

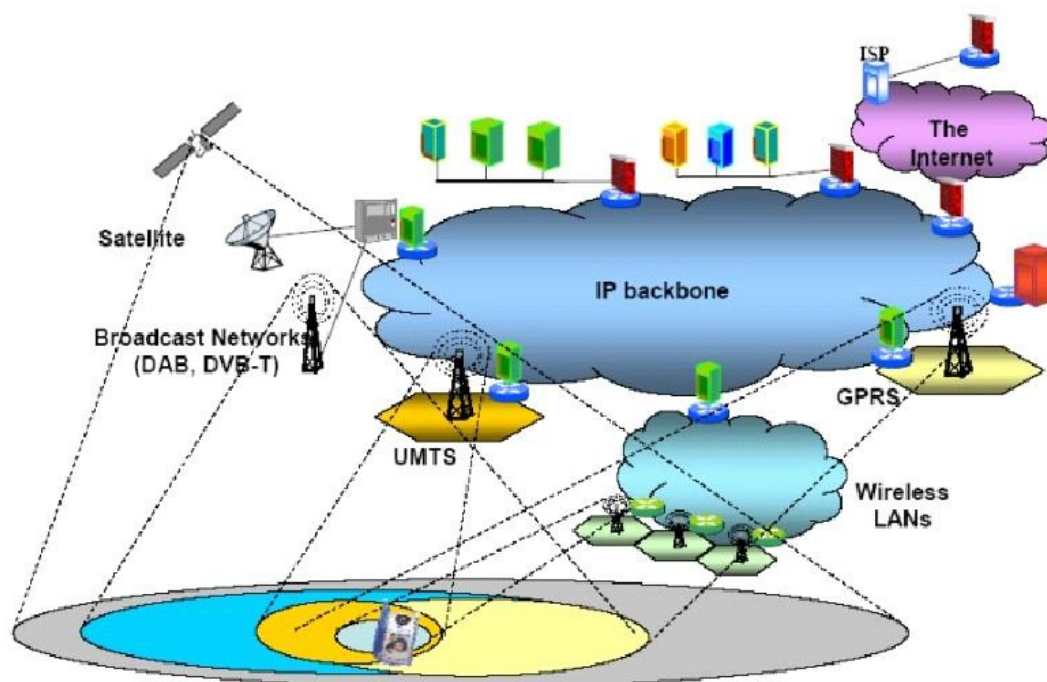


ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΣΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΜΑΘΗΜΑ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Α.Α. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ

ΘΕΜΑ: ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΚΙΝΗΤΑ ΔΙΚΤΥΑ



ΛΟΥΦΗ ΜΑΡΙΑ - ΕΡΙΑΛΝΤΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2009

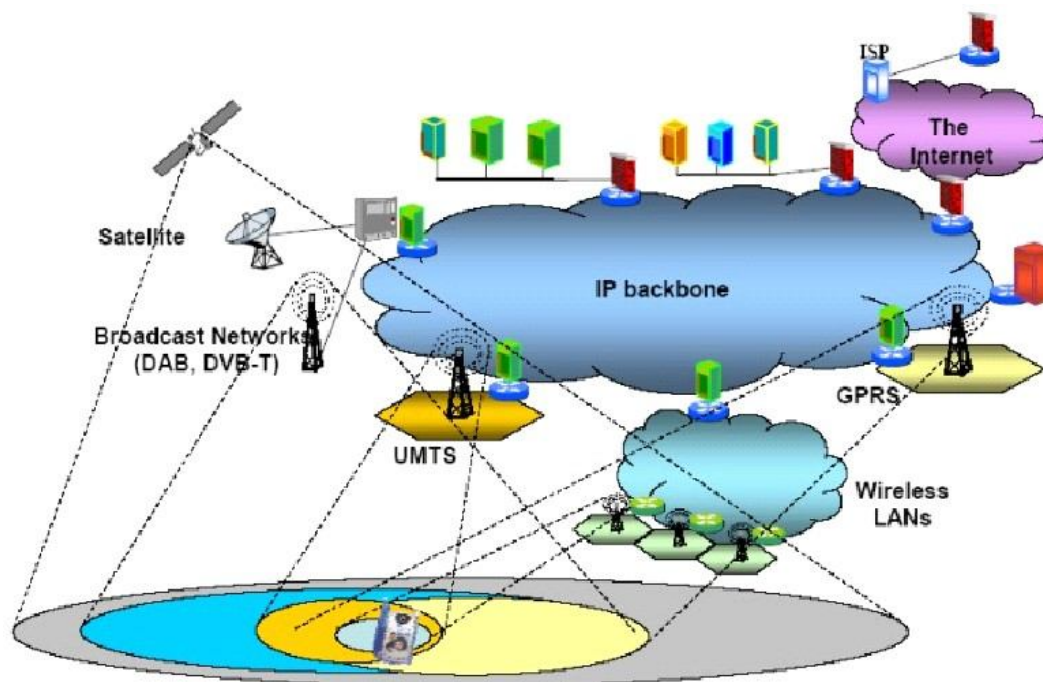


MASTER IN INFORMATION SYSTEMS

NETWORKING TECHNOLOGIES

PROFESSOR : A.A. ECONOMIDES

SUBJECT: METRICS OF QOS IN MOBILE NETWORKS



LOUFIMARIA - ERIALDA

THESSALONIKI, FEBRUARY 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Περίληψη.....	.....
2. Τάξεις QoS και χαρακτηριστικά στα κινητά δίκτυα.....	.....
2.1 Τάξεις QoS στα κινητά δίκτυα.....	.....
2.2 Τάξη Conversational.....	.....
2.3 Τάξη Streaming.....	.....
2.4 Τάξη Interactive.....	.....
2.5 Τάξη Background.....	.....
3. Σημαντικότεροι παράμετροι για το QoS.....	.....
4. Δίκτυα UMTS .....	.....
4.1.Παράμετροι QoS στο UMTS.....	.....
4.1.1 UMTS Bearer (Φέρουσα ).....	.....
4.2 Παράμετροι QoS για συγκεκριμένες υπηρεσίες.....	.....
4.2.1 Φωνή (Voice/Rich Voice).....	.....
4.2.2 Βίντεο-Τηλεφωνία (Video Telephony).....	.....
4.2.3 Βίντεο-Συνδιάσκεψη (Video Conference).....	.....
4.2.4 Multimedia Messaging Service (MMS).....	.....
4.2.5 Εφαρμογές Ροής Πολυμέσων.....	.....
(Media Streaming Applications).....	.....
4.2.6 Content Download.....	.....
4.2.7 Πρόσβαση στο Internet και Πλοήγηση.....	.....
4.2.8 Εταιρική Πρόσβαση (Corporate Access).....	.....
5. Συμπεράσματα – Μελλοντική Εργασία.....	.....
6. Βιβλιογραφία.....	.....

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία ασχολείται με το θέμα της παροχής Ποιότητας Υπηρεσίας (Quality of Service - QoS) στα κινητά δίκτυα (mobile networks). Παρουσιάζονται οι τάξεις QoS και τα χαρακτηριστικά τους στα κινητά δίκτυα, και οι παράμετροι που αυτές παίρνουν για συγκεκριμένες υπηρεσίες (φωνή, video, εφαρμογές ροής πολυμέσων κτλ.). Στην συνέχεια, αναφέρονται οι παράμετροι QoS για τις πιο γνωστές υπηρεσίες: Φωνή, Βίντεο-Τηλεφωνία, Βίντεο-Συνδιάσκεψη), Multimedia Messaging Service, Εφαρμογές Ροής Πολυμέσων, Content Download, Πρόσβαση στο Internet και Πλοήγηση και Εταιρική Πρόσβαση.

Executive Summary

After that, the dissertation covers Quality of Service (QoS) issues while using the mobile networks network. The two QoS groups are presented along with their mobile networks characteristics, and certain parameters for specific services (such as voice, video, multimedia streaming applications, etc.). In the following, there are analyzed the QOS parameters for the most common services: Voice / Rich Voice, (Video Telephony), Video Conference, Multimedia Messaging Service, Media Streaming Applications, Content Download, Access to Web and Corporate Access.

2. ΤΑΞΕΙΣ QOS ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΑ ΚΙΝΗΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

2.1 Τάξεις QoS στα κινητά δίκτυα

Για να επιτευχθεί μια ευέλικτη κατηγοριοποίηση εφαρμογών και υπηρεσιών, έχουν δημιουργηθεί ορισμένες κλάσεις QoS οι οποίες βασίζονται στα χαρακτηριστικά των εφαρμογών και των υπηρεσιών αυτών.

Στα κινητά δίκτυα οι υπηρεσίες διαχωρίζονται σε τέσσερις τάξεις οι οποίες είναι οι εξής:

- Conversational
- Streaming
- Interactive
- Background

Κάθε κατηγορία ορίζει πόσο ευαίσθητη στην καθυστέρηση είναι η κάθε εφαρμογή

που ανήκει σε κάποια τάξη. Οι εφαρμογές της τάξης Conversational, όπως είναι η

φωνή, είναι πιο ευαίσθητες στην καθυστέρηση σε σχέση με εφαρμογές της τάξης για

την μεταφορά real-time πληροφορίας, αλλά πιο ευαίσθητη στην καθυστέρηση είναι η Conversational. Αντίθετα, οι τάξεις Interactive και Background έχουν ως κύριο σκοπό την ακεραιότητα των δεδομένων.

Όντας λιγότερο ευαίσθητες στην καθυστέρηση, κατέχουν ένα καλύτερο BER και χρησιμοποιούνται κυρίως για εφαρμογές Internet όπως είναι η πλοήγηση στο Web, το E-Mail, το FTP καθώς και πολλές άλλες γνωστές εφαρμογές. Αυτές που έχουν υψηλότερη προτεραιότητα είναι οι εφαρμογές της τάξης Interactive. Οι τάξεις αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο κατηγορίες εφαρμογών οι οποίες είναι:

- Εφαρμογές Πραγματικού Χρόνου (Conversational & Streaming)
- Εφαρμογές μη Πραγματικού Χρόνου (Interactive & Background)

2.2 Τάξη Conversational

Η τάξη αυτή απαντάται σήμερα στην απλή τηλεφωνία. Καθώς όμως οδηγούμαστε σε ένα περιβάλλον με ένα μόνο πρωτόκολλο, ακόμα και η τηλεφωνία θα διεξάγεται με την χρήση αυτού και έτσι θα έχει την μορφή του Voice over IP (VoIP) ή ακόμα και τις βίντεο-συνδιάσκεψης. Καθώς από την φύση τους τέτοιες εφαρμογές είναι εφαρμογές πραγματικού χρόνου, οι χρόνοι μετάδοσης θα πρέπει να είναι μικροί. Εάν δεν συμβαίνει αυτό δεν θα είμαστε σε θέση να έχουμε μια πραγματική συνομιλία. Επίσης οι διάφορες ροές δεδομένων (όπως είναι για παράδειγμα η ροή του ήχου και της εικόνας) θα πρέπει να είναι χρονικά συσχετισμένες και να είναι συγχρονισμένες. Οι μεγάλοι χρόνοι καθυστερήσεις δεν είναι αποδεκτοί σε αυτή την τάξη, καθώς κάτι τέτοιο θα σήμαινε δραματική υποβάθμιση της ποιότητας, η οποία δεν είναι αποδεκτή από τους τελικούς χρήστες. Στην πραγματικότητα, η καθυστέρηση θα πρέπει να είναι πολύ πιο μικρή από αυτή της τάξης Interactive.

- Η διασφάλιση του χρονικού συσχετισμού μεταξύ των ροών δεδομένων
- Η εγγύηση χαμηλής καθυστέρησης

2.3 Τάξη Streaming

Η τάξη Streaming αντιστοιχεί σε ροές δεδομένων πραγματικού χρόνου, όπως είναι οι ροές ήχου ή βίντεο. Για παράδειγμα αναφέρεται σε εφαρμογές όπως η ακρόαση μουσικής μέσω δικτύου ή η παρακολούθηση μια ταινίας. Η ροή των δεδομένων είναι αυτή από έναν εξυπηρετητή προς ένα χρήστη που έχει ζητήσει την αντίστοιχη υπηρεσία. Έτσι η επικοινωνία είναι σχεδόν μονόδρομη καθώς έχουμε ελάχιστη αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο τελικών άκρων. Στην πράξη ο εξυπηρετητής στέλνει τα δεδομένα και ο χρήστης προβαίνει σε ελάχιστες ενέργειες όπως είναι η απλή επιλογή της υπηρεσίας, το «πάγωμα» της και η αναπαραγωγή της. Έτσι δεν έχουμε μεγάλη ζήτηση για χαμηλή καθυστέρηση, παρόλο που αυτή

είναι πάντοτε επιθυμητή. Για μια εφαρμογή όπως είναι η παρακολούθηση μιας ταινίας, μία ροή μπορεί να συμπεριλαμβάνει διάφορα στοιχεία, καθώς είναι δυνατή η χρήση διαφορετικών υπό-ροών ώστε να μεταφερθούν χωριστά ο ήχος, η εικόνα και οι υπότιτλοι. Για να επιτευχθεί όμως η ορθή αναπαραγωγή στον τελικό παραλήπτη πρέπει να υπάρξει συγχρονισμός όλων αυτών των στοιχείων και έτσι δημιουργείται η ανάγκη για χρονική συσχέτιση μεταξύ των ροών. Έτσι ο κύριος σκοπός μια τέτοιας τάξης είναι:

2.4 Τάξη Interactive

Στην τάξη αυτές ανήκουν όλες εκείνες οι εφαρμογές που απαιτούν αλληλεπίδραση μεταξύ του εξυπηρετητή και του χρήστη, όπως είναι η πλοήγηση στο Web ή διάφορες On-Line συναλλαγές. Επίσης περιλαμβάνει και εφαρμογές όπου υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ μηχανών, όπως για παράδειγμα η διαρκής ανανέωση στοιχείων από την βάση δεδομένων ενός άλλου μηχανήματος. Οι κύριες ενέργειες βασίζονται στον μηχανισμό ερωτώ-αποκρίσεων, και έτσι οι χρόνοι μετάδοσης θα πρέπει να είναι σύντομοι. Όταν γίνεται μια αίτηση ένα χρονόμετρο τίθεται σε λειτουργία και περιμένει την απάντηση. Έτσι όσο μικρότερος είναι ο χρόνος αυτός, τόσο καλύτερη είναι η προσφερόμενη ποιότητα. Επίσης αυτή η τάξη διασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων. Συνοψίζοντας, τα κύρια χαρακτηριστικά QoS της τάξης αυτής είναι:

- Η εγγύηση μικρών χρόνων μεταξύ της ερώτησης και της απόκρισης
- Η διασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων

2.5 Τάξη Background

Σε αυτήν την τάξη ανήκουν εφαρμογές μεταφοράς δεδομένων όπως είναι το Email, οι μεταφορές FTP, το SMS, το MMS, κτλ. Η μοναδική απαίτηση της τάξης αυτής είναι η διασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων, καθώς όλες οι άλλες παράμετροι δεν είναι σημαντικές. Έτσι ο κύριο χαρακτηριστικό της είναι:

Class #	Τάξη Κίνησης	Περιγραφή Τάξης	Παράδειγμα	Σχετικές Απαιτήσεις QoS
1.	Conversational	- Διασφάλιση χρονικής συσχέτισης μεταξύ των οντοτήτων μιας ροής - Βασισμένο στην αντίληψη του χρήστη - Πραγματικός Χρόνος	- Voice over IP - Video Conferencing	- Χαμηλό jitter - Χαμηλή καθυστέρηση
2.	Streaming	- Διασφάλιση χρονικής συσχέτισης μεταξύ των οντοτήτων μιας ροής - Πραγματικός Χρόνος	Real-time video	- Χαμηλό Jitter
3.	Interactive	- Καθορισμένα Όρια Απόκρισης - Διασφάλιση ακεραιότητας δεδομένων	Web browsing Database retrieval	- Χαμηλή καθυστέρηση Roundtrip - Χαμηλό BER
4.	Background	- Διασφάλιση ακεραιότητας δεδομένων	Email File transfer	- Χαμηλό BER

Πίνακας 1: Οι τάξεις QoS στα κινητά δίκτυα

- Η διασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων

3 Σημαντικότερες Παράμετροι για το QoS

Οι πιο σημαντικές παράμετροι που επηρεάζουν τον χρήστη, ο οποίος είναι ο κριτής του προσφερόμενου QoS, είναι η **καθυστέρηση**, το **jitter** και η **απώλεια των δεδομένων**. Αυτές οι παράμετροι, μαζί με άλλες όπως είναι ο **εγγυημένος ρυθμός μετάδοσης**, ο **μέγιστος ρυθμός μετάδοσης** κτλ, είναι αυτές που διαφοροποιούν τις τάξεις QoS και καθορίζουν τα διαφορετικά προφίλ QoS που προσφέρουν τα δίκτυα.

Παρακάτω ακολουθεί μια μικρή περιγραφή των παραμέτρων αυτών.

Καθυστέρηση (Delay)

Η παράμετρος αυτή είναι ο χρόνος μεταξύ μιας ενέργειας του χρήστη και του αποτελέσματος αυτού. Οι χαμηλοί χρόνοι καθυστέρησης σημαίνουν υψηλές ταχύτητες συναλλαγής ενώ οι μεγάλες καθυστερήσεις υπάρχουν κυρίως σε μεταφορές δεδομένων, στις οποίες δεν μας ενδιαφέρει η ταχεία μεταφορά.

Jitter

Το Jitter είναι επίσης γνωστό ως διασπορά καθυστερήσεις. Περιγράφει τους μεταβλητούς χρόνους άφιξης των πακέτων στον παραλήπτη, πράγμα που είναι ιδιαίτερο ενοχλητικό για ορισμένες υπηρεσίες πραγματικού χρόνου και καταπολεμάται με την χρήση τεχνικών buffering techniques, οι οποίες εξαλείφουν το φαινόμενο αυτό.

Απώλεια Πληροφορίας (Information loss)

Με τον όρο αυτό περιγράφεται το ποσοστό των δεδομένων που δεν παραδίδεται ή που παραδίδεται έχοντας όμως σφάλματα. Υπάρχουν πολλοί αλγόριθμοι που προσπαθούν να διορθώσουν τα προβλήματα απώλειας δεδομένων, αλλά αυτό δεν είναι πάντα εφικτό. Εφαρμογές όπως η μεταφορά αρχείων απαιτούν μηδενική απώλεια δεδομένων, ενώ άλλες όπως για παράδειγμα η μετάδοση βίντεο, είναι ανεκτικές μέχρι κάποιο σημείο.

4. Δίκτυα UMTS

Ο όρος UMTS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων "Universal Mobile Telecommunications System" (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών). Πρόκειται για την εξέλιξη σε σχέση με την χωρητικότητα, την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων και την ύπαρξη νέων υπηρεσιών, των κινητών δικτύων δεύτερης γενιάς. Σήμερα, περισσότερα από εξήντα 3G/UMTS δίκτυα που χρησιμοποιούν την WCDMA τεχνολογία λειτουργούν σε 25 χώρες. Για την οργάνωση του όλου εγχειρήματος έχει θεσπιστεί ειδικός μη κερδοσκοπικός οργανισμός με την ονομασία Third Generation Partnership Project (3GPP) του οποίου μέλημα είναι η παρακολούθηση και η καθοδήγηση των εξελίξεων στην συγκεκριμένη τεχνολογική περιοχή. Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα των UMTS δικτύων ξεχωρίζουμε τους αυξημένους ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων και την ταυτόχρονη υποστήριξη μεγαλύτερου όγκου δεδομένων και φωνής. Πιο συγκεκριμένα, το UMTS δίκτυο στην αρχική του φάση, θεωρητικά προσφέρει ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων έως και 384 kbps σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα του χρήστη. Αντίθετα, όταν ο χρήστης παραμένει ακίνητος οι ρυθμοί μετάδοσης αυξάνουν κατά πολύ φθάνοντας την τιμή των 2 Mbps. Εκτιμάται ότι στο μέλλον θα υπάρξει περαιτέρω αύξηση των ρυθμών μετάδοσης δεδομένων.

4.1. Παράμετροι QoS στο UMTS

Οι πιο σημαντικές παράμετροι που επηρεάζουν τον χρήστη, ο οποίος είναι ο κριτής του προσφερόμενου QoS, είναι η **καθυστερήση**, το **jitter** και η **απώλεια των δεδομένων**. Αυτές οι παράμετροι, μαζί με άλλες όπως είναι ο **εγγυημένος ρυθμός μετάδοσης**, ο **μέγιστος ρυθμός μετάδοσης** κτλ,

είναι αυτές που διαφοροποιούν τις τάξεις QoS και καθορίζουν τα διαφορετικά προφίλ QoS που προσφέρουν τα δίκτυα.

Οι παράμετροι που είναι σημαντικές για την end-to-end Ποιότητα Υπηρεσίας σε ένα δίκτυο 3G συναντιούνται σε περισσότερους του ενός διαύλους. Έτσι η κάθε εφαρμογή έχει διαφορετικές παραμέτρους στον δίαυλο UMTS, διαφορετικές στον Radio Access Bearer (RAB) και διαφορετικές στον Radio Bearer (RB), καθώς τα δεδομένα τυγχάνουν διαφορετικής αντιμετώπισης σε κάθε κομμάτι του δικτύου.

4.1.1 Παράμετροι υπηρεσιών για UMTS Bearer

Οι υπηρεσίες δικτύου (Network Services) είναι από άκρο-σε-άκρο (end to-end), αυτό δηλαδή σημαίνει από ένα TE (Terminal Equipment) σε ένα άλλο TE. Μια από άκρο-σε-άκρο υπηρεσία μπορεί να έχει συγκεκριμένο QoS το οποίο παρέχεται για το χρήστη μιας δικτυακής υπηρεσίας. Είναι ο χρήστης που αποφασίζει αν είναι ικανοποιημένος ή όχι από το παρεχόμενο QoS.

Οι Παράμετροι Υπηρεσιών UMTS Bearer είναι οι εξής:

Traffic class (class)

Περιέχει την τάξη στην οποία ανήκει η εφαρμογή (conversational, streaming, interactive, background)

Maximum bit rate (kbps)

Η παράμετρος αυτή δείχνει τον μέγιστο δυνητικό ρυθμό μετάδοσης και λαμβάνεται υπ' όψιν για την δέσμευση των πόρων του δικτύου, θέτει ένα άνω όριο ταχύτητας, το οποίο απαγορεύεται να υπερβεί η εφαρμογή.

Guaranteed bit rate (kbps)

Το κάτω όριο όσον αφορά τον ρυθμό μετάδοσης και είναι πολύ σημαντική παράμετρος όσον αφορά τον μηχανισμό Ελέγχου Αποδοχής κλήσεων, καθώς μπορεί να βρεθεί αμέσως εάν υπάρχουν στο δίκτυο οι ελάχιστοι απαιτούμενοι πόροι για την ζητούμενη υπηρεσία.

Delivery Order (y/n)

Καθορίζει εάν επιτρέπεται ή όχι η παράδοση πακέτων με τυχαία σειρά.

Maximum SDU size (octets)

Καθορίζει το μέγιστο μέγεθος του SDU, το οποίο λαμβάνεται υπ' όψιν στον Έλεγχο Αποδοχής.

SDU format information (bits)

Το πιθανό μέγεθος των SDUs που θα μεταδοθούν από το κινητό δίκτυο.

SDU error ratio

Καθορίζει το όριο για τα λανθασμένα SDUs. Αυτή η παράμετρος χρησιμοποιείται από τα πρωτόκολλα και τους μηχανισμούς διορθώσεως λαθών, ώστε να επιτευχθεί το απαιτούμενο BER για τις ζητούμενες υπηρεσίες

Residual bit error rate

Υποδεικνύει τον ρυθμό μη ανιχνεύσιμων λαθών στα παραδομένα SDUs.

Αυτή η παράμετρος καθορίζει εάν επιτρέπεται ή όχι η παράδοση SDUs που περιέχουν λάθη. Με την χρήση αυτής της παραμέτρου καθορίζεται εάν μια υπηρεσία απαιτεί να γίνεται έλεγχος λαθών και το εάν είναι ανεκτική ή όχι στην απώλεια πληροφορίας.

Transfer delay (ms)

Η παράμετρος αυτή καθορίζει την καθυστέρηση για το 95% της συνολικής καθυστέρησης των παραδομένων SDUs κατά την διάρκεια μιας κλήσης. Με την βοήθεια αυτής της παραμέτρου το UTRAN μπορεί να καθορίσει το πώς θα μεταφερθούν τα δεδομένα ώστε να είναι μέσα στα αποδεκτά όρια καθυστέρησης.

Traffic handling priority

Καθορίζει την προτεραιότητα των SDUs μιας υπηρεσίας που ανήκει σε ένα δίαυλο, σε σχέση με αυτά άλλων διαύλων, έτσι ώστε το UTRAN να είναι σε θέση να γνωρίζει το πώς πρέπει να γίνει ο χειρισμός της κίνησης. Αυτή η παράμετρος είναι πάρα πολύ σημαντική όσον αφορά το QoS καθώς μπορεί να διαφοροποιεί τους διάφορους χρήστες με βάση τα διαφορετικά προφίλ QoS.

Allocation/Retention Priority

Καθορίζει την σχετική σημαντικότητα σε σχέση με τους άλλους διαύλους κινητών δικτύων.

Έτσι όταν γίνεται ο Έλεγχος Εισόδου σε περιπτώσεις μη επαρκών πόρων, τότε με βάση αυτή την παράμετρο οι πιο σημαντικοί δίαυλοι έχουν προτεραιότητα. Η δημιουργία διαφορετικών προφίλ με βάση την συνδρομή έχει σημαντικό ρόλο όσον αφορά την παράμετρο αυτή, καθώς όπως είναι φυσικό οι χρήστες με περισσότερα δικαιώματα τοποθετούνται σε διαύλους, οι οποίοι έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα σε σχέση με τους άλλους. Η παράμετρος ARP βασίζεται στο συνδρομητικό συμβόλαιο του χρήστη και δεν είναι διαπραγματεύσιμη από την τερματική συσκευή. Οι παράμετροι ARP είναι διαφορετικές στους διαύλους κινητών δικτύων σε σχέση με το RAB. Έτσι οι συνοριακοί κόμβοι του δικτύου κορμού, δηλαδή το MSC και το SGSN, πρέπει να παρέχουν αντιστοίχιση μεταξύ των παραμέτρων ARP και των προτεραιοτήτων των χρηστών.

4.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ QOS ΓΙΑ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Για να είναι σε θέση κανείς να ερευνήσει τις παραμέτρους που παρέχουν Ποιότητα Υπηρεσίας σε ένα κινητό δίκτυο θα πρέπει να επικεντρωθεί σε ορισμένες συγκεκριμένες υπηρεσίες οι οποίες θεωρούνται ως βασικές. Το πλήθος των υπηρεσιών που θα προσφερθούν με την έναρξη του 3G θα είναι περιορισμένο, αλλά οι υπηρεσίες αυτές αναμένεται να γνωρίσουν μεγάλη επιτυχία και θα είναι οι προπομποί για τις επόμενες υπηρεσίες. Έτσι λοιπόν μια ανάλυση των παραμέτρων αυτών των υπηρεσιών είναι απαραίτητη.

Στις παρακάτω παραγράφους επιχειρείται μια ανάλυση των απαιτούμενων παραμέτρων για τις υπηρεσίες αυτές. Οι παράμετροι που παραθέτονται λαμβάνουν τις καθορισμένες τιμές οι οποίες θα προσφέρουν ένα αποδεκτό επίπεδο ποιότητας χωρίς να εξαντλούν τους πόρους του δικτύου. Όπως είναι φυσικό, στο μέλλον οι τιμές αυτές των παραμέτρων ενδέχεται να αλλάξουν, καθώς οι επενδύσεις στην δικτυακή υποδομή θα αυξήσουν την δυνατότητα του δικτύου και έτσι θα είναι δυνατή η προσφορά καλύτερης ποιότητας.

Η διάκριση των χρηστών σε διαφορετικά QoS προφίλ θέτει τα άνω όρια των παραμέτρων σε κάθε υπηρεσία. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο εγγυημένος και ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης δεν θα είναι ο ίδιος για όλους του συνδρομητές, καθώς μία τέτοια πράξη έρχεται σε αντίθεση με την φιλοσοφία της κατηγοριοποίησης των χρηστών με βάση την οικονομική του συνδρομή. Όμως η διάκριση αυτή και ο αντίστοιχος καθορισμός των παραμέτρων RAB είναι μια πολύπλοκη διαδικασία για το δίκτυο η οποία είναι όμως αναγκαία. Σε έναν τέτοιο καθορισμό θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν και οι δυνατότητες του δικτύου αλλά και οι πόροι του.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι ο καθορισμός των παραμέτρων RAB είναι μια σημαντική πράξη για το δίκτυο καθώς είναι ένα χρήσιμο εργαλείο που παρέχει τις απαραίτητες γραμμές πάνω στις οποίες θα πρέπει να κινηθεί το δίκτυο για τον καθορισμό των παραμέτρων των μελλοντικών υπηρεσιών. Συγκεκριμένα αναφέρονται οι παράμετροι για τις εξής υπηρεσίες:

- Φωνή (Voice / Rich Voice)
- Βίντεο-Τηλεφωνία (Video Telephony)
- Βίντεο-Συνδιάσκεψη (Video Conference)
- Multimedia Messaging Service
- Εφαρμογές Ροής Πολυμέσων (Media Streaming Applications)
- Content Download
- Πρόσβαση στο Internet και Πλοήγηση
- Εταιρική Πρόσβαση (Corporate Access)

4.2.1 Φωνή (Voice/Rich Voice)

Η φωνή στα σημερινά 2G δίκτυα μεταφέρεται με την χρήση της μεταγωγής κυκλώματος.. Αυτό μπορεί να συνεχιστεί στα μελλοντικά δίκτυα 3G αλλά καθώς μεταβαίνουμε στην εποχή του καθολικού IP θα κυριαρχήσει η μεταγωγή πακέτου και η φωνή θα προσφέρεται πάνω από το IP (VoIP). Αυτή η λύση προσφέρει μείωση των εξόδων τόσο για τους παροχείς όσο και για τους χρήστες όμως μέχρι σήμερα υπάρχουν αρκετά προβλήματα τα οποία σχετίζονται κυρίως με την ποιότητα της φωνής και την καθυστέρηση στην μετάδοση των φωνητικών πακέτων.

Πολλά από αυτά τα προβλήματα θα λυθούν με την χρησιμοποίηση του επερχόμενου IPv6, όμως μέχρι τότε θα πρέπει να γίνουν πολλά ώστε να καθιερωθεί το VoIP ως η επικρατέστερη μέθοδος μεταφοράς φωνής. Η φωνητική υπηρεσία ανήκει όπως είναι φυσικό στην τάξη Conversational και θα πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις που θέτει η τάξη αυτή. Οι

απαιτήσεις αυτές είναι η χαμηλή καθυστέρηση και η ελάχιστη έως μηδαμινή εμφάνιση jitter. Ο κωδικοποιητής φωνής που έχει επιλεγθεί από την 3GPP για το κινητό δίκτυο είναι ο AMR (Adaptive MultiRate). Ο ρυθμός κωδικοποίησης μπορεί να διαφέρει μεταξύ 4.75 και 12.2 kbit/s, ο οποίος είναι ο ρυθμός του GSM-EFR. Η υποστήριξη πολλαπλών ρυθμών τον χαρακτηρίζει ως multirate AMR. Ο κωδικοποιητής αυτός λειτουργεί με frames των 20 ms στην συχνότητα δειγματοληψίας των 8kHz και εκτιμάται ότι θα είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στις εφαρμογές VoIP. Σε σχέση με τους παλαιότερους κωδικοποιητές GSM οι οποίοι λειτουργούσαν σε έναν σταθερό ρυθμό με ένα σταθερό επίπεδο προστασίας λαθών, ο AMR, ο οποίος έχει ένα εντελώς νέο τρόπο κωδικοποίησης σε σχέση με αυτούς που υπάρχουν στο GSM, μπορεί να προσαρμόζεται στις συνθήκες της τηλεπικοινωνιακής κίνησης. Το ότι είναι βαθμωτός είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα και έτσι διευκολύνεται η συνεργασία με τα υπάρχοντα 2G δίκτυα, καθώς ο AMR μπορεί να λάβει τον ρυθμό λειτουργίας κάθε συστήματος πολύ γρήγορα. Η λειτουργία στον πλήρη ρυθμό χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν κανάλια με ελάχιστα λάθη ενώ η λειτουργία στον μέσο ρυθμό χρησιμοποιείται ώστε να αυξηθεί η χωρητικότητα του δικτύου σε μία περιοχή. Οι επόμενοι πίνακες δείχνουν διαθέσιμους ρυθμούς και πόσα bit εμπεριέχονται σε κάθε frame σε κάθε ρυθμό.

Channel	bit-rate	
Full-rate	12.2	6.70
	Kbits/sec	Kbits/sec
	10.2	5.90
	Kbits/sec	Kbits/sec
	7.95	5.15
	Kbits/sec	Kbits/sec
Half-rate	7.40	4.75
	Kbits/sec	Kbits/sec
	7.95	5.90
	Kbits/sec	Kbits/sec
Half-rate	7.40	5.15
	Kbits/sec	Kbits/sec

	6.70 Kbits/sec	4.75 Kbits/sec
--	-------------------	-------------------

Πίνακας 2: AMR bit-rates

Mode	Bits per frame
12.2 kbits/sec	244
10.2 kbits/sec	204
7.95 kbits/sec	159
7.40 kbits/sec	143
6.70 kbits/sec	134
5.90 kbits/sec	118
5.15 kbits/sec	103
4.75 kbits/sec	95

Πίνακας 3: AMR bit allocation

Το AMR υποστηρίζει επίσης την μη συνεχόμενη μετάδοση (DTX). Με βάση το στατιστικό γεγονός ότι κάθε δρόμος μετάδοσης χρησιμοποιείται μόνο κατά το 50% του συνολικού χρόνου μετάδοσης, η χρήση του DTX παρέχει πολλά οφέλη, όπως είναι η μεγιστοποίηση του χρόνου ζωής της μπαταρίας του UE αλλά και καλύτερη χρήση του ασύρματου φάσματος. Η χρήση του DTX απαιτεί την ύπαρξη ορισμένων λειτουργιών όπως είναι η Ανίχνευση Φωνητικής Ενέργειας (Voice Activity Detection/VAD) και το Comfort Noise. Η είσοδος του VAD είναι ένα πλήθος παραμέτρων που υπολογίζεται από τον κωδικοποιητή. Ανά 20ms το σύστημα ελέγχει και αποφασίζει εάν το κάθε frame περιέχει ή όχι φωνή. Το Comfort Noise είναι μια λειτουργία όπου ο θόρυβος από το background υπολογίζεται και οι παράμετροι του κωδικοποιούνται κατάλληλα ώστε να αποκωδικοποιηθούν στον παραλήπτη.

Επιπλέον ο AMR περιέχει λειτουργίες αντικατάστασης των χαμένων frames, έτσι ώστε το κάθε frame που χάνεται να αντικαθίσταται από ένα άλλο που δημιουργείται μέσω πρόγνωσης βασισμένης στις πληροφορίες

που περιέχουν τα προηγούμενα frames. Στην περίπτωση που έχουμε απώλειες πολλών frames, χρησιμοποιείται μια τεχνική σιγής.

Στην Release 5 υπάρχει ένας προηγμένος AMR που ονομάζεται AMR-WB (Wideband AMR) και παρέχει καλύτερη ποιότητα φωνής επειδή χρησιμοποιεί διπλάσιο ρυθμό δειγματοληψίας και λειτουργεί σε ρυθμούς που φτάνουν μέχρι τα 23.85 kbit/s. Η φωνή μεταφέρεται από το CS με την χρήση του AAL2. Όμως σε περιπτώσεις που έχουμε την φωνή σε πακέτα εξαιτίας εφαρμογών όπως είναι η Internet Telephony, τότε χρησιμοποιείται το PS κομμάτι του δικτύου και η μεταφορά γίνεται με την χρήση του AAL5. Για την εξασφάλιση χαμηλής καθυστέρησης, τα PDUs που έχουν φωνητικά δεδομένα λαμβάνουν μια υψηλότερη προτεραιότητα. Το επιθυμητό όριο καθυστέρησης για την φωνή είναι τα 150ms. Παρόλα αυτά καθυστερήσεις μέχρι τα 400ms θεωρούνται αποδεκτές παρά τον σχετικό μεγάλο υποβιβασμό της ποιότητας. Το jitter θα πρέπει να είναι λιγότερο από 1ms και η χρήση ενός buffer είναι απαραίτητη. Η απώλεια πληροφορίας θα πρέπει να είναι λιγότερη από 3%. Μια τυπική τιμή BER για την φωνή είναι το 10^{-4} . Για την διατήρηση χαμηλής καθυστέρησης κάθε SDU περιέχει ένα πεδίο που ονομάζεται source statistics descriptor και λαμβάνει την τιμή "speech" εάν έχουμε την μετάδοση φωνής. Εξαιτίας της καλά γνωστής στατιστικής συμπεριφοράς της φωνής, το UTRAN είναι σε θέση να υπολογίσει το κέρδος πολυπλεξίας ώστε να χρησιμοποιηθεί στον Έλεγχο Εισόδου για το ασύρματο κομμάτι.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις παραμέτρους RAB για αυτή την υπηρεσία:

QoS parameter	Parameter value
Delivery of erroneous SDUs	Yes
Delivery order	Yes
Traffic class	Conversational class
Maximum SDU size	1500 bytes
Guaranteed bit rate for downlink	13 kbps 4 kbps for older codecs

Maximum bit rate for downlink	24 kbps
Guaranteed bit rate for uplink	13 kbps 4 kbps for older codecs
Maximum bit rate for uplink	24 kbps
Residual BER	10^{-5}
SDU error ratio	$7 \cdot 10^{-3}$ or less for AMR-NB and AMR-WB 10^{-4} for the rest
Traffic handling priority	Based on QoS Profile
Transfer delay	150 ms AMR (NB and WB) Maximum 400ms
SDU format information	Not Used
Allocation / Retention priority	Based on QoS Profile
Source Statistics Descriptor	Speech

Πίνακας 4: Καθορισμός Παραμέτρων voice service

4.2.2 Βίντεο-Τηλεφωνία (Video Telephony)

Όπως και η φωνή, έτσι και αυτή η υπηρεσία ανήκει στην τάξη Conversational. Και πάλι έχουμε μια επικοινωνία μεταξύ δύο άκρων, αλλά αυτή την φορά υπάρχει και παρουσία κινούμενης εικόνας. Κατά την έναρξη της υπηρεσίας αυτής θα γίνεται χρήση του πρωτοκόλλου H.324M. Αυτό αποτελεί την εξέλιξη του H.324 το οποίο είχε σχεδιαστεί για την πολυμεσική τηλεφωνία σε δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος που λειτουργούσαν σε χαμηλούς ρυθμούς (64 kbit/s). Η κύρια διαφορά μεταξύ των δύο εκδόσεων είναι η χρησιμοποίηση του AMR codec, ο οποίος δεν υπήρχε στο παρελθόν και δημιουργούσε διάφορα προβλήματα καθώς η φωνή έπρεπε να αλλάξει bit rate ώστε να μεταδοθεί σωστά. Η υπηρεσία αυτή θα είναι διαθέσιμη στο CS κομμάτι του δικτύου και θα χρησιμοποιούνται συνδέσεις χαμηλού ρυθμού 64 kbit/s για την μεταφορά των δεδομένων. Για μια καλή ποιότητα η καθυστέρηση θα πρέπει να είναι μικρότερη από 150ms. Η μέγιστη όμως καθυστέρηση έχει καθοριστεί στα 400ms και έτσι οποιαδήποτε τιμή μικρότερη από αυτή θεωρείται ως

αποδεκτή. Η εικόνα και ο ήχος θα πρέπει να συγχρονίζονται μέσα σε ορισμένα όρια ώστε να επιτυγχάνεται το "lip-synch", αλλιώς το αποτέλεσμα θα είναι ενοχλητικό στον τελικό χρήστη ο οποίος τελικά θα προτιμήσει την χρήση της απλής τηλεφωνίας. Το όριο αυτό καθορίζεται στα 100ms. Επίσης, καθώς το ανθρώπινο μάτι είναι ανεκτικό σε κάποιες μικρές απώλειες, επιτρέπεται η απώλεια δεδομένων να φτάνει το 1% της συνολικής πληροφορίας, οπότε BER είναι ίσο με 10^{-4} .

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις παραμέτρους RAB για αυτή την υπηρεσία:

QoS parameter	Parameter value
Delivery of erroneous SDUs	Yes
Delivery order	Yes
Traffic class	Conversational class
Maximum SDU size	1500 bytes
Guaranteed bit rate for downlink	64 kbps
Maximum bit rate for downlink	384 kbps
Guaranteed bit rate for uplink	64 kbps
Maximum bit rate for uplink	384 kbps
Residual BER	10^{-4}
SDU error ratio	10^{-3}
Traffic handling priority	Based on QoS Profile
Transfer delay	100 ms Maximum 400ms
SDU format information	Not Used
Allocation / Retention priority	Based on QoS Profile
Source Statistics Descriptor	Unknown

Πίνακας 5

4.2.3 Βίντεο-Συνδιάσκεψη (Video Conference)

Η βίντεο-συνδιάσκεψη είναι στην ουσία μια υπηρεσία βίντεο-τηλεφωνίας όπου εμπλέκονται περισσότεροι από δύο χρήστες και μπορούν να έχουν όλοι μαζί ταυτόχρονα μια επικοινωνία. Η υπηρεσία αυτή ανήκει στην τάξη Streaming και έχει παρόμοιες απαιτήσεις με αυτές της βίντεο-τηλεφωνίας. Η καθυστέρηση δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 200ms. Στην αρχή η υπηρεσία αυτή θα προσφέρεται από το PS κομμάτι στα 128kbps αλλά και από το CS στα 64kbps. Οι αυξημένοι ρυθμοί μετάδοσης είναι απαραίτητοι καθώς ένα χρήστης θα δέχεται πλέον πολλές ροές καθώς στην συνδιάσκεψη θα μετέχουν περισσότεροι των δύο χρηστών. Ικανοποιώντας τις παραπάνω απαιτήσεις η ποιότητα μιας τέτοιας υπηρεσίας θεωρείται ως ικανοποιητική. Βέβαια οι παραπάνω ρυθμοί μετάδοσης είναι σχετικά χαμηλοί και αυτοί που προτείνονται από τους διάφορους οργανισμούς είναι μεταξύ των 384 και 768 kbps. Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι μπορεί να υπάρχει μια ασυμμετρία μεταξύ του uplink και του downlink, καθώς τα δεδομένα που θα στέλνονται από τον ένα χρήστη θα είναι σαφώς λιγότερα από αυτά που θα λαμβάνει ο ίδιος χρήστης.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις παραμέτρους RAB για αυτή την υπηρεσία:

QoS parameter	Parameter value
Delivery of erroneous SDUs	Yes
Delivery order	Yes
Traffic class	Conversational class
Maximum SDU size	
Guaranteed bit rate for downlink	64 kbps for CS 128 kbps for PS
Maximum bit rate for downlink	768 kbps
Guaranteed bit rate for uplink	64 kbps for CS 128 kbps for PS
Maximum bit rate for uplink	768 kbps
Residual BER	10^{-4}
SDU error ratio	10^{-3}

Traffic handling priority	Based on QoS Profile
Transfer delay	200 ms
SDU format information	Not Used
Allocation / Retention priority	Based on QoS Profile
Source Statistics Descriptor	Unknown

Πίνακας 6

4.2.4 Multimedia Messaging Service (MMS)

Το Multimedia Messaging Service αποτελεί εξέλιξη της γνωστής υπηρεσίας SMS/EMS και υπάρχει ήδη στην αγορά. Η προσφορά αυτής της υπηρεσίας απαιτεί την ύπαρξη δικτύου 2.5G όπου η μεταφορά δεδομένων γίνεται μέσω της τεχνολογίας GPRS. Το MMS είναι ένα μήνυμα που αποστέλλεται μεταξύ δύο χρηστών το οποίο μπορεί να συνδυάζει κείμενο, εικόνα, ήχο αλλά ακόμα και βίντεο. Η τάση στην σύγχρονη αγορά των κινητών τερματικών είναι η διάθεση τηλεφώνων με ενσωματωμένες κάμερες και με έγχρωμες οθόνες. Αυτό το γεγονός έχει δράσει θετικά όσον αφορά την υπηρεσία του MMS και ο καθένας πλέον επιθυμεί να κάνει χρήση αυτής της υπηρεσίας, έχοντας ένα τερματικό που θα του προσφέρει αυτές τις δυνατότητες. Η υπηρεσία αυτή είναι μια μονόδρομη μεταφορά δεδομένων στην οποία δεν υπάρχει καμία πράξη αλληλεπίδρασης. Η καθυστέρηση μπορεί να είναι μεγάλη και εξαρτάται από το μέγεθος του μηνύματος, αλλά το κύριο μέλημα είναι για μηδενική απώλεια δεδομένων. Έτσι λοιπόν η υπηρεσία αυτή ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις που θέτει η τάξη Background και άρα ανήκει σε αυτή. Επίσης η ύπαρξη καθυστέρησης την κατηγοριοποιεί ως μια υπηρεσίας που δεν χρήζει υψηλής προτεραιότητας και έτσι χρησιμοποιείται η τεχνική Best Effort για την παράδοση της πληροφορίας. Οι ρυθμοί μετάδοσης μπορεί να είναι χαμηλοί μέχρι τα 4kbps και ο μέγιστος δυνατός ρυθμός μετάδοσης συνίσταται να είναι τα 64 kbps ώστε να μειωθεί η πιθανότητα να υπάρξει υπερφόρτωση του δικτύου. Έχοντας υπ' όψιν το σχετικά μικρό

μέγεθος των μηνυμάτων MMS messages, βλέπουμε ότι τέτοιοι ρυθμοί μετάδοσης είναι αρκετοί για την μετάδοση της πληροφορίας με μικρές καθυστερήσεις.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις παραμέτρους RAB για αυτή την υπηρεσία:

QoS parameter	Parameter value
Delivery of erroneous SDUs	No
Delivery order	No
Traffic class	Background class
Maximum SDU size	1500 bytes
Guaranteed bit rate for downlink	4 kbps
Maximum bit rate for downlink	64 kbps
Guaranteed bit rate for uplink	4 kbps
Maximum bit rate for uplink	64 kbps
Residual BER	10^{-7}
SDU error ratio	10^{-6}
Traffic handling priority	Best effort
Transfer delay	Some seconds
SDU format information	Not Used
Allocation / Retention priority	Based on QoS Profile
Source Statistics Descriptor	Unknown

Πίνακας 7

4.2.5 Εφαρμογές Ροής Πολυμέσων (*Media Streaming Applications*)

Υπό τον όρο εφαρμογή ροής πολυμέσων εννοούμε εφαρμογές όπως βίντεο, ήχος και μουσική, τις οποίες μπορεί να τις επιλέξει ένας χρήστης ώστε να τις απολαύσει με την χρήση του τερματικού του. Όλες αυτές ανήκουν στην τάξη Streaming και η αλληλεπίδραση είναι περιορισμένη, καθώς ο χρήστης μπορεί να επιλέξει λιγοστές εντολές, οι οποίες είναι

απαραίτητες μόνο για την αναπαραγωγή της υπηρεσίας. Ένα βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι η κάθε εφαρμογή έχει τις δικές της παραμέτρους. Οι κυριότερες ομοιότητες εντοπίζονται στους υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης, την μικρή καθυστέρηση και το ελάχιστο jitter το οποίο απαιτούν αυτές οι εφαρμογές. Η καθυστέρηση εξαρτάται από το συνολικό μέγεθος μιας εφαρμογής και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης ώστε να ελαχιστοποιείται. Επίσης το jitter μπορεί να ελεγχθεί με την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων στους buffers. Όσον αφορά την απώλεια πληροφορίας, αυτή μπορεί να υπάρχει αλλά σε μικρό βαθμό. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ανθρώπινες αισθήσεις όπως η όραση και η ακοή δεν είναι σε θέση να αντιληφθούν μικρά λάθη και έτσι επιτρέπεται η ελάχιστη απώλεια πληροφορίας. Το προφίλ QoS του κάθε χρήστη παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, καθώς οι χρήστες με περισσότερα προνόμια θα μπορούν να κάνουν χρήση τέτοιων υπηρεσιών σε πολύ μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης. Έτσι λοιπόν υπάρχουν πολλοί συνδυασμοί παραμέτρων, καθώς αυτοί δεν εξαρτώνται μόνο από την εκάστοτε εφαρμογή αλλά και από το QoS προφίλ του κάθε χρήστη. Παρακάτω δίνεται ένα τυπικό παράδειγμα των παραμέτρων μιας τέτοιας υπηρεσίας.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις παραμέτρους RAB για αυτή την υπηρεσία:

QoS parameter	Parameter value
Delivery of erroneous SDUs	Yes
Delivery order	Yes
Traffic class	Streaming class
Maximum SDU size	1500 bytes
Guaranteed bit rate for downlink	64 kbps
Maximum bit rate for downlink	2048 kbps
Guaranteed bit rate for uplink	64 kbps
Maximum bit rate for uplink	2048 kbps

Residual BER	10 ⁻⁶
SDU error ratio	10 ⁻⁵
Traffic handling priority	Based on QoS Profile
Transfer delay	200 ms
SDU format information	Not Used
Allocation / Retention priority	Based on QoS Profile
Source Statistics Descriptor	Unknown

Πίνακας 8

4.2.6 Content Download

Ο όρος Content Download αναφέρεται σε υπηρεσίες ροής αλλά η κύρια διαφορά έγκειται στο ότι υφίσταται η δυνατότητα για αποθήκευση της υπηρεσίας ώστε αυτή να μπορεί να αναπαραχθεί στην συνέχεια κατά βούληση σε τοπικό επίπεδο. Έτσι λοιπόν αυτή η υπηρεσία ξεφεύγει από τα όρια της τάξης Streaming και ανήκει στην τάξη Background. Το κύριο μέλημα είναι η ακεραιότητα της πληροφορίας και όχι η καθυστέρηση και έτσι είναι δυνατή η θυσία περισσότερου χρόνου μεταφοράς προς όφελος της ποιότητας. Αυτές οι μεταφορές μπορεί να γίνουν με χρήση του πρωτοκόλλου FTP. Έτσι λοιπόν ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την επιθυμητή ποιότητα και σύμφωνα με το QoS προφίλ του θα αρχίσει η μεταφορά η οποία μπορεί να είναι είτε αργή είτε γρήγορη. Για μία τέτοια υπηρεσία ο εγγυημένος ρυθμός μετάδοσης είναι τα 64kbps, δηλαδή η ταχύτητα του ISDN. Με βάση όμως τους υπάρχοντες πόρους του δικτύου και φυσικά το QoS προφίλ του κάθε συνδρομητή, αυτός μπορεί να φτάσει μέχρι τα 2Mbps. Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις παραμέτρους RAB για αυτή την υπηρεσία:

QoS parameter	Parameter value
Delivery of erroneous SDUs	No
Delivery order	No

Traffic class	Background class
Maximum SDU size	1500 bytes
Guaranteed bit rate for downlink	64 kbps
Maximum bit rate for downlink	2000 kbps
Guaranteed bit rate for uplink	64 kbps
Maximum bit rate for uplink	2000 kbps
Residual BER	10^{-7}
SDU error ratio	10^{-6}
Traffic handling priority	Based on QoS Profile
Transfer delay	200 ms
SDU format information	Not Used
Allocation / Retention priority	Based on QoS Profile
Source Statistics Descriptor	Unknown

Πίνακας 9

4.2.7 Πρόσβαση στο Internet και Πλοήγηση

Καθώς η ζήτηση για πρόσβαση στο Internet γνωρίζει μια διαρκής αύξηση, αυτή η υπηρεσία δεν θα μπορούσε να απουσιάζει από το κινητό δίκτυο. Η πλοήγηση στο Web (η οποία είναι η κυρίαρχη εφαρμογή του Internet) ανήκει στην τάξη Interactive, καθώς η ύπαρξη αλληλεπίδρασης είναι αναγκαία. Για την παρουσίαση των διαφόρων ιστοσελίδων είναι απαραίτητη η μηδενική απώλεια πληροφορίας και ο χρόνος καθυστέρησης δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 4sec για κάθε σελίδα που θα έχει συνολικό όγκο 10 KB. Εξαιτίας της μεγάλης ζήτησης αυτής της υπηρεσίας έχουν καθοριστεί δύο διαφορετικοί τύποι που θα δοθούν στο κοινό. Ο ένας είναι η βασική υπηρεσία (basic service) (basic) και ο άλλος είναι η εξαιρετική υπηρεσία (premium service). Αυτοί οι δύο τύποι μπορούν να συνυπάρχουν με τα υπάρχοντα προφίλ QoS, χωρίς να τα παρακάμπτουν όσον αφορά τις άλλες υπηρεσίες. Ένας χρήσης με χαμηλό

QoS θα μπορεί να επιλέγει την επιλογή premium εάν τον ενδιαφέρει η πλοήγηση στον ιστό και έτσι θα αποκτάει μεγαλύτερη προτεραιότητα από ένα χρήστη ανώτερου προφίλ που θα έχει επιλέξει τον βασικό τύπο σύνδεσης. Έτσι έχουμε μια διάκριση δύο επιπέδων όσον αφορά την υπηρεσία αυτή. Η βασική υπηρεσία θα κάνει χρήση ρυθμών μετάδοσης που δεν θα είναι χαμηλότεροι από αυτούς του ISDN ή του GPRS, τα οποία λειτουργούν στα 64 Kbps. Η ταχύτητα αυτή είναι σχετικά χαμηλή αλλά είναι αποδεκτή ως το κατώτερο εγγυημένο όριο. Οι μέγιστοι ρυθμοί μετάδοσης εξαρτώνται από τον πάροχο, αλλά για την βασική υπηρεσία ρυθμοί της τάξης των 256 kbps κρίνονται ως ικανοποιητικοί.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις παραμέτρους RAB για αυτή την υπηρεσία:

QoS parameter	Parameter value
Delivery of erroneous SDUs	No
Delivery order	No
Traffic class	Interactive class
Maximum SDU size	1500 bytes
Guaranteed bit rate for downlink	64 kbps
Maximum bit rate for downlink	256 kbps
Guaranteed bit rate for uplink	64 kbps
Maximum bit rate for uplink	256 kbps
Residual BER	10^{-7}
SDU error ratio	10^{-6}
Traffic handling priority	Based on QoS Profile
Transfer delay	<4sec/page
SDU format information	Not Used
Allocation / Retention priority	Based on QoS Profile
Source Statistics Descriptor	Unknown

Πίνακας 10:

4.2.8 Εταιρική Πρόσβαση (Corporate Access)

Μια ακόμη υπηρεσία με υψηλό δυναμικό είναι η εταιρική πρόσβαση σε υψηλές ταχύτητες. Αυτή η παρεχόμενη από το 3G υπηρεσία είναι πολύ σημαντική καθώς δίνει την δυνατότητα σε στελέχη επιχειρήσεων να έχουν πρόσβαση στο εταιρικό τους δίκτυο σε οποιοδήποτε σημείο και εάν βρίσκονται με απλή χρήση των κινητών τερματικών ή και φορητών υπολογιστών, οι οποίοι θα είναι συνδεδεμένοι με κάποιο 3G κινητό τηλέφωνο. Μια τέτοια εταιρική σύνδεση θα πρέπει να είναι ασφαλής, καθώς είναι πιθανό τα δεδομένα που θα ανταλλαχθούν να είναι εντελώς εμπιστευτικά και θα πρέπει να προστατεύονται από πιθανούς εισβολείς. Η υπηρεσία αυτή θα χρησιμοποιεί το PS κομμάτι του δικτύου και η ταχύτητα του downlink θα είναι 384kbit/s. Το uplink θα είναι ασύμμετρο ως προς το downlink και θα έχει ελάχιστη ταχύτητα τα 64kbit/s. Ο λόγος για αυτή την διάκριση είναι ότι σύμφωνα με τα στατιστικά, ένας χρήστης χρησιμοποιεί πολύ περισσότερο το downlink κανάλι και με έναν τέτοιο διαχωρισμό επιτυγχάνεται η απελευθέρωση σημαντικών για το δίκτυο πόρων και το ελεύθερο εύρος ζώνης μπορεί να αποδοθεί σε άλλους χρήστες χωρίς έτσι να αλλοιώνεται ο χαρακτήρας του QoS του δικτύου. Σε μια πιθανή περίπτωση συμφόρησης ο συνδρομητής που θα χρησιμοποιεί μια τέτοια υπηρεσία θα αντιμετωπίσει δυσκολίες. Για να αποφευχθεί αυτό, η υπηρεσία αυτή μπορεί να διατεθεί και από το CS κομμάτι του δικτύου με εγγυημένο QoS και σταθερούς ρυθμούς μετάδοσης για το uplink και το downlink που θα είναι ίσοι με 64kbit/s. Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η υπηρεσία δεν επιτρέπει την απώλεια πληροφορίας.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις παραμέτρους RAB για αυτή την υπηρεσία:

QoS parameter	Parameter value
Delivery of erroneous SDUs	No

Delivery order	No
Traffic class	Interactive class
Maximum SDU size	1500 bytes
Guaranteed bit rate for downlink	64 kbps for CS 384 kbps for PS
Maximum bit rate for downlink	384 kbps
Guaranteed bit rate for uplink	64 kbbs for CS
Maximum bit rate for uplink	64 kbps
Residual BER	10^{-7}
SDU error ratio	10^{-6}
Traffic handling priority	Based on QoS Profile
Transfer delay	200 ms
SDU format information	Not Used
Allocation / Retention priority	Based on QoS Profile
Source Statistics Descriptor	Unknown

Πίνακας11

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Μελλοντικά, θα μπορούσε να αναλυθεί ο αντίκτυπος που προκαλείται στην τιμή των παραμέτρων QoS κατά την χρήση διαφορετικών μεθόδων κινητικότητας, επειδή λόγω της αυξανόμενης κινητικότητας, υπάρχει τάση να μειώνονται οι τιμές των παραμέτρων QoS. Μια άλλη ενδιαφέρουσα εργασία που θα μπορούσε να αναπτυχθεί είναι να αναλυθεί η συμπεριφορά των πρωτοκόλλων δρομολόγησης ασφάλειας σε ένα κινητό δίκτυο που δημιουργείται από κακόβουλους κόμβους.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] R. Morawek, H. Oczelik, "UMTS Basic Network Architecture"
- [2] 3GPP TS 23002 v. 5.7.0 "Network Architecture"
- [3] Heikki Kaaranen, Ari Ahtiainen, Lauri Laitinen, Siamak Naghian, Valtteri Niemi,
"UMTS Networks: Architecture, Mobility and Services"
- [4] 3GPP TS 24008 v. 5.6.0 "Core Network Protocols"
- [5] ΤΕΙ ΛΑΡΙΣΑΣ
<http://users.teilar.gr/~cs547/nestoras-wimax,umts.pdf>
- [6] P. Kavallaris, Traffic Modeling for Mobile Multimedia Networks, IST Mobile and
Wireless Communications Summit 2002, Thessaloniki, Greece.
- [7] M. Meyer, J. Sachs, Performance Evaluation of a TCP Proxy in WCDMA
Networks, IEEE Wireless Communications, October 2003, pp. 70-79.
- [8] P. Kavallaris, Traffic Modeling for Mobile Multimedia Networks, IST Mobile and
Wireless Communications Summit 2002, Thessaloniki, Greece.
- [9] A. Jamalipour, The Wireless Mobile Internet: Architectures, Protocols and
Services, John Wiley & Sons, 2003.
- [10] Alcatel Telecommunication Review, 3G Evolution Towards High Speed
Downlink Packet Access, 4th Quarter 2003/ 1st Quarter 2004, available at
<http://cnscenter.future.co.kr/rsc-center/vendor-wp/a-b.html>.
- [11] 3GPP, Delay Budget within the Access Stratum, TS 25.853, March 2001.
- [12] Workload Generation for ns Simulations of Wide Area Networks and the
Internet, M. Yuksel, B. Sikdar, K.S. Vastola, B. Szymanski
- [13] Measurement-Based Admission Control with Aggregate Traffic Envelopes
Jingyu Qiu and Edward W. Knightly, Member, IEEE