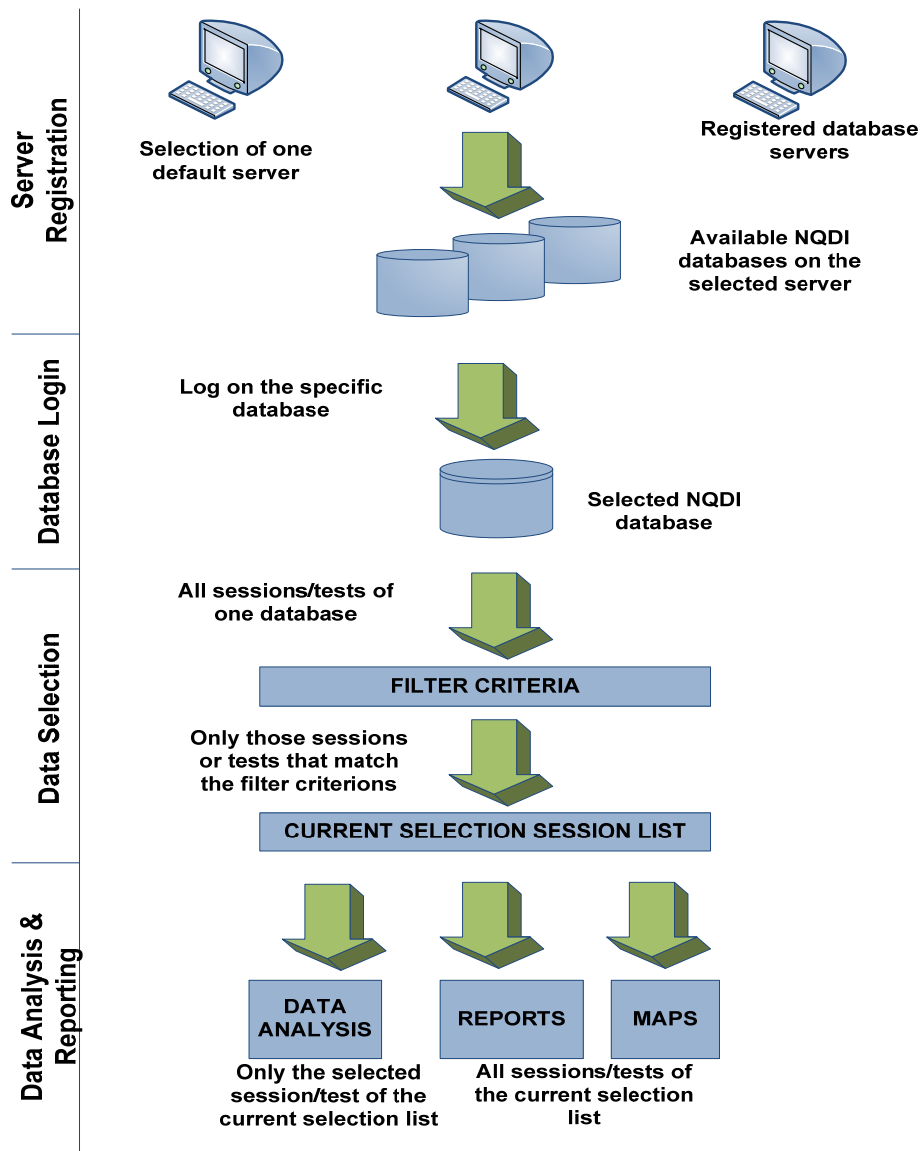
Στο NQDI διαχωρίζονται τα περιεχόμενα των μετρήσεων που εισάγουμε σε συνοδούς (sessions) που είναι υψηλού επιπέδου και σε δοκιμές (test) που είναι χαμηλού επιπέδου.

- Sessions: περιλαμβάνουν όλη την διάρκεια μιας κλήσης μέτρησης, από την εντολή σύνδεση μέχρι την διακοπή της κλήσης. Μπορεί να είναι τύπου κλήση φωνής ή δεδομένων.
- Tests: ένα session μπορεί να περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα tests όπως φωνής, ping, FTP, HTTP.



Εικόνα 3-4 Δομή της βάσης δεδομένων

Τα δεδομένα προς επεξεργασία μπορούν να μειωθούν με την εφαρμογή φίλτρων ή και queries. Αν επιθυμούμε τα δεδομένα των μετρήσεων που χρειαζόμαστε για την ανάλυση να ικανοποιούν κάποιο συνδυασμό χαρακτηριστικών που δεν υπάρχει στην εφαρμογή του χρήστη του NQDI μπορούμε να τα προσαρμόσουμε τα queries με την χρήση του SQL server Στο πιο κάτω διάγραμμα φαίνεται η διαδικασία της επιλογής.



Εικόνα 3-5 Διαδικασία επιλογής δεδομένων από την βάση δεδομένων

Τα διαθέσιμα κριτήρια επιλογής που μπορούμε να εφαρμόσουμε είναι:

Γενικά

- Όνομα καμπάνιας (όνομα task)
- Περιγραφή test (όνομα job)
- Τύπος συνόδου
- Τρόπος μεταφοράς
- Ημερομηνία και μέρα

Δοκιμή (test)

- Τύπος δοκιμής
- Αποτελέσματα δοκιμής

Συσκευή

- Τύπος συσκευής μετρήσεων
- IMEI
- Εταιρεία κατασκευής

Χειριστής δικτύου

- Χειριστής δικτύου ή χειριστής που εξυπηρετεί
- Κυψέλη
- Περιοχή εντοπισμού
- Τεχνολογία
- Τεχνολογία δεδομένων

Κλήση

- Κατάσταση κλήσης
- Τύπος κλήσης

Επίπεδο

- GSM, GPRS ή UMTS L3 μηνύματα

Χάρτης

- Πολυγωνικές περιοχές

Χρήστης

- Σχόλια χρήστη
- Υπενθυμίσεις
- SQL queries που εισάγει ο χρήστης

KPI

- Προκαθορισμένα KPIs

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων που ακολουθεί φιλτράραμε τα δεδομένα χρησιμοποιώντας περίπλοκα queries, με σκοπό να αναλύσουμε συγκεκριμένο μέρος των δεδομένων που βρίσκονταν στη βάση δεδομένων.

Ένα φίλτρο βασισμένο σε ένα query εφαρμόζεται στη βάση δεδομένων με σκοπό να εμφανίσουμε τις τιμές κάποιων παραμέτρων και να υπολογίσουμε στατιστικά από ένα σύνολο καλά οργανωμένων μετρήσεων ή/και πινάκων με πληροφορίες του δικτύου, τα οποία ικανοποιούν συγκεκριμένα κριτήρια.

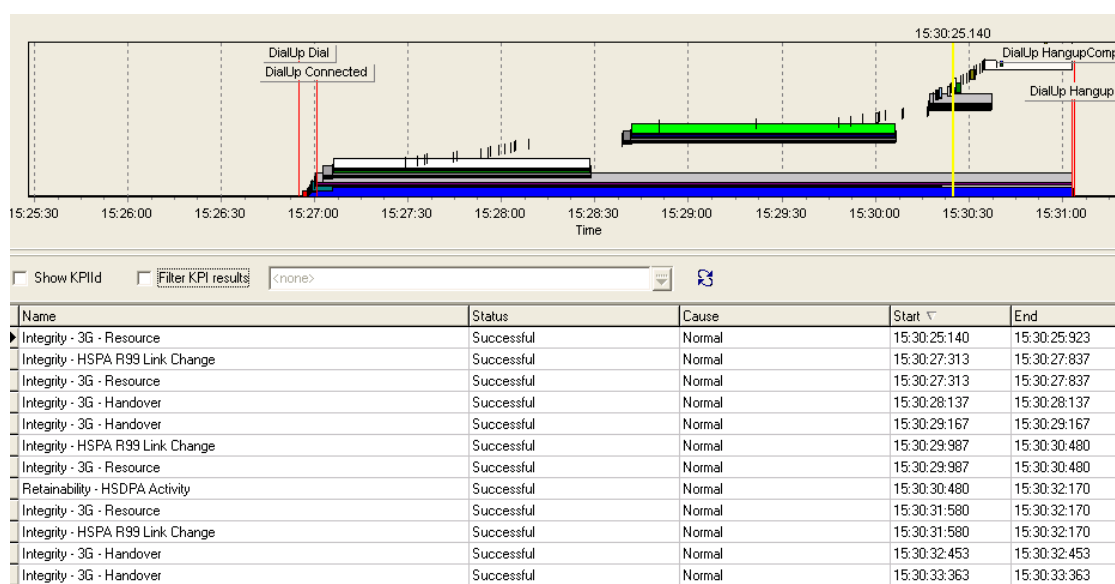
Παρακάτω παρουσιάζεται η γενική μορφή αυτών των queries.

```
SELECT <Λίστα Παραμέτρων >, <Στατιστικές Συναρτήσεις>  
FROM <Λίστα πινάκων μετρήσεων > OR/AND <Λίστα παραμέτρων δικτύου>  
WHERE <Λίστα συνθηκών / κριτηρίων>
```


3.3.2 Βασικοί Δείκτες Απόδοσης - Key Performance Indicators

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει η δυνατότητα πρόσβασης (accessibility), η δυνατότητα διατήρησης (retainability) και η ακεραιότητα (integrity) είναι οι βασικές πτυχές της αξιολόγησης της ποιότητας στις τηλεπικοινωνίες.

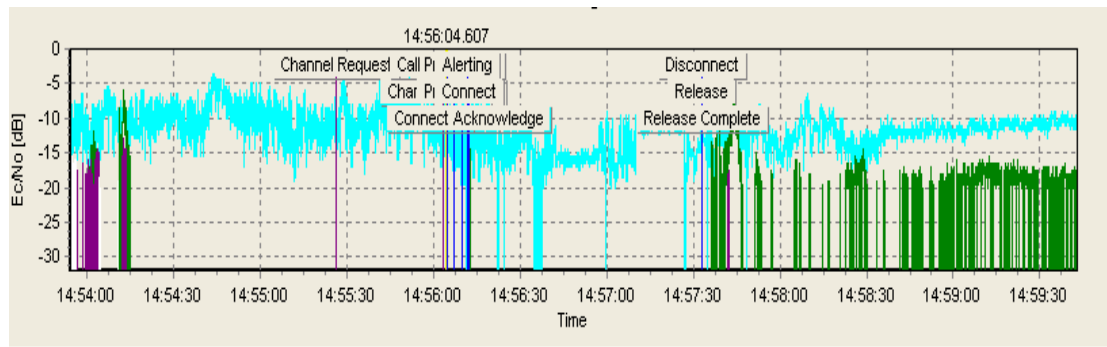
Σε αυτή την παράγραφο εξηγούμε περιληπτικά το πως προκύπτουν τα KPIs στο εργαλείο ανάλυσης και παραθέτουμε στιγμιότυπα του. Στο παράρτημα Α.2. παρουσιάζονται αναλυτικά όλοι οι KPIs (βασικοί δείκτες απόδοσης) που μετριοούνται και αναφέρονται στο σύστημα ανάλυσης. Στο πιο κάτω εικόνα από το σύστημα ανάλυσης φαίνονται όλοι οι KPIs



Εικόνα 3-6 KPIs στο σύστημα ανάλυσης

Φωνή

Ο υπολογισμός KPIs για κλήσεις φωνής γίνεται με τη βοήθεια ενός συνόλου από σημεία έναυσης (trigger points) που είτε βρίσκονται στην επικοινωνία επιπέδου 3 μεταξύ του MS και του δικτύου είτε σαν δείκτες κλήσης στην περίπτωση μιας κλήσης από τη μονάδα εδάφους. Το ποσοστό επιτυχίας και ο χρόνος εγκατάστασης κλήσης υπολογίζεται με τη χρήση του RRCConnectionRequest στο UMTS, του ChannelRequest στο GSM και του μηνύματος προειδοποίησης για το MOCs (Mobile Originated Call). Η διάρκεια και ο ρυθμός των διατηρημένων κλήσεων υπολογίζονται χρησιμοποιώντας το μήνυμα προειδοποίησης και το μήνυμα αποσύνδεσης.



Εικόνα 3-7 Μηνύματα ενεργοποίησης κλήσης

Το ποσοστό ολοκλήρωσης κλήσης υπολογίζεται ως ο λόγος των κλήσεων που διατηρήθηκαν προς το άθροισμα αποτυχημένων και επιτυχημένων κλήσεων.

Στο στρώμα 3 οι 3G και 2G κλήσεις είναι συγκρίσιμες, αλλά το αίτημα για δέσμευση πόρων είναι διαφορετικό. Οι πρώτες αρχίζουν με ένα `RRConnectionRequest`, ενώ οι δεύτερες με `ChannelRequest`.

Σε γενικές γραμμές μια κλήση αρχίζει με την εντολή επιλογής ή το χρήστη που πατά το κουμπί επιλογής. Στην πραγματικότητα αυτή η "εντολή επιλογής" εκτελείται με διαφορετικούς τρόπους σε διαφορετικά τηλέφωνα. Ως αποτέλεσμα οι χρόνοι μεταξύ της εντολής επιλογής και του πρώτου αιτήματος διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τηλεφώνων από διαφορετικούς προμηθευτές. Για αυτό το λόγο το αρχικό σημείο έναυσης είναι το πρώτο αίτημα για ένα κανάλι σηματοδότησης.

Για τις κλήσεις που δημιουργούνται από τη μονάδα εδάφους, το σημείο έναυσης της έναρξης κλήσης αντιπροσωπεύεται από την εντολή για κλήση που στέλνεται στη συσκευή PSTN ή ISDN.

Δεδομένα

Οι δοκιμές δεδομένων χρησιμοποιούν τρία διαφορετικά πρωτόκολλα: TCP, UDP και WAP. Κυρίαρχο είναι το TCP ή TCP/IP πρωτόκολλο που υποστηρίζει διάφορες γνωστές εφαρμογές. Το UDP εξετάζεται στο επίπεδο πρωτοκόλλου και στην περίπτωση WAP η εφαρμογή και το πρωτόκολλο ταυτίζονται.

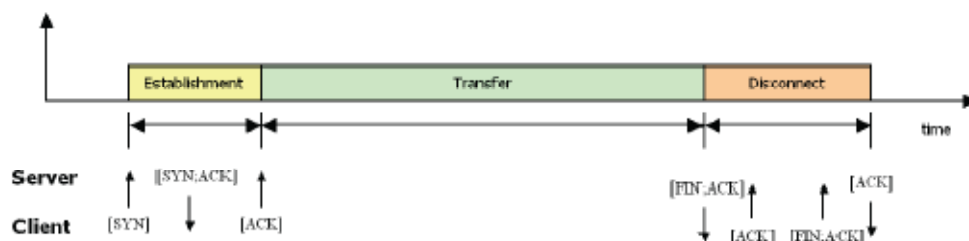
TCP/IP

Η σύνδεση TCP/IP αποτελείται γενικά από την εγκατάσταση, τη μεταφορά και την αποσύνδεση.

Στις δοκιμές (tests) κάθε εφαρμογή αναλύεται διαφορετικά (όπως το FTP upload και download, το email sent και το email received και το HTTP) λόγω του ότι διαφέρουν μεταξύ τους. Για παράδειγμα το FTP έχει φάση εγκατάστασης καθώς επίσης και

αποσύνδεσης, άλλες εφαρμογές ίσως δεν έχουν.

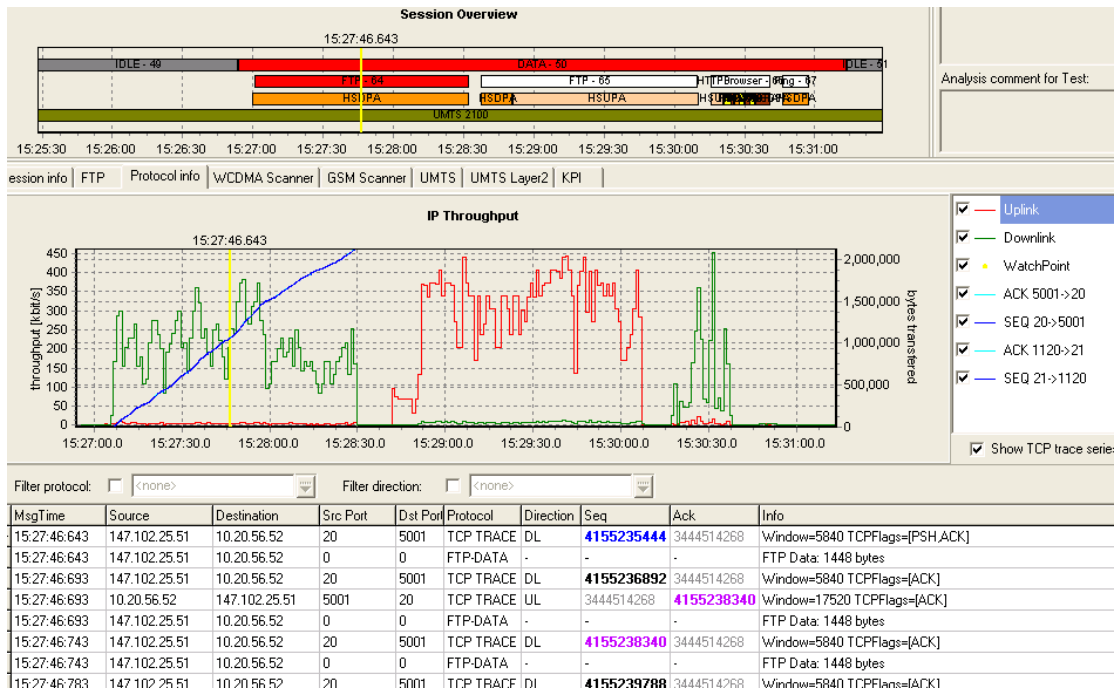
Η εγκατάσταση σύνδεσης στο επίπεδο TCP παρουσιάζεται στην εικόνα 3.8 όπου διακρίνονται οι τρεις φάσεις. Κάθε σύνδεση TCP έχει μια φάση εγκατάστασης. Εντούτοις σε μια εφαρμογή HTTP ο κεντρικός υπολογιστής μπορεί να τερματίσει μια σύνδεση χωρίς την ανταλλαγή των FIN σημαιών.



Εικόνα 3-8 Οι φάσεις μιας σύνδεσης TCP.

Για την εκτέλεση ενός HTTP download, η εντολή GET στέλνεται αμέσως για να την έναρξη μιας σύνδεσης TCP. Για το HTTP στο επίπεδο πρωτοκόλλου δεν υπάρχει καμία περαιτέρω ανταλλαγή εντολών.

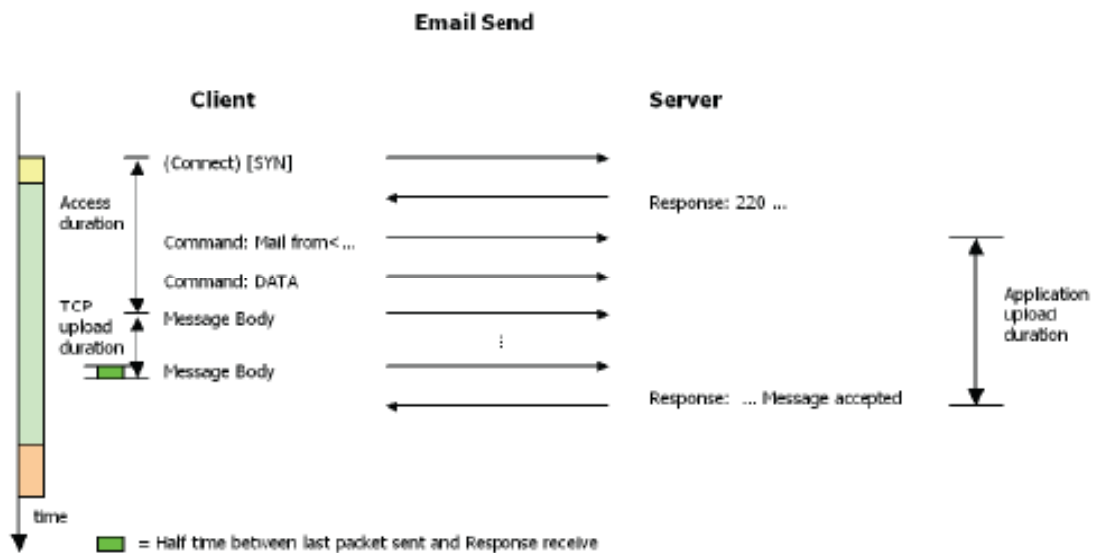
Όπως φαίνεται στην εικόνα, υπάρχουν δύο διαφορετικοί download και upload χρόνοι. Ο χρόνος TCP download και upload είναι ο χρόνος που χρειάζεται το δίκτυο για να μεταφέρει πραγματικά τα επιθυμητά bits, ο οποίος επηρεάζει την αποδοτικότητα της σύνδεσης. Η διάρκεια μεταφοράς της εφαρμογής είναι στην πραγματικότητα ο χρόνος τον οποίο αντιλαμβάνεται ο χρήστης. Αυτός είναι ο χρόνος που χρειάζεται η εφαρμογή για να εκτελέσει την επιθυμητή λειτουργία. Παρακάτω παρουσιάζεται το παράθυρο protocol info στο σύστημα ανάλυσης.



Εικόνα 3-9 Protocol info στο σύστημα ανάλυσης

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (Email)

Η διαδικασία της δοκιμής αυτής επισημαίνεται στο επίπεδο πρωτοκόλλου, το οποίο παρουσιάζεται στην ετικέτα πληροφοριών πρωτοκόλλου στο εργαλείο ανάλυσης. Τα βήματα της δοκιμής αποστολής email παρουσιάζονται παρακάτω.

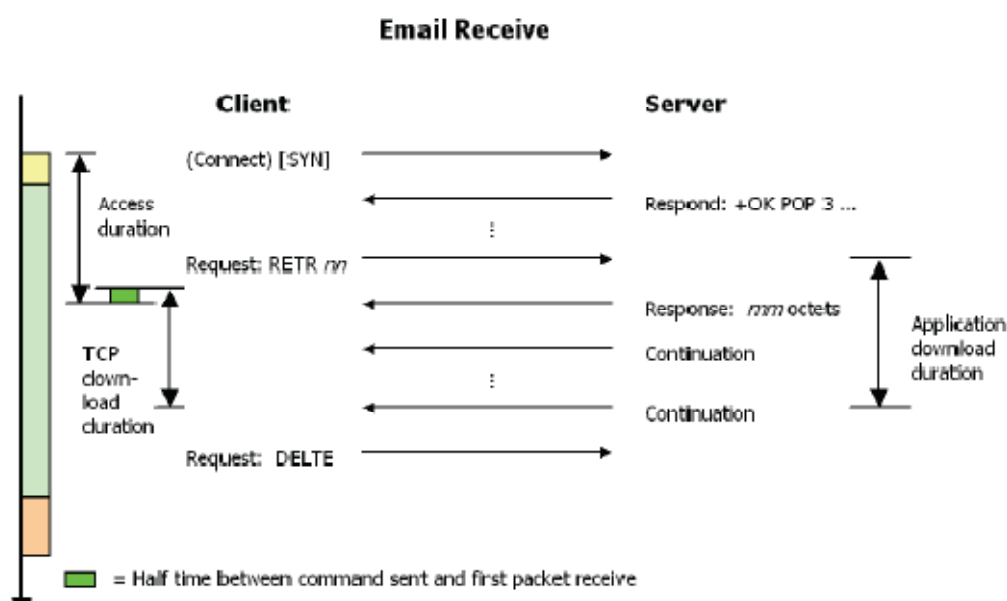


Εικόνα 3-10 Αποστολή μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Το test της εφαρμογής αυτής διαιρείται σε πρόσβαση υπηρεσιών, εφαρμογή υπηρεσιών και ρυθμοαπόδοση υπηρεσιών. Η πρόσβαση υπηρεσιών είναι ο χρόνος μεταξύ της εισόδου της πρώτης εντολής και της άφιξης του πρώτου πακέτου δεδομένων. Η εγκατάσταση της TCP σύνδεσης προκαλείται από την επίκληση του πρωτοκόλλου. Π.χ. > Telnet 110.

Για τον υπολογισμό της διάρκειας TCP download, είναι απαραίτητο να προστεθεί ένας χρόνος ίσος με το μισό RTT (Round Trip Time) λόγω της εκτίμησης ότι το τελευταίο πακέτο χρειάζεται έναν πεπερασμένο χρόνο να φθάσει στον προορισμό του. Η προσθήκη αυτή μπορεί να μην αντιπροσωπεύει ακριβώς την καθυστέρηση του πακέτου, αλλά καθιστά το αποτέλεσμα πιο ακριβές σε σχέση με το να μην υπήρχε αυτή η προσθήκη.

Για την περίπτωση λήψης Email ο πρόσθετος αυτός χρόνος είναι ο μισός του χρόνου μεταξύ της αίτησης υπηρεσίας και άφιξης του πρώτου πακέτου.



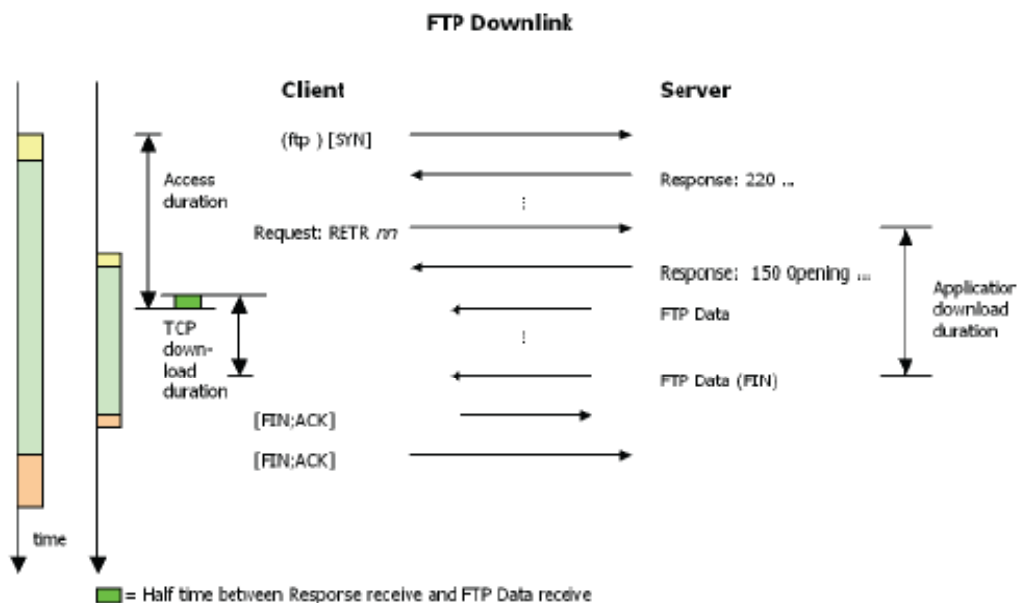
Εικόνα 3-11 Διαδικασία λήψης Email.

FTP

Κατά τη διάρκεια των δοκιμών FTP μια δευτερεύουσα σύνδεση δεδομένων εγκαθίσταται. (στην παρακάτω εικόνα, η δευτερεύουσα σύνδεση φαίνεται με τα μικρότερα βέλη). Τα στοιχεία εντός παρενθέσεων όπως "(ftp)" απεικονίζουν τις εντολές που μπορούν να μην εμφανιστούν στο ίχνος αλλά πρέπει να εκτελεστούν για την εγκατάσταση της TCP σύνδεσης. Στην FTP uplink δοκιμή το τελευταίο πακέτο που περιέχει δεδομένα, θέτει τη σημαία FIN. Αυτό δείχνει ότι ο πελάτης κλείνει τη σύνδεση.

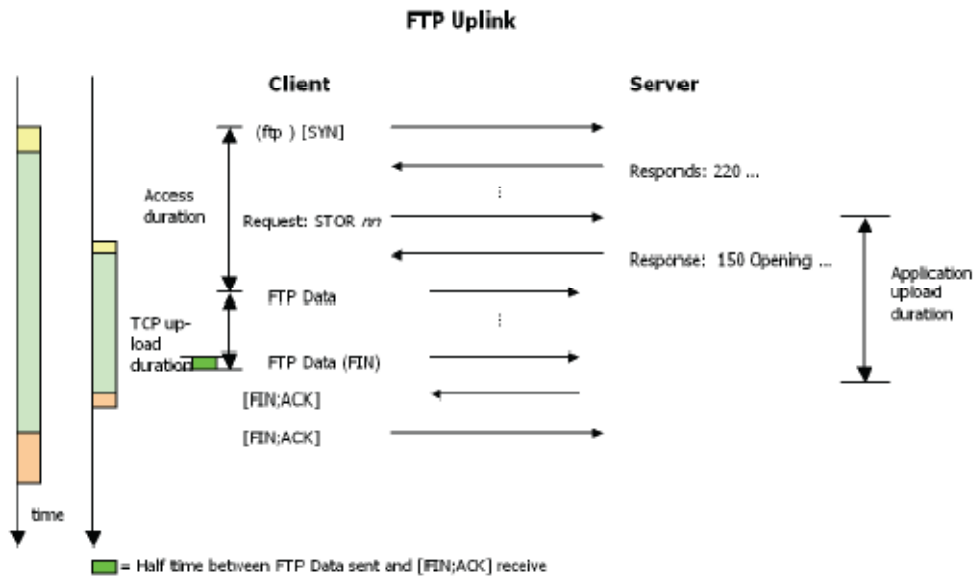
Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται και τα σημεία για τον υπολογισμό την TCP

ρυθμοαπόδοση (throughput). Η ρυθμοαπόδοση υπολογίζεται από το πρώτο στο τελευταίο πακέτο στοιχείων FTP προσθέτοντας επιπλέον τον χρόνο τον οποίο χρειάζεται το πρώτο πακέτο για να φθάσει στον πελάτη.



Εικόνα 3-12 FTP downlink σύνδεση

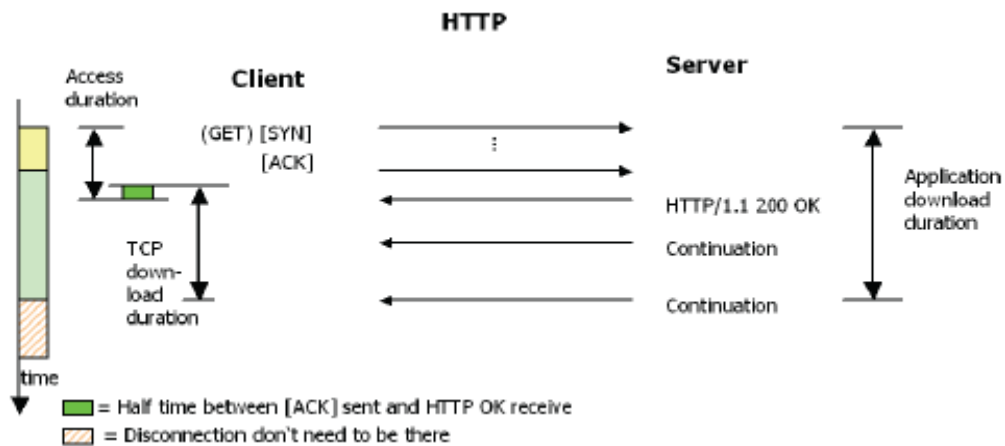
Το μέγεθος του αρχείου στο σκληρό δίσκο (HD) διαιρεμένο με το χρόνο που φαίνεται στο σχήμα ως "TCP download time", είναι η ρυθμοαπόδοση (throughput). Ο υπολογισμός για uplink είναι ανάλογος με την download σύνδεση, με τη διαφορά ότι ένας πρόσθετος χρόνος προστίθεται, ο οποίος απεικονίζει τη διάρκεια που χρειάζεται το τελευταίο πακέτο δεδομένων FTP για να φθάσει στον κεντρικό υπολογιστή (server).



Εικόνα 3-13 FTP uplink

HTTP

Σύμφωνα με το RFC 2126 ένας HTTP server δεν χρειάζεται να κλείσει τη σύνδεση TCP με ρύθμιση της σημαίας FIN. Ο browser μπορεί να προσδιορίσει το τέλος του πακέτου HTTP που στέλνεται μέσα το ίδιο πακέτο.



Εικόνα 3-14 HTTP

Ping

Το ping δεν χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο TCP αλλά είναι μια εντολή του πρωτοκόλλου ICMP.

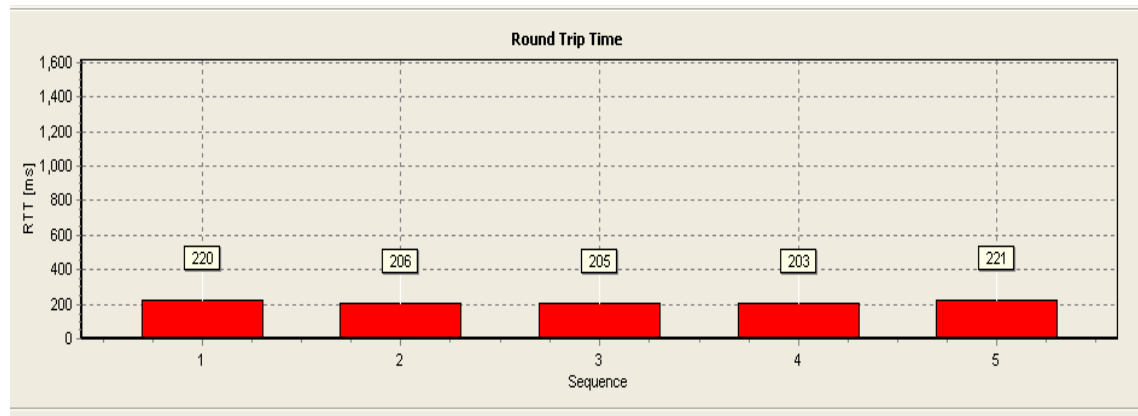
14:52:36:113	10.20.56.2	147.102.222.210	0	0	ICMP	-	-	-	Echo (ping) request
14:52:36:323	147.102.222.210	10.20.56.2	0	0	ICMP	-	-	-	Echo (ping) reply
14:52:37:327	10.20.56.2	147.102.222.210	0	0	ICMP	-	-	-	Echo (ping) request
14:52:37:527	147.102.222.210	10.20.56.2	0	0	ICMP	-	-	-	Echo (ping) reply
14:52:38:527	10.20.56.2	147.102.222.210	0	0	ICMP	-	-	-	Echo (ping) request
14:52:38:727	147.102.222.210	10.20.56.2	0	0	ICMP	-	-	-	Echo (ping) reply
14:52:39:730	10.20.56.2	147.102.222.210	0	0	ICMP	-	-	-	Echo (ping) request
14:52:39:930	147.102.222.210	10.20.56.2	0	0	ICMP	-	-	-	Echo (ping) reply
14:52:40:930	10.20.56.2	147.102.222.210	0	0	ICMP	-	-	-	Echo (ping) request
14:52:41:150	147.102.222.210	10.20.56.2	0	0	ICMP	-	-	-	Echo (ping) reply

Jser: sa DB: ntua_05_11_2008 Server: LAB-C5A3736621C Connected

Εικόνα 3-15 Ανταλλαγές μηνυμάτων στην υπηρεσία ping

Ο χρόνος RTT (Round Trip Time) ενός ping αντιπροσωπεύει το χρόνο μεταξύ της αποστολής ενός αιτήματος ήχους ICMP και της απάντησης του προορισμού.

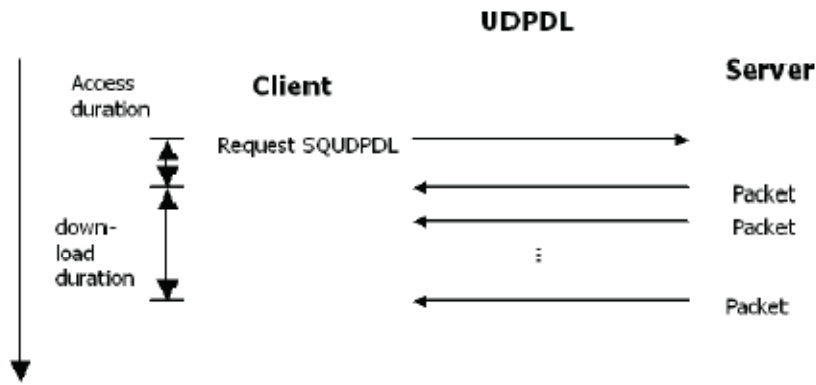
Το ποσοστό επιτυχίας είναι ο αριθμός αιτήματος διαιρεμένος με τον αριθμό λαμβανόμενων απαντήσεων. Στην πιο κάτω εικόνα απο το εργαλείο ανάλυσης φαίνεται το RTT.



Εικόνα 3-16 Round Trip Time στο σύστημα ανάλυσης

UDPDL

Η δοκιμή UDPDL είναι μια καθαρή δοκιμή πρωτοκόλλου. Δεν υπάρχει καμία γνωστή εφαρμογή που χρησιμοποιείται σε αυτήν την δοκιμή. Η διάρκεια πρόσβασης είναι ο χρόνος μεταξύ της αποστολής της εντολής SQUDDL στον κεντρικό υπολογιστή και της άφιξη του πρώτου πακέτου.

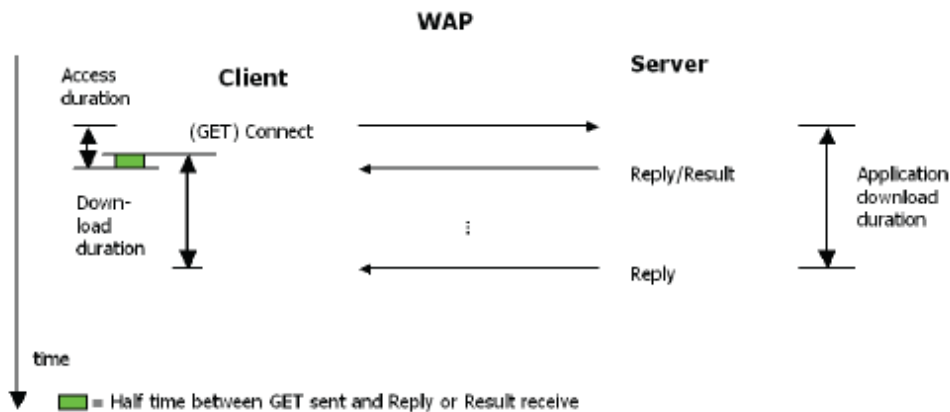


Εικόνα 3-17 Διαδικασία UDPDL

Η ρυθμοαπόδοση (throughput) για αυτήν την δοκιμή υπολογίζεται από τη διαίρεση των bytes που μεταφέρθηκαν (μείον το μέγεθος του πρώτου πακέτου) με το χρόνο μεταξύ της άφιξης του πρώτου και της άφιξης του τελευταίου πακέτου.

WAP

Αντίθετα με τις εφαρμογές που περιγράφηκαν παραπάνω, η δοκιμή WAP (ασύρματο πρωτόκολλο εφαρμογής) δεν έχει ξεχωριστό πρωτόκολλο μεταφοράς.



Εικόνα 3-18 Δοκιμή WAP

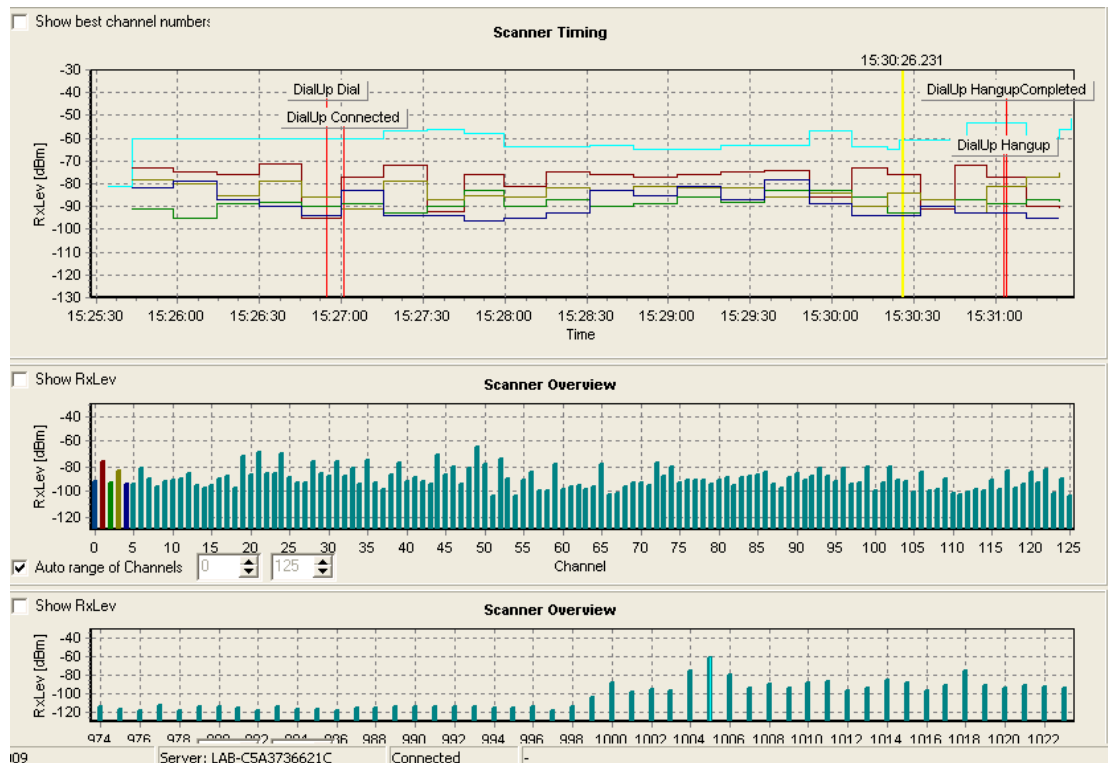
Η εφαρμογή ξεκινά με την εντολή σύνδεσης. Η εφαρμογή θεωρείται επιτυχώς προσβάσιμη όταν το φθάνει πρώτο πακέτο που περιέχει δεδομένα. Αυτό το πρώτο πακέτο μπορεί είτε να είναι ένα αποτέλεσμα, ένδειξη ότι υπάρχουν άλλα για να έρθουν, ή μια απάντηση, δείχνοντας ότι όλες οι ζητούμενες πληροφορίες μεταφέρονται. Το τελευταίο πακέτο δεδομένων είναι πάντα μια απάντηση.

3.3.3 Δείκτες στο στρώμα 3 (Layer 3)

Οι επιθυμητοί χρόνοι και τα ποσοστά επιτυχίας που χρειάζονται για τον υπολογισμό των KPIs στο στρώμα 3 βασίζονται στα μηνύματα που ανταλλάσσονται μεταξύ των κινητού σταθμού (MS) και του δικτύου. Το τηλέφωνο δίνει ακριβές σήμα αυτών των μηνυμάτων καθώς στέλνονται και λαμβάνονται από τον κινητό σταθμό. Τα μηνύματα αυτά φαίνονται λεπτομερώς στη συλλογή δεδομένων και μπορούν να επεξεργαστούν. Οι δείκτες ποιότητας για τις κλήσεις δεδομένων λαμβάνονται με την χρήση της αίτησης πόρων (RRCConnectionRequest για UMTS και Channel Request για GSM), του μηνύματος αποδοχής του PDP context activation και του μηνύματος αποδοχής του PDP Context Deactivation. Ο χρόνος για PDP context setup, για πρόσβαση δηλαδή στις υπηρεσίες είναι η διαφορά μεταξύ του RRCConnectionRequest και του μηνύματος αποδοχής του PDP Context activation.

Η παράμετρος προσβασιμότητας για το σύστημα GSM είναι η ανάθεση του καναλιού κίνησης και του καναλιού σηματοδοσίας.

Εκτός από τα μηνύματα εγκατάστασης και τους δείκτες διατηρησιμότητας υπάρχουν και άλλοι δείκτες για την ακεραιότητα της κλήσης. Στα 3G δίκτυα για να αλλάξει το ενεργό σύνολο των κινητών σταθμών το δίκτυο στέλνει αίτηση στο κανάλι ελέγχου DCCH (Dedicated Control Channel). Σε περίπτωση επιτυχίας στέλνει μήνυμα ολοκλήρωσης. Η αναπροσαρμογή κυψελών, η αναπροσαρμογή θέσης και οι διαδικασίες αναπροσαρμογής περιοχής δρομολόγησης επισημαίνονται επίσης μέσω τα μηνύματα RRC. Οι πιο πάνω δείκτες παρουσιάζονται στο εργαλείο ανάλυσης μέσω του scanner



Εικόνα 3-19 Δείκτες στο layer 3 στο scanner

3.3.4 Δείκτες στο στρώμα 1 (Layer 1)

Οι δείκτες του Layer1 που χρησιμοποιούνται από το εργαλείο ανάλυσης είναι συνήθως δεδομένα από τις μετρήσεις. Οι επιθυμητές τιμές για το CPICHs, το pilot pollution και την κάλυψη SC υπολογίζονται από τις μέσες τιμές των δεδομένων που είναι διαθέσιμα στο scanner.



Εικόνα 3-20 Δείκτες του Layer 1 στο σύστημα ανάλυσης

3.3.5 Υπολογισμός KPI

Παρακάτω παρουσιάζεται ο τρόπος υπολογισμού των KPIs από το σύστημα ανάλυσης.

- **Ποσοστό επιτυχίας**

Το ποσοστό επιτυχίας είναι γενικά ο αριθμός επιτυχών προσπαθειών διαιρεμένος με το συνολικό αριθμό προσπαθειών εκφρασμένο σε ποσοστό:

$$\text{Ποσοστό επιτυχίας} = \frac{\# \text{επιτυχών προσπαθειών}}{\text{συνολικό} \# \text{προσπαθειών}} * 100\%$$

Αυτός ο κανόνας εφαρμόζεται γενικά με εξαίρεση το αίτημα σύνδεσης RRC όπου μερικές φορές ένα δεύτερο αίτημα εμφανίζεται ακόμα και αν το πρώτο είναι επιτυχές. Σε αυτή την περίπτωση το ποσοστό επιτυχίας υπολογίζεται σαν να υπάρχει μόνο μια προσπάθεια.

- **Ποσοστό απόρριψης (RejectionRate)**

Το ποσοστό απόρριψης απαιτείται μόνο για την ενεργοποίηση πλαισίου PDP όπου ορίζεται ως ο αριθμός από τις απορριφθείσες προσπάθειες διαιρεμένες με το συνολικό αριθμό προσπαθειών εκφρασμένο σε ποσοστό.

$$\text{Ποσοστό απόρριψης} = \frac{\#\text{απορριφθείσες προσπάθειες}}{\text{συνολικός}\#\text{προσπαθειών}} * 100\%$$

- **Χρόνος**

Ο χρόνος που δίνεται για τις μεμονωμένες διαδικασίες είναι ο χρόνος που παρήλθε μεταξύ δύο σημείων έναυσης. Με εξαίρεση τις διάρκειες δυνατότητας διατήρησης (retainability) όπου ο χρόνος δίνεται σε δευτερόλεπτα (s), ο χρόνος δίνεται σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms).

- **PDF** (probability density function: λειτουργία πυκνότητας πιθανότητας)

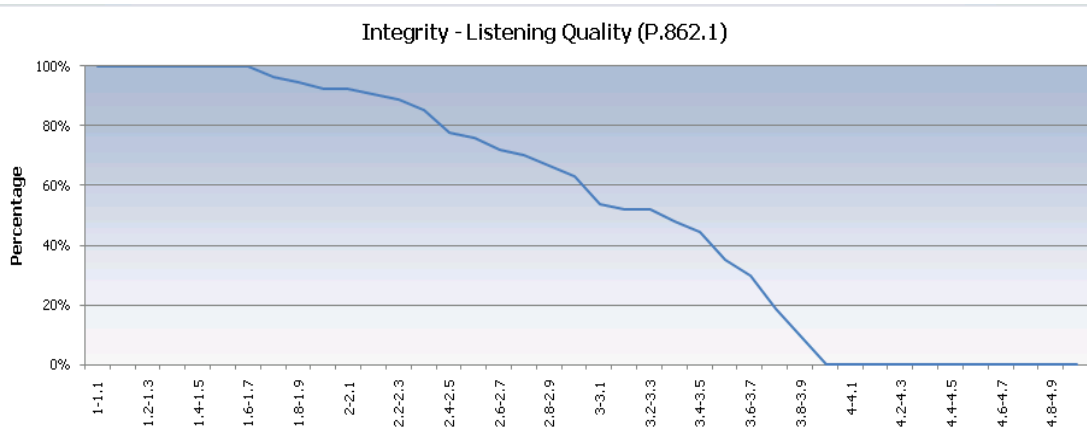
Το διάγραμμα πυκνότητας πιθανότητας είναι ένα ιστόγραμμα όπου παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισης των τιμών μέσα στα δεδομένα διαστήματα. Παρακάτω φαίνεται το pdf της ποιότητας της κλήσης που υπολογίζεται βάση του αλγορίθμου P.862.1.



Εικόνα 3-21 Διάγραμμα PDF

- **CDF** (cumulative density function: λειτουργία συσσωρευτικής πυκνότητας)

Η λειτουργία συσσωρευτικής πυκνότητας είναι ένα ιστόγραμμα όπου παρουσιάζονται τα ποσοστά των μετρημένων τιμών που είναι ίσα ή μεγαλύτερα από το αντίστοιχο σημείο τιμής στον X -άξονα . Για την ποιότητα κλήσης παρουσιάζεται και το αντίστοιχο cdf.



Εικόνα 3-22 Διάγραμμα CDF

Ενώ το πεδίο τιμών για το χρόνο μπορεί να ποικίλει μεταξύ 2000ms και 20 λεπτών, διαιρείται σε πάνω από πενήντα διαστήματα. Για E_c/I_0 (0-32 dB) και RSCP (-30 - -110 dBm) καθώς επίσης και για τη ισχύ UE Tx (-30 - -110 dBm) και BLER (0 -100 %) το πεδίο τιμών είναι διαφορετικό και ο αριθμός διαστημάτων επιλέγεται κατάλληλα.

- **Cut off 95%**

Ενενήντα πέντε τοις εκατό των μετρημένων τιμών είναι μικρότερες ή ίσες από την τιμή που επισημαίνεται από το cut off 95%. Αυτή η τιμή υπολογίζεται από την κλίση του ιστογράμματος CDF.

3.3.6 Αναφορές

Στην εφαρμογή NQDI είναι διαθέσιμοι δύο τύποι αναφορών σε Excel και σε Word. Οι **αναφορές Excel** χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν κάποια γενική στατιστική αναφορά με μια πολύ ευέλικτη ομαδοποίηση και μορφοποίηση δεδομένων. Οι **αναφορές του Word** χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν τις λεπτομερείς προσαρμοσμένες αναφορές μιας κλήσης. Όλες οι διαθέσιμες αναφορές παρουσιάζονται στο παράρτημα A.3.

4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

4.1 Είδη μετρήσεων

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει το μετρητικό σύστημα δίνει τη δυνατότητα για την διεξαγωγή των εξής ειδών μετρήσεων:

- *Παρεισορητικός (Intrusive)*
- *Echo passive to any number* (κλήση σε έναν αριθμό δοκιμής)
- *Μη παρεισορητικός (Non Intrusive)*
- *Δοκιμή πρόσβασης (Access Test)*.
- *Δεδομένα (Data)*.
- *Κλήση σε οποιοδήποτε αριθμό (Call to Any Number)*: Εξετάζει τη δυνατότητα να συνδεθεί για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα πριν αποσυνδεθεί.

4.1.1 Δοκιμές Δεδομένων (Data Tests)

Αυτό το είδος εργασίας επιτρέπει δοκιμές δεδομένων βασισμένων στο IP μέσω dialup και Ethernet. Σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να πραγματοποιήσουμε τις ακόλουθες δοκιμές:

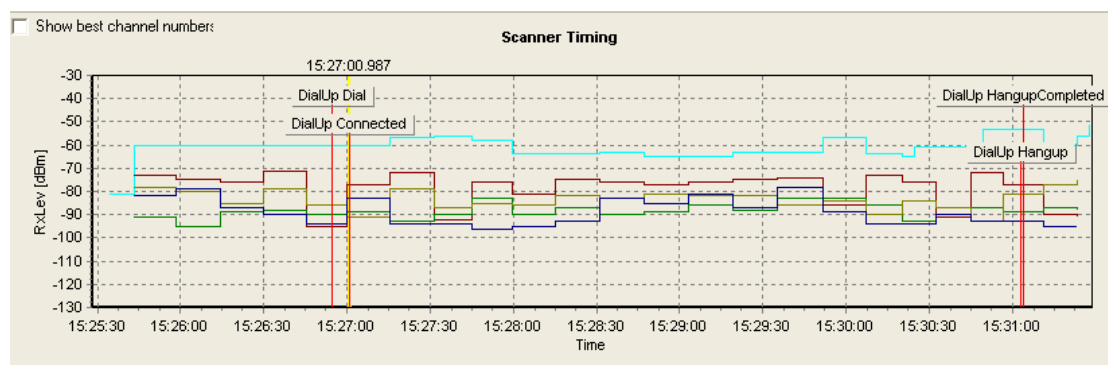
Δοκιμές Δεδομένων	Περιγραφή
FTP	Μετρά τη ρυθμοαπόδοση για download και upload αρχείων.
Ping	Μετρά το χρόνο RTT για πολλαπλά ping.
Ping Trace	Μετρά το χρόνο RTT για κάθε βήμα μέχρι τον προορισμό.
HTTP	Μετρά τη ρυθμοαπόδοση για το άνοιγμα ενός αρχείου HTML μέσω HTTP.
HTTP Browser	Μετρά τη ρυθμοαπόδοση για το άνοιγμα μιας σελίδας HTML μέσω HTTP.
UDP	Μετρά το εύρος ζώνης για uplink μέσω πακέτων round-tripping UDP.
UDPDL	Μετρά το εύρος ζώνης για downlink.
UDPPlus	Μετρά το εύρος ζώνης και την καθυστέρηση για downlink και uplink.
Email	Μετρά το χρόνο για την αποστολή και την λήψη ενός email.
EmailSend	Μετρά το χρόνο για την αποστολή ενός email.
EmailReceive	Μετρά το χρόνο για την λήψη ενός email.

GPRSAvailability	Ελέγχει ποτέ το GPRS είναι διαθέσιμο στο δίκτυο.
GPRSAttach	Ελέγχει πότε ένα κινητό μπορεί να συνδεθεί στο GPRS.
GPRSDettach	Ελέγχει πότε ένα κινητό μπορεί να αποσυνδεθεί από το GPRS.
PDPActivation	Ελέγχει τη διαδικασία PDP ενεργοποίησης.
PDPDeactivation	Ελέγχει τη διαδικασία PDP απενεργοποίησης.
SMSReceive	Ελέγχει τη λειτουργία λήψης SMS.
SMSSend	Ελέγχει τη λειτουργία αποστολής SMS.
MMSReceive	Ελέγχει τη λειτουργία λήψης MMS.
MMSSend	Ελέγχει τη λειτουργία αποστολής MMS.
WAP	Ελέγχει τη λειτουργία WAP.

Πίνακας 4-1 Πίνακας προσφερόμενων εργασιών δεδομένων

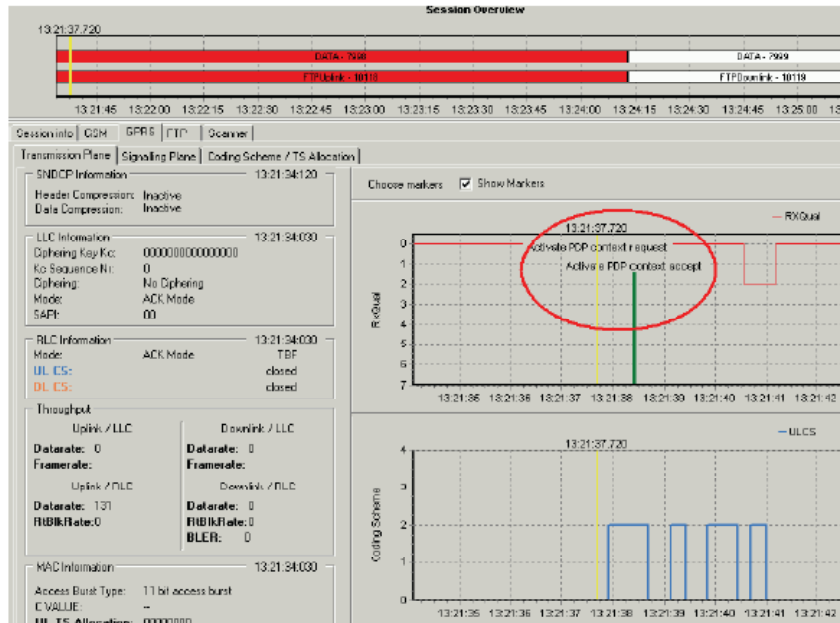
Στην συνέχεια αναλύονται οι δοκιμές δεδομένων οι οποίες περιλαμβάνονται στην καμπάνια μετρήσεων μας. Περιγράφεται η λειτουργία τους μαζί με στιγμιότυπα από το σύστημα ανάλυσης.

Μια κοινή λειτουργία για όλες τις δοκιμές δεδομένων είναι η σύνδεση στο διαδίκτυο. Εάν ένας χρήστης θέλει να εκτελέσει τις δοκιμές δεδομένων μέσω GPRS, το σύστημα πρέπει να συνδεθεί στο Διαδίκτυο μέσω dial-up. Αυτό είναι απαραίτητο πριν την εκτέλεση οποιασδήποτε δοκιμής δεδομένων.



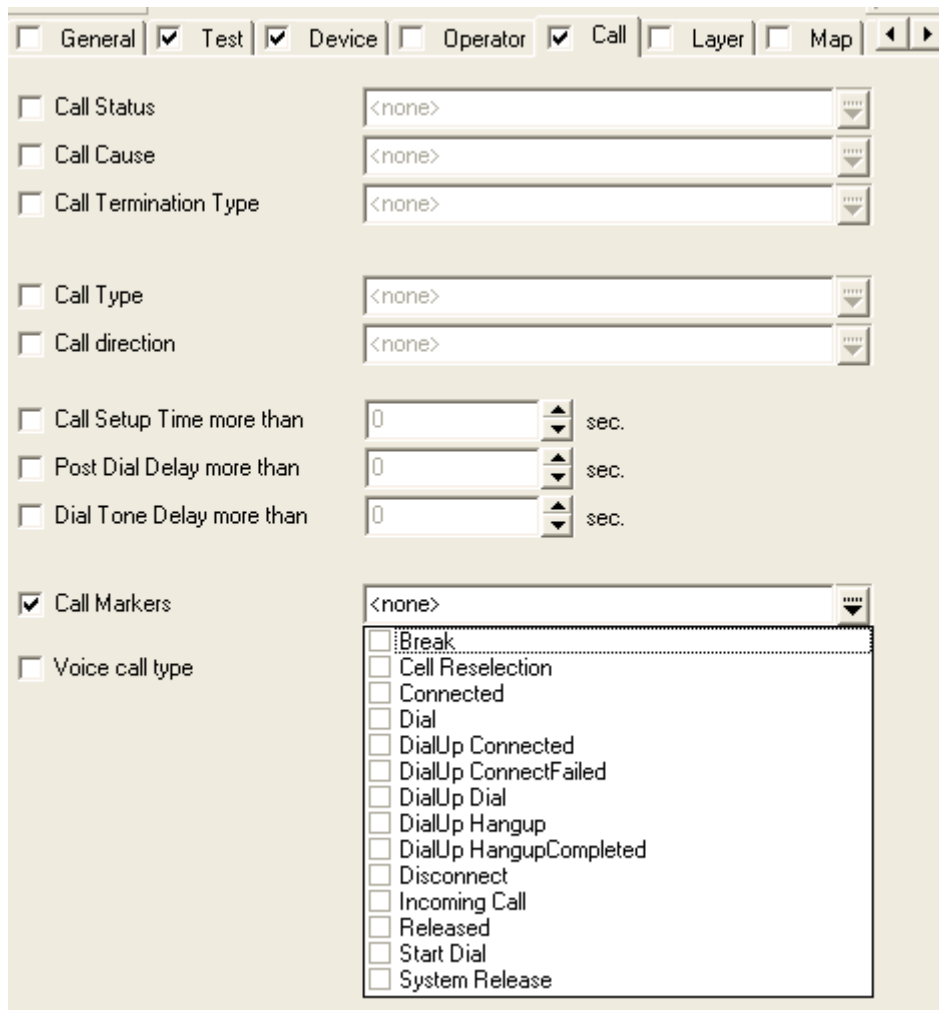
Εικόνα 4-1 Δείκτες Dial-up στο παράθυρο ανάλυσης

Μετά από την κλήση GPRS, το κινητό αρχίζει με μια διαδικασία συνδέσεων και ένα πλαίσιο ενεργοποίησης πλαισίου PDP.



Εικόνα 4-2 Ενεργοποίηση πλαισίου GPRS PDP

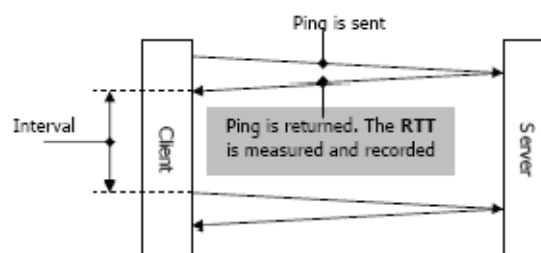
Μόλις το κινητό συνδεθεί με το Διαδίκτυο, παίρνουμε ένα δείκτη GPRS σύνδεσης. Εάν η κλήση dial-up αποτύχει, παίρνουμε ένα δείκτη GPRS αποτυχημένης σύνδεσης. Αυτό σημαίνει ότι η κλήση dial-up πρέπει να επαναληφθεί. Οι δείκτες κατά την διάρκεια της δοκιμής μπορούν να επιλεγθούν στην καρτέλα επιλογής δεδομένων.



Εικόνα 4-3 Η επιλογή δεικτών για την κλήση.

Ping

Η δοκιμή αυτή μετρά το χρόνο RTT (Round Trip Time) πολλαπλών ping. Η δοκιμή αρχίζει με την αποστολή ενός πακέτου ICMP Echo Request. Έπειτα, περιμένει μέχρι ένα πακέτο ICMP Echo Reply να φθάσει αλλά όχι περισσότερο από τον προκαθορισμένο χρόνο λήξης. Όταν ζητούνται περισσότερα του ενός ping, η δοκιμή θα περιμένει μερικά χιλιοστά του δευτερολέπτου πριν στείλει το επόμενο αίτημα.



Εικόνα 4-4 Διάγραμμα δοκιμής ping

Ανάλυση αποτελεσμάτων

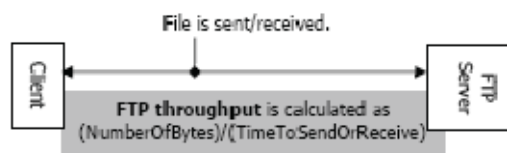
Στο παράθυρο ανάλυσης αποτελεσμάτων υπάρχουν οι ακόλουθες τιμές:

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Χρόνος(time)	Τρέχων διάρκεια του μηνύματος
Host	Όνομα ή IP διεύθυνση του host
Διάστημα	Διάστημα μέχρι το επόμενο ring(millisecons) 0 αν είναι το τελευταίο ring
Αριθμός ακολουθίας(Sequence number)	Αριθμός ακολουθίας για το κάθε ring ξεκινώντας από το 1
RTT	Χρόνος μετ'επιστροφής
Λάθος (Error)	Ok αν δεν έχει παρουσιαστεί κάποιο λάθος ,κωδικός λάθους αν παρουσιάστηκε κάποιο
Cid,LAC,MNC,MCC	Τρέχων κυψέλη εξυπηρέτησης

Πίνακας 4-2 Πίνακας Αποτελεσμάτων Ping test

FTP

Το FTP test μετρά τη ρυθμοαπόδοση (throughput) για την λειτουργία GET (Downloading) και PUT (Uploading) σε έναν FTP server.



Εικόνα 4-5 Διάγραμμα δοκιμής FTP

Το FTP χρειάζεται μία Σύνδεση Ελέγχου (FTP Server: TCP port 21) καθώς επίσης και μια Σύνδεση Δεδομένων (FTP Server default TCP port 20 (passive)) για τη μεταφορά δεδομένων.

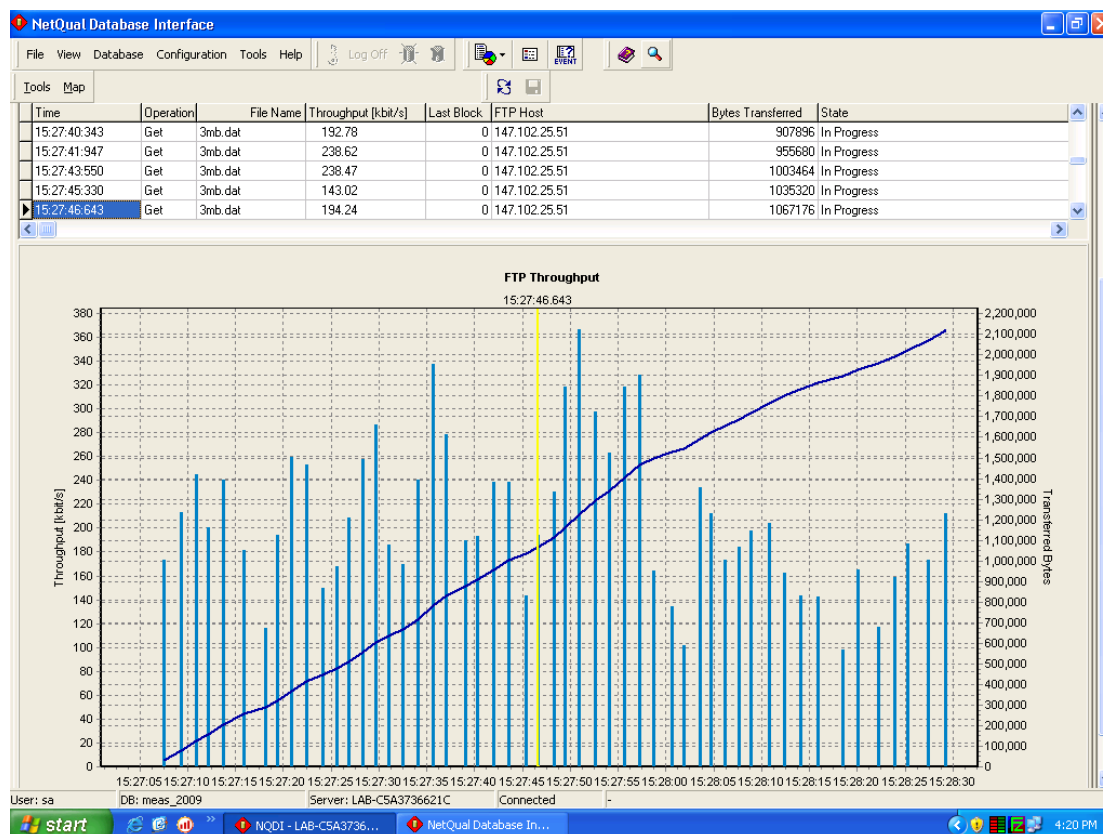
Η σύνδεση ελέγχου (Control Connection) χρησιμοποιείται για την αποστολή και τη λήψη των πληροφοριών ελέγχου (σύνδεση στον server, εκτέλεση της εντολής put κτλ). Η σύνδεση δεδομένων (Data Connection) χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δεδομένων (π.χ. αποστολή ή λήψη ενός αρχείου). Με τον καθορισμό θύρας (Set Port)

ενημερώνεται ο κεντρικός FTP server σε ποια θύρα ακούει η σύνδεση δεδομένων του πελάτη (ενεργός τρόπος).

Ανάλυση αποτελεσμάτων

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Χρόνος(time)	Τρέχων διάρκεια του μηνύματος
Λειτουργία(operation)	Λειτουργία, είτε PUT είτε GET
Ρυθμοαπόδοση(throughput)	Μέχρι το στάδιο είναι σε εξέλιξη(In Progress) αυτό το μέγεθος αντιπροσωπεύει την ενδιάμεση ρυθμοαπόδοση σε bytes/s υπολογισμένη βάση (αριθμού bytes που μεταφέρθηκαν από το τελευταίο μήνυμα)/(συνολικό χρόνο που χρειάστηκε). Στο τέλος μιας FTP συνόδου το στάδιο θα μετατραπεί σε επιτυχές(Success) ή σε αποτυχία(Failed)Στην περίπτωση της επιτυχίας, το μέγεθος της ρυθμοαπόδοσης περιέχει την συνολική ρυθμοαπόδοση σε bytes/s υπολογισμένη βάση (συνολικού αριθμού bytes που μεταφέρθηκαν)/(συνολικό χρόνο που χρειάστηκε). Σε περίπτωση αποτυχίας δεν υπολογίζουμε ρυθμοαπόδοση.
FTP Host	Όνομα ή IP διεύθυνση του FTP host.
Bytes που μεταφέρθηκαν (Bytes transferred)	Ενδιάμεσος αριθμός των bytes που μεταφέρθηκαν.
Στάδιο(state)	Σε εξέλιξη (in progress), επιτυχές(success), αποτυχία(failed).
Λάθος (Error)	Ok αν δεν έχει παρουσιαστεί κάποιο λάθος ,κωδικός λάθους αν παρουσιάστηκε κάποιο
Cid,LAC,MNC,MCC	Τρέχουσα κυψέλη εξυπηρέτησης

Πίνακας 4-3 Πίνακας αποτελεσμάτων FTP test



Εικόνα 4-6 Η δοκιμή FTP στο σύστημα ανάλυσης.

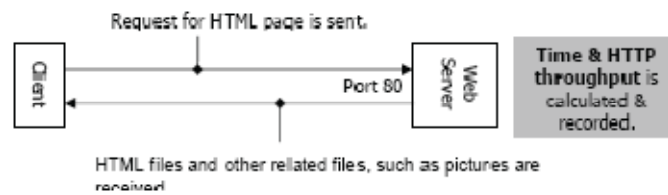
HTTPBrowser

Το HTTPBrowser test μετρά το χρόνο και τη ρυθμοαπόδοση (throughput) για να πάρουμε μια πλήρη σελίδα HTML μέσω του http.

Μια σελίδα HTML μπορεί να περιέχει πολλά αρχεία HTML ή/και άλλα αρχεία όπως εικόνες. Αυτή η δοκιμή κατεβάζει μια πλήρη σελίδα HTML, όχι ένα μόνο αρχείο.

Για αυτήν την δοκιμή, χρησιμοποιούμε ActiveX control του Internet Explorer (IE) που εγκαθίσταται στο σύστημα δοκιμής. Κατ' αρχάς, καθαρίζουμε την cache για να σιγουρευτούμε ότι η ζητούμενη σελίδα δεν φορτώνεται από το τοπικό σύστημα αρχείων. Η ίδια η δοκιμή αρχίζει με την κλήση της μεθόδου πλοήγησης στο διαδίκτυο. Ο IE, έπειτα, φορτώνει τη ζητούμενη σελίδα, την αναλύει και φορτώνει αυτόματα όλα τα αναγκαία αρχεία (HTML, εικόνες κτλ) με άλλα αιτήματα HTTP. Ο χρόνος μετριέται από την κλήση για πλοήγηση έως ότου το έγγραφο είναι πλήρες (DocumentComplete για το κύριο έγγραφο).

Μετά από αυτό, υπολογίζουμε τον αριθμό πλαισίων, εικόνων και συνολικού μεγέθους του εγγράφου. Αυτό το συνολικό μέγεθος χρησιμοποιείται έπειτα για να υπολογίσουμε τη ρυθμοαπόδοση της λειτουργίας.



Εικόνα 4-7 Διάγραμμα δοκιμής HTTPBrowser

Ανάλυση αποτελεσμάτων

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Χρόνος(time)	Τρέχων διάρκεια του μηνύματος.
Host	Όνομα ή IPδιεύθυνση του host.
Ρυθμοαπόδοση(throughput)	Ρυθμοαπόδοση=(συνολικό μέγεθος)/(χρόνο μεταξύ πλοήγησης και ολοκλήρωσης εγγράφου).
Αριθμός εικόνων (NumOfImages)	Αριθμός εικόνων στο έγγραφο(σελίδα).
Αριθμός πλαισίων (NumOfFrames)	Αριθμός πλαισίων στο έγγραφο(σελίδα)
Μέγεθος (size)	Συνολικό μέγεθος του εγγράφου.
URL	Ζητούμενο URL.
Μηχανή αναζήτησης (browser)	Ετικέτα μηχανής αναζήτησης
Λάθος (Error)	Ok αν δεν έχει παρουσιαστεί κάποιο λάθος ,κωδικός λάθους αν παρουσιάστηκε κάποιο

Πίνακας 4-4 Ανάλυση αποτελεσμάτων HTTP

4.1.2 Δοκιμές φωνής

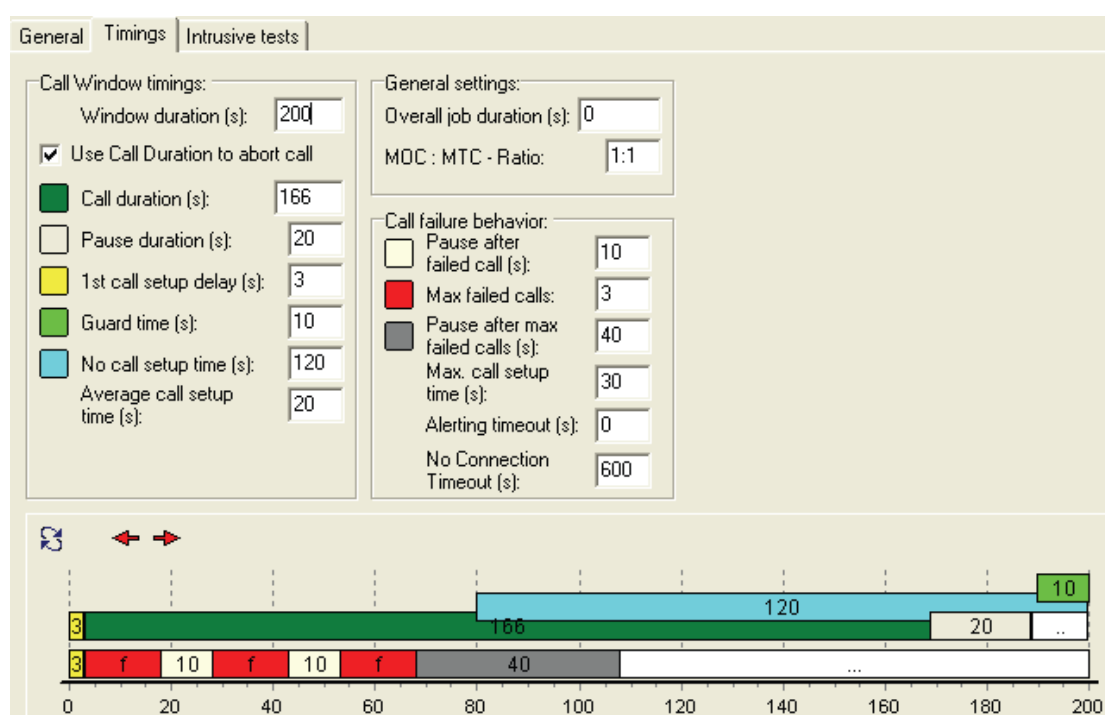
Για την μελέτη των δυνατοτήτων του δικτύου σε κλήσεις φωνής εκτελέσαμε παρεισφρητικές μετρήσεις, με την συμμετοχή δηλαδή δυο μονάδων σε κάθε δοκιμή. Με αυτού του τύπου τις μετρήσεις αξιολογείται η ποιότητα της σύνδεσης μέσω διαφορετικών αλγορίθμων και συγκεκριμένα στην καμπάνια μετρήσεων μας εκτελέσαμε tests Speech (φωνής) κατά τα οποία μετράται η ποιότητα ακοής (Listening Quality).

Σε κάθε εργασία (job) όπως εξηγήσαμε αναλυτικά σε προηγούμενο κεφαλαίο μπορούμε να ορίσουμε πολλά tests άρα διεξάγουμε διαδοχικά tests από την πλευρά Α στην πλευρά Β και το αντίθετο. Καθώς ορίζουμε δηλαδή τα tests επιλέγουμε την κατεύθυνση κάθε φορά και το δείγμα που θα στέλνεται.

Για τον συγχρονισμό μεταξύ της Α και της Β πλευράς είναι απαραίτητο να οριστεί μια διάρκεια παραθύρου (window duration) η οποία αντιπροσωπεύει την διάρκεια

ενός test και στην περίπτωση που τελειώνει με αποτυχία αλλά και στην περίπτωση που αποτυγχάνει. Η διάρκεια παραθύρου αποτελείται από την διάρκεια της κλήσης (call duration), την παύση μεταξύ δυο κλήσεων (pause duration), την καθυστέρηση πριν την εγκατάσταση της πρώτης κλήσης (1st call setup delay) και ένα χρόνο φρούρησης (guard time) όπου τερματίζονται όλες οι ενέργειες πριν την λήξη του παραθύρου.

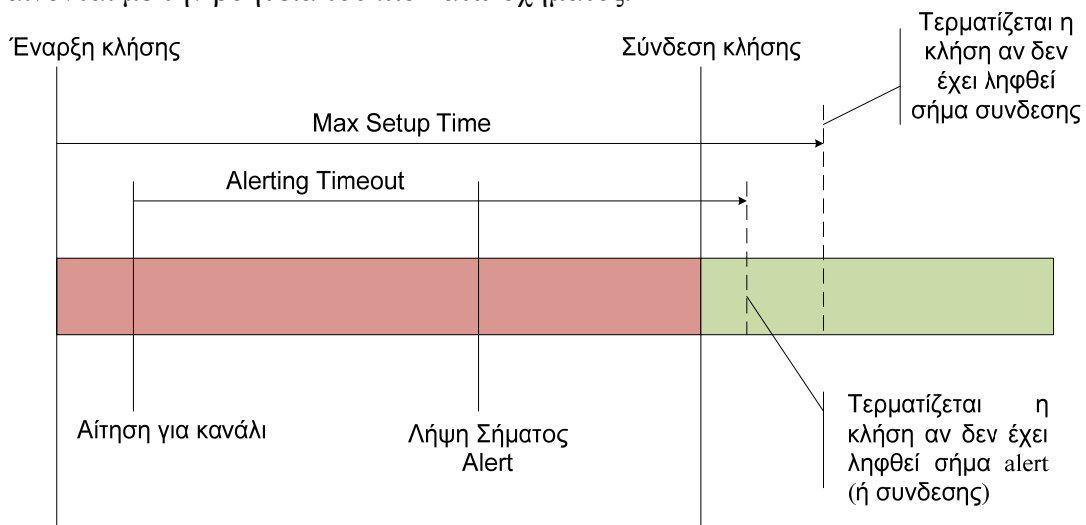
Μια ακόμα παράμετρος που πρέπει να ορίσουμε είναι ο χρόνος πριν την λήξη του παραθύρου κατά τον οποίο δεν μπορεί να ξεκινήσει μια καινούργια κλήση (no call setup time). Όλα τα παραπάνω φαίνονται στην πιο κάτω εικόνα όπως ορίζονται στο test manager. Στην συγκεκριμένη περίπτωση σε κάθε test εκτελείται μόνο μία κλήση.



Εικόνα 4-8 Χρονικές παράμετροι στις δοκιμές φωνής

Σε περίπτωση αποτυχημένης κλήσης εφαρμόζεται πάλι η διάρκεια παραθύρου ώστε να παραμένουν οι δύο πλευρές συγχρονισμένες. Όπως φαίνεται και στην εικόνα η παύση μετά από μια αποτυχημένη κλήση μπορεί να πάρει διαφορετική τιμή (pause after failed calls). Ακόμα πρέπει να οριστεί ο μέγιστος αριθμός των προσπαθειών που θα μπορεί να επαναλάβει το σύστημα σε περίπτωση αποτυχίας (max failed calls) και η παύση μετά την διεξαγωγή του μέγιστου επιτρεπόμενου αριθμού αποτυχιών (pause after max failed calls). Μια κλήση αποτυγχάνει αν ξεπεράσει τον μέγιστο επιτρεπόμενο χρόνο για setup (max setup time). Αν θέσουμε την χρονική παράμετρο Alerting timeout που αντιπροσωπεύει τον χρόνο μεταξύ της αίτησης καναλιού και της λήψης του alerting σήματος διάφορη του μηδενός και ξεπεραστεί αυτός ο χρόνος η κλήση θεωρείται αποτυχημένη. Με αυτό τον τρόπο αν κατά την διάρκεια αυτού του

χρονικού διαστήματος μετά την αίτηση καναλιού δεν ληφθεί alerting σήμα η κλήση αποτυγχάνει. Οι χρονικές παράμετροι που επηρεάζουν την αποτυχία της κλήσης φαίνονται με την βοήθεια του πιο κάτω σχήματος.



Εικόνα 4-9 Αποτυχημένες κλήσεις

4.2 Καμπάνια μετρήσεων

Στα πλαίσια της διπλωματικής μας εργασίας έγινε διεξαγωγή μετρήσεων με την χρήση του μετρητικού συστήματος της SwissQual που παρουσιάστηκε λεπτομερώς στα προηγούμενα κεφάλαια. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις εν κινήσει, αφού το Diversity τοποθετήθηκε στο αυτοκίνητο, κατά μήκος μιας διαδρομής εντός της πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, καθώς και στατικές μετρήσεις εντός του εργαστηρίου.



Εικόνα 4-10 Φωτογραφία οχήματος πριν την έναρξη των μετρήσεων



Εικόνα 4-11 Διαδρομή που ακολουθήσαμε για τις μετρήσεις

Το μετρητικό σύστημα εκτελούσε μια καμπάνια μετρήσεων που περιλάμβανε sessions φωνής και δεδομένων.

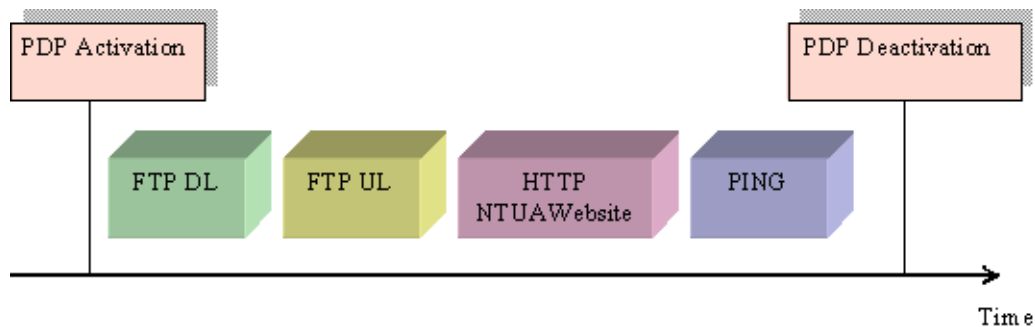
Στην διάθεση μας για τις μετρήσεις είχαμε τρεις άδειες λειτουργίας του μετρητικού συστήματος για κλήσεις φωνής και μία άδεια για κλήσεις δεδομένων. Σύμφωνα με αυτές σχεδιάσαμε μια καμπάνια μετρήσεων που περιλάμβανε sessions φωνής και δεδομένων με σκοπό την καλύτερη δυνατή μελέτη των προσφερόμενων υπηρεσιών.

Τα PCM του συστήματος όπως αναφέραμε στη περιγραφή του εξοπλισμού έχουν την δυνατότητα σύνδεσης με data card και με κινητά τηλέφωνα. Στην καμπάνια μετρήσεων μας τοποθετήσαμε σε ένα από τα PCM data card και εκτελούσε το session μετρήσεων για αξιολόγηση των μετρήσεων δεδομένων. Για την αξιολόγηση του δικτύου φωνητικών κλήσεων συνδέσαμε τρεις κινητές συσκευές με δυνατότητα GSM, UMTS και HSPA σε άλλα τρία PCM. Οι δύο συσκευές προγραμματίστηκαν να ανταλλάζουν κλήσεις μεταξύ τους και η τρίτη καλούσε τον voice engine που ήταν συνδεδεμένος σε ISDN γραμμή του εργαστηρίου για μελέτη και του σταθερού δικτύου. Το σύστημα όπως ρυθμίστηκε για τις μετρήσεις φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα.



Εικόνα 4-12 Τροποποίηση του συστήματος για διεξαγωγή μετρήσεων

Το session των μετρήσεων δεδομένων παρουσιάζεται παρακάτω.

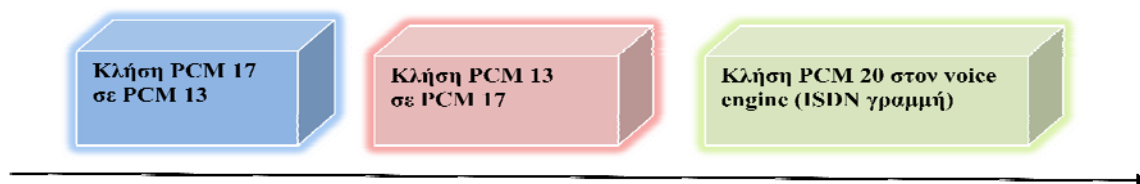


Εικόνα 4-13 Session μετρήσεων δεδομένων

Αναλυτικά κάθε session περιλάμβανε διαδοχικά τις παρακάτω ενέργειες και δοκιμές

1. Ενεργοποίηση Packet Data Protocol (PDP Context Activation)
2. Λήψη αρχείου μεγέθους 10 MB (FTP Download) από εξυπηρετητή συνδεδεμένο στο internet .
3. Αποστολή αρχείου μεγέθους 3 MB στον εξυπηρετητή (FTP Upload).
4. Web browsing στην ιστοσελίδα του NTUA (www.ntua.gr) μεγέθους 1 MB.
5. 10 Ping με μέγεθος πακέτου 400 Bytes .
6. Απενεργοποίηση Packet Data Protocol (PDP Context Deactivation).

Στην συνέχεια παρουσιάζεται το session για τις μετρήσεις φωνητικών κλήσεων



Εικόνα 4-14 Session δοκιμών φωνητικών κλήσεων

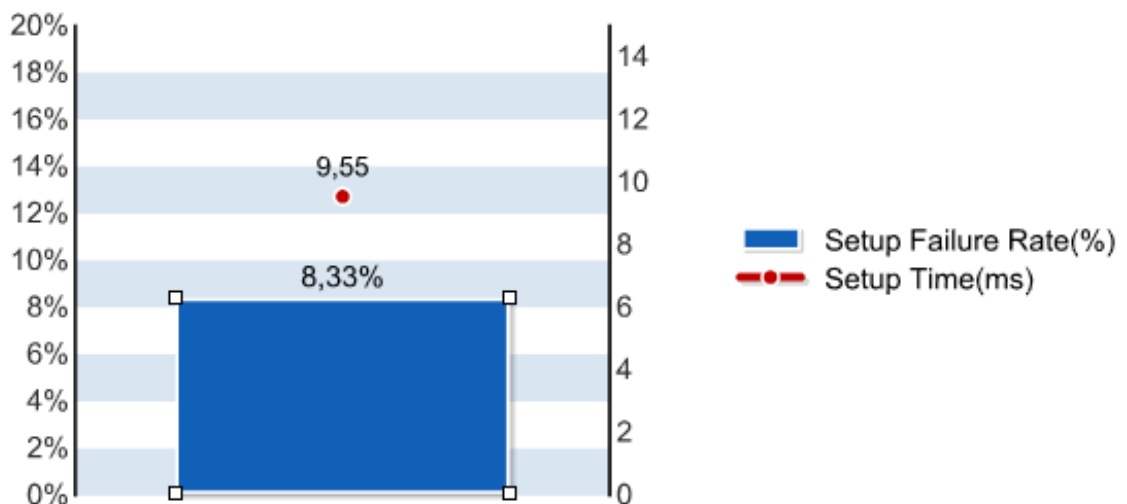
5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζουμε την ανάλυση των αποτελεσμάτων για τις μετρήσεις που διεκπεραιώσαμε τόσο για τις κλήσεις φωνής όσο και για τις κλήσεις δεδομένων. Όπως έχουμε προαναφέρει στην περιγραφή του εξοπλισμού που χρησιμοποιήσαμε, τα δεδομένα από τις μετρήσεις βρίσκονται σε μία χωροχρονική βάση δεδομένων SQL. Στην πιο κάτω ανάλυση προσπαθήσαμε να συγκεντρώσουμε τους πιο βασικούς δείκτες ποιότητας KPIs, με την εφαρμογή κατάλληλων queries συλλέξαμε τις επιθυμητές τιμές και σχεδιάσαμε γραφήματα για την μελέτη της επίδοσης του δικτύου.

5.1 Voice

5.1.1 Accessibility

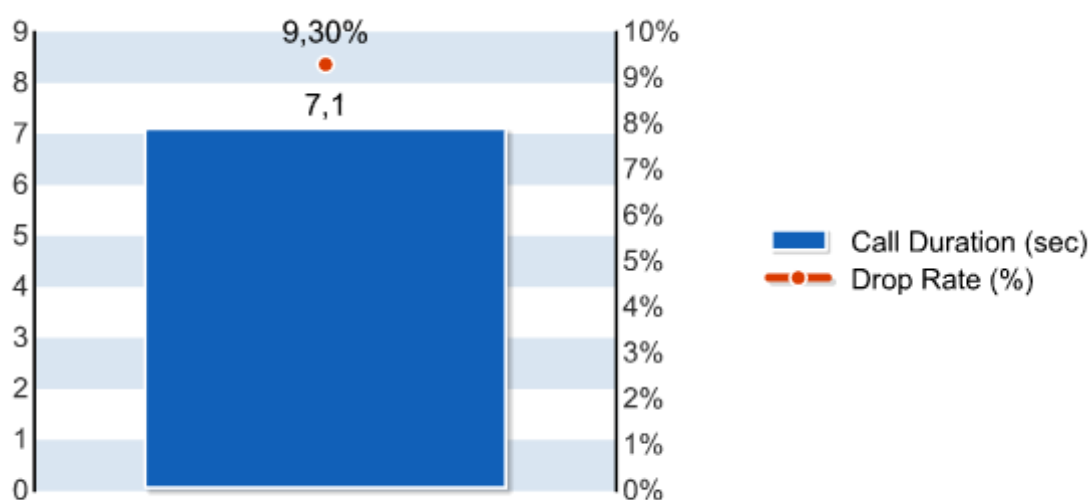
Για την μελέτη της προσβασιμότητας σε υπηρεσίες φωνής εξετάζουμε τους δείκτες ποιότητας Setup Time, το χρόνο δηλαδή που απαιτείται για την πρόσβαση στην υπηρεσία και Setup Failure Rate, το ποσοστό των κλήσεων οι οποίες απότυχαν στην φάση της εγκατάστασης κλήσης. Με κατάλληλα queries συγκεντρώσαμε τις τιμές των δεικτών ποιότητας από την βάση δεδομένων και παρουσιάζονται στο πιο κάτω γράφημα.



Γράφημα 5-1 Setup Failure Rate και Setup Time για κλήση φωνής

5.1.2 Retainability

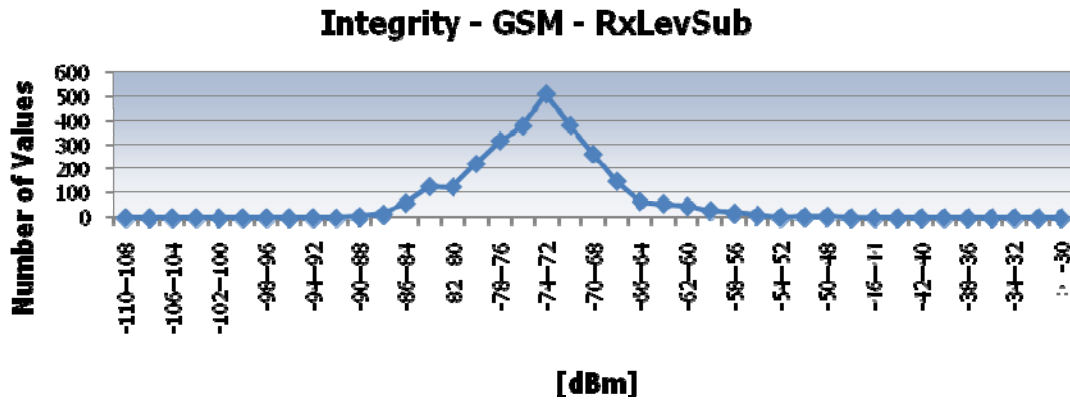
Η διάρκεια της κλήσης, call duration και το ποσοστό των κλήσεων που δεν ολοκληρώθηκαν, drop rate ανήκουν στην κατηγορία των δεικτών που εξετάζουν την διατηρησιμότητα της υπηρεσίας φωνής.



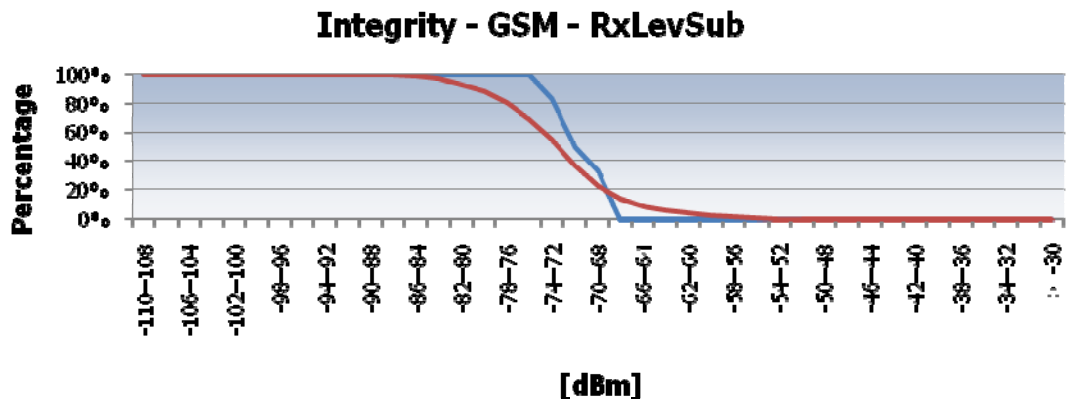
Γράφημα 5-2 Call Duration και Drop rate για κλήσεις φωνής.

5.1.3 Integrity

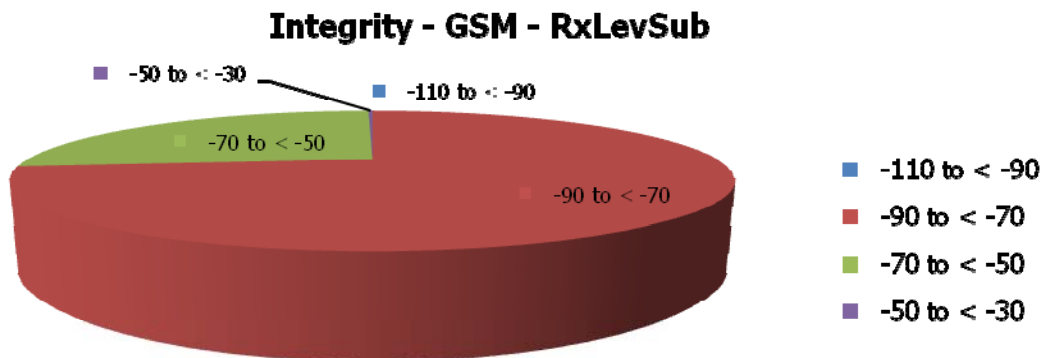
Για να διαπιστώσουμε αν σε μια περιοχή υπάρχει η απαιτούμενη κάλυψη GSM από τον πάροχο βασίζομαστε σε δύο παραμέτρους, το RxLev και το RxQual οι οποίες είναι αντιπροσωπευτικές του σήματος που λαμβάνει η συσκευή και της ποιότητας της κλήσης αντίστοιχα. Κάθε συσκευή όταν για την υπηρεσία φωνής το δίκτυο παρέχει τεχνολογία GSM μετρούσε το RxLev, την ισχύ δηλαδή που λάμβανε από το κανάλι μετάδοσης. Η παράμετρος RxLevFull είναι το λαμβανόμενο σήμα υπολογισμένο σε όλο το TDMA πλαίσιο ενώ η παράμετρος RxLevSub που φαίνεται στα πιο κάτω γραφήματα υπολογίζεται μόνο για τα πλαίσια SACCH και SID.



Γράφημα 5-3 PDF κατανομή του RxLevSub



Γράφημα 5-4 CDF κατανομή του RxLevSub

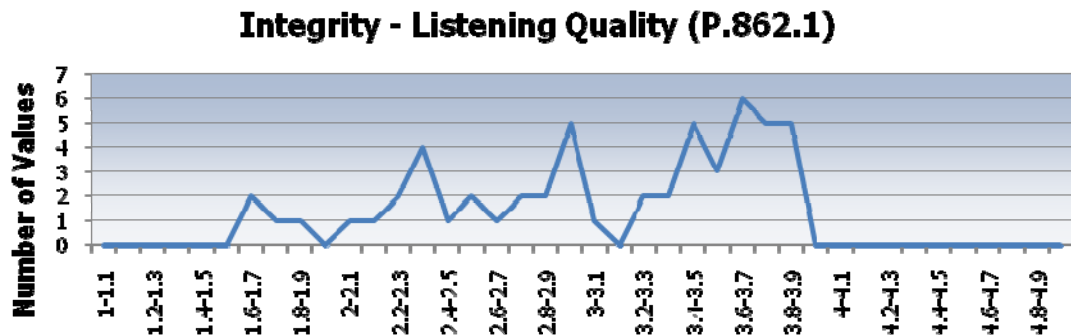


Γράφημα 5-5 Κατανομή των δειγμάτων βάση του RxLevSub

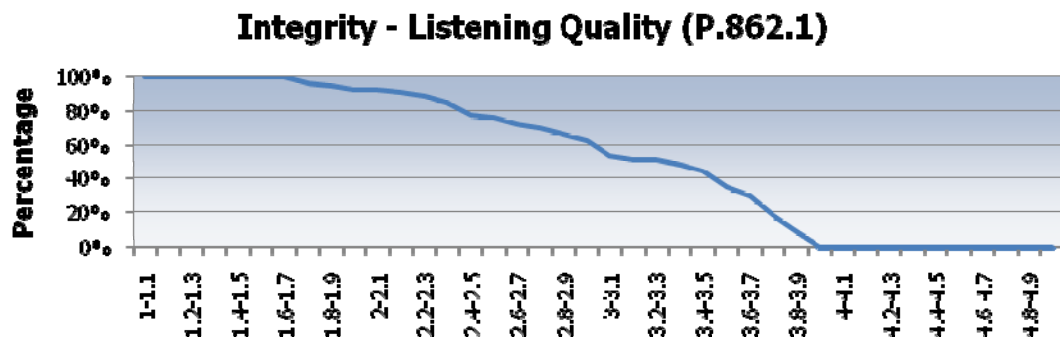
Η ποιότητα ομιλίας, Speech Quality είναι η μέτρηση της ποιότητας που λαμβάνει ο ακροατής σε υπηρεσίες φωνής. Εκφράζεται σαν μέσος όρος MOS (Mean Opinion Score) με ένα αριθμό από το 1 μέχρι το 5. Στην πραγματικότητα η ποιότητα ομιλίας είναι μία ψυχο-ακουστική διαδικασία του ανθρώπου άρα οποιαδήποτε αξιολόγηση

της είναι υποκειμενική. Οι περισσότεροι αλγόριθμοι που εφαρμόζονται είναι βασισμένοι σε σύγκριση του μεταδιδόμενου δείγματος με το αρχικό.

Το πιο διαδεδομένο μοντέλο αλγορίθμων είναι το ITU-T P.862. Το ακριβές αυτό μοντέλο αυτό σε αντίθεση με τα υποκειμενικά επιτρέπει την εκτενή δοκιμή κατά την διάρκεια μικρών χρονικών περιόδων. Τα γραφήματα που προέκυψαν από το σύστημα ανάλυσης μετά την εφαρμογή του αλγορίθμου στα δείγματα των μετρήσεων μας φαίνονται πιο κάτω.

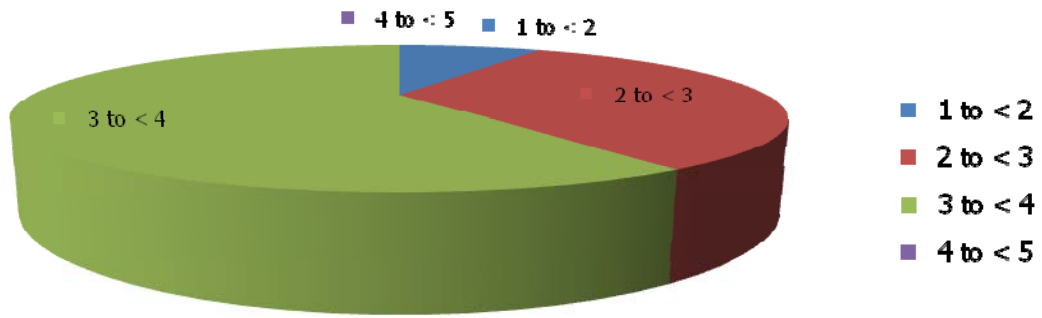


Γράφημα 5-6 PDF κατανομή του δείκτη Listening Quality κατά P.862.1



Γράφημα 5-7 CDF κατανομή του δείκτη Listening Quality κατά P.862.1

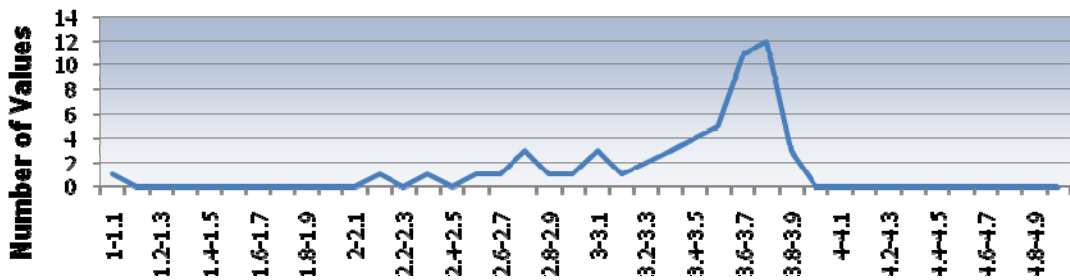
Integrity - Listening Quality (P.862.1)



Γράφημα 5-8 Κατανομή των δειγμάτων βάση του δείκτη Listening Quality κατά P.862.1

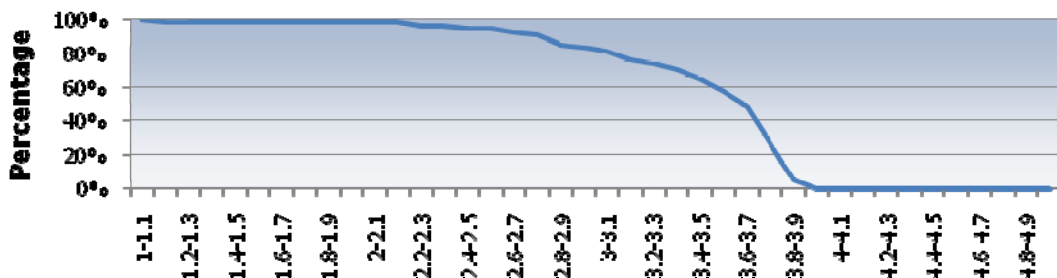
Μια άλλη μέθοδος για αξιολόγηση της ποιότητας ομιλίας είναι η SQUAD η οποία προτείνεται από την SwissQual και βασίζεται σε αλγόριθμο προσομοίωσης της ανθρώπινης ακοής. Πιο κάτω παρουσιάζουμε τα γραφήματα που προέκυψαν από τα δείγματα των μετρήσεων με χρήσης της μεθόδου Squad.

Integrity - Listening Quality (SquadLQ)

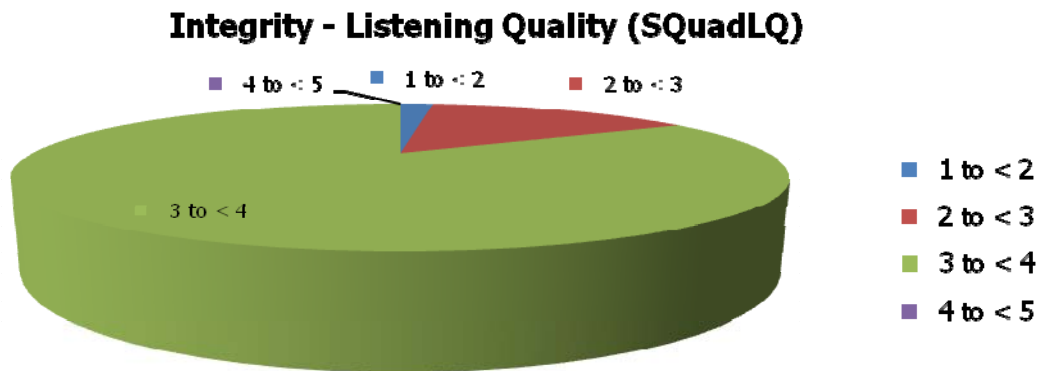


Γράφημα 5-9 PDF κατανομή για το δείκτη Listening Quality κατά SquadLQ

Integrity - Listening Quality (SquadLQ)



Γράφημα 5-10 CDF κατανομή για το δείκτη Listening Quality κατά SquadLQ

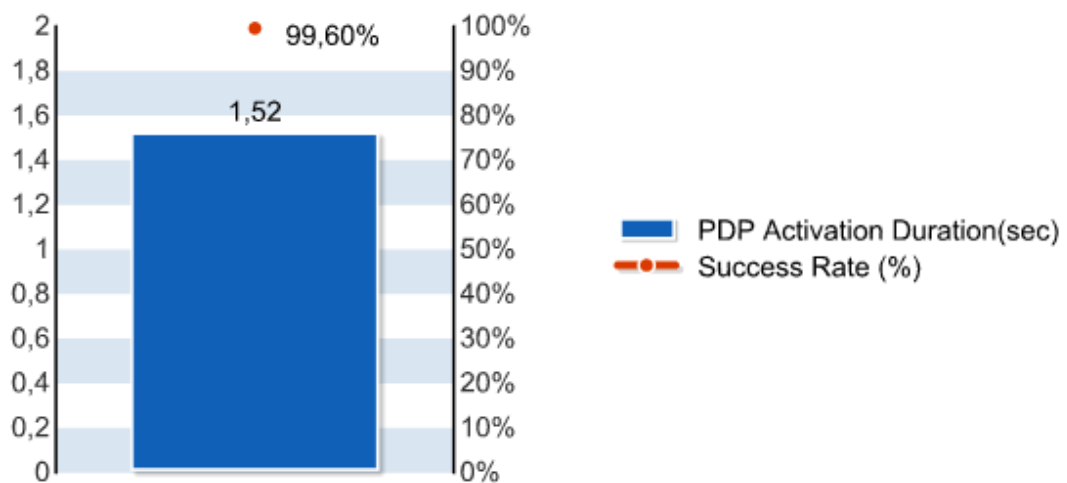


Γράφημα 5-11 Κατανομή των δειγμάτων βάση του δείκτη Listening Quality κατά SQquadLQ

5.2 Δείκτες ποιότητας δεδομένων σε επίπεδο εφαρμογής χρήστη

5.2.1 PDP Context Activation

Στο γράφημα φαίνονται οι δείκτες ποιότητας PDP Context Activation και Success Rate. Ανήκουν και οι δύο στους δείκτες προσβασιμότητας δικτύου. Ο PDP Context Activation αναφέρεται στον χρόνο που απαιτείται για πρόσβαση στις υπηρεσίες δεδομένων του δικτύου και ενεργοποιείται στην αρχή κάθε session και όχι στην αρχή κάθε test. Ο Success rate δίνει το ποσοστό των κλήσεων με επιτυχημένη πρόσβαση στην υπηρεσία.



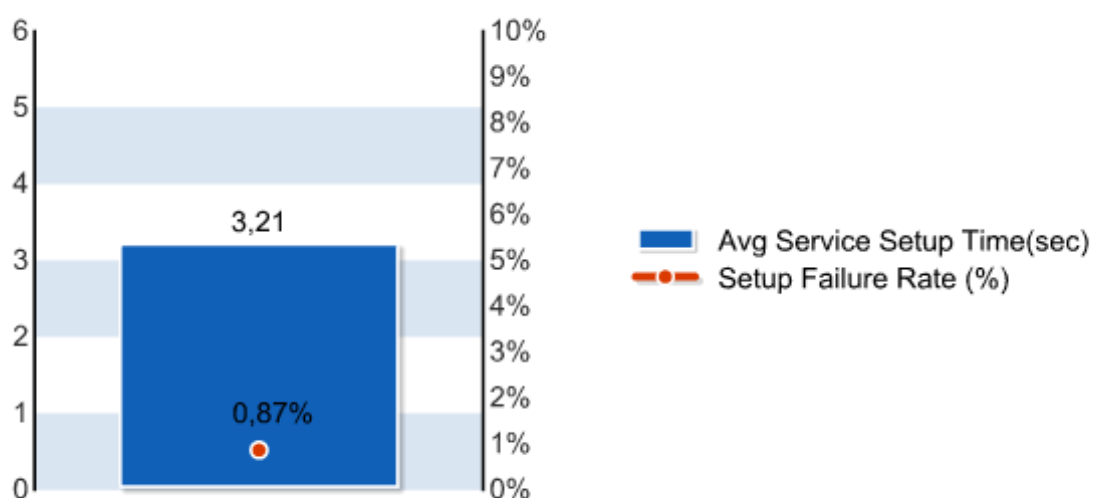
Γράφημα 5-12 PDP Context Activation και Success rate

Παρατηρούμε ότι η επίδοση του δικτύου βρίσκεται εντός των διεθνών αποδεκτών ορίων καλής λειτουργίας που είναι PDP Context Activation 2 sec.

5.2.2 FTP DOWNLOAD

- Accessibility

Στο επόμενο γράφημα μελετάται ο KPI Setup Time, ο χρόνος δηλαδή που απαιτείται για πρόσβαση στην υπηρεσία FTP κατά την εκτέλεση των δοκιμών FTP Download από τον server του πολυτεχνείου. Επίσης παρουσιάζεται το Setup Failure Rate, το ποσοστό δηλαδή αποτυχίας πρόσβασης στην υπηρεσία.

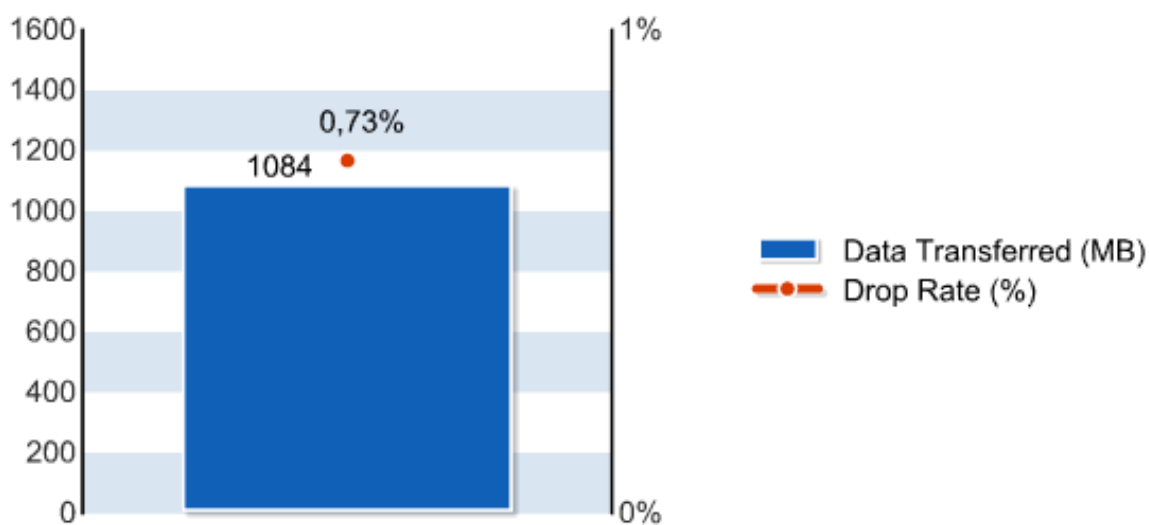


Γράφημα 5-13 Average Service Setup Time και Setup Failure Rate για FTP Download

Παρατηρούμε ότι το δίκτυο εγγυάται γρήγορη απόκριση προς το χρήστη, με μέσο setup time 3,215 sec και ικανοποιητική επίδοση ως προς το Setup Failure Rate.

- Retainability

Για την μελέτη της διατηρησιμότητας παρουσιάζουμε τον δείκτη Drop Rate, το ποσοστό δηλαδή των FTP test που δεν ολοκληρώθηκαν καθώς και τον συνολικό αριθμό των bytes που ελήφθησαν.



Γράφημα 5-14 Data Transferred και Drop Rate για FTP Download

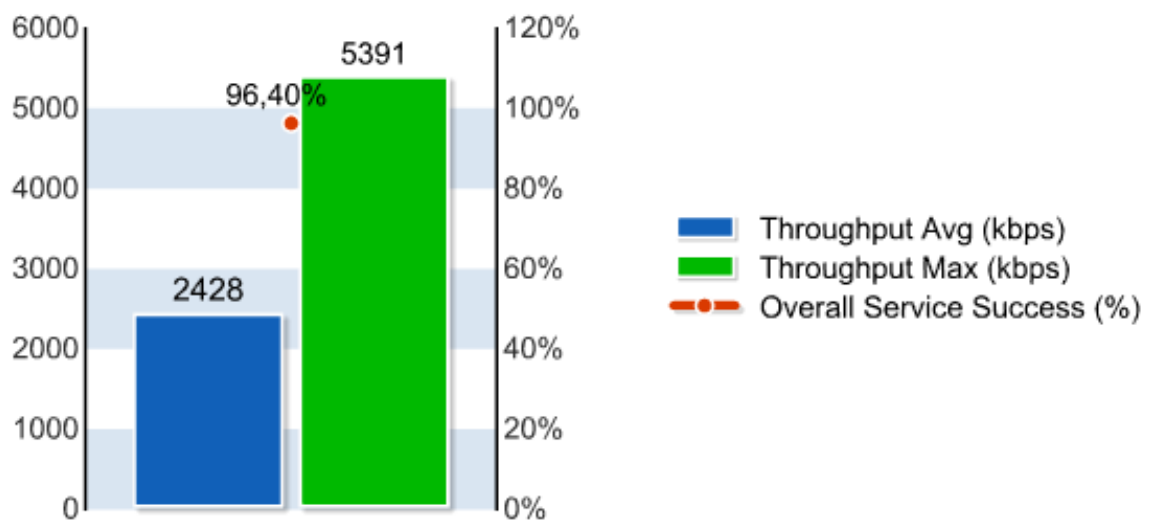
- Integrity

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι επιδόσεις του FTP download σε throughput (ρυθμοαπόδοση). Δίνεται η μέση και η μέγιστη τιμή του Setup Failure Rate καθώς και ο δείκτης ποιότητας Overall Service Success, το ποσοστό δηλαδή των test που ολοκληρώθηκαν με επιτυχία (χωρίς drop ή setup failure).

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές του throughput που είναι γνωστές για κάθε κατηγορία HSDPA είναι οι ονομαστικές αφού αναφέρονται στο φυσικό επίπεδο. Στο επίπεδο εφαρμογής χρήστη που εξετάζουμε οι μέγιστες ταχύτητες που αναμένονται είναι πιο χαμηλές. Στο πιο κάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές του πραγματικού throughput σε όλες τις κατηγορίες HSPA λαμβάνοντας υπόψη μεταξύ άλλων το εύρος ζώνης που χάνεται λόγω BLER και τις απώλειες λόγω επικεφαλίδων

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ HSDPA	1,8	3,6	7,2
Θεωρητικό μέγιστο throughput (Kbps)	1800	3600	7200
Πραγματικό μέγιστο throughput (Kbps)	1300	3000	5800

Πίνακας 5-1 Πραγματικό και θεωρητικό μέγιστο throughput για κάθε κατηγορία HSDPA

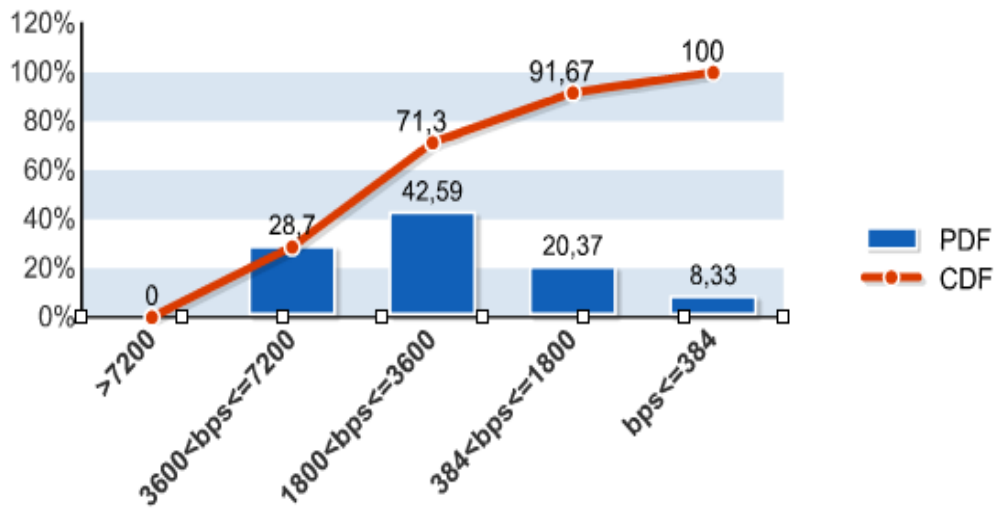


Γράφημα 5-15 Μέσο throughput, μέγιστο throughput και Overall Service Success για FTP Download

Ο μέσος όρος throughput υπολογίστηκε 2428 Kbps και θεωρείται ικανοποιητικός για μετρήσεις εν κινήσει καθώς επίσης και το Overall Service Success που πλησιάζει το 100%.

Παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή throughput 5391 Kbps βρίσκεται κοντά στα όρια της μέγιστης απόδοσης που όπως αναφέραμε και παραπάνω είναι 5800 Kbps.

Στην συνέχεια παραθέτουμε γράφημα με την cdf και pdf κατανομή του στιγμιαίου throughput.



Γράφημα 5-16 PDF και CDF κατανομή για FTP Download throughput

FUNCTION	DL throughput	PERCENTAGE
PDF	>7200	0,00%
	3600<bps<=7200	28,70%
	1800<bps<=3600	42,59%
	384<bps<=1800	20,37%
	bps<=384	8,33%
CDF	>7200	0,00%
	3600<bps<=7200	28,70%
	1800<bps<=3600	71,30%
	384<bps<=1800	91,67%
	bps<=384	100,00%

Πίνακας 5-2 PDF και CDF κατανομή για FTP Download throughput

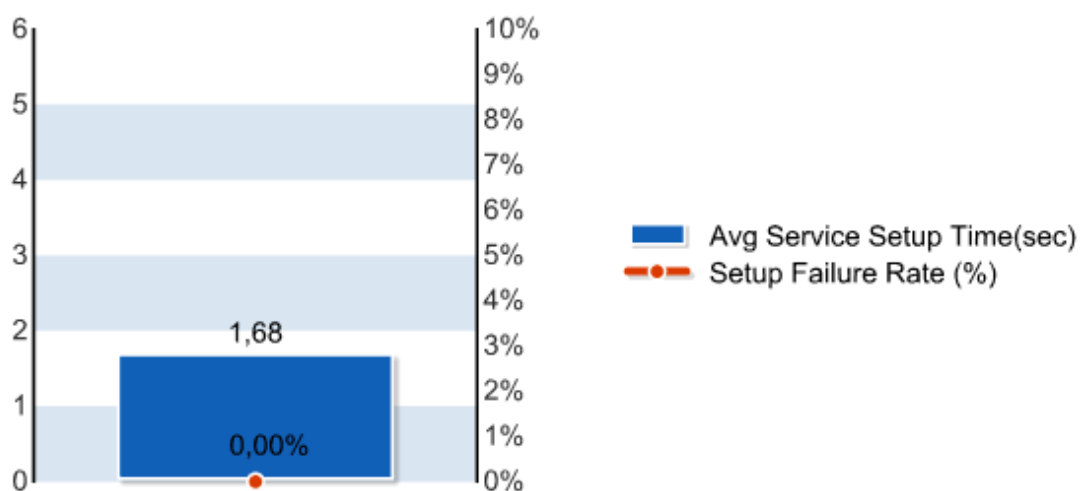
Από τη γραφική επιβεβαιώνεται ότι το δίκτυο παρέχει υπηρεσίες HSDPA 7,2 και αναβαθμισμένες υπηρεσίες 3,6.

5.2.3 FTP UL

- Accessibility

Για την μελέτη της προσβασιμότητας υπηρεσίας όπως και για το FTP download έτσι

και για το upload μελετάται ο setup time και το setup failure rate.

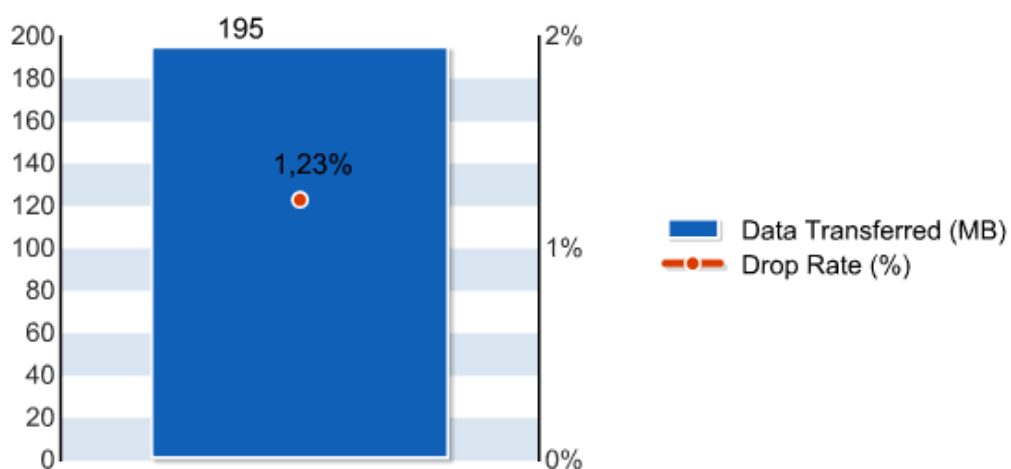


Γράφημα 5-17 Setup Time και Setup Failure Rate για FTP upload

Παρατηρούμε ότι ,όπως και στην περίπτωση download, η απόκριση προς το χρήστη είναι γρήγορη και με μηδενικές αποτυχίες. Το γεγονός αυτό είναι λογικό καθώς πρόκειται για πρόσβαση στον ίδιο server.

- Retainability

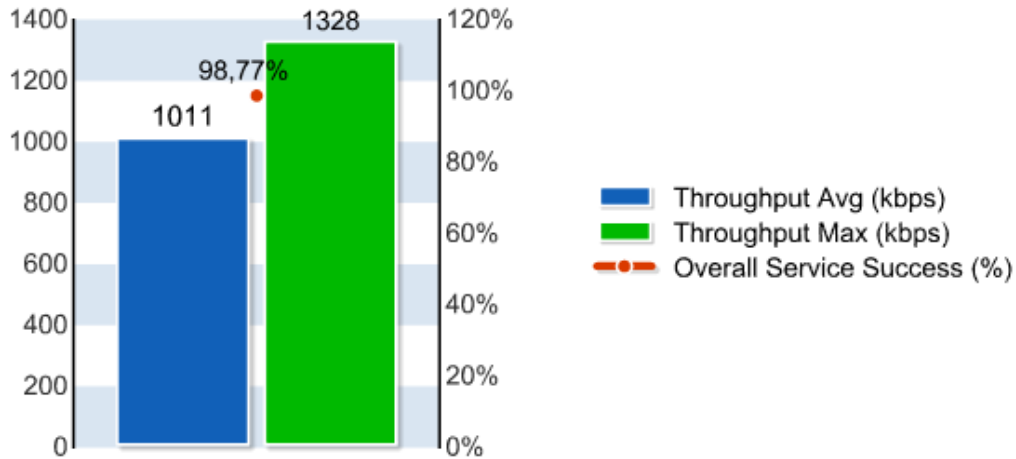
Στο γράφημα φαίνεται ο KPI Drop Rate καθώς και το σύνολο των byte που εστάλησαν.



Γράφημα 5-18 Data Transferred και Drop Rate για FTP Upload

- Integrity

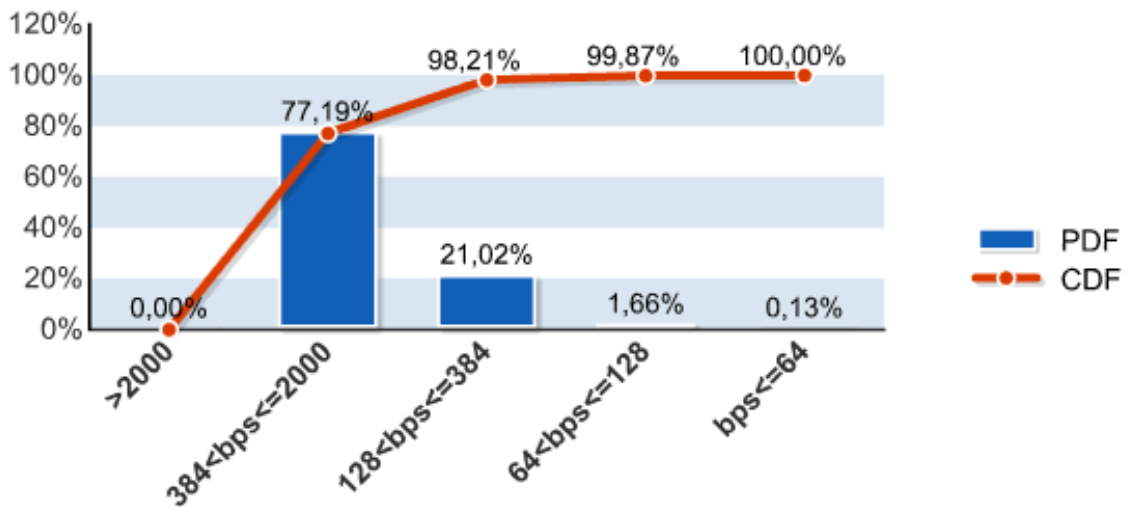
Στην συνέχεια δίνονται οι τιμές της μέσης και της μέγιστης τιμής του throughput για το FTP upload μαζί με το Overall Success Rate.



Γράφημα 5-19 Μέσο throughput, μέγιστο throughput και Overall Service Success για FTP Upload

Από το παραπάνω διάγραμμα καταλήγουμε ότι ο μέσος όρος throughput (1011 Kbps) θεωρείται ικανοποιητικός για μετρήσεις εν κινήσει και το μέγιστο throughput (1328 Kbps) είναι πολύ κοντά στα όρια μέγιστης απόδοσης HSUPA.

Για να επιβεβαιώσουμε αν προσφέρονται από το δίκτυο υπηρεσίες HSUPA μελετάμε την cdf και pdf κατανομή του στιγμιαίου throughput στο upload.



Γράφημα 5-20 PDF και CDF κατανομή για FTP upload throughput

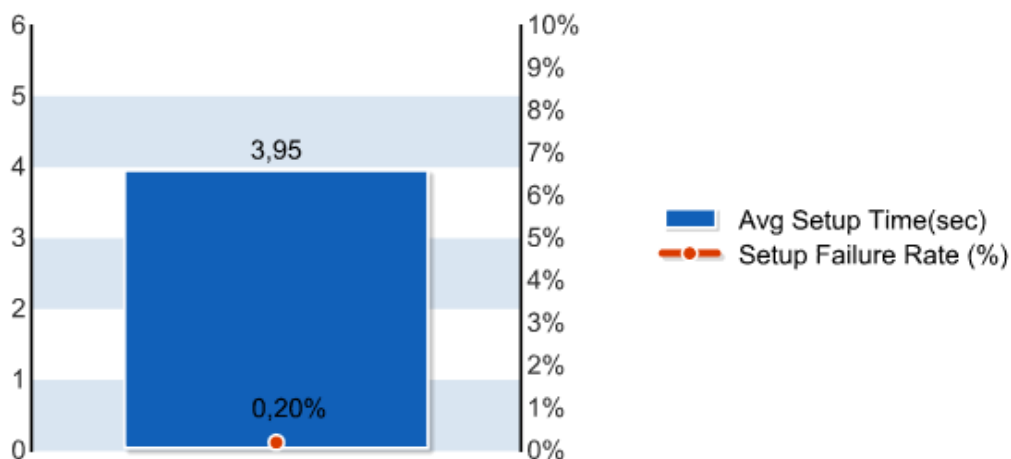
FUNCTION	UL throughput	PERCENTAGE
PDF	>2000	0,00%
	384<bps<=2000	77,19%
	128<bps<=384	21,02%
	64<bps<=128	1,66%
	bps<=64	0,13%
CDF	>2000	0,00%
	384<bps<=2000	77,19%
	128<bps<=384	98,21%
	64<bps<=128	99,87%
	bps<=64	100,00%

Πίνακας 5-3 PDF και CDF κατανομή για FTP upload throughput

5.2.4 HTTP

- Accessibility

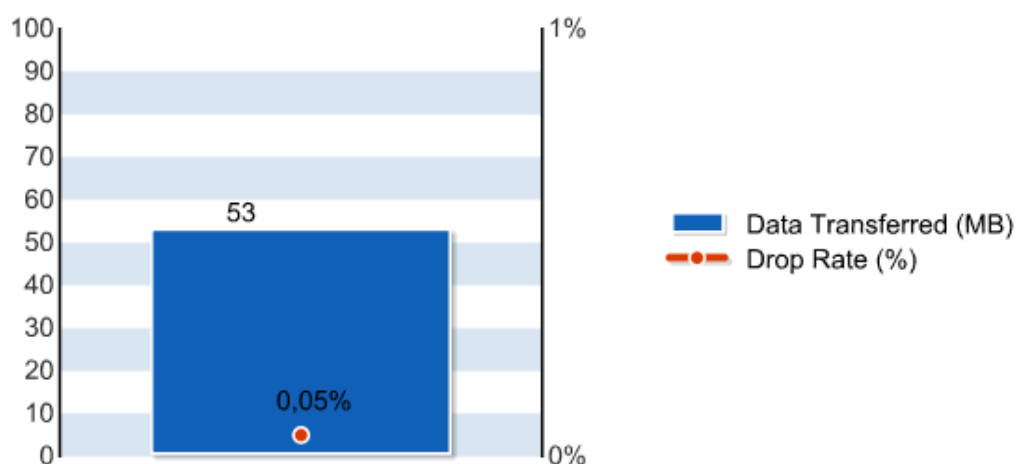
Για την προσβασιμότητα στην υπηρεσία HTTP μελετήσαμε τους δείκτες ποιότητας Setup Time, τον χρόνο πρόσβασης δηλαδή στην υπηρεσία για φόρτωση της ιστοσελίδας του ntua καθώς και το Setup Failure Rate.



Γράφημα 5-21 Μέσος χρόνος Avg Service Steup Time και Setup Failure Rate

- Retainability

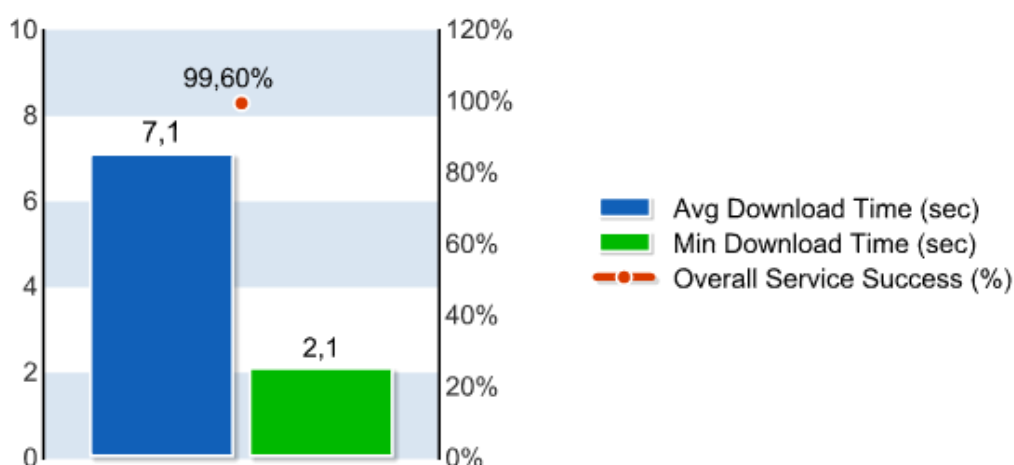
Η διατηρησιμότητα της υπηρεσίας μελετάται με τον δείκτη Drop Rate καθώς και το σύνολο των bytes που ελήφθησαν.



Γράφημα 5-22 Drop Rate και Data Transferred για HTTP

- Integrity

Ο δείκτης ποιότητας HTTP Download Time θεωρείτε αντιπροσωπευτικότερος του throughput για αξιολόγηση της επίδοσης HTTP από την πλευρά του χρήστη. Πιο κάτω παρουσιάζεται η μέση και η μέγιστη τιμή καθώς και ο KPI Overall Service Success.



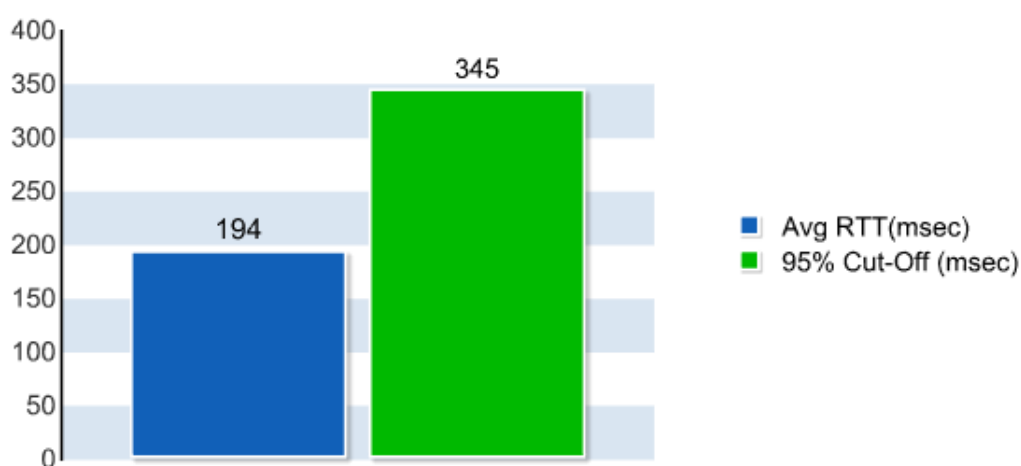
Γράφημα 5-23 Μέσος και ελάχιστος Download Time HTTP session και ποσοστό επιτυχίας

Ο μέσος όρος Download Time υπολογίζεται στα 7,10 sec και θεωρείται ικανοποιητικός για φόρτωση ιστοσελίδας μεγέθους 1MB.

5.2.5 PING

- Retainability

Δεν εξετάζεται η προσβασιμότητα της δοκιμής ping λόγω του ότι δεν έχει setup phase. Για την διατηρησιμότητα της υπηρεσίας μελετάμε τον δείκτη ποιότητας Ping Round Trip Time (RTT). Στο γράφημα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μέση τιμή του RTT καθώς και το 95% Cut-Off.

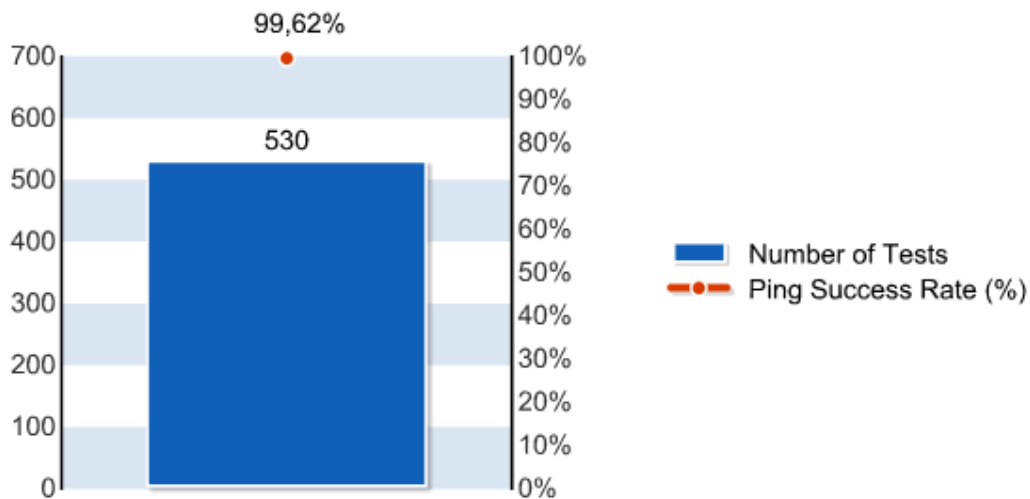


Γράφημα 5-24 Μέσος όρος και 95% Cut-Off του RTT

Παρατηρούμε, όπως προκύπτει από το 95% Cut-Off, ότι η συντριπτική πλειοψηφία των tests έχει RTT κάτω από 345 msec που θεωρείται καλή επίδοση βάση των διεθνών standards

- Integrity

Η ακεραιότητα της υπηρεσία εξετάζεται με τον δείκτη Success Rate που παρουσιάζεται στο γράφημα μαζί με το συνολικό πλήθος των ping.

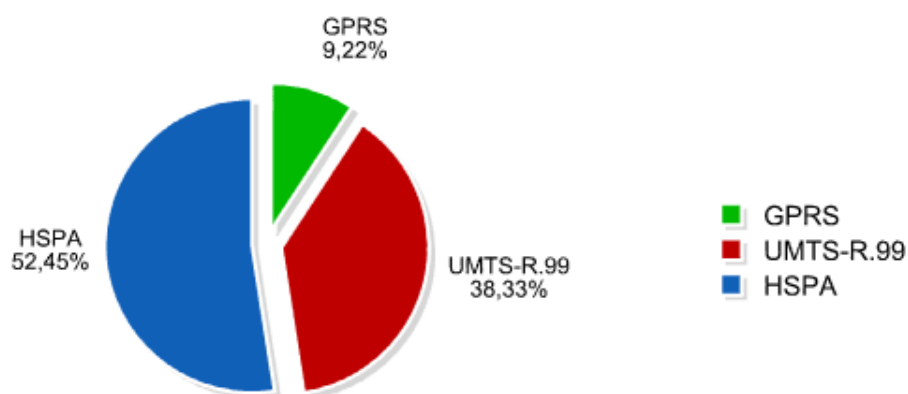


Γράφημα 5-25 Αριθμός των tests και Success Rate

5.2.6 Μελέτη προσφερόμενης τεχνολογίας και ποιότητας HSPA.

Για κάθε test το μετρητικό σύστημα κατέγραφε τον τύπο της προσφερόμενης από το δίκτυο τεχνολογίας όπως και την διάρκεια της κάθε φορά.

Με εφαρμογή του κατάλληλου query συγκεντρώσαμε για όλα τα test την διάρκεια της υπηρεσίας του δικτύου και καταλήξαμε σε μια συνολική κατανομή του Data Serving Technology για το δίκτυο.



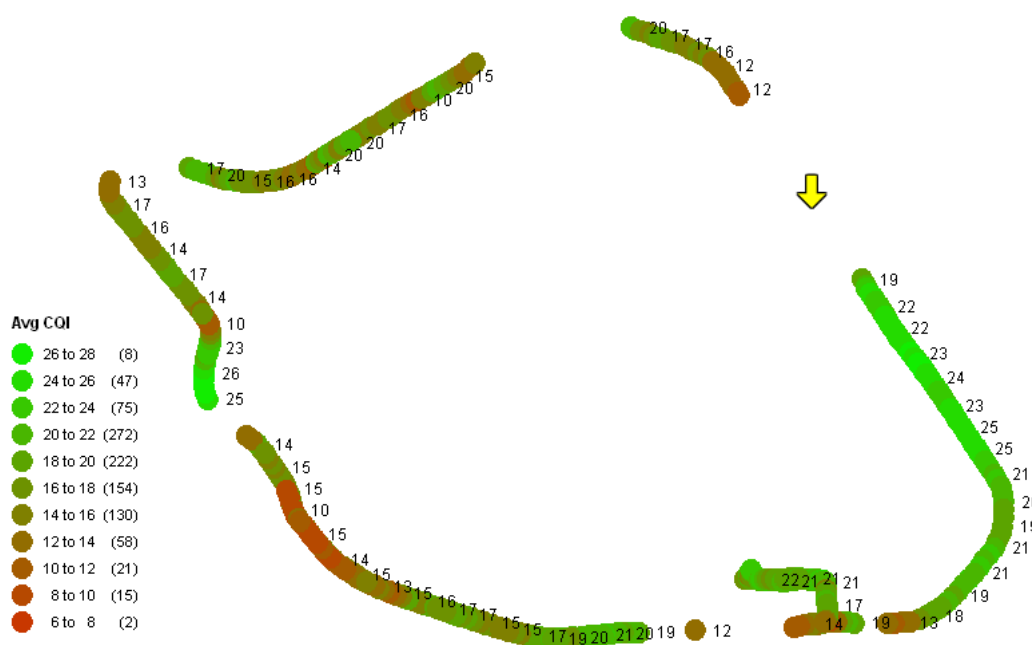
Γράφημα 5-26 Κατανομή της προσφερόμενης από το δίκτυο τεχνολογίας

5.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων σε χάρτες

Στην συνέχεια παρουσιάζονται μετρήσεις μετά από εφαρμογή ενός χωρικού φίλτρου

σε ένα πολύγωνο το οποίο περιέχει μια διαδρομή στην πολυτεχνιούπολη. Το αποτέλεσμα του χωρικού φίλτρου (query) αποτυπώνεται σε ένα GIS Viewer (Google Earth), δίνοντας μας την δυνατότητα να εντοπίζουμε εποπτικά προβληματικές περιοχές σε σχέση με την επίδοση και την RF κάλυψη.

Ο δείκτης CQI (Channel Quality Indicator) εκφράζει την ποιότητα των ραδιοσυνθηκών. Ο δείκτης αυτός είναι κρίσιμος αφού το HSDPA είναι μια τεχνολογία όπου το Download throughput αυξάνεται ανάλογα με την ποιότητα ραδιοσυνθηκών. Το CQI παίρνει τιμές από 0 έως 30. Στους παρακάτω χάρτες φαίνονται οι τιμές του καθόλη την διαδρομή εντός της πολυτεχνιούπολης.

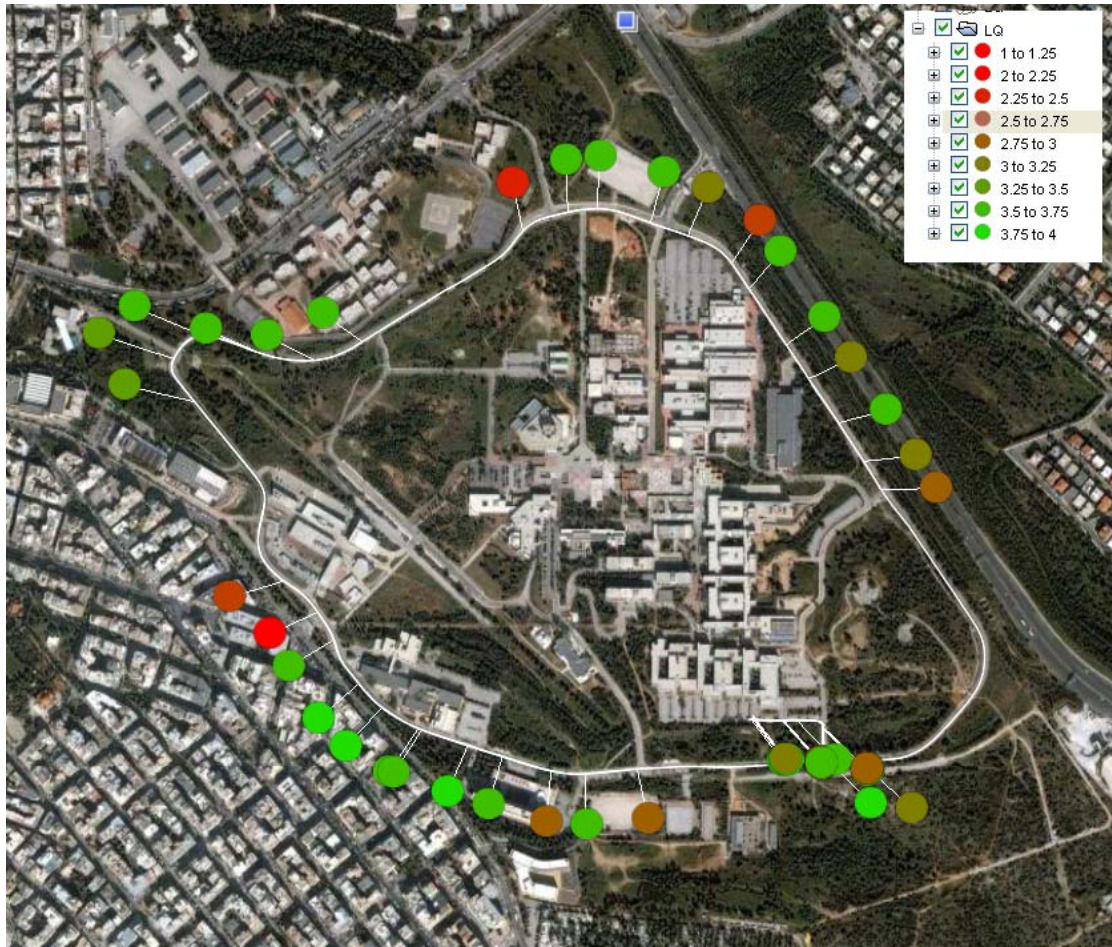


Χάρτης 5-1 Απεικόνιση του δείκτη CQI (Channel Quality Indicator) στο MapInfo.



Χάρτης 5-2 Απεικόνιση του δείκτη CQI (Channel Quality Indicator) στο Google Earth

Ακόμα ένας κρίσιμος δείκτης όπως έχουμε ήδη αναφέρει είναι ο LQ (Listening Quality). Εκτός από τις κατανομές του δείκτη αυτού που προηγήθηκαν παρακάτω φαίνονται και οι στιγμιαίες τιμές του καθόλη την διαδρομή ώστε να εντοπιστούν τα προβληματικά σημεία.



Χάρτης 5-3 Απεικόνιση του δείκτη LQ (Listening Quality) στο Google Earth

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σήμερα τα δίκτυα κινητών τηλεπικοινωνιών γνωρίζουν μεγάλη ανάπτυξη με πρόσβαση πλέον σε ευρυζωνικές υπηρεσίες και υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης, στην Ελλάδα μέχρι 7,2 Mbps. Η μέτρηση της επίδοσης των ραδιοδικτύων κρίνεται αναγκαία τόσο από την πλευρά ενός παρόχου (operator) όσο και από την πλευρά του τελικού χρήστη. Ο πάροχος υπηρεσιών κινητών επικοινωνιών βάσει των εσωτερικών λειτουργιών-διαδικασιών πρέπει να αξιολογεί με σχετική διαδικασία Audit την επίδοση μιας νέας τεχνολογίας πρόσβασης και διαλειτουργικότητά της με το υφιστάμενο δίκτυο. Παράλληλα, αποτελεί ανάγκη η διαδικασία Benchmarking, δηλαδή η διεξαγωγή συγκριτικών μετρήσεων για την γνώση του Ανταγωνισμού στον χώρο των εταιριών. Οι άνω διαδικασίες κατευθύνουν στην βελτιστοποίηση και τον ανασχεδιασμό των δικτύων με σκοπό την παροχή υπηρεσιών ποιότητας προς τους τελικούς χρήστες. Η Πολιτεία μέσω Ανεξάρτητης Αρχής έχει θεσπίσει σχετική Νομοθεσία που επιβάλλει διεξαγωγή μετρήσεων ποιότητας από τις εταιρείες και κοινοποίηση των αποτελεσμάτων.

Στα πλαίσια της Διπλωματικής Εργασίας, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Η καμπάνια μετρήσεων προγραμματίστηκε βάση των ελληνικών κανονισμών μετρήσεων και περιλάμβανε πρόσβαση σε πολλές παρεχόμενες υπηρεσίες. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση για την αξιολόγηση των επιλεγμένων υπηρεσιών.

Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας πλέον προσφέρουν υπηρεσίες τηλεφωνίας, εικονοτηλεφωνίας και δεδομένων. Τα επίπεδα ποιότητας των υπηρεσιών είναι ανεξάρτητα και αξιολογούνται από διαφορετικούς δείκτες. Οι δείκτες ποιότητας αυτοί ορίζονται αναλυτικά τόσο από διεθνή πρότυπα όσο και από την ελληνική νομοθεσία. Σε αυτή την εργασία μελετήσαμε και αξιολογήσαμε διεξοδικά τους σχετικούς δείκτες ποιότητας (KPIs) για κάθε υπηρεσία.

Οι δείκτες αυτοί όπως αναφέραμε χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες accessibility, retainability και integrity και παρουσιάζεται η μελέτη των κυριότερων δεικτών αυτών των τριών κατηγοριών για όλες τις υπηρεσίες. Για την μελέτη των κλήσεων φωνής τονίσαμε τα επίπεδα του Listening Quality που είναι ο κυριότερος δείκτης ποιότητας, αξιολογώντας έτσι το τι λαμβάνει ο χρήστης. Δείκτες ιδιαίτερης σημασίας αποτελούν στην περίπτωση της υπηρεσίας μεταφοράς αρχείων (FTP) η ρυθμοαπόδοση, στην υπηρεσία πλοήγησης στο Διαδίκτυο (HTTP) ο χρόνος ανάκτησης ιστοσελίδας (download time) και στη δοκιμή PING ο χρόνος RTT. Στην παρούσα εργασία δεν συμπεριλάβαμε μετρήσεις για υπηρεσίες video, email, wap, sms και mms τα οποία προτείνονται για μελλοντική εργασία.

Σημειώνεται ότι δεν ήταν γνωστές παράμετροι του δικτύου όπως για παράδειγμα

στοιχεία των σταθμών βάσης του δικτύου. Το γεγονός αυτό δεν μας επέτρεψε να αναγνωρίσουμε τις αιτίες των προβλημάτων που παρουσιάστηκαν και να προτείνουμε συγκεκριμένες λύσεις αντιμετώπισης τους. Για αυτό τον λόγο αρκεστήκαμε μόνο στην αποτίμηση του επιπέδου ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Το κύριο συμπέρασμα που απορρέει μέσα από την ανάλυση των μετρήσεων είναι η ύπαρξη ευρυζωνικής πρόσβασης στις περιοχές της Αθήνας που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις. Διαπιστώνουμε ότι παρέχεται πρόσβαση στην υπηρεσία HSDPA κατηγορίας 7,2 Mbps ειδικά στην δοκιμή FTP Download μετρήσαμε μέγιστη ρυθμοαπόδοση 5391 kbps τιμή που πλησιάζει την μέγιστη πραγματική τιμή της συγκεκριμένης κατηγορίας που είναι 5800 kbps. Αντίστοιχα επιβεβαιώνεται και η ύπαρξη της υπηρεσίας HSUPA με μέγιστο ρυθμό μετάδοσης 1,3 Mbps. Ακόμα παρατηρήθηκαν εξαιρετικά μικροί χρόνοι RTT (Round Trip Time), της τάξης 0,19 sec.

Αποτέλεσμα της εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας ήταν η δημοσίευση της σχετικής πρωτότυπης ερευνητικής εργασίας σε Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Τηλεπικοινωνιών με κρίση*.

Για μελλοντική εργασία προτείνεται η διεξαγωγή μετρήσεων σε ευρύτερη περιοχή της Αθήνας για εξαγωγή ακριβέστερων αποτελεσμάτων της παροχής ευρυζωνικών υπηρεσιών.

Νέες μελέτες εστιάζουν σε θέματα συνεργασίας μεταξύ Wimax και HSDPA. Και οι δύο τεχνολογίες προσφέρουν ψηλό εύρος ζώνης, συνεχή κάλυψη και κινητικότητα χρήστη. Στο WiMax χρησιμοποιούνται οι ίδιοι μηχανισμοί με το HSDPA για την μεγιστοποίηση της ρυθμοαπόδοσης και της φασματικής απόδοσης. Η κύρια διαφορά του WiMax από το HSDPA είναι η χρήση OFDM (orthogonal frequency division multiplexing). Εξέλιξη της τεχνολογίας HSPA είναι το HSPA+ που υπόσχεται να παρέχει ρυθμούς μετάδοσης έως 28 Mbps στην κάτω ζεύξη και 11,5 Mbps στην άνω ζεύξη χρησιμοποιώντας 2x2 MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) τεχνικές κεραιών.

* C.N.Pitas, E.D.Avgeri, M.P.Kallinou and Ph.Constantinou, “Quality of Service in Real High Speed Packet Access Networks: Survey Measurements and Performance Evaluation”, 1st Pan-Hellenic Conference on Electronics and Telecommunications, Patras, March 2009.

Ακολουθούν οι αναφορές /παραπομπές

7 Αναφορές

- [1] H.Holma and A.Toskala, “HSDPA/HSUPA FOR UMTS, High Speed Radio Accessfor Mobile Communications”, Ed. John Wiley & Sons,LTD, 2006.
- [2] Κανατάς, Κωνσταντίνου, Πάντος, “Συστήματα Κινητών Επικοινωνιών”,2008
- [3] Μ. Θεολόγου, “Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών”
- [4] ETSI TS 102 250-1, “Speech Processing, Transmission and QualityAspects (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3Gnetworks; Part 1: Identification of Quality of Service aspects”, V1.2.1,Technical Specification, 2007.
- [5] ETSI TS 102 250-2, “Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3Gnetworks; Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation”, V1.6.2, Technical Specification, 2008.
- [6] ETSI TS 102 250-3, "Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 3: Typical procedures for Quality of Service measurement equipment", V1.3.2, Technical Specification, 2005.
- [7] ETSI TS 102 250-4, “Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 4: Requirements for Quality of Service measurement equipment”, V1.2.1, Technical Specification, 2007.
- [8] ETSI TS 102 250-5, “Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 5: Definition of typical measurement profile”, V1.5.1, Technical Specification, 2008.
- [9] ETSI TS 102 250-6, "Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 6: Post processing and statistical methods", V1.2.1, Technical Specification, 2004.
- [10] Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομεία (ΕΕΤΤ) απόφαση, Νο.480/017, “Καθορισμός δεικτών ποιότητας των παρεχόμενων προς το κοινό υπηρεσιών επικοινωνιών και προσδιορισμέ της μορφής των προς δημοσίευση πληροφοριών καθώς και του τρόπου και χρόνου δημοσίευσης τους από τους παρόχους υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών” Εφημερίδα της κυβέρνησεως ΦΕΚ/1153/Β/2008, 2008.

- [11] D.Girella, “Downling TCP Proxy Solution Over HSDPA with Multible Data Flow”
- [12] 3GPP, “TS 25.308 Technical Specification Group Radio Access Network; High Speed Downlink Packet Access (HSDPA); Overall description,” December 2004, v5.7.
- [13] A. Das, N. Gopalakrishnan, T. Hu, F .Khan, A. Rudrapatna, A. Sampath, H. G. Su, S. Tatesh, W. Zhang, “Evolution of UMTS toward HSDPA”, Lusent Technologies Inc., 2003.
- [14] Theodore S. Rappaport, “Wireless Communications: Principles and Practice”, 2nd edition, Prentice Hall Communications Engineering and Emerging Technologies Series, 1996
- [15] Peter Rysavy, “ Data Capabilities: GPRS to HSDPA and Beyond”, Semptember 2005, White paper for 3G Americas
- [16] Jan Derksen, Robert Jansen, Markku Maijala and Erik Westerberg , “HSDPA performance and evolution”, Ericsson Review No. 3, 2006
- [17] Towards Global Mobile Broadband, White paper from the UMTS forum

8 Παράρτημα

8.1 Πίνακες παρουσίασης Δεικτών Ποιότητας βάση απόφασης ΕΕΤΤ.

Δείκτες Ποιότητας Υπηρεσίας Συστημάτων Κινητών Επικοινωνιών

Διαθεσιμότητα Δικτύου- Ραδιοκάλυψη (M01)	
Κατηγορία Περιοχών	A
Διαδρομές	XXXXX
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXX
Ώρες Μέτρησης	XXXXX

		GSM/DCS	UMTS
Ραδιοκάλυψη	Αριθμός δειγμάτων μετρήσεων		
	Μέση τιμή Σήματος (dBm)		
	Τυπική Απόκλιση (dBm)		
	Ποσοστό Ραδιοκάλυψης		
	Χαρακτηρισμός Ραδιοκάλυψης		
	Καλή		
	Αποδεκτή		
	Κακή		
Δεν υπάρχει			

Κατηγορία Περιοχών	B
Διαδρομές	XXXXX
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXX
Ώρες Μέτρησης	XXXXX

		GSM/DCS	UMTS
Ραδιοκάλυψη	Αριθμός δειγμάτων μετρήσεων		
	Μέση τιμή Σήματος (dBm)		
	Τυπική Απόκλιση (dBm)		
	Ποσοστό Ραδιοκάλυψης		
	Χαρακτηρισμός Ραδιοκάλυψης		
	Καλή		
	Αποδεκτή		
	Κακή		
	Δεν υπάρχει		

- Αποτύπωση όλων των αποτελεσμάτων των διαδρομών σε χάρτες
- Διαγράμματα πυκνότητας πιθανότητας και αθροιστικής κατανομής για το σύνολο των μετρήσεων ου δείκτη ποιότητας M01

Πιθανότητα εμπλοκής κλήσης φωνής (M02)		
Κατηγορία Δικτύου	XXXXX	
Διαδρομή	XXXXX	
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXX	
Ώρες Μέτρησης	XXXXX	
	Κινητό προς κινητό	Κινητό προς σταθερό
Αριθμός κλήσεων	XXXX	XXXX
Αριθμός κλήσεων με εμπλοκή	XXXX	XXXX
Πιθανότητα εμπλοκής κλήσης φωνής	1,10%	0,95%
Πιθανότητα πρόσβασης	98,99%	
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο		

Πιθανότητα διακοπής κλήσης φωνής (M03)		
Κατηγορία Δικτύου	XXXXXX	
Διαδρομή	XXXXXX	
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXXX	
Ωρες Μέτρησης	XXXXXX	
	Κινητό προς κινητό	Κινητό προς σταθερό
Αριθμός κλήσεων	XXXX	XXXX
Αριθμός κλήσεων με εμπλοκή	XXXX	XXXX
Πιθανότητα εμπλοκής κλήσης φωνής	0,90%	0,80%
Πιθανότητα πρόσβασης	99,15%	
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο		

Ποιότητα φωνής (M04)		
Κατηγορία Δικτύου	XXXXXX	
Διαδρομή	XXXXXX	
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXXX	
Ωρες Μέτρησης	XXXXXX	
	Κινητό προς κινητό	Κινητό προς σταθερό
Αριθμός κλήσεων	XXX	XXX
Ποιότητα φωνής	Καλή	
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο		

Χρόνος αποκατάστασης κλήσης φωνής (M05)		
Κατηγορία Δικτύου	XXXXXX	
Διαδρομή	XXXXXX	
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXXX	
Ωρες Μέτρησης	XXXXXX	
	Κινητό προς κινητό	Κινητό προς σταθερό
Αριθμός κλήσεων	XXXX	XXXX
Χρόνος αποκατάστασης κλήσης φωνής	X,XX sec	
Τυπική απόκλιση χρόνου αποκατάστασης κλήσης φωνής	X,XX sec	
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο		

Πιθανότητα εμπλοκής κλήσεων εικονοτηλεφωνίας (M06)	
Κατηγορία Δικτύου	XXXXX
Διαδρομή	XXXXX
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXX
Ώρες Μέτρησης	XXXXX
Αριθμός κλήσεων	XXXX
Αριθμός κλήσεων με εμπλοκή	XXXX
Πιθανότητα εμπλοκής κλήσεων εικονοτηλεφωνίας	1,30%
Πιθανότητα πρόσβασης στην υπηρεσία εικονοτηλεφωνίας	98,7%
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο	

Πιθανότητα διακοπής κλήσης εικονοτηλεφωνίας (M07)	
Κατηγορία Δικτύου	XXXXX
Διαδρομή	XXXXX
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXX
Ώρες Μέτρησης	XXXXX
Αριθμός κλήσεων	XXXX
Αριθμός κλήσεων με εμπλοκή	XXXX
Πιθανότητα διακοπής κλήσεων εικονοτηλεφωνίας	1,35%
Πιθανότητα διατήρησης της κλήσης εικονοτηλεφωνίας	98,65%
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο	

Ποιότητα φωνής εικονοτηλεφωνίας (M08)	
Κατηγορία Δικτύου	XXXXX
Διαδρομή	XXXXX
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXX
Ώρες Μέτρησης	XXXXX
Ποιότητα φωνής εικονοτηλεφωνίας	Καλή
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο	

Ποιότητα βίντεο (M09)	
Κατηγορία Δικτύου	XXXXXX
Διαδρομή	XXXXXX
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXXX
Ώρες Μέτρησης	XXXXXX
Αριθμός κλήσεων	XXXX
Ποιότητα βίντεο υπηρεσίας εικονοτηλεφωνίας	Καλή
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο	

Χρόνος αποκατάστασης κλήσης εικονοτηλεφωνίας (M10)	
Κατηγορία Δικτύου	XXXXXX
Διαδρομή	XXXXXX
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXXX
Ώρες Μέτρησης	XXXXXX
Αριθμός κλήσεων	XXXX
Χρόνος αποκατάστασης κλήσης εικονοτηλεφωνίας	X,XX sec
Τυπική απόκλιση χρόνου αποκατάστασης κλήσης εικονοτηλεφωνίας	X,XX sec
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο	

Πιθανότητα αποτυχίας μεταφοράς δεδομένων http (M11)	
Κατηγορία Δικτύου	XXXXXX
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXXX
Ώρες Μέτρησης	XXXXXX
Ιστοσελίδα δοκιμής	XXXXXX
Αριθμός κλήσεων	XXXX
Πιθανότητα αποτυχίας μεταφοράς δεδομένων http	XX,XX%
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο	

Μέσος ρυθμός δεδομένων http (M12)	
Κατηγορία Δικτύου	XXXXXX
Ημερομηνία Διεξαγωγής	XXXXXX
Ώρες Μέτρησης	XXXXXX
Ιστοσελίδα δοκιμής και μεγεθός της	XXXXXX
Αριθμός κλήσεων	XXXX
Μέσος ρυθμός δεδομένων http	XXX Kbps
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο	

Δείκτες Ποιότητας Σταθερών Ευρυζωνικών Υπηρεσιών

Γενικά πληροφοριακά στοιχεία	
Χρονική Περίοδος Συλλογής Δεδομένων	Β' Εξάμηνο 2008
Γεωγραφική Κάλυψη Έμμεσης Υπηρεσίας	Πανελλαδική
Γεωγραφική Κάλυψη Άμεσης Υπηρεσίας	Νομοί Αττικής και Θεσσαλονίκης

Ταχύτητα Μετάδοσης Δεδομένων στο Τμήμα Συγκέντρωσης του Δικτύου Πρόσβασης και στο Δίκτυο Κορμού (B01)					
			Αποτελέσματα Μετρήσεων		
Τύπος Υπηρεσίας	Πακέτο Σύνδεσης	Κατεύθυνση Δεδομένων	Υψηλότερο 95% (Kbps)	Χαμηλότερο 5% (Kbps)	Μέση Τιμή (Kbps)
Έμμεση Υπηρεσία	1024/256	Λήψη	852	153	625
		Αποστολή	130	45	99
	24576/1024	Λήψη	18145	3479	8756
		Αποστολή	743	75	257
Άμεση Υπηρεσία	24576/1024	Λήψη	4856	4856	9386
		Αποστολή	819	87	315
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο					

Χωρητικότητα Διασύνδεσης (B02)		
Μέση Χωρητικότητα Εθνικής Διασύνδεσης (Mbps)	432 (Κατεύθυνση λήψης δεδομένων)	432 (Κατεύθυνση αποστολής δεδομένων)
Μέση Χωρητικότητα Διεθνούς Διασύνδεσης (Mbps)	2.178 (Κατεύθυνση λήψης δεδομένων)	2.178 (Κατεύθυνση αποστολής δεδομένων)
Μέσο πλήθος Τελικών Χρηστών	113.975	
Μέση Ονομαστική Απαίτηση Χωρητικότητας (Mbps)	245.147 (Κατεύθυνση λήψης δεδομένων)	34.789 (Κατεύθυνση αποστολής δεδομένων)
Μέση Τιμή Λόγου Χωρητικότητας Διεθνούς Διασύνδεσης προς Ονομαστική Απαίτηση Χωρητικότητας	0.0089 (Κατεύθυνση λήψης δεδομένων)	0.063 (Κατεύθυνση αποστολής δεδομένων)
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο		

Ποσοστό αποτυχίας κλήσης VoIP (B03)		
	Τύπος Υπηρεσίας	
	Άμεση Υπηρεσία	Έμμεση Υπηρεσία
Ποσοστό Αποτυχημένων Εθνικών Κλήσεων	0,95%	0,70%
Ποσοστό Αποτυχημένων Διεθνών Κλήσεων	1,40%	1,90%
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο		

Ποιότητα σύνδεσης για ομιλία VoIP (B04)		
	Τύπος Υπηρεσίας	
	Άμεση Υπηρεσία	Έμμεση Υπηρεσία
Κατηγορία Ποιότητας σύνδεσης για ομιλία VoIP	Υψηλή	Πολύ υψηλή
Περισσότερες πληροφορίες στο Επεξηγηματικό Κείμενο		

8.2 KPIs (συγκεντρωτικός πίνακας)

Accessibility

Δυνατότητα Πρόσβασης (Accessibility)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
Υπηρεσίας	Φωνή (CS)	Τηλεφωνία	Αίτηση Καναλιού /RRC Αίτηση Σύνδεσης (MTC Κλήση)	CC: Συναγερμός	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Υπηρεσία Τηλεφωνίας	CM Αίτηση Υπηρεσίας	CC: Συναγερμός	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Εγκατάσταση Βίντεο Κλήσης	RRC Αίτηση Σύνδεσης	CC: Συναγερμός	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ολοκλήρωση Τηλεφωνίας MOC	Αίτηση Καναλιού/ RRC Αίτηση Σύνδεσης	CC: Αποσύνδεση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Τηλεφωνία MTC	Σελιδοποίηση	CC: Συναγερμός	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ενδιάμεση Τηλεφωνία MTC	Αίτηση Καναλιού/ RRC Αίτηση Σύνδεσης	CC: Συναγερμός	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Αίτημα Καθυστέρησης Τηλεφωνίας MTC	Σελιδοποίηση	Αίτηση Καναλιού / RRC Αίτηση Σύνδεσης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ολοκλήρωση Τηλεφωνίας MTC	Κλήση	Αποδέσμευση Καναλιού/ RRC Αποδέσμευση Σύνδεσης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ολοκλήρωση Τηλεφωνίας MTC- Σελιδοποίηση	Σελιδοποίηση	Αποδέσμευση Καναλιού/ RRC Αποδέσμευση Σύνδεσης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

Δυνατότητα Πρόσβασης (Accessibility)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
Δεδομένα		Αποστολή Email	> 25 [SYN]	Σώμα μηνύματος (μετά την αρχικοποίηση)	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ολοκλήρωση Αποστολής Email	> 25 [SYN]	Σώμα τελευταίου μηνύματος	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Λήψη Email	> 110 [SYN]	Οκτάδες	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ολοκλήρωση Λήψης Email	> 110 [SYN]	Τελευταίες οκτάδες	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		FTP Upload	> 21 [SYN]	FTP Δεδομένα	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		FTP Upload(B)	> 21 [SYN]	Λήψη [Ack] από [Syn;Ack]	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ολοκλήρωση FTP Upload	> 21 [SYN]	Λήψη [Fin;Ack]	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Πρόσβαση Υπηρεσίας FTP Upload(B)	Έναρξη RAS Dialup	Λήψη [Ack] από [Syn;Ack]	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		FTP Download	> 21 [SYN]	FTP Δεδομένα	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		FTP Download(B)	> 21 [SYN]	Λήψη [Ack] από [Syn;Ack]	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ολοκλήρωση FTP Download	> 21 [SYN]	Τελευταία FTP Δεδομένα	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Πρόσβαση Υπηρεσίας FTP Download(B)	Έναρξη RAS Dialup	Λήψη [Ack] από [Syn;Ack]	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		HTTP Browser	> 80 [SYN]	HTTP/1.1200 OK ή HTTP/1.0 200 OK	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		HTTP Browser (B)	> 80 [SYN]	Αποστολή της πρώτης GET Εντολής	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

Δυνατότητα Πρόσβασης (Accessibility)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
		Ολοκλήρωση HTTP Browser	> 80 [SYN]	Τελευταία Συνέχιση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Πρόσβαση Υπηρεσίας HTTP Browser (B)	Έναρξη RAS Dialup	Αποστολή της πρώτης GET Εντολής	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Πρόσβαση δικτύου HTTP	Αίτηση Ενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	HTTP/1.n 200 OK	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Πύλη εισόδου πρόσβασης δικτύου WAP	Αίτηση Ενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου/ Αίτηση Καναλιού RRC/ Αίτηση Σύνδεσης	Τελευταίο HTTP/1.n 200 OK	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Κύκλος Δικτύου HTTP DL	HTTP Get	HTTP/1.n ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Κύκλος Σελίδας HTTP DL	HTTP Get	Τελευταίο HTTP/1.n ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Κύκλος Αρχείου HTTP DL	HTTP Get	Τελευταίο HTTP/1.n ολοκληρώθηκε πριν το νέο HTTP Get	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		UDPDL	Αίτηση: SQUDDL	Θύρα Προέλευσης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

Δυνατότητα Πρόσβασης (Accessibility)					Παράμετροι		
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης			
		Video Streaming	RTSP: Περιγραφή HTTP: GET TCP: Επιλογές	RTSP: RTSP HTTP: HTTP HTTP: Αλλαγή Μεγέθους ή Προσωρινή Αποθήκευση TCP: Φόρτωση	RTSP: RTP Ωφέλιμο Φορτίο Αλλαγή Μεγέθους ή Προσωρινή Αποθήκευση TCP: Φόρτωση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Video Streaming (Εγκατάσταση)	RTSP: Εγκατάσταση	RTSP: RTP Ωφέλιμο Φορτίο TCP: Φόρτωση	RTSP: RTP Ωφέλιμο Φορτίο TCP: Φόρτωση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Δίκτυο Πρόσβασης Video Streaming	Αίτηση Ενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	Πρώτο Πακέτο	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια	
		WAP	WSP Σύνδεση	WSP Απόκριση/ WSP Αποτέλεσμα	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια	
		WAP Ολοκλήρωση	WSP Σύνδεση	Τελευταίο WSP Απόκριση/ WSP Αποτέλεσμα	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια	
	Μήνυμα	Αποστολή MMS	Έναρξη	Μετάδοση Ξεκίνησε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια	
		Λήψη MMS	Ειδοποίηση Ελήφθη	Μετάδοση Ξεκίνησε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια	
		Πύλη σύνδεσης WAP	Έναρξη	WSP Απόκριση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια	
		Αποστολή SMS	Έναρξη	Έναρξη Αποστολής SMS	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια	
	Δεδομένα (CS)	Τηλεφωνία	Εντολή AT	Έγκυρη Απόκριση Εξυπηρετητή	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια	
	Layer 3	Δεδομένα (PS)	Ενεργοποίηση περιεχομένου PDP	Αίτηση Ενεργοποίησης περιεχομένου PDP	Αποδοχή ή Απόρριψη Ενεργοποίησης περιεχομένου PDP	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

Δυνατότητα Πρόσβασης (Accessibility)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
		Απενεργοποίηση περιεχομένου PDP	Αίτηση Απενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	Αποδοχή Απενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Πρόσβαση 3G	Αίτηση RRC Σύνδεσης	Αποδοχή Ενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ολοκλήρωση Απενεργοποίησης περιεχομένου PDP	Αίτηση Καναλιού/ RRC Αίτηση Σύνδεσης	Αποδοχή Απενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ενεργοποίηση περιεχομένου PDP (P3)	Αίτηση Πρώτος Διαμόρφωση IPCP	Αποδοχή Τελευταίος Διαμόρφωση IPCP	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Πρόσβαση IP Υπηρεσίας	Αίτηση Ενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	Πρώτο Πακέτο Προσβάσιμης Υπηρεσία	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Επισύναψη	Αίτηση Επισύναψης	Αποδοχή ή Απόρριψη Επισύναψης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ολοκλήρωση Επισύναψης	Αίτησης Επισύναψης	Επισύναψη Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Επισύναψη (P3)	[AT+CGATT=1]	[OK]	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Απόσπαση	Αίτηση Απόσπασης	Αποδοχή Απόσπασης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

Δυνατότητα Πρόσβασης (Accessibility)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
	CS	Πιστοποίηση	Αίτηση Πιστοποίησης και Κρυπτογράφησης	Πιστοποίηση και Κρυπτογράφηση Απόκριση ή Απέτυχε ή Απόρριψη	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Κρυπτογράφηση	Εντολή Κατάστασης Κρυπτογράφησης	Κατάσταση Κρυπτογράφησης ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Πιστοποίηση	Αίτηση Πιστοποίησης	Απόκριση Πιστοποίησης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ταυτοποίηση	Αίτηση Ταυτοποίησης	Απόκριση Ταυτοποίησης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	2G	Κίνηση Κανάλι	Εντολή Εκχώρησης	Εκχώρηση Ολοκληρώθηκε ή Απέτυχε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Κλήση Πρόσβασης Κίνηση Κανάλι	CM Υπηρεσία Αίτηση	Εκχώρηση Ραδιοφορέα Ολοκληρώθηκε ή Απέτυχε / Εγκατάσταση Ολοκληρώθηκε ή Απέτυχε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Κίνηση Κανάλι Ολοκλήρωση	Αίτηση Καναλιού	Κανάλι Αποδέσμευση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Σήμα Κανάλι	Αίτηση Καναλιού	Άμεση Εκχώρηση ή ΙΑ Απόρριψη	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

Δυνατότητα Πρόσβασης (Accessibility)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
	3G	Κίνηση Κανάλι	Ραδιοφορέας Εγκατάσταση	Ραδιοφορέας Εγκατάσταση Ολοκληρώθηκε ή Απέτυχε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ασφάλεια	DCCH-Ασφάλεια Κατάσταση Εντολή	DCCH-Ασφάλεια Κατάσταση Ολοκληρώθηκε ή Απέτυχε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Σήμα Κανάλι	RRC Αίτηση Σύνδεσης	RRC Εγκατάσταση Σύνδεσης Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Σήμα Κανάλι Ολοκλήρωση	RRC Αίτηση Σύνδεσης	RRC Αποδέσμευση Σύνδεσης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
Layer 1	2G	Κάλυψη	$C1 > 0$		Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		GPRS Διαθεσιμότητα	Επιλογή μιας νέας Κυψέλη	SI 13 σε BCCH	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

Retainability

Δυνατότητα Διατήρησης (Retainability)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
Υπηρεσία	Φωνή (CS)	Τηλεφωνία	Συναγερμός	Μερική Αποδέσμευση (Αποσύνδεση)	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Τηλεφωνία	Σύνδεση	Αποσύνδεση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	Δεδομένα	Αποστολή Email	Σώμα Πρώτου Μηνύματος	Απόκριση: Μήνυμα Αποδοχή + Μισός Χρόνος Μετ'επιστροφής	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Λήψη Email	Οκτάδες + Μισός Χρόνος Μετ'επιστροφής	Τελευταίος Συνέχιση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Αποστολή Email	Σώμα Πρώτου Μηνύματος	Απόκριση: Μήνυμα Δεκτό	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Λήψη Email	οκτάδες	Τελευταίος Συνέχιση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		FTP UL	FTP Δεδομένα	[FIN;ACK] - Μισός Χρόνος Μετ'επιστροφής	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		FTP DL	FTP Δεδομένα - Μισός Χρόνος Μετ'επιστροφής	Τελευταία FTP Δεδομένα	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		FTP UL(V)	FTP Δεδομένα	Πρώτο [FIN;ACK] μετά τα τελευταία FTP Δεδομένα	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		FTP DL(V)	FTP Δεδομένα	Τελευταία FTP	Ποσοστό	Διάρκεια

Δυνατότητα Διατήρησης (<i>Retainability</i>)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
				Δεδομένα	Επιτυχίας	
		FTP UL(B)	Λήψη [ACK] από το [SYN;ACK]	[FIN;ACK] - Μισός Χρόνος Μετ'επιστροφής	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		FTP DL(B)	Λήψη [ACK] από το [SYN;ACK]	Τελευταία FTP Δεδομένα	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		HTTP Browser	HTTP/1.1 200 OK + Μισός Χρόνος Μετ'επιστροφής	Τελευταία Συνέχιση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		HTTP Browser (V)	HTTP/1.1 200	Τελευταία Συνέχιση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		HTTP Browser (B)	Αποστολή GET Εντολής	Τελευταία Συνέχιση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		UDPDL	Προέλευσης Θύρα	Θύρα Προέλευσης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Ping	Echo (Ping) Αίτηση	Echo (Ping) Απόκριση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Video Streaming	RTSP: TDP Ωφέλιμο Φορτίο HTTP: Αλλαγή Μεγέθους ή Προσωρινή Αποθήκευση TCP: Φόρτωση	HTTP: [FIN; ACK] ; RTSP : Αποσυναμολόγηση TCP: TCP [RST] QualiPoc QP Αποσυναμολόγηση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		WAP	WSP Απόκριση	WSP Απόκριση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	Μήνυμα	Αποστολή MMS	Μετάδοση Ξεκίνησε	Μετάδοση Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Λήψη MMS	Ειδοποίηση Ελήφθη	Μετάδοση Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

Δυνατότητα Διατήρησης (Retainability)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
		SMS	Έναρξη Αποστολής SMS	Αποστολή SMS Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	Δεδομένα (CS)	Τηλεφωνία (Δεδομένα CS)	Έγκυρος Server Απόκριση	Σκόπιμος Τερματισμός	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
Layer 3	Δεδομένα (PS)	PDP Περιεχόμενο	Αποδοχή Ενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	Αίτηση Απενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Τέλος PDP Περιεχόμενου	Αποδοχή Ενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	Αίτηση Απενεργοποίησης PDP Περιεχόμενου	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Επισύναψη	Επισύναψη Ολοκληρώθηκε	Αίτηση Απόσπασης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	2G	Πόροι	Εκχώρηση Ολοκληρώθηκε	Αποδέσμευση Καναλιού	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	3G	Δίκτυο	Εγκατάσταση RRC Σύνδεσης Ολοκληρώθηκε	Αποδέσμευση RRC Σύνδεσης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

Integrity

Ακεραιότητα (Integrity)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
Υπηρεσία	Φωνή (CS)	Τηλεφωνία	Δείγματα Ομιλίας		Ποιότητα Ομιλίας	
		Τηλεφωνία Έξοδος	CC: Αποσύνδεση	CC: Αποδέσμευση		
	Δεδομένα	Αποστολή Email	Διάρκεια Μετάδοσης 20200	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		Λήψη Email	Διάρκεια Μετάδοσης 20201	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		Αποστολή Email	Διάρκεια Μετάδοσης 20205	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		Λήψη Email	Διάρκεια Μετάδοσης 20206	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		FTP UL	Διάρκεια Μετάδοσης 20300	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		FTP DL	Διάρκεια Μετάδοσης 20301	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		FTP UL(V)	Διάρκεια Μετάδοσης 20305	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		FTP DL(V)	Διάρκεια Μετάδοσης 20306	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		FTP UL(B)	Διάρκεια Μετάδοσης 20307	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		FTP DL(B)	Διάρκεια	Δεδομένα που	Ρυθμοαπόδοση	

Ακεραιότητα (<i>Integrity</i>)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
			Μετάδοσης 20308	μεταδόθηκαν		
		HTTP Browser	Διάρκεια Μετάδοσης 20400	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		HTTP Browser(V)	Διάρκεια Μετάδοσης 20405	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		HTTP Browser(B)	Διάρκεια Μετάδοσης 20407	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		UDP	Διάρκεια Μετάδοσης	Δεδομένα που μεταδόθηκαν	Ρυθμοαπόδοση	
		Video Streaming	RTSP: TDP Ωφέλιμο Φορτίο HTTP: Αλλαγή Μεγέθους ή Προσωρινή Αποθήκευση TCP: Φόρτωση	QuickTime: Displaying Real: Playing	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Video Streaming Πρώτο Πλαίσιο	[SYN]	QuickTime: Displaying Real: Playing	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Video Streaming Αποσυναρμολόγηση Χρόνος	RTSP : Αποσυναρμολόγηση	RTSP 200 OK	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Video Streaming Εγκατάσταση	[SYN]	Resize Προσωρινή Αποθήκευση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		WAP	Διάρκεια	Δεδομένα που	Ρυθμοαπόδοση	

Ακεραιότητα (<i>Integrity</i>)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
			Μετάδοσης	μεταδόθηκαν		
	Μήνυμα	MMS E2E	Έναρξη (MO)	Μετάδοση Ολοκληρώθηκε (MT)	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		MMS Ειδοποίηση	Μετάδοση Ολοκληρώθηκε (MO)	Ειδοποίηση Ελήφθη (MT)	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Χρόνος Αποστολής MMS	Μετάδοση Ξεκίνησε (MO)	Μετάδοση Ολοκληρώθηκε (MO)	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Χρόνος Ανάκτησης MMS	Μετάδοση Ξεκίνησε (MT)	Μετάδοση Ολοκληρώθηκε (MT)	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		SMS E2E	Έναρξη Αποστολής SMS	SMS Ελήφθη	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	2G	TMSI	Εντολή Ανακατανομής TMSI	Ανακατανομή TMSI Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Διαπομπή	Εντολή Διαπομπής	Διαπομπή Ολοκληρώθηκε ή Απέτυχε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Τροποποίηση Καναλιού 2G	Κατάσταση Τροποποίησης Καναλιού	Αναγνώριση Κατάστασης Τροποποίησης Καναλιού	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Διαπομπή Intracell	Εκχώρηση Εντολή	Εκχώρηση Ολοκληρώθηκε ή Απέτυχε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	2G/3G	PDP Περιεχόμενο Έξοδος	Απενεργοποίησης PDP Περιεχόμενο Αίτηση	RRC Σύνδεση Αποδέσμευση Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

Ακεραιότητα (<i>Integrity</i>)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
		Δρομολόγησ η Περιοχή Ενημέρωση	Δρομολόγηση Περιοχή Ενημέρωση Αίτηση	Δρομολόγηση Περιοχή Ενημέρωση Αποδοχή ή Απόρριψη	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Δρομολόγησ η Περιοχή Ενημέρωση Πρόσβασης	Αίτηση Καναλιού / RRC Αίτηση Σύνδεσης	Δρομολόγηση Περιοχή Ενημέρωση Ολοκληρώθηκε ή Απόρριψη	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		TMSI Ανακατανομή ή	TMSI Ανακατανομή Εντολή	TMSI Ανακατανομή Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Τοποθεσία	Τοποθεσία Ενημέρωση Αίτηση	Τοποθεσία Ενημέρωση Αποδοχή ή Απόρριψη	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Τοποθεσία Ενημέρωση Πρόσβασης	Αίτηση Καναλιού / RRC Αίτηση Σύνδεσης	Τοποθεσία Ενημέρωση Αποδοχή ή Απόρριψη	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		InterSystem HO	Inter System to UTRAN Διαπομπή Εντολή	Διαπομπή σε UTRAN Ολοκληρώθηκε ή Απέτυχε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		InterSystem HO	Διαπομπή From UTRAN Εντολή -GSM	Διαπομπή Ολοκληρώθηκε ή Διαπομπή από UTRAN Απέτυχε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		InterSystem	Κυψέλη	Πρώτος GSM	Ποσοστό	Διάρκεια

Ακεραιότητα (<i>Integrity</i>)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
		HO	Αλλαγή Εντολή από UTRAN	Συστημα Πληροφορία μετά Κυψέλη Αλλαγή	Επιτυχίας	
		InterSystem HO RAU	Κυψέλη Αλλαγή Order From UTRAN	Δρομολόγηση Περιοχή Ενημέρωση Ολοκληρώθηκε ή Απόρριψη	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		InterSystem HO Interruption	Αλλαγή Κυψέλης Order From UTRAN	Πρώτος IP Πακέτο	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		InterSystem HO	Τελευταίος GSM System Πληροφορία before Αλλαγή Κυψέλης	Αλλαγή Κυψέλης	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		InterSystem HO	Τελευταίος UMTS SIB Μήνυμα	Πρώτος GSM System Πληροφορία ή Paging after Κυψέλη Αλλαγή	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		InterSystem HO	Τελευταίος GSM System Πληροφορία ή Paging before Κυψέλη Αλλαγή	Πρώτος UMTS SIB Μήνυμα	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		P-TMSI	PTMSI Ανακατανομή Εντολή	PTMSI Ανακατανομή Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Διαπομπή	Active Set Ενημέρωση	Active Set Ενημέρωση Ολοκληρώθηκε ή	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια

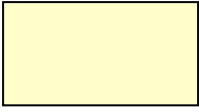
Ακεραιότητα (<i>Integrity</i>)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
				Απέτυχε		
		Τοποθεσία	Ενημέρωση Κυψέλης	Ενημέρωση Κυψέλης Επιβεβαίωση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	3G	ReΠροέλευσης	Αναδιαμόρφωση Ραδιοφορέα	Αναδιαμόρφωση Ραδιοφορέα Ολοκληρώθηκε ή Απέτυχε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	Δρομολόγηση Περιοχή Ενημέρωση	URA Ενημέρωση	URA Ενημέρωση Επιβεβαίωση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια	
		Φυσικό Κανάλι	Αναδιαμόρφωση Φυσικού Καναλιού	Αναδιαμόρφωση Φυσικού Καναλιού Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Signaling Κανάλι	Signaling Κανάλι Αναδιαμόρφωση	Signaling Κανάλι Αναδιαμόρφωση Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		Trans Θύρα Κανάλι	Αναδιαμόρφωση Trans Θύρα Κανάλι	Αναδιαμόρφωση Trans Θύρα Κανάλι Ολοκληρώθηκε	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		UTRAN Κινητικότητα	UTRAN Πληροφορία	UTRAN Κινητικότητα Πληροφορία Επιβεβαίωση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
		UE Ικανότητα	UE Ικανότητα Πληροφορία	UE Ικανότητα Πληροφορία Επιβεβαίωση	Ποσοστό Επιτυχίας	Διάρκεια
	GPRS / EDGE	Κωδικοποίηση Σχήμα	Κωδικοποίηση Σχήμα	Αλλαγή Κωδικοποίηση Σχήμα	Διάρκεια	
		EDGE Κωδικοποίηση	Κωδικοποίηση	Αλλαγή	Διάρκεια	

Ακεραιότητα (<i>Integrity</i>)					Παράμετροι		
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης			
		ση Σχήμα	Σχήμα Διάρκεια	Κωδικοποίηση Σχήμα			
		Χρονοσχιση ή	Κατανομή Διάρκειας Χρονοσχισμής	Αλλαγή Χρονοσχισμής	Διάρκεια		
		LLC	Διάρκεια Μετάδοσης	Που μεταδόθηκαν Δεδομένα	Ρυθμοαπόδοση		
		RLC	Διάρκεια Μετάδοσης	Που μεταδόθηκαν Δεδομένα	Ρυθμοαπόδοση		
		BLER	Λανθασμένα Blocks	Blocks που μεταδόθηκαν	Ρυθμός		
	GSM	RxQualFull	Δείγμα Μέτρησης			Τιμή	
		RxQualSub	Δείγμα Μέτρησης			Τιμή	
		RxLevFull	Δείγμα Μέτρησης			Τιμή	
		RxLevSub	Δείγμα Μέτρησης			Τιμή	
		RxLev	Δείγμα Μέτρησης			Τιμή	
		TA	Δείγμα Μέτρησης			Τιμή	
		Tx Power	Δείγμα Μέτρησης			Τιμή	
		Τρέχων Server C/I	Δείγμα Μέτρησης			Τιμή	
		Καλύτερος Server C/I	Δείγμα Μέτρησης			Τιμή	
		Τρέχων Server RxLev	Δείγμα Μέτρησης			Τιμή	
Καλύτερος		Δείγμα			Τιμή		

Ακεραιότητα (<i>Integrity</i>)					Παράμετροι	
Στρώμα	Τύπος	Λειτουργία	Γεγονός Έναυσης	Γεγονός Έναυσης		
		Server RxLev	Μέτρησης			
		HO (ΚυψέληId)	Διαφορετικές Κυψέλες		Αριθμός	
	WCDMA	Καλύτερος Ec/Io	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		Καλύτερος_ RSCP	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		Καλύτερος Ec/Io	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		Καλύτερος RSCP	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		Συνολικός Ec/Io	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		Συνολικός RSCP	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		HO Περιοχή	Διαφορετικές Κυψέλες		Τιμή	
		UE TX POWER	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		UE RX POWER	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		BLER	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		Τρέχων SIR	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		Κάλυψη περιοχής ανά SC	Δείγμα Μέτρησης		Τιμή	
		Pilot pollution				



IP Πρωτόκολλο



Μήνυμα στρώματος 3



Phone ή Log Trace Μήνυμα



Scanner

8.3 Αναφορές

Αναφορές						
Κατηγορία Αναφοράς	GPRS	GSM	Internet	Voice	Others	Περιγραφή
AEC Statistic Report				♦		Η πληροφορία αποθηκεύεται σε έναν συγκεντρωτικό πίνακα.
Application Throughput Trending			♦			Δημιουργεί δύο ιστογράμματα που απεικονίζουν τη μέση FTP και HTTP ρυθμοαπόδοση σε εβδομαδιαία βάση λειτουργίας.
Call Analysis		♦				Δημιουργεί μια αναφορά για GSM κλήσεις (Mobile to Land, Mobile to Mobile, Land to Mobile).
Call Statistic Report				♦		Υπολογίζει τον αριθμό των κλήσεων, τον μέσο χρόνο εγκατάστασης κλήσης, τη μέση καθυστέρηση PDD (Post Dial Delay) και τη μέση καθυστέρηση DTD (Dial Tone Delay) αρχικά ομαδοποιημένων κατά Call Status και Call Cause. Η πληροφορία αποθηκεύεται σε έναν συγκεντρωτικό πίνακα.
CDMA Power Control						Δημιουργεί μια αναφορά με τις μέσες τιμές των μεγεθών Tx Power, Total EcIo, RX AGC, Mobile Rx, Tx Adjust, FER CDMA.
CDMA Summary Report						Δημιουργεί μια συγκεντρωτική αναφορά για CDMA κλήσεις φωνής. Στην αναφορά αναφέρονται στατιστικά των κλήσεων, ο χρόνος εγκατάστασης, η ποιότητα φωνής, διαγράμματα και ο αριθμός των σταθμών βάσης.
Cell Reselection	♦					Δημιουργεί μια λεπτομερής αναφορά για το χρόνο σε σενάρια GPRS. Αυτή η αναφορά υπολογίζει το χρόνο επανεπιλογής κυψέλης μεταξύ μιας GPRS ή EDGE συνόδου. Ο καθορισμός για μία επανεπιλογή κυψέλης

					είναι η αλλαγή από μία κυψέλη προέλευσης σε μια κυψέλη προορισμού. Επιτρέπεται για δοκιμές: FTP, EMailReceive, HTTPBrowser.
Data Test Overview Report			♦		Αυτή η αναφορά περιέχει μια επισκόπηση του αριθμού των δοκιμών και συνόδων και της συνολικής διάρκειας. Η πληροφορία αποθηκεύεται σε έναν συγκεντρωτικό πίνακα.
DTMF Statistic Report				♦	Αριθμός ψηφίων που μεταδόθηκαν, αριθμός έγκυρων ψηφίων, αριθμός άκυρων ψηφίων. Η πληροφορία αποθηκεύεται σε έναν συγκεντρωτικό πίνακα.
ETSI QoS Telephony Report				♦	Υπολογίζει ST-T, SpQ και Call Statistic σύμφωνα με το ETSI. Η πληροφορία αποθηκεύεται σε έναν συγκεντρωτικό πίνακα.
FTP Instantaneous Throughput Report			♦		Δημιουργεί ένα CDF και PDF γράφημα και ένα διάγραμμα πίτας που απεικονίζει τη στιγμιαία upload και download ρυθμοαπόδοση FTP σε kBit/s με πολλαπλές τιμές για κάθε σύνοδο.
FTP Instantaneous Throughput Report UMTS			♦		Δημιουργεί ένα CDF και PDF γράφημα και ένα διάγραμμα πίτας που απεικονίζει τη στιγμιαία upload και download ρυθμοαπόδοση FTP σε kBit/s με πολλαπλές τιμές για κάθε σύνοδο.
FTP Intermediate Statistic Report			♦		
FTP Statistic Report			♦		Συγκεντρωτικός πίνακας για μέση ρυθμοαπόδοση και ρυθμό επιτυχίας για FTP μεταδόσεις (ULκαι DL).
FTP Throughput Statistic Report			♦		Δημιουργεί ένα CDF και PDF γράφημα και ένα διάγραμμα πίτας που απεικονίζει τη στιγμιαία upload και download ρυθμοαπόδοση FTP σε bytes/s με μία τιμή για κάθε σύνοδο.
FTP Throughput					Δημιουργεί ένα CDF και PDF γράφημα και ένα διάγραμμα πίτας που απεικονίζει τη

Statistic Report UMTS					στιγμιαία upload και download ρυθμοαπόδοση FTP σε bytes/s με μία τιμή για κάθε σύνοδο.
GPRS Application Summary Report			♦		Υπολογίζει το ρυθμό επιτυχίας και τη ρυθμοαπόδοση FTP (Uplink και Downlink) και HTTP σενάρια. Υπολογίζει επίσης το σχήμα κωδικοποίησης και τη χρήση κατανομής χρονοθυρίδων για τέτοια σενάρια. Επιπροσθέτως, αυτή η αναφορά περιέχει πληροφορία για Attach/Detach και PDP Context.
GSM Summary Report				♦	Περιέχει Call Statistic, Setup Time Statistic, Voice Quality Statistic, Timing Advance Statistic, Handover/Assignment Statistic και μια στατιστική για τον αριθμό BTS που καλύφθηκαν.
Handoff Distribution Report					Δημιουργεί ένα CDF και PDF γράφημα και ένα διάγραμμα πίτας που απεικονίζει τον αριθμό των Handoff Distribution.
Handover Statistic Report		♦			Περιέχει ένα συγκεντρωτικό πίνακα με τον HO ρυθμό επιτυχίας και την HO διάρκεια.
HSDPA Summary			♦		Η αναφορά HSDPA Summary συνοψίζει όλες τις σημαντικές στατιστικές παραμέτρους του HSDPA επιπέδου δικτύου που είναι διαθέσιμες συγχρόνως από το Diversity και το QC MCM 6275 βασισμένο σε data cards. Η πρωταρχική του χρήση είναι για τους διαχειριστές ο αρχικός HSDPA έλεγχος και η βελτιστοποίηση στο δίκτυο τους. Είναι δυνατό να αλλαχτεί ο συνδυασμός των τεσσάρων κουτιών στη λίστα (Operator, Campaign Name, Device, TestType). Η αναφορά παρουσιάζει μόνο δεδομένα που έχουν επιδεχθεί.
HTTP Statistic Report			♦		Δημιουργεί έναν συγκεντρωτικό πίνακα με πληροφορία για την HTTP ρυθμοαπόδοση και τον HTTP ρυθμό επιτυχίας.

HTTP Throughput Statistic Report			♦		Δημιουργεί ένα CDF και PDF γράφημα και ένα διάγραμμα πίτας που απεικονίζει τη στιγμιαία upload και download ρυθμοαπόδοση FTP σε bytes/s με μία τιμή για κάθε σύνοδο.
HTTP Browser			♦		Δημιουργεί έναν συγκεντρωτικό πίνακα που δείχνει τη ρυθμοαπόδοση HTTP σε kBit/s, ρυθμό επιτυχίας, χρόνο Download κ.τ.λ.
KPI Report Data					Δημιουργεί μια συγκεντρωτική αναφορά για test δεδομένων.
KPI Report Voice					Δημιουργεί μια συγκεντρωτική αναφορά για test φωνής.
LQ Average Report				♦	Δημιουργεί έναν συγκεντρωτικό πίνακα Δεν πρέπει να αλλάζεται η ομαδοποίηση του συγκεντρωτικού πίνακα γιατί ο υπολογισμός των μέσων όρων γίνεται στα SQL queries. Αν αλλαχθεί, το αποτέλεσμα θα είναι λάθος γιατί το Excel θα υπολογίζει μέσο όρο μέσων τιμών.
LQ Statistic Report				♦	Οι πληροφορίες για αυτή την αναφορά λαμβάνονται από το 'FileList', 'Sessions', 'TestInfo', 'SampleSettingsInfo', 'NetworkInfo', 'vChannelType', 'vAMRCodecRate', 'CallSession' 'ResultsLqAvg'.
NiNA+ Statistic Report				♦	Δημιουργεί έναν συγκεντρωτικό πίνακα με τον αριθμό των δοκιμών και μέσο MOS LQO (P563).
NS Statistic Report				♦	Δημιουργεί έναν συγκεντρωτικό πίνακα
Ping RTT Statistic Report			♦		Δημιουργεί ένα CDF και PDF γράφημα και ένα διάγραμμα πίτας που δείχνει το χρόνο ping RTT σε ms με μία τιμή για κάθε σύνοδο.
Ping Statistic Report			♦		Δημιουργεί έναν συγκεντρωτικό πίνακα που περιέχει το ρυθμό επιτυχίας και τη διάρκεια Ping.
Ping Trace Statistic			♦		Δημιουργεί έναν συγκεντρωτικό πίνακα που περιέχει τον αριθμό αλμάτων, το ρυθμό

Report						επιτυχίας και τη διάρκεια Ping Trace.
Problem Comments					♦	Δημιουργεί έναν συγκεντρωτικό πίνακα που περιέχει μία λίστα με όλα τα διαθέσιμα σχόλια για προβλήματα που παρουσιάζονται.
RTT Statistic Report					♦	Δημιουργεί έναν συγκεντρωτικό πίνακα που περιέχει πληροφορία για το μέσο Round Trip χρόνο για δοκιμές φωνής.
UDPDL Statistic Report			♦			Δημιουργεί ένα CDF και PDF γράφημα και ένα διάγραμμα πίτας που δείχνει τη ρυθμοαπόδοση UDP σε bytes/s με μία τιμή σε κάθε σύνοδο .