



ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ Η/Υ

GPRS (General Packet Radio System)

Κριτσωτάκης Νικόλαος

Χανιά 2004 – 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 TELETRAFFIC ENGINEERING

- 1-1 ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ
- 1-2 ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ

2 GSM

- 2-1 NETWORK SWITCHING SUBSYSTEM
- 2-2 BASE STATION SUBSYSTEM
- 2-3 NETWORK MANAGEMENT SUBSYSTEM

3 GPRS (GENERAL PACKET RADIO SYSTEM)

- 3-1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΒΑΘΜΙΔΕΣ ΣΤΟ GPRS ΔΙΚΤΥΟ
- 3-2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΣΤΟ GPRS
- 3-3 GPRS INTERFACES

4 ΧΡΕΩΣΗ ΣΤΟ GPRS

- 4-1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΧΡΕΩΣΗΣ
- 4-2 ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
- 4-3 QUALITY OF SERVICE

5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

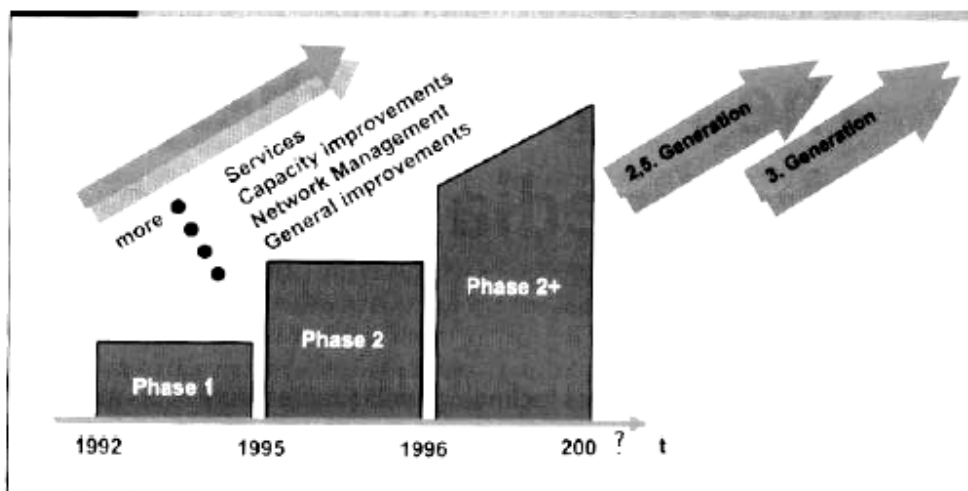
- 5-1 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΤΟ AIR INTERFACE
- 5-2 GPRS ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ
- 5-3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ GB INTERFACE

6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ GPRS

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κυψελοειδείς κινητές τηλεπικοινωνίες αναπτύχθηκαν ταχύτατα, τόσο παγκοσμίως όσο και στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια. Με μια γρήγορη ματιά, από τα 117 δίκτυα και τους 12.5 εκατομμύρια συνδρομητές του 1995, φτάσαμε στα 375 δίκτυα και τους 440 εκατομμύρια συνδρομητές το 2000 παγκοσμίως. Η GSM Association προβλέπει 1 δισεκατομμύριο συνδρομητές για το 2005-20.

Στην εικόνα 1 δίνεται ένα περίγραμμα της εξέλιξης στον χώρο των κινητών επικοινωνιών. Ο στόχος της εξελικτικής αυτής πορείας εστιάζεται κυρίως σε τομείς όπως οι νέες υπηρεσίες, η βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων και εφαρμογών. Εξαιρετική σημασία δίνεται κυρίως στο θέμα της μεταφοράς δεδομένων. Όσο η διείσδυση του GSM διευρύνεται, τόσο αυξάνει και η ζήτηση για υπηρεσίες δεδομένων, σε βαθμό συγκρίσιμο με τη ζήτηση για φωνητικές υπηρεσίες, με κλασικότερο παράδειγμα την επιτυχία του SMS. Το GSM, προσφέρει χαμηλό ρυθμό ροής δεδομένων (9.6 kbit/s) που προφανώς δεν επαρκεί. Όσο περισσότερο εισβάλλει το Internet στην καθημερινότητα μας, τόσο οι GSM συνδρομητές απαιτούν ένα πιο γρήγορο τρόπο πρόσβασης στο διαδίκτυο.

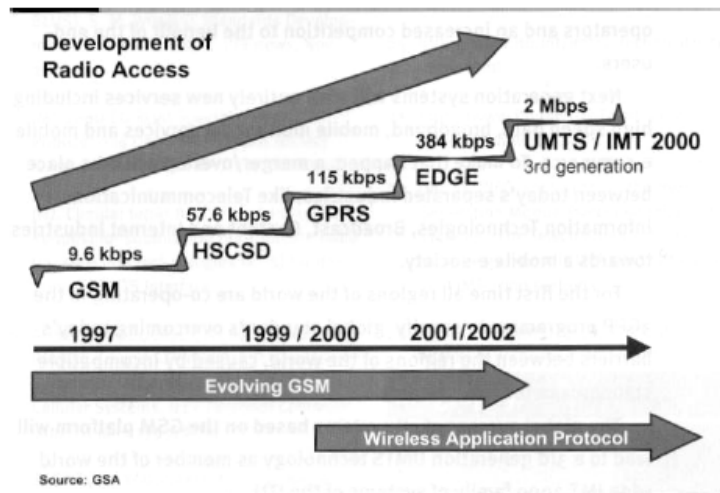


Εικόνα 1: Η εξέλιξη του GSM

Από την παραπάνω εικόνα προκύπτει το συμπέρασμα, ότι στις κινητές επικοινωνίες, η πρόοδος αντιμετωπίζεται σαν εξέλιξη του GSM, πράγμα που εξασφαλίζει την συμβατότητα κάθε νέας πλατφόρμας με αυτό, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στις εταιρείες παροχής τέτοιων υπηρεσιών, να βασίσουν την πολιτική τους για την 2.5 και 3

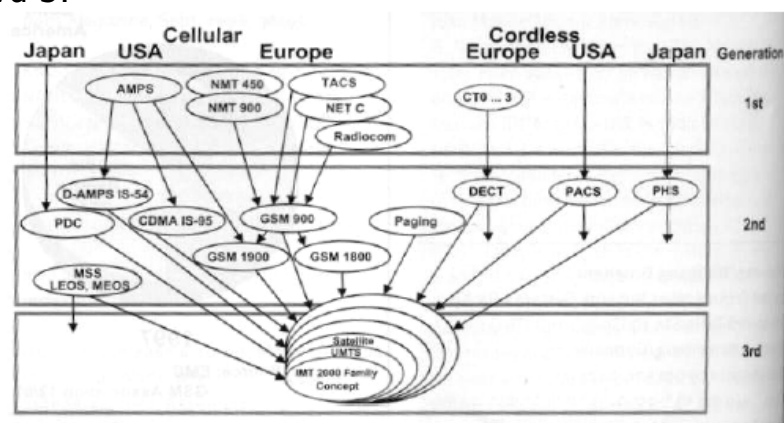
γενιά κινητών επικοινωνιών στη σιγουριά που προσφέρει η τωρινή επιτυχία του GSM.

Οι σημερινές τάσεις όπως φαίνεται και από την εικόνα 2, δείχνουν ότι το GSM θα μετεξελιχθεί στο UMTS, με ενδιάμεσα βήματα τις πλατφόρμες GPRS και EDGE. Παράλληλα φαίνεται η τάση εξέλιξης στους ρυθμούς δεδομένων, από το ταπεινό 9.6kbps στα 2Mbps.



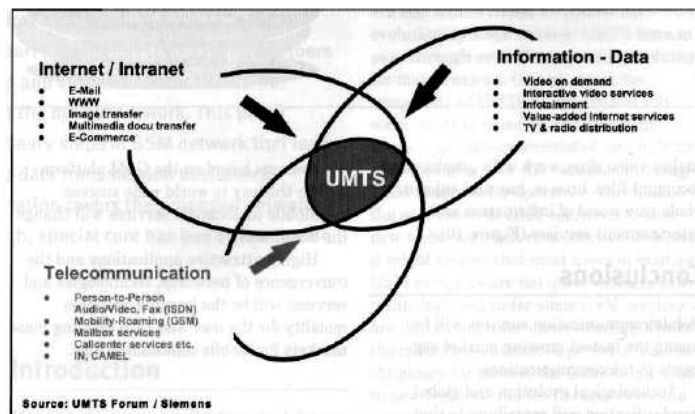
Εικόνα 2: Ο δρόμος για την 3η γενιά

Εκτός όμως από το GSM, όλες οι πλατφόρμες κινητών και ασύρματων επικοινωνιών εμφανίζουν τάση μετάβασης προς το UMTS όπως φαίνεται στην εικόνα 3.



Εικόνα 3: Πορεία εξέλιξης των κινητών επικοινωνιών.

Ο τελικός στόχος είναι η ανάπτυξη μιας ενιαίας πλατφόρμας που να επιτρέπει την σύγκλιση Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών. Στην εικόνα 4 δίνεται η πιθανή μορφή αυτής της σύγκλισης.



Εικόνα 4: Ολοκληρωμένες εφαρμογές Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών στο UMTS

ΒΗΜΑΤΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Η εξέλιξη προς το UMTS γίνεται σε διάφορα βήματα:

- 1) GSM (Global System for Mobile Telecommunications)
- 2) HSCSD (High Speed Circuit Data)
- 3) GPRS (General Packet Radio System)
- 4) EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)
- 5) UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

Τι είναι το GPRS;

Το GPRS ή General Packet Radio Service, είναι μια «μη φωνητική» υπηρεσία, που επιτρέπει την αποστολή και λήψη δεδομένων μέσω των δικτύων κινητής τηλεφωνίας GSM. Το GPRS θα σας επιτρέψει να χρησιμοποιήσετε το κινητό σας για να μεταφέρετε δεδομένα από το Διαδίκτυο γρήγορα και εύκολα, ενώ παράλληλα θα σας δώσει τη

δυνατότητα να παραμείνετε σχεδόν αδιάκοπα online. Πριν από το GPRS το GSM μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση «δεδομένων» με χρήση κυκλωμάτων CSD (Circuit Switched Data), ωστόσο η ταχύτητα περιοριζόταν στα 9,6 kbits/s. Αντίθετα, με το GPRS είναι εφικτή η μεταφορά πληροφοριών στη «θεωρητική» ταχύτητα των 171,2 kilobits ανά δευτερόλεπτο.

Στη συνέχεια, έχουμε μια μελέτη πάνω στα δίκτυα GPRS, ξεκινώντας με μια αναφορά στις αρχές του teletraffic engineering και δίδοντας κάποιους ορισμούς για τις έννοιες κλειδιά της θεωρίας περιγραφής τηλεπικοινωνιακής κίνησης. Αρχίζοντας με την περιγραφή του δικτύου GSM καταλήγουμε στη λειτουργία ενός τυπικού δικτύου GPRS, τα νέα πρωτόκολλα και interfaces καθώς και πως γίνεται ο σχεδιασμός ενός τέτοιου δικτύου. Περιγράφεται το ζήτημα της χρέωσης καθώς και το ζήτημα της ποιότητας υπηρεσιών. Τέλος κάνουμε μια εκτενή αναφορά στις εφαρμογές του GPRS.

1. TELETRAFFIC ENGINEERING

Ο κλάδος αυτός των τηλεπικοινωνιών, ασχολείται με θέματα όπως η εκτίμηση του τηλεπικοινωνιακού φόρτου και ο υπολογισμός της χωρητικότητας ενός δικτύου που μπορεί να απορροφήσει το φόρτο αυτό. Παράλληλα ασχολείται με το πώς ένα δίκτυο θα διαρθρωθεί κατάλληλα έτσι ώστε να ικανοποιηθούν συγκεκριμένες απαιτήσεις απόδοσης. Κύριος στόχος, είναι να διατηρηθεί χαμηλά η συμφόρηση (congestion).

Στην ενότητα αυτή θα δώσουμε τους ορισμούς για τις έννοιες κλειδιά της θεωρίας περιγραφής τηλεπικοινωνιακής κίνησης. Σε όλο το κεφάλαιο δίνουμε μια μετάφραση του κάθε όρου και σε παρένθεση τον όρο στην αγγλική.

Δίνονται ακολούθως ορισμένοι χρήσιμοι όροι καθώς και η σημασία τους. Σε παρένθεση δίνεται ο όρος, έτσι όπως συναντάται στη διεθνή βιβλιογραφία.

1-1 ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ

Κίνηση(Traffic): Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε στη γενικότερη χρήση τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού, για παράδειγμα καναλιών σε μία συγκεκριμένη κυψέλη. Η κίνηση διακρίνεται σε σηματοδότηση (signaling) και σε κίνηση φωνής ή δεδομένων.

Μονάδα Μέτρησης Τηλεπικοινωνιακής Κίνησης: Αν λ είναι ο συνολικός αριθμός κλήσεων που αρχίζουν σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, και μ η διάρκεια τους, τότε έχουμε

$$A = \lambda / \mu \text{ Erlangs}$$

Δηλαδή, αν ένας χρήστης κινητής τηλεφωνίας, καταλαμβάνει ένα κανάλι στο air interface για μια ώρα συνεχώς τότε, έχουμε κίνηση 1Erlang.

Τηλεπικοινωνιακή Ροή (Traffic Flow): Είναι η τηλεπικοινωνιακή κίνηση ανά μονάδα χρόνου. Μπορεί πρακτικά να περιγραφεί με τους ακόλουθους τύπους.

$$F = Y * S$$

Όπου Y ο αριθμός των κλήσεων ανά μονάδα χρόνου και S ο μέσος χρόνος διάρκειας της κλήσης ή από τον τύπο

$$F=N*P$$

Όπου N ο συνολικός αριθμός των συνδρομητών και P η μέση κίνηση ανά συνδρομητή.

Μέσος χρόνος κλήσης (Mean Holding Time): Ο μέσος χρόνος κλήσης S ορίζεται ως εξής

$$S=A/Y$$

Όπου A η κίνηση σε Erlang και Y ο αριθμός των κλήσεων ανά μονάδα χρόνου.

Εκτιμώμενη Κίνηση (Traffic Demand): Πρόκειται για την εκτίμηση της κίνησης που θα εξυπηρετήσει ένα νέο τηλεπικοινωνιακό σύστημα.

Προσφερόμενη κίνηση (Traffic offered T_o): Είναι η τηλεπικοινωνιακή κίνηση την οποία στην πραγματικότητα καλείται να εξυπηρετήσει ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Για να υπολογιστεί πρακτικά, πολλαπλασιάζουμε τη μέση διάρκεια της κλήσης με το άθροισμα προσπαθειών (επιτυχημένων ή μη) προς ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα.

Εξυπηρετούμενη κίνηση (Traffic carried T_c): Είναι το κομμάτι εκείνο της προσφερόμενης κίνησης που εξυπηρετεί ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Αριθμητικά ορίζεται από το μέσο αριθμό ταυτόχρονων κλήσεων που εξυπηρετούνται παράλληλα σε δεδομένο χρονικό διάστημα.

Απορριφθείσα κίνηση (Rejected Traffic T_L): Είναι το τμήμα της προσφερόμενης κίνησης που για οποιοδήποτε λόγο δεν εξυπηρετήθηκε.

1-2 ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗ

Πρόσβαση στο δίκτυο (Access Line): Σχετίζεται με τον αν ένας χρήστης έχει τη δυνατότητα να έχει πρόσβαση σε ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο και αν παράλληλα το δίκτυο μπορεί να έχει πρόσβαση στο χρήστη.

Προσπάθεια κλήσης (Call Attempt): Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε σε

οποιαδήποτε διεργασία που σχετίζεται με την έναρξη μιας νέας σύνδεσης.

Χωρητικότητα (Capacity): Είναι το μέγεθος που δείχνει πόσο όγκο πληροφορίας μπορεί να χειριστεί ένα συγκεκριμένο στοιχείο μεταγωγής (switch). Υπάρχουν τρεις διαφορετικές χωρητικότητες

- Χωρητικότητα διάδοσης (transmission capacity), που σχετίζεται με την δυνατότητα διάδοσης της πληροφορίας μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη καθώς και την αναπαραγωγή του αρχικού σήματος στο δέκτη
- Χωρητικότητα μεταγωγής (switching capacity), δηλαδή τη δυνατότητα να παρασχεθεί στους χρήστες, κατ' απαίτησή τους, δίοδος επικοινωνίας που να πληρεί κάποιες προδιαγραφές.
- Χωρητικότητα Κίνησης (traffic capacity), δηλαδή τη δυνατότητα διάδοσης συγκεκριμένου πληροφοριακού όγκου, στους απαιτούμενους από το χρήστη ρυθμούς μετάδοσης και στα επιθυμητά επίπεδα απόδοσης.

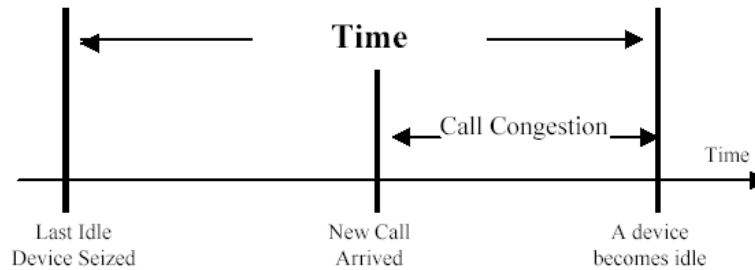
Στα συστήματα κινητής που θα μελετήσουμε αργότερα, η χωρητικότητα εξαρτάται από

- Τον αριθμό των διαθέσιμων καναλιών για φωνή και δεδομένα
- Την κίνηση που δημιουργούν οι υφιστάμενοι συνδρομητές
- Τον βαθμό εξυπηρέτησης που έχουν οι χρήστες από το σύστημα

Συμφόρηση (Congestion): Πρόκειται για την περίπτωση στην οποία το σύστημα λόγω μεγάλου φόρτου, δεν έχει ελεύθερα κανάλια εξυπηρέτησης καινούριας κίνησης. Υπάρχουν δύο τύποι συμφόρησης, η συμφόρηση κλήσεων και η χρονική συμφόρηση

- Συμφόρηση κλήσεων (call congestion), δηλαδή την άμεση απόρριψη μιας κλήσης, λόγω απουσίας τηλεπικοινωνιακών πόρων.
- Χρονική συμφόρηση (time congestion), όταν και ο τελευταίος ελεύθερος πόρος καταλαμβάνεται, δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν άλλες κλήσεις. Από τη χρονική στιγμή που αυτό

συμβεί μέχρι να ελευθερωθεί ένα κανάλι έχουμε χρονική συμφόρηση. Τα παραπάνω φαίνονται στην εικόνα

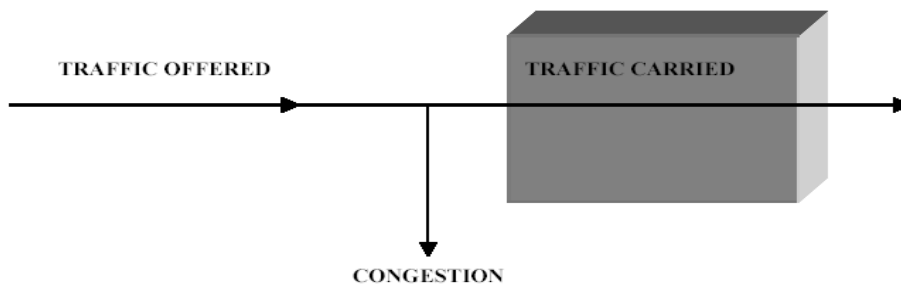


Εικόνα 1: Συμφόρηση σε τηλ. σύστημα

Βαθμός εξυπηρέτησης (Grade Of Service): Είναι η αποδεκτή πιθανότητα μη εξυπηρέτησης του χρήστη λόγω συμφόρησης.

Τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα ανάλογα με τη συμπεριφορά τους σε καταστάσεις συμφόρησης διακρίνονται στα απωλεστικά (Loss) συστήματα και στα συστήματα καθυστέρησης (delay).

Απωλεστικά συστήματα (Loss systems): Στα συστήματα αυτά κάθε κλήση που δε μπορεί να εξυπηρετηθεί, απορρίπτεται άμεσα. Ο συνδρομητής πρέπει να κάνει νέα προσπάθεια για σύνδεση με το σύστημα.



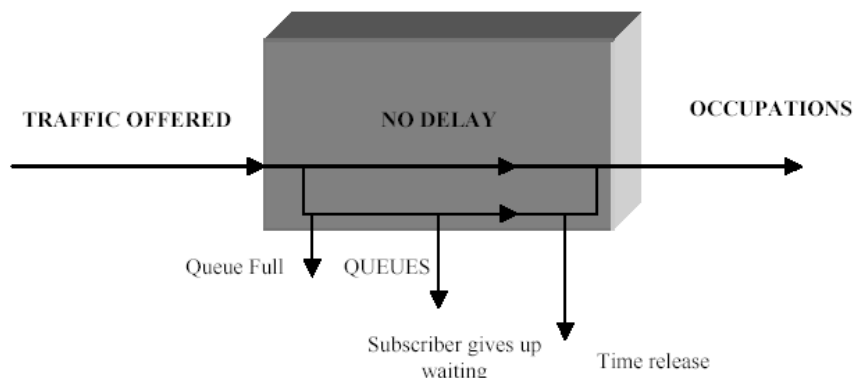
Εικόνα 2: Απωλεστικά συστήματα

Τα απωλεστικά συστήματα περιγράφονται από τον τύπο Erlang B που δίνεται ακολούθως

$$B = P_R(N) = \frac{A^N / N!}{\sum_{K=0}^N A^K / K!}$$

Ο τύπος αυτός εκφράζει την πιθανότητα απόρριψης μιας κλήσης από ένα απωλεστικό σύστημα όταν N κλήσεις βρίσκονται σε εξέλιξη. A είναι η κίνηση σε Erlang.

Συστήματα καθυστέρησης (Delay Systems): Στα συστήματα αυτά οι κλήσεις που δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν άμεσα μπαίνουν σε ουρά. Σε τέτοια συστήματα υπάρχει η έννοια του χρόνου αναμονής δηλαδή, η διαφορά του χρόνου εξυπηρέτησης της κλήσης από τον χρόνο άφιξης της κλήσης.



Εικόνα 3: Συστήματα Καθυστέρησης

Χαμένες κλήσεις σε τέτοια συστήματα είναι οι κλήσεις που δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν για έναν από τους ακόλουθους λόγους

- Όλες οι θέσεις στην ουρά είναι κατειλημμένες
- Απόσυρση από την ουρά λόγω υπέρβασης του χρόνου αναμονής που έχει θεσπίσει το σύστημα
- Τερματισμός της αναμονής από πλευράς συνδρομητή.

Τα συστήματα αυτά περιγράφονται από τον τύπο Erlang C

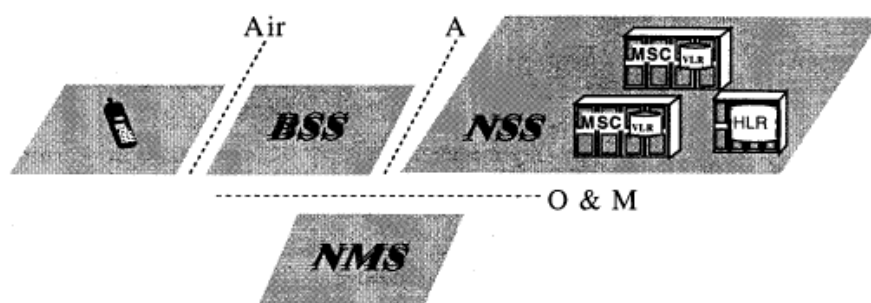
$$P_R = \frac{A^C}{A^C + C!(1 - A/C) \sum_{K=0}^{C-1} \frac{A^K}{K!}}$$

Και στις δύο περιπτώσεις (Erlang B και C), θεωρούμε ότι ο ρυθμός άφιξης κλήσεων στο τηλεπικοινωνιακό σύστημα περιγράφεται με την κατανομή Poisson, η οποία δίνεται από τη σχέση

$$P_N = \frac{(\lambda T)^n}{n!} e^{-\lambda T} \dots n = 0,1,2,\dots$$

2. GSM

Τα υπάρχοντα GSM δίκτυα, βασίζονται σε τεχνικές μεταγωγής κυκλώματος και μπορούν να διαχωρισθούν σε τρία τμήματα Base Station Subsystem(BSS), Network Switching Subsystem (NSS), Network Management Subsystem (NMS). Η τυπική μορφή ενός GSM δικτύου και η ανάλυση των επιμέρους τμημάτων του δίνεται στις τρεις επόμενες ενότητες.



GSM Network Switching Subsystem

2-1 Network Switching Subsystem

Τα κύρια στοιχεία από τα οποία αποτελείται το NSS, είναι το

- Mobile Services Switching Center (MSC),
- Visitor Location Register (VLR)
- Home Location Register (HLR).

Στην HLR ανήκουν επίσης δύο ακόμα στοιχεία το Authentication Center (AC) και το Equipment Identity Register (EIR) των οποίων η λειτουργία είναι η ταυτοποίηση χρήστη και κινητού από το δίκτυο.

Ακολούθως συνοψίζουμε τις βασικές λειτουργίες που διεκπεραιώνει το NSS

- i) Call Control: εξακρίβωση των στοιχείων του συνδρομητή, καθώς και η έναρξη και ο τερματισμός των κλήσεων.
- ii) Charging: συλλογή όλων των πληροφοριών χρέωσης για μια δεδομένη κλήση όπως ο αριθμός του καλούντος, και του καλούμενου, το είδος της κλήσης. Τελικό στάδιο της διαδικασίας είναι η αποστολή των δεδομένων στο Billing Center (Κέντρο Λογαριασμών).

- iii) Mobility management: συγκέντρωση των πληροφοριών για τις αλλαγές της θέσης του συνδρομητή.
- iv) Signaling: σηματοδότηση με άλλα δίκτυα ή το BSS.
- v) Subscriber data handling: μόνιμη αποθήκευση των δεδομένων του συνδρομητή στο HLR καθώς και η προσωρινή στο VLR.
- vi) Locating the subscriber: εντοπισμός της θέσης του συνδρομητή πριν την εκκίνηση της κλήσης.

2-2 Base Station Subsystem

Τα βασικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται το BSS είναι

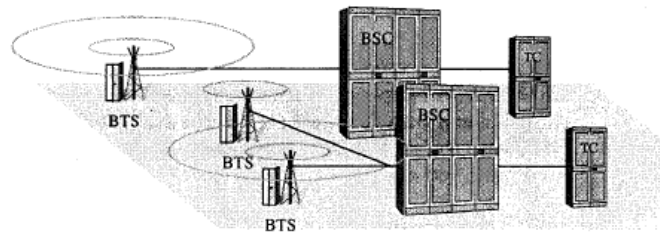
- Base Station Controller (BSC)
- Base Transceiver Station (BTS)
- Transcoder (TC)

Το BSC, είναι το βασικότερο στοιχείο του BSS και ελέγχει το ραδιοδίκτυο. Οι κύριες λειτουργίες που επιτελεί το BSC είναι

- i) Η πραγματοποίηση της σύνδεσης μεταξύ του κινητού και του NSS.
- ii) Ο έλεγχος των αλλαγών της θέσης του κινητού
- iii) Η συλλογή στατιστικών στοιχείων
- iv) Η σηματοδότηση τόσο στη διεπιφάνεια κινητού τηλεφώνου-σταθμού βάσης, όσο και στη διεπιφάνεια BSC-MSC.

Το BTS, είναι το στοιχείο του δικτύου που χειρίζεται τη διεπιφάνεια κινητού τηλεφώνου, σταθμού βάσης (Air interface). Η βασική του λειτουργία είναι η πραγματοποίηση μιας εγγυημένα καλής, ελεύθερης από λάθη σύνδεσης μεταξύ κινητού και σταθμού βάσης.

Ο transcoder, είναι ένα στοιχείο του δικτύου το οποίο πραγματοποιεί τη μετατροπή της φωνής από μια ψηφιακή μορφή (PCM), σε μία άλλη κατάλληλη για μετάδοση στον αέρα και αντιστρόφως.

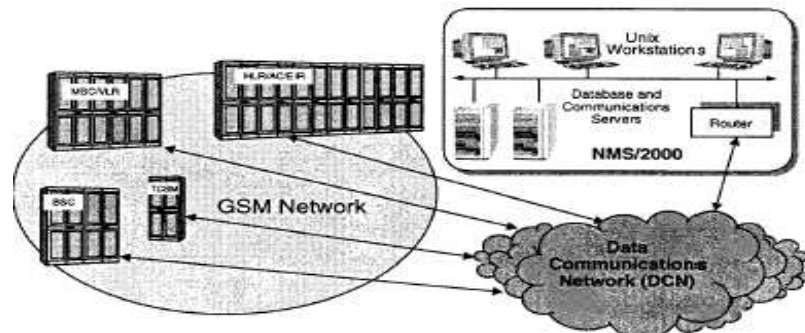


Base Station Subsystem

2-3 Network Management Subsystem

Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση ενός δικτύου. Οι κύριες λειτουργίες του NMS είναι οι ακόλουθες.

- διαχείριση προβλημάτων και συναγερμών
- διαχείριση διάθρωσης του δικτύου
- διαχείριση των επιδόσεων του δικτύου.



Network Management Subsystem

Τα υπάρχον GSM δίκτυα βασίζονται σε circuit switching τεχνικές. Ωστόσο στις μέρες μας εφαρμογές που βασίζονται στο Internet Protocol (IP) όπως το e-mail και web browsing, το GSM circuit switching είναι ανεπαρκές για μετάδοση δεδομένων.

Circuit switching

Όπως είπαμε και πριν, το GSM χρησιμοποιεί circuit switching (CS) συνδέσεις. Κάθε φορά η σύνδεση γίνεται μεταξύ δυο σημείων, η διασύνδεση μεταξύ αυτών πραγματοποιείται και οι πόροι του δικτύου αφοσιώνονται για τη χρήση κάποιου συνδρομητή για ολόκληρη τη

διάρκεια της κλήσης. Οι circuit switching συνδέσεις έχουν σχετικά χαμηλή καθυστέρηση στο δίκτυο και παραδοσιακά χρησιμοποιούνται σε σταθερά και κινητά δίκτυα για ομιλία και δεδομένα.

Packet switching

Δίκτυα δεδομένων όπως το Internet το Frame Relay και το X.25 χρησιμοποιούν Packet switching συνδέσεις. Με το Packet switching, τα δεδομένα χωρίζονται σε πακέτα, όπου κάθε πακέτο έχει κάποια διεύθυνση που χρησιμοποιούνται από τους δρομολογητές (routers) στο δίκτυο για να περάσουν το πακέτο στο προτεινόμενο προορισμό. Το GPRS φέρνει τις Packet switching τεχνικές στα GSM δίκτυα.

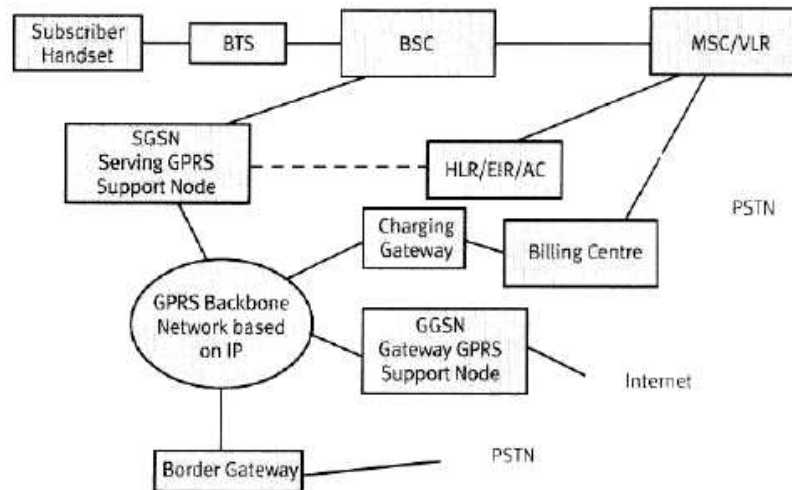
Μεταφορά δεδομένων μέσα από το GSM (HSCSD)

Τα GSM δίκτυα οργανώθηκαν για να εξυπηρετούν φωνητικές υπηρεσίες. Έτσι δεν είχε δοθεί μεγάλη έμφαση στη μεταφορά δεδομένων. Με την κλασσική διάρθρωση των GSM δικτύων, μια data κλήση μπορούσε να έχει ταχύτητα 9,6kbps, ελάχιστη για να καλύψει τις σύγχρονες ανάγκες. Με επιπλέον software διορθώσεις, δόθηκε στους συνδρομητές η υπηρεσία High Speed Circuit Switched Data call (HSCSD) . Η υπηρεσία αυτή, μπορεί να εξασφαλίζει ρυθμό 14,4kbit/s ενώ παράλληλα μπορεί να διαθέτει περισσότερα του ενός timeslot σε ένα συνδρομητή. Έτσι η ταχύτητα μετάδοσης εκφράζεται με πολλαπλάσια του 14,4kbit/s με θεωρητικό άνω όριο τα 57,6kbit/s. Όλες αυτές η τεχνικές είναι τεχνικές μεταγωγής κυκλώματος. Επομένως η κατάληψη των τηλεπικοινωνιακών πόρων διαρκεί όσο και η κλήση.

Είναι προφανές ότι για εφαρμογές Internet, η τεχνική αυτή είναι ελάχιστα αποδοτική και εξαιρετικά απαιτητική σε bandwidth. Έτσι το 1997 προστέθηκε στο GSM μια πλατφόρμα που διατηρεί τα κύρια χαρακτηριστικά του GSM (όσο αφορά την πρόσβαση του χρήστη στο δίκτυο) παρέχει όμως την δυνατότητα μεταγωγής πακέτων.

3. GPRS (General Packet Radio System)

Στην εικόνα 3-1 δίνεται η τυπική δομή ενός GPRS δικτύου.



Εικόνα 3-1: Τυπική δομή ενός GPRS δικτύου

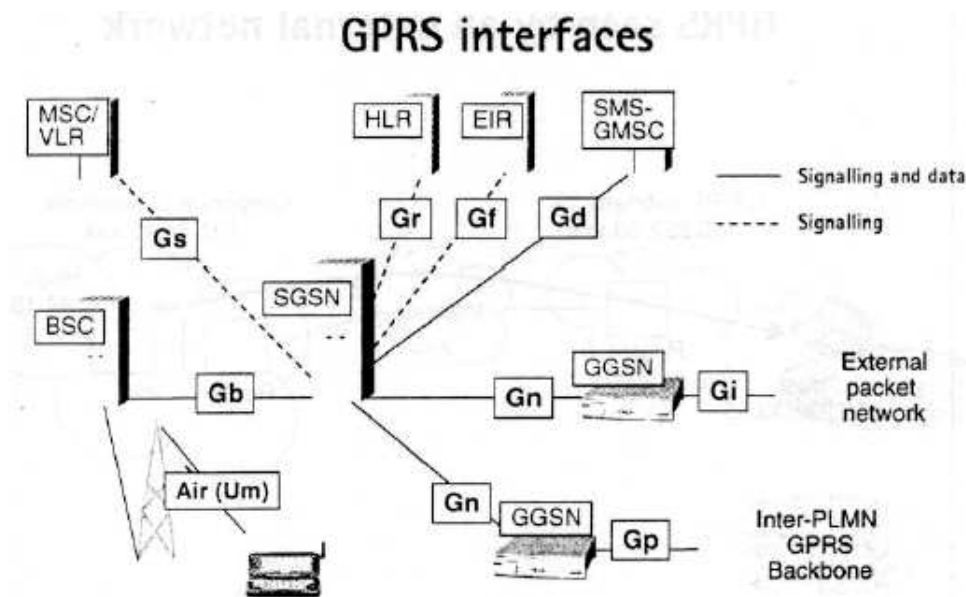
Από την παραπάνω εικόνα, διαπιστώνουμε ότι τα βασικά στοιχεία ενός GSM δικτύου παραμένουν αναλλοίωτα.

Η τεχνική μεταγωγής πακέτου χωρίζει τα δεδομένα σε μικρότερα τμήματα που αποκαλούνται πακέτα. Το κάθε πακέτο έχει μια διεύθυνση. Τη διεύθυνση αυτή τη χρησιμοποιούν οι δρομολογητές ενός δικτύου για να κατευθύνουν ένα πακέτο στο σωστό παραλήπτη. Η τεχνική αυτή είναι κατάλληλη είτε όταν τα δεδομένα μεταδίδονται με bursts (είναι η ονομασία για τα timeslot του TDMA) είτε όταν τα δεδομένα είναι ευαίσθητα σε λάθη. Το bandwidth δεν καταλαμβάνεται σε μόνιμη βάση, όπως συμβαίνει στις τεχνολογίες μεταγωγής κυκλώματος, αλλά μόνο όταν είναι αναγκαίο να μεταδοθεί κάτι. Από την σκοπιά των άλλων data networks το GPRS είναι ένα ακόμα υποδίκτυο εύκολα προσβάσιμο από δρομολογητές.

Αυτό επιτρέπει την εφαρμογή του GPRS σε ένα υπάρχον δίκτυο είναι η χρήση της πλεονάζουσας χωρητικότητας των GSM δικτύων. Για παράδειγμα ένα cell με δύο συχνότητες μπορεί να εξυπηρετήσει κίνηση 15Erlang. Η κατανομή Erlang για 15 κανάλια με 1% GoS, προβλέπει κίνηση 8Erlang. Επομένως τα υπόλοιπα 7 μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το GPRS.

Στο GPRS, τα πακέτα είναι στατιστικώς πολυπλεγμένα στο air interface. Αυτό οδηγεί σε καλύτερη εκμετάλλευση των διαθέσιμων ραδιοκαναλιών. Κάθε timeslot στο GPRS air interface μπορεί να χρησιμοποιηθεί από πολλούς χρήστες κάθε φορά που αυτοί έχουν να μεταδώσουν δεδομένα. Έτσι ο αριθμός των χρηστών στο air interface του GPRS, σε αντίθεση με το GSM, δεν είναι καθορισμένος αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με το τηλεπικοινωνιακό φόρτο. Αυτή η στατιστική πολυπλεξία συνεπάγεται βέβαια κάποιες καθυστερήσεις στο δίκτυο, επομένως πρέπει να γίνει σωστός σχεδιασμός ώστε να υπάρχει ένα δεδομένο επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών.

3-1 Λειτουργικές βαθμίδες στο GPRS δίκτυο



Τυπική δομή GPRS δικτύου

Όπως προκύπτει από την παραπάνω εικόνα στο GPRS δίκτυο εισάγονται νέες λειτουργικές βαθμίδες, νέα interfaces και νέα πρωτόκολλα.

Οι νέες λειτουργικές βαθμίδες είναι το SGSN και το GGSN. Ο ρόλος τους στο δίκτυο είναι ο ακόλουθος.

Serving GPRS Support Node (SGSN)

- Μετατροπή πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται από την IP ραχοκοκαλιά του δικτύου στα αντίστοιχα που χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο και το BSS.
- Συμπίεση και κρυπτογράφηση
- Επαλήθευση (authentication) των στοιχείων του συνδρομητή.
- Δρομολόγηση δεδομένων στο αντίστοιχο GGSN, κάθε φορά που απαιτείται σύνδεση με κάποιο εξωτερικό δίκτυο. Όλα τα πακέτα δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ δύο κινητών ακόμα και του ίδιου δικτύου πρέπει να διέλθουν από το GGSN.
- Ανταλλαγή πληροφοριών με το MSC/VLR και το HLR.
- Συλλογή των στοιχείων για την χρέωση του συνδρομητή καθώς και των στατιστικών της κίνησης.

Gateway GPRS Support Node (GGSN)

- Δρομολογεί τα προερχόμενα από το εξωτερικό δίκτυο πακέτα προς τον αντίστοιχο SGSN.
- Δρομολογεί τα πακέτα που εκπέμπονται από ένα κινητό προς ένα εξωτερικό δίκτυο
- Υλοποιεί τη διεπαφή με εξωτερικό δίκτυο
- Συγκεντρώνει τα δεδομένα χρέωσης και τα στατιστικά κίνησης.
- Προσδιορίζει δυναμικές ή στατικές IP διευθύνσεις στα κινητά τηλέφωνα.

Για ένα εξωτερικό δίκτυο ο GGSN είναι ένας δρομολογητής προς ένα IP υποδίκτυο. Το GGSN, λαμβάνει τα δεδομένα και τις διευθύνσεις αποστολής. Κατόπιν ελέγχει αν οι διευθύνσεις προς τις οποίες απευθύνονται τα πακέτα είναι ενεργές οπότε και προωθεί τα πακέτα στον SGSN. Σε άλλη περίπτωση τα αγνοεί.

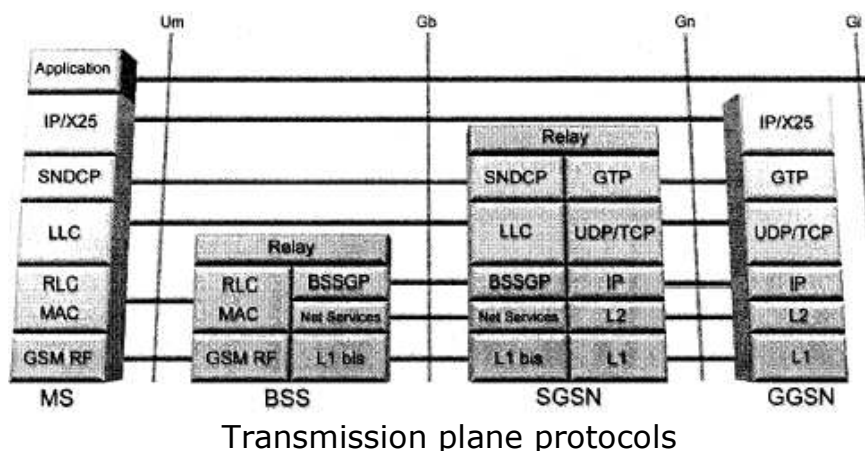
Ο τρόπος με τον οποίο μεταφέρονται τα πακέτα μεταξύ του GGSN και του SGSN περιγράφεται στην ενότητα για το Gn interface.

Τα υπόλοιπα στοιχεία σε ένα GPRS δίκτυο συναντιούνται και στα υπόλοιπα δίκτυα δεδομένων. Δηλαδή υπάρχουν Domain Name Servers για την μετατροπή IP διευθύνσεων σε IP ονόματα, π.χ. Server.nokia.com → 133.44.15.5. Τα Firewalls για την προστασία του IP δικτύου από εξωτερικές επιθέσεις. Επίσης υπάρχει Border Gateway για την δημιουργία συνδέσεων με δίκτυα παροχής ανάλογων υπηρεσιών. Αυτό βοηθά τις εταιρείες κινητών τηλεπικοινωνιών να έχουν δρόμους για μεταγωγή δεδομένων, διαφορετικούς από το κοινό Internet. Ένα ακόμα στοιχείο, που υπάρχει στα GPRS δίκτυα, είναι το Charging Gateway που συλλέγει τα στοιχεία για την χρέωση του συνδρομητή, τόσο από το SGSN, όσο και από το GGSN. Αφού γίνει μια πρώτη επεξεργασία τα προωθεί στο σύστημα έκδοσης λογαριασμών. Το θέμα της χρέωσης μελετάτε σε χωριστή ενότητα.

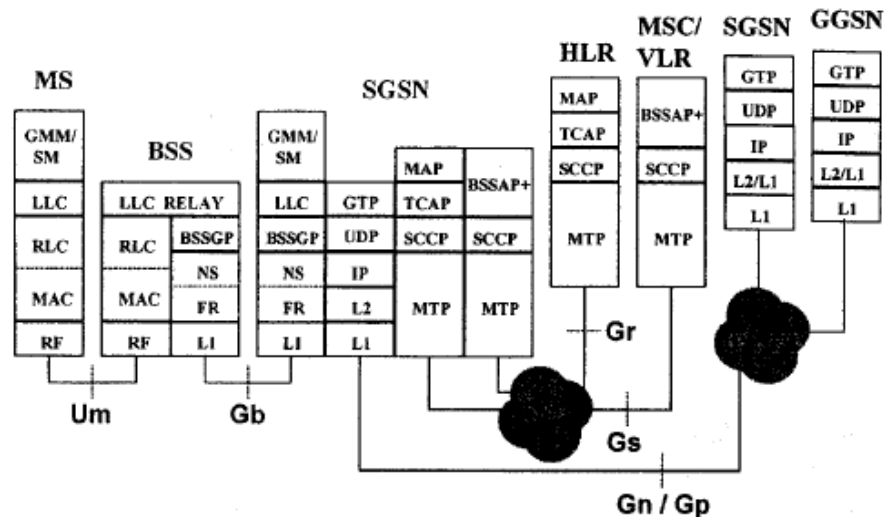
3-2 Πρωτόκολλα στο GPRS

Το σύστημα GPRS εισάγει νέα G-interfaces στο GSM δίκτυο. Η παρακάτω εικόνα περιγράφει τη λογική αρχιτεκτονική με τα interfaces και τα σημεία αναφοράς του συνδυασμένου GSM/GPRS.

Τα πρωτόκολλα στο GPRS χωρίζονται σε δύο διαφορετικά επίπεδα. Αυτά είναι, το επίπεδο των πρωτοκόλλων μετάδοσης (transmission plane protocols)



και το επίπεδο των πρωτοκόλλων σηματοδοσίας (signalling plane protocols)



Signalling plane protocols

Τα πρωτόκολλα μετάδοσης χειρίζονται την μεταφορά των δεδομένων ενώ τα πρωτόκολλα σηματοδοσίας είναι σχεδόν τα ίδια με αυτά του GSM. Η λειτουργία των πρωτοκόλλων του GPRS, προσεγγίζονται στην ανάλυση που υπάρχει για τα βασικά interfaces δηλαδή το Gb, το Gn και το Air interface.

3-3 GPRS Interfaces

Ακολουθώς αναφέρονται επιγραμματικά τα interfaces, που συνδέουν τις λειτουργικές βαθμίδες ενός GPRS δικτύου.

Air interface: Όπως και στο GSM εξασφαλίζει την πρόσβαση (access) του συνδρομητή στο δίκτυο. Είναι περίπου το ίδιο με το αντίστοιχο του GSM με κάποιες διαφορές. Ιδιαίτερη αναφορά για το GPRS air interface υπάρχει σε χωριστή ενότητα.

Gb interface: Εξασφαλίζει την επικοινωνία του BSS με το SGSN. Στην ουσία είναι ο φορέας της κίνησης και της σηματοδοσίας του GPRS μεταξύ του GSM ραδιοδικτύου και του GPRS. Ο έλεγχος της ροής σε αυτό το interface επιτυγχάνεται με τεχνολογίες frame relay. Ιδιαίτερη αναφορά για το Gb interface υπάρχει σε χωριστή ενότητα.

Gn interface: Είναι το interface μεταξύ του SGSN και του GGSN του ιδίου δικτύου (πρακτικά της ίδιας εταιρείας παροχής τέτοιων υπηρεσιών). Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται είναι το GPRS Tunnelling Protocol (GTP). Στην ουσία αυτό το πρωτόκολλο ενθυλακώνει την πληροφορία σε containers και τη μεταφέρει. Τα containers αυτά μπορούν να μεταφερθούν με κάθε είδους τεχνολογία, ATM, X.25, ή Frame Relay. Στην πράξη χρησιμοποιείται το IP. Ιδιαίτερη αναφορά υπάρχει σε ξεχωριστή ενότητα.

Gp interface: Λειτουργεί όπως και το Gn με τη διαφορά ότι μέσω του Border Gateway, και του Firewall, εξασφαλίζει την διασύνδεση διαφορετικών δικτύων (διαφορετικών GGSNs). Πρακτικά είναι Internet τύπου δίκτυο μεταξύ όλων των πάροχων τέτοιων υπηρεσιών. Υλοποιείται με GTP πρωτόκολλο.

Gr interface: Μεταξύ του SGSN και του HLR. Εξασφαλίζει την πρόσβαση του SGSN στις πληροφορίες που σχετίζονται με κάποιο συνδρομητή.

Ga interface: Εξασφαλίζει την επικοινωνία μεταξύ των GSNs και του Charging Gateway που αναφέρθηκε παραπάνω. Μέσα από αυτό διοχετεύεται όλη η απαιτούμενη πληροφορία για τη χρέωση ενός συνδρομητή. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται είναι μια παραλλαγή του GTP το GTP'.

Gs interface (προαιρετικό): Είναι το interface μεταξύ SGSN και MSC. Μέσω αυτού του interface ο SGSN μπορεί να στείλει πληροφορίες για το που βρίσκεται ένας συνδρομητής ή να ζητήσει να γίνει εντοπισμός (paging) σε κάποιο χρήστη. Στο interface αυτό χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο BSSAP+ το οποίο αποτελεί τροποποιημένη εκδοχή του BSSAP που χρησιμοποιείται στο GSM.

Gd interface: Είναι το interface μεταξύ του κέντρου μηνυμάτων (τα γνωστά σε όλους SMS με το SGSN. Επίσης είναι το interface μεταξύ του SGSN και του IWCMSC, το οποίο είναι το τμήμα εκείνο του MSC που προσφέρει υπηρεσίες τύπου fax. Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο MAP που χρησιμοποιείται στο κλασσικό GSM για το signaling του MSC.

Gf interface: Είναι το interface μεταξύ του SGSN και του Equipment Identification Register (EIR). Στο EIR καταγράφονται πληροφορίες για τους τύπους των κινητών τηλεφώνων που χρησιμοποιούνται. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να διαχωριστούν σε «μαύρες», «γκρίζες» και «λευκές» λίστες, ανάλογα αν το χρησιμοποιούμενο κινητό είναι κλεμμένο, υπό παρακολούθηση ή νόμιμο.

Gc interface (optional): Συνδέει το GGSN με το Home Location Register. Υπάρχει περίπτωση ο GGSN να ζητήσει από το HLR την πληροφορία για το ποια είναι η τρέχουσα θέση του συνδρομητή.

Υπάρχουν 2 διαφορετικά σημεία αναφοράς στο δίκτυο GPRS. Το Gi είναι ειδικό για GPRS, και το R που είναι κοινό με το circuit switched GSM δίκτυο.

Gi: μεταξύ GGSN και εξωτερικού δίκτυο. Το GPRS δίκτυο είναι συνδεδεμένο με δεδομένα εξωτερικού δικτύου μέσω αυτού του interface. Το GPRS σύστημα υποστηρίζει ποικίλα δίκτυα δεδομένων και εξ αιτίας αυτού το Gi δεν είναι καθιερωμένο interface.

R: αυτό το σημείο αναφοράς συνδέει το τερματικό εξαρτήματος με το τερματικό κινητού για παράδειγμα επιτρέπει σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή laptop να μεταδώσει δεδομένα σε ένα GSM τηλέφωνο.

Μεταφορά πακέτων μεταξύ GSNs

Τα πακέτα δεδομένων του χρήστη μεταφέρονται πάνω στη ραχοκοκαλιά (backbone) του GPRS σε κλωβούς μεταφοράς (containers). Όταν ένα πακέτο εισέρχεται από ένα εξωτερικό δίκτυο φτάνει στο GGSN εισάγεται σε ένα container και στέλνεται στο SGSN. Στις επικοινωνίες δεδομένων, αυτός ο τύπος εικονικών ακολουθιών container καλείται τούνελ (tunnel). Λέμε ότι τα GSNs εκτελούν tunneling στα πακέτα των χρηστών.

Το πρωτόκολλο που εκτελεί το tunneling στο GPRS λέγεται GPRS Tunneling Protocol (GTP). Μπορούμε να πούμε ότι μεταφέρουμε πακέτα GTP μεταξύ SGSN και GGSN.

Πάνω στη ραχοκοκαλιά του GPRS IP πακέτα χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν πακέτα GTP. Τα πακέτα GTP περιέχουν τα πραγματικά πακέτα του χρήστη. Τα πακέτα του χρήστη, για παράδειγμα ένα TCP/IP πακέτα που κουβαλούν ένα μέρος από e-mail, μεταφέρονται μέσα σε ένα πακέτο GTP, το 'container'. Το πακέτο GTP μεταφέρεται πάνω στη ραχοκοκαλιά του GPRS χρησιμοποιώντας IP και TCP.

Τα αρχικά πακέτα GTP, περιλαμβάνοντας το tunnel ID (TID) θα πουν στο λαμβανόμενο GSN ποιος είναι ο χρήστης. Το TID είναι ένα επίπεδο που ενημερώνει το SGSN και το GGSN ποιανού πακέτα είναι μέσα στα container.

Από τη μεριά του χρήστη και του εξωτερικού δικτύου, τα πακέτα GTP που περιέχουν τα πακέτα του χρήστη μπορούν να μεταφερθούν μεταξύ τα GSNs χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε τεχνολογία, π.χ ATM, X25 ή Frame Relay. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για το GPRS είναι η IP.

Όλα τα στοιχεία του δικτύου που συνδέονται με τη ραχοκοκαλιά του GPRS πρέπει να έχουν διευθύνσεις IP. Οι διευθύνσεις IP που χρησιμοποιούνται στη ραχοκοκαλιά είναι αόρατες στο MS και τα εξωτερικά δίκτυα. Είναι αυτό που λέμε ιδιωτικές IP διευθύνσεις. Δηλαδή, τα πακέτα του χρήστη μεταφέρονται στο πυρήνα του GPRS μεταξύ του SGSN και το GGSN χρησιμοποιώντας τις ιδιωτικές διευθύνσεις IP της ραχοκοκαλιάς του GPRS.

GPRS Air Interface

I) Τα πρωτόκολλα του Um

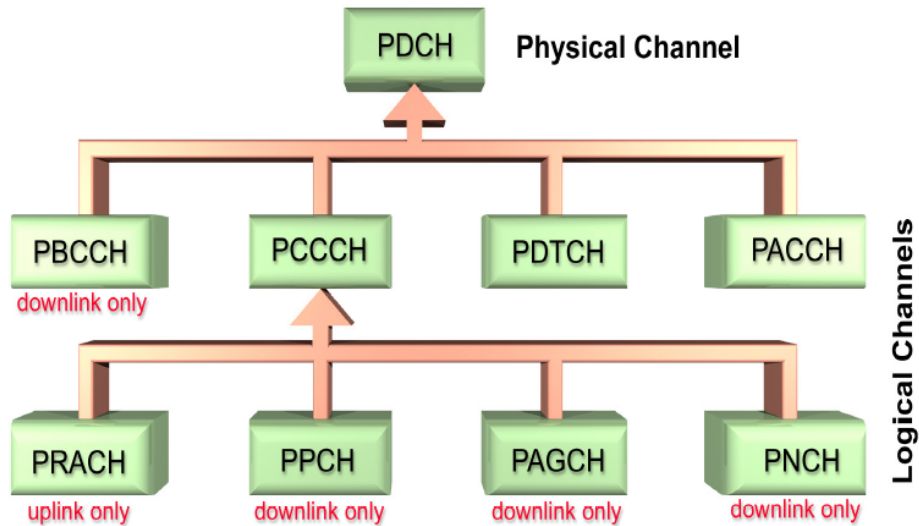
Το Um interface, αποτελείται από τα εξής υποστρώματα: Το RF και το physical link

A) RF (Radio Frequency) sublayer

Το RF υπόστρωμα (εικόνα 5) είναι σχεδόν ίδιο με αυτό του GSM. Πιο συγκεκριμένα τα 8 TDMA timeslots του GSM (TCH), ονομάζονται τώρα Packet Data Channel (PDTCH). Κάθε τέτοιο timeslot έχει 114 bits σε ρυθμό 33.8kbps. Κάθε PDCH, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από πολλούς χρήστες.

Όπως και στο GSM, εκτός από τα φυσικά κανάλια, υπάρχουν και λογικά κανάλια. Τα κανάλια αυτά είναι αντίστοιχα με τα λογικά κανάλια του GSM, γεγονός που πιστοποιείται και από την ονοματολογία τους όπου μπροστά από το κανάλι τοποθετείται το γράμμα P (εντός παρένθεσης είναι η GSM ονομασία). Αν μάλιστα δεν οριστεί σαφώς η ύπαρξη τους τότε χρησιμοποιούνται τα αντίστοιχα του GSM. Έτσι, όπως φαίνεται και στην εικόνα 3-2 έχουμε το P(BCCH), P(CCCH), P(RACH), P(PCH), P(AGCH), P(NCH), P(DTCH), P(ACCH), P(TCCH).

GPRS Air Interface



Signalling and	PCC	D	PBC	Broadcast of specific
		D	PPC	Page MS for packet and circuit switched
		U	PRA	MS uplink transfer
		D	PAG	Resource assignment
		D	PNC	Notification Packet
Packet Traffic	PT DL &		PDT	Packet Data (multicast)
			PAC	Signalling: (re-)allocation, PC.

Εικόνα 3-2

ΛΟΓΙΚΑ ΚΑΝΑΛΙΑ

PBCCH: Packet Broadcast Control Channel είναι ένα downlink κανάλι για την εκπομπή συγκεκριμένων πακέτων δεδομένων μηνυμάτων πληροφοριών του συστήματος. Αν το PBCCH δεν χρησιμοποιείται, τα πακέτων δεδομένων μηνυμάτων πληροφοριών του συστήματος εκπέμπονται στο BCCH.

PCCCH: Packet Common Control Channel αποτελείται από λογικά κανάλια που χρησιμοποιούνται για κοινό έλεγχο σηματοδότησης των πακέτων δεδομένων.

PRACH: Packet Random Access Channel είναι ένα uplink κανάλι, που χρησιμοποιούν οι MSs για την uplink εξασφάλιση της κυκλοφορίας καναλιού και για να πετύχουν χρονική πρόοδο. Το κανονικό GSM RACH μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση που δεν υπάρχει προσδιορισμένο PCCCH στη κυψέλη.

PPCH: Packet Paging Channel είναι ένα downlink κανάλι σελιδοποίησης και χρησιμοποιείται για τη σελιδοποίηση του προηγούμενου MS στη downlink μεταφορά πακέτου. Το PPCH μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη σελιδοποίηση και των δύο CS και PS υπηρεσίες δεδομένων. Το κανονικό GSM PCH μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το GPRS σε περίπτωση που δεν υπάρχει προσδιορισμένο PCCCH στη κυψέλη.

PAGCH: Packet Access Grant Channel είναι ένα downlink κανάλι που χρησιμοποιείται για την αποστολή πόρων κατά τη διάρκεια της φάσης επαλήθευσης της μεταφοράς πακέτου. Το κανονικό GSM AGCH μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση που δεν υπάρχει προσδιορισμένο PCCCH στη κυψέλη.

PNCH: Packet Notification Channel (μόνο για το GPRS φάση 2) είναι ένα downlink κανάλι που χρησιμοποιείται για τις PTM-M ειδοποιήσεις σε ένα σύνολο από MSs πριν τη μεταφορά του PTM-M πακέτου.

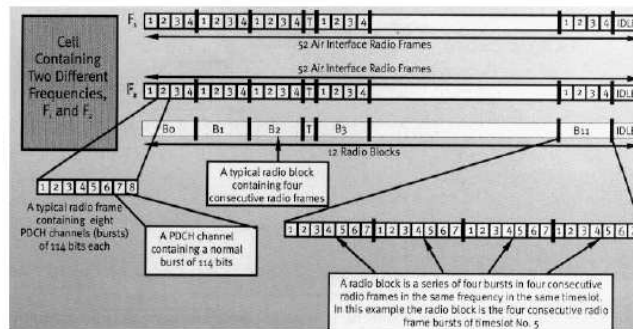
PDTCH: Packet Data Traffic Channel περιορίζεται για τις πραγματικά μεταφορές δεδομένων GPRS. Ένα PDTCH ανταποκρίνεται στους πόρους που προσδιορίζονται σε ένα μόνο MS σε ένα μόνο φυσικό κανάλι για την εκπομπή δεδομένων από το χρήστη.

PACCH: Packet Associated Control Channel (διευθυντικό) είναι ένα κανάλι σηματοδότησης που αφιερώνεται για ορισμένους MS. Οι πληροφορίες σηματοδότησης μπορούν να συμπεριλάβουν βεβαιώσεις λήψης, δυναμικό έλεγχο, αποστολές πόρων ή μηνύματα επαναποστολών.

PTCCH: Packet Timing advance Control Channel χρησιμοποιείται για την uplink κατεύθυνση για την εκπομπή τυχαίας πρόσβασης bursts για τον υπολογισμό της χρονικής προόδου για ένα κινητό τηλέφωνο. Στην downlink κατεύθυνση ένα PTCCH χρησιμοποιείται για να εκπέμψει πληροφορίες χρονικής προόδου σε διάφορους MSs.

Μία διαφορά με το GSM, εντοπίζεται στο multiframe. Ενώ στο GSM το multiframe αποτελείται από 51 frames (1 TDMA frame περιέχει 8 timeslots), στο GPRS το multiframe αποτελείται από 52 frames. Κάθε τέτοιο multiframe αποτελείται από 12 radio blocks των 4 TDMA radio frames, 2 κενά frames και 2 frames για το PTCCH. Τα παραπάνω φαίνονται στην εικόνα 3-3.

Όπως φαίνεται και από την εικόνα το radio block στην ουσία αποτελείται από 4 timeslots σε 4 διαδοχικά frames (timeslot 2 στην εικόνα 3-3). Αυτό δίνει την δυνατότητα το ίδιο radio block να χρησιμοποιηθεί από 8 διαφορετικούς χρήστες. Έτσι ένα multiframe μπορεί να εξυπηρετήσει 96 χρήστες.



Εικόνα 3-3: δομή GPRS Air interface

B) Physical Link Sublayer

Το υποστρώμα παρέχει υπηρεσίες για την μεταφορά πληροφορίας μεταξύ του κινητού και του δικτύου μέσα από ένα δεδομένο φυσικό κανάλι. Στην ουσία το υποστρώμα αυτό καθορίζει τις παραμέτρους του φυσικού καναλιού. Οι δύο βασικότερες είναι το σχήμα κωδικοποίησης και ο αριθμός των timeslot που χρησιμοποιούνται.

Ο ρυθμός μετάδοσης εξαρτάται από τη μορφή κωδικοποίησης και τον αριθμό των timeslots που χρησιμοποιούνται. Οι κωδικοποιήσεις (C1, C2, C3, C4) αυτές διαφέρουν στην δυνατότητα διόρθωσης λαθών. Η C1 έχει την υψηλότερη δυνατότητα ενώ, η C4 δεν παρέχει καμιά δυνατότητα διόρθωσης λαθών. Οι τιμές του bit rate κατά περίπτωση δίδονται στο πίνακα 3-4.

Number of reserved timeslots in radio frame	Coding scheme (all figures in kbit/s)			
	CS1	CS2	CS3	CS4
1	9.05	13.4	15.6	21.4
2	18.1	26.8	31.2	42.8
3	27.15	40.2	46.8	64.2
4	36.2	53.6	62.4	85.6
5	45.25	67	78	107
6	54.3	80.4	93.6	128.4
7	63.35	93.8	109.2	149.8
8	72.4	107.2	124.8	171.2

Πίνακας 3-4: Bit rate ανά σχήμα κωδικοποίησης και αριθμό timeslot

Από τον πίνακα 3-4 φαίνεται ότι ο GPRS συνδρομητής μπορεί να χρησιμοποιήσει περισσότερα του ενός timeslots, κάτι που στο GSM δεν συμβαίνει. Οριακά μπορεί να χρησιμοποιήσει και τα 8 (Αυτό αποτελεί επιλογή της εταιρείας που προσφέρει τέτοιες υπηρεσίες).

Ο χρησιμοποιούμενος μηχανισμός κωδικοποίησης σε συνδυασμό με τη δυνατότητα του κινητού τηλεφώνου για ταυτόχρονη μετάδοση σε περισσότερες από μία χρονοθυρίδες (MS multislot capacity) επηρεάζει το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που αντιλαμβάνεται το τερματικό. Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης που μπορεί να επιτευχθεί είναι 171.2kbps.

Η κωδικοποίηση στο ραδιοδίαυλο του GPRS, είναι αντίστοιχη με αυτή στο κλασικό GSM (συνελικτικό σχήμα κωδικοποίησης, αποκοπή bit πληροφορίας κ.λ.π.).

Τα χαρακτηριστικά του κάθε μηχανισμού κωδικοποίησης, δίνονται στον πίνακα 3-5.

Scheme	Bitrate(kbps)	Code Rate	USF	Pre-Coded USF	Radio Block excl. USF and BCS	BCS	Tail	Coded bits	Punctured bits
CS-1	9.05	1/2	3	3	181	40	4	456	0
CS-2	13.4	2/3	3	6	268	16	4	588	132
CS-3	15.6	3/4	3	6	312	16	4	676	220
CS-4	21.4	1	3	12	428	16	-	456	-

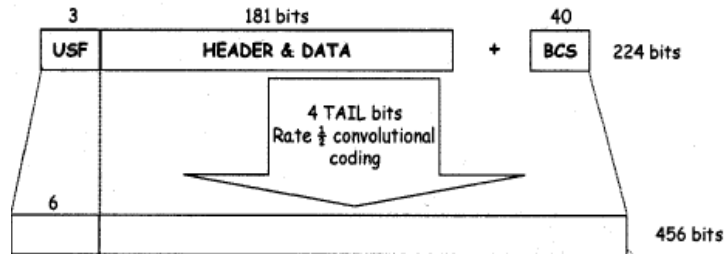
Πίνακας 3-5: Χαρακτηριστικά των μηχανισμών κωδικοποίησης του GPRS

Το CS-1 είναι ανάλογο με την τεχνική που χρησιμοποιείται στο GSM για την κωδικοποίηση του SDCCH. Το CS-1 χρησιμοποιείται σε όλα τα μηνύματα σηματοδότησης. Το CS-2 και CS-3 είναι παραλλαγές του CS-1 με αποκομμένα κάποια bits, ενώ το CS-4 δε χρησιμοποιεί καμιά κωδικοποίηση.

- Μηχανισμός κωδικοποίησης 1(CS-1)

Στο CS-1 (Σχήμα 3-6) το αρχικό πακέτο έχει μήκος 224 bits. Σε αυτό το πακέτο προστίθενται άλλα 4 tail bits και στο πακέτο που χρησιμοποιείται εφαρμόζεται συνέλιξη με ένα παράγοντα $\frac{1}{2}$, οπότε προκύπτει τελικά ένα πακέτο μήκους 456 bits (όσο το ραδιομπλόκ).

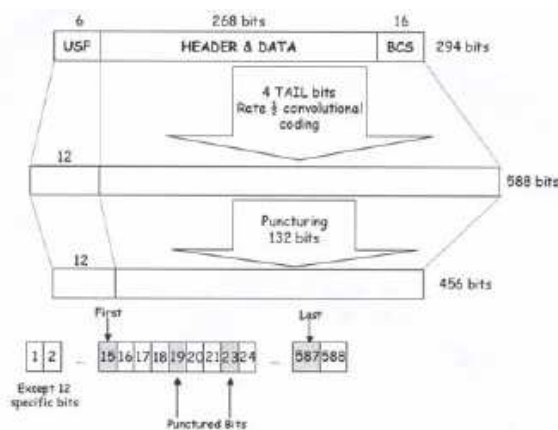
Θεωρώντας ότι η μέση διάρκεια ενός ραδιομπλόκ είναι 20msec ο ρυθμός μετάδοσης για τα δεδομένα είναι $181 \text{ bits}/20\text{msec}=9.05 \text{ kbps}$



Σχήμα 3-6: Κωδικοποίηση CS-1

- Μηχανισμός Κωδικοποίησης 2 (CS-2)

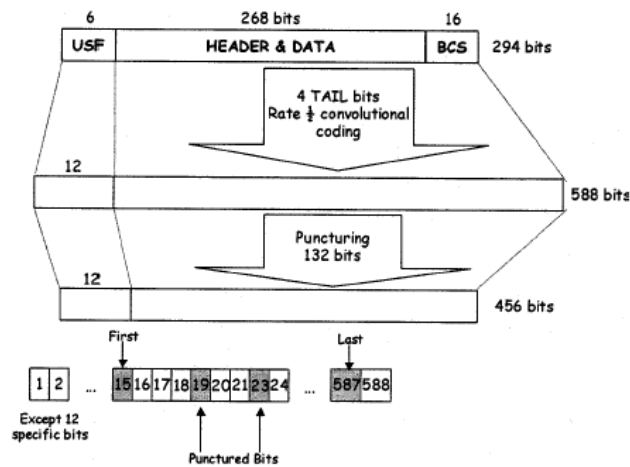
Στο CS-2 χρησιμοποιούνται μόνο 16 bits για BCS και η USF αποτελείται από 6 bits, προκειμένου να κάνει πιο ανθεκτική σε σφάλματα τη μετάδοση στο ραδιοδίαυλο (Σχήμα 3-7) Προτού περάσει το αρχικό πακέτο από το συνελικτικό κώδικα ρυθμού $\frac{1}{2}$, προστίθενται σε αυτό 4 tail bits. Το αποτέλεσμα είναι να προκύψει ένα πακέτο μήκους 588 bits, στο οποίο αποκόπτονται 132 bits ώστε το τελικό πακέτο να έχει μήκος 456 bits. Ο ρυθμός μετάδοσης των πακέτων δεδομένων για το CS-2 είναι $268\text{bits}/20\text{msec}=13.4\text{kbps}$.



Σχήμα 3-7: Κωδικοποίηση CS-2

- Μηχανισμός Κωδικοποίησης 3 (CS-3)

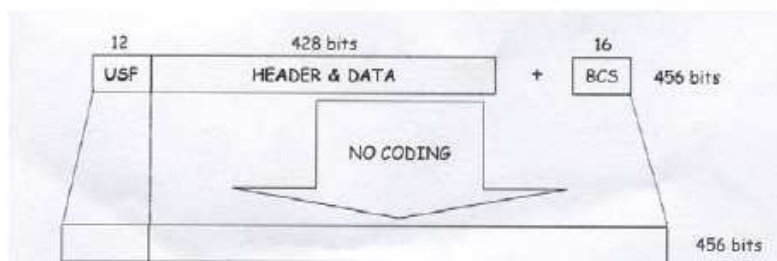
Το CS-3 διαφέρει από το CS-2 ως προς τον αριθμό των bits που αποκόπτονται για να προκύψει το τελικό πακέτο (Σχήμα 3-8) Στο αρχικό πακέτο το πεδίο της επικεφαλίδας και των δεδομένων είναι 312 bits, οπότε μετά την προσθήκη της USF, του BCS και των Tail bits προκύπτει ένα πακέτο μήκους 676 bits, από το οποίο κόβονται 220 bits και έτσι το τελικό πακέτο είναι 456 bits. Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων για το CS-3 είναι $312 \text{ bits}/20 \text{ msec}=15.6 \text{ kb ps}$.



Σχήμα 3-8: Κωδικοποίηση CS-3

- Μηχανισμός κωδικοποίησης 4(CS-4)

Το CS-4 δεν χρησιμοποιεί καμιά μέθοδο Forward Error Correction, οπότε υπάρχει μεγαλύτερη χωρητικότητα για πληροφορία του χρήστη στο πακέτο (428 bits). Έτσι το αρχικό πακέτο έχει συνολικά 456 bits και μεταδίδεται χωρίς να υποστεί κωδικοποίηση (Σχήμα 3-9)



Σχήμα 3-9: Κωδικοποίηση CS-4

II) RLC/MAC

Το δεύτερο στρώμα στο Um interface είναι το RLC/MAC. Όπως φαίνεται και από το όνομα του απαρτίζεται από δύο υποστρώματα το RLC και το MAC.

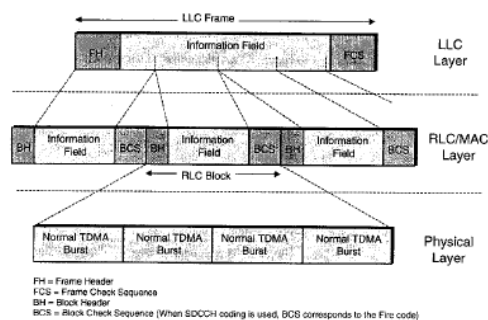
A) Medium Access Control (MAC)

- Το MAC είναι υπεύθυνο για την πολύπλεξη δεδομένων και σηματοδότησης τόσο στο uplink όσο και στο downlink.
- Την διαχείριση της πρόσβασης των καναλιών για κλήσεις που ξεκινούν από κινητό, του ανταγωνισμού (contention) καθώς και της ανίχνευσης και αποτροπής της σύγκρουσης (collision).
- Την διαχείριση της πρόσβασης για κλήσεις που καταλήγουν σε κινητό, καθώς και την δημιουργία της «ουράς» για την μετάδοση πακέτων.
- Την διαχείριση προτεραιοτήτων.

B) Radio Link Control (RLC)

Το RLC, εξυπηρετεί στην δημιουργία μιας αξιόπιστης ραδιοζεύξης για τα ανώτερα στρώματα. Έχουν καθοριστεί δύο τρόποι για την μετάδοση της πληροφορίας από το RLC η acknowledged και η unacknowledged. Το RLC μπορεί να προσφέρει και τις δύο ταυτόχρονα. Το RLC λοιπόν είναι υπεύθυνο για

- Την μεταφορά των LLC-PDU μεταξύ του LLC στρώματος και του MAC στρώματος.
- Την διάσπαση και επανασυναρμολόγηση των LLC-PDU σε RLC Data Blocks όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα
- Την διαδικασία Backward Error Correction, δηλαδή την επιλεκτική επανεκπομπή κωδικών λέξεων που δεν μπορούν να αποσφαλισθούν.



διαχωρισμός των LLC πακέτων σε RLC data blocks

III) Logical Link Control

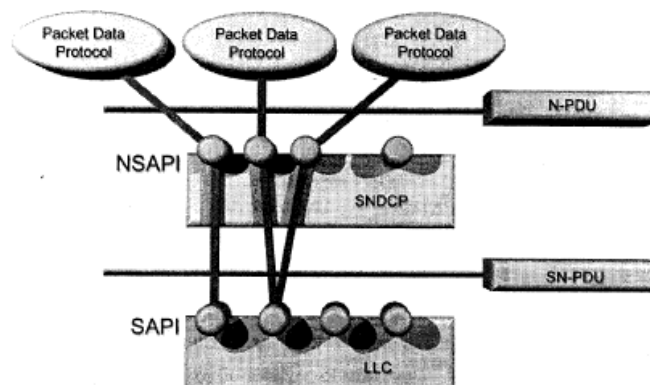
Το πρωτόκολλο αυτό προσφέρει μια αξιόπιστη λογική ζεύξη για τα ανώτερα στρώματα μεταξύ του κινητού και του SGSN. Το στρώμα αυτό είναι ανεξάρτητο από τα ανώτερα στρώματα.

Το LLC μεταφέρει σηματοδοσία, SMS και SNDCP πακέτα. Η μετάδοση της πληροφορίας γίνεται και πάλι σε δύο τρόπος acknowledged και unacknowledged. Το LLC μπορεί να υποστηρίξει και τις δύο ταυτόχρονα. Στην πρώτη μέθοδο η λήψη των LLC-PDU, επιβεβαιώνεται. Σε περίπτωση απουσίας επιβεβαίωσης μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο, το LLC – PDU επανεκπέμπεται. Στη δεύτερη μέθοδο (unacknowledged) υπάρχουν δύο επιλογές για την μετάδοση η προστατευμένη και η μη προστατευμένη. Στην προστατευμένη, αν υπάρχει λάθος στο πεδίο πληροφορίας του LLC, το frame απορρίπτεται κάτι που δεν ισχύει στην μη προστατευμένη μετάδοση.

IV) Subnetwork Dependent Convergence Protocol (SNDCP)

Το SNDCP, καθιστά ικανή τη διάδοση μέσω GPRS, οποιαδήποτε τύπου N-PDU, καθιστώντας έτσι το σύστημα διαφανές στους χρήστες. Η μέθοδος με την οποία γίνεται αυτό φαίνεται στην εικόνα 3-10.

Το Network Service Access Point Identifier καθορίζει στην ουσία το είδος της εφαρμογής στην οποία ανήκει ένα συγκεκριμένο πακέτο. Αν μάλιστα χρειαστεί συμπιέζει ή διασπά το αρχικό πακέτο, έτσι αυτό να μπορεί να διαδοθεί. Κάθε NSAPI χρησιμοποιεί ένα Service Access Protocol Identifier για την περαιτέρω διάδοση του στα κατώτερα στρώματα. Ένα SAPI μπορεί να εξυπηρετεί πάνω από ένα NSAPI.



Εικόνα 3-10: Πολύπλεξη διαφορετικών πρωτοκόλλων από το SNDCP

GB INTERFACE

Το Gb interface, αποτελεί την διεπιφάνεια μεταξύ BSC και SGSN. Επιτρέπει την πολύπλεξη πολλών χρηστών με τη χρήση Frame relay. Σε κάθε χρήστη δεσμεύονται πόροι μόνο αν έχει κάτι για μετάδοση ή για λήψη. Επίσης τόσο η σηματοδότηση όσο και τα δεδομένα διοχετεύονται από τον ίδιο φυσικό δρόμο. Τα στρώματα από τα οποία αποτελείται είναι τα ακόλουθα.

I) Physical layer

Συνήθως χρησιμοποιείται το PCM. Οι προδιαγραφές δε θέτουν περιορισμούς σε αυτό το επίπεδο.

II) Network Services Layer

Στο επίπεδο αυτό χρησιμοποιείται το Frame Relay, για την επικοινωνία BSC και SGSN. Τα LLC PDUs, από διάφορους χρήστες πολυπλέκονται μέσα από αυτά τα κυκλώματα. Το Frame Relay, χρησιμοποιείται τόσο για τη σηματοδότηση όσο και για τη μεταφορά δεδομένων. Τα βασικά χαρακτηριστικά των Frame Relay συνδέσεων είναι τα ακόλουθα

- Το πεδίο πληροφορίας (information field) έχει μήκος 1600 octets
- Η διεύθυνση έχει μήκος 2 octets.
- Χρησιμοποιούνται Permanent Connections
- Υπάρχει δυνατότητα ανίχνευσης λαθών αλλά όχι δυνατότητα διόρθωσης

III) Base Station Subsystem GPRS Protocol (BSSGP)

Είναι το πρωτόκολλο που μεταφέρει την σηματοδότηση και τα δεδομένα μέσω του Gb interface. Η κύρια υπηρεσία του πρωτοκόλλου αυτού είναι ο καθορισμός του Quality of Service, καθώς και η παροχή των πληροφοριών όδευσης (routing) κατά την μετάδοση δεδομένων. Μία άλλη υπηρεσία που προσφέρει είναι ο έλεγχος των δύο κόμβων. Αν ο SGSN ελέγχει περισσότερα του ενός BSC, τότε υπάρχουν περισσότερες της μίας BSSGP συνδέσεις, μία για κάθε BSC.

GN INTERFACE

Πρόκειται για την διεπιφάνεια μεταξύ του SGSN και του GGSN.

I) Επίπεδο 1

Δεν υπάρχουν προδιαγραφές. Οι κατασκευαστές κινούνται ανεξάρτητα.

II) Επίπεδο 2

Δεν υπάρχουν προδιαγραφές. Οι κατασκευαστές κινούνται ανεξάρτητα.

III) Επίπεδο 3 IP

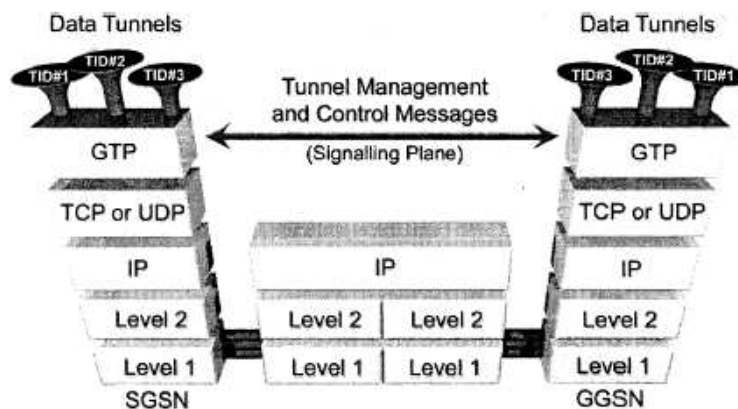
Εδώ το IP αφορά μόνο την επικοινωνία μεταξύ των κόμβων και όχι υπηρεσία για τους χρήστες. Έτσι η ραχοκοκαλιά ενός GPRS δικτύου είναι αόρατη στους χρήστες του. Μέσα από αυτό το επίπεδο μεταφέρονται τα X.25 ή IP δεδομένα του χρήστη

IV) Επίπεδο 4 TCP ή UDP

Εξυπηρετεί το υπερκείμενο πρωτόκολλο GTP. Αν πρόκειται να μεταφερθούν IP δεδομένα τότε χρησιμοποιείται UDP. Στην περίπτωση που πρόκειται να μεταφερθούν X.25 δεδομένα τότε χρησιμοποιείται TCP.

V) Επίπεδο 5 GPRS Tunneling Protocol

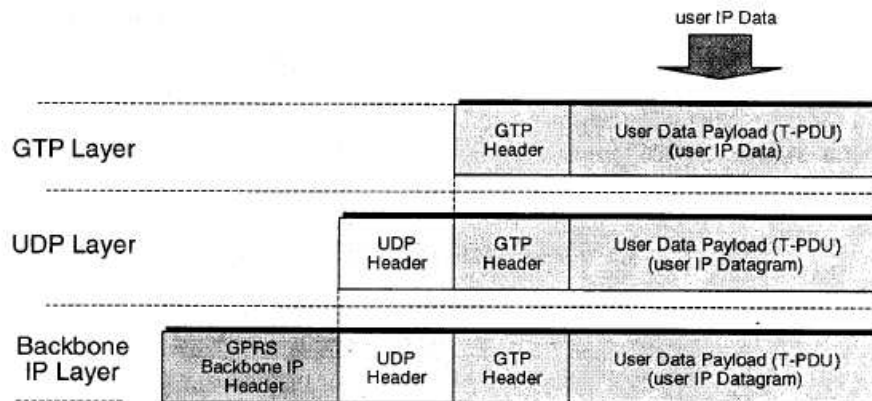
Ο ρόλος του στρώματος αυτού φαίνεται στην εικόνα 3-11



Εικόνα 3-11: Τρόπος λειτουργία GTP

Το επίπεδο σηματοδότησης καθορίζει το έλεγχο της διόδευσης των δεδομένων από τον ένα κόμβο στον άλλο. Με τη χρήση της σηματοδότησης αυτής μπορεί να δημιουργηθεί μια σήραγγα δεδομένων, να μεταβληθεί ή να καταργηθεί.

Η καθαρή ροή δεδομένων με τον τρόπο που φαίνεται στην εικόνα 3-12



Εικόνα 3-12: Πρόσθεση της GTP κεφαλίδας στα δεδομένα του χρήστη

Παρατηρούμε ότι στο αρχικό IP πακέτο, κάθε επίπεδο προσθέτει την επικεφαλίδα του. Παράλληλα κάθε σύνδεση μεταξύ των δύο κόμβων έχει το δικό της tunnel id (TID).

4. ΧΡΕΩΣΗ ΣΤΟ GPRS

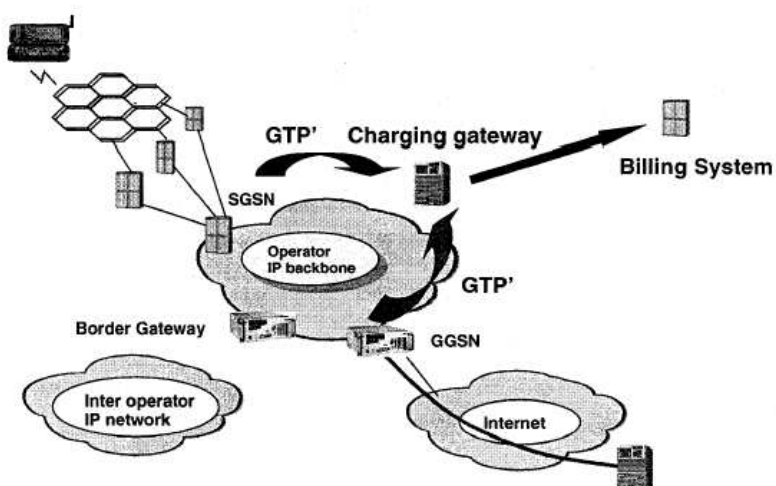
4-1 Αρχιτεκτονική χρέωσης

A) Τύποι δεδομένων χρέωσης (CHARGING DETAILED RECORDS)

Το σύστημα χρέωσης στα GPRS δίκτυα, έχει υλοποιηθεί με τον τρόπο που περιγράφεται στην εικόνα 4-1. Η μέθοδος αυτή στις συστάσεις της ETSI, αποκαλείται stand alone CGF (Charging Gateway Functionality).

Οι συστάσεις της ETSI, προτείνουν επίσης και μια ακόμα CGF. Η CGF αυτή αποκαλείται integrated in GSN's (SGSN, GGSN) CGF. Οι κορυφαίοι κατασκευαστές τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού όπως η NOKIA, υλοποίησαν την stand alone CGF, η οποία εμφανίζει το πλεονέκτημα να μην απαιτούνται ενδιάμεσες διατάξεις (mediation devices).

Αν λοιπόν η CGF υλοποιηθεί σε ένα GSN, απαιτούνται ενδιάμεσες διατάξεις, για να μετατραπούν τα δεδομένα χρέωσης (Charging Details Records, CDR) σε μορφή κατάλληλη για το σύστημα έκδοσης λογαριασμών (Customer Care Billing system CCB). Στην περίπτωση που το CGF ολοκληρωθεί στα GSN απαιτείται ίδιος αριθμός σημείων πρόσβασης στον GSN και στο CCB. Αυτό αυξάνει τον χρόνο επεξεργασίας. Στην περίπτωση που προτιμηθεί το stand alone απαιτείται μόνο μια σύνδεση μεταξύ CG-CCB.



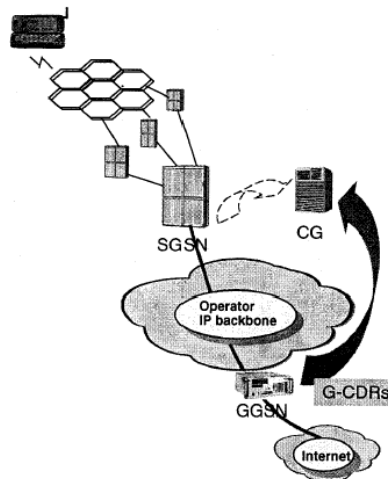
Εικόνα 4-1: Σύστημα χρέωσης στο GPRS

Όπως έχει αναφερθεί και σε ξεχωριστή ενότητα, και οι δύο τύποι GSN, συλλέγουν δεδομένα χρέωσης (Call Detailed Records - CDR) και μέσω του Ga interface τα αποστέλλουν στο Charging Gateway που με τη σειρά του τα προωθεί στο Billing System. Πιο συγκεκριμένα

- Ο SGSN, συγκεντρώνει τα στοιχεία χρέωσης που προέρχονται από το ραδιοδίκτυο.
- Ο GGSN, συγκεντρώνει τα στοιχεία χρέωσης από την χρήση των εξωτερικών δικτύων δεδομένων.
- Και οι δύο τύποι συγκεντρώνουν πληροφορίες για την χρήση των GPRS πόρων από το συνδρομητή.

Ο GGSN παράγει μόνο ένα τύπο CDR, τα G-CDR. Οι πληροφορίες που περιέχουν έχουν την ακόλουθη μορφή (Εικόνα 4-2)

- Έναρξη εγγραφής: Ενεργοποίηση του PDP context
- Πέρασμα εγγραφής: Απενεργοποίηση του PDP context
- Περιεχόμενες πληροφορίες
 1. Όγκος δεδομένων (uplink/downlink)
 2. Ζητούμενο Quality of Service
 3. Διάρκεια
 4. Διευθύνσεις του GGSN και του SGSN
 5. Όνομα του access point.

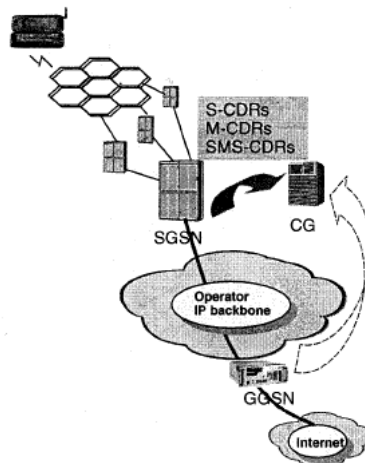


Εικόνα 4-2: Τύποι CDR GGSN

Ο SGSN παράγει διάφορους τύπους CDR: Τα S-CDR, τα M-CDR και τα SMSCDR (Εικόνα 4-3).

Τα S-CDR (PDP Context Data) έχουν την ακόλουθη μορφή.

- Έναρξη εγγραφής: Ενεργοποίηση του PDP context
- Πέρασ εγγραφής: Απενεργοποίηση του PDP context
- Περιεχόμενες πληροφορίες
 1. Όγκο δεδομένων(uplink/downlink)
 2. Ζητούμενο Quality of Service
 3. Διάρκεια
 4. Διευθύνσεις του GGSN και του SGSN
 5. Όνομα του access point.



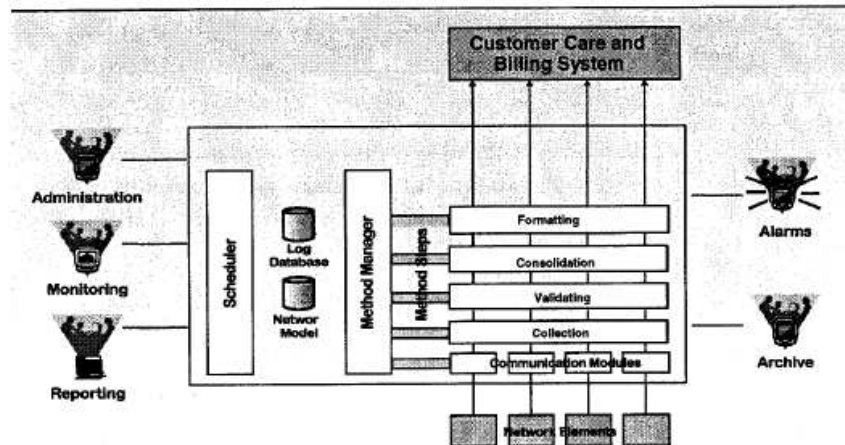
Εικόνα 4-3: Τύποι SGSN CDR

Τα M-CDR (Mobility Management CDR) έχουν τη μορφή

- Έναρξη εγγραφής: Ενεργοποίηση GPRS
- Πέρασ εγγραφής: Απενεργοποίηση GPRS
- Περιεχόμενες πληροφορίες
 - Μεταβολή της θέσης του συνδρομητή

Όλα τα CDR καταλήγουν στο Charging Gateway (Εικόνα 4-4). Οι κύριες λειτουργίες του CG είναι οι ακόλουθες

- Συλλογή των CDR από τα GSN
- Αποθήκευση των CDR
- Έλεγχος εγκυρότητας εγγραφών
- Ταξινόμηση δεδομένων
- Αποστολή δεδομένων προς το billing system σε μορφή τέτοια ώστε να μειωθεί ο χρόνος επεξεργασίας.

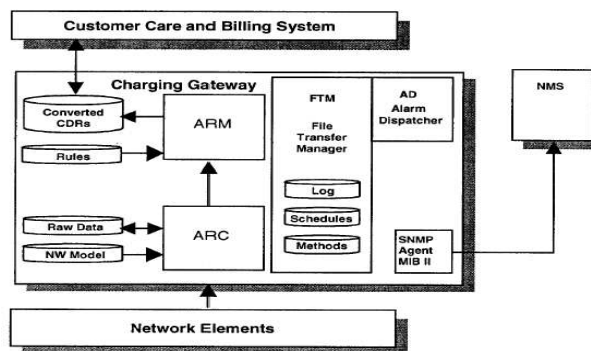


Εικόνα 4-4: Λειτουργική δομή Charging Gateway

Η ύπαρξη του CG εξυπηρετεί ως εξής

- Είναι ασφαλής διάταξη για την αποθήκευση των CDR και έτσι δε χρειάζεται να εξοπλίζονται τα GSN με αντίστοιχες διατάξεις.
- Επιτρέπει την γρήγορη μεταφορά των CDR από τα GSN προς το Billing Center χρησιμοποιώντας καθιερωμένα πρωτόκολλα όπως FTAM ή FTM. Αυτό η ταχύτητα θα επιτρέψει την παροχή προπληρωμένων υπηρεσιών στο GPRS.
- Ο υψηλός βαθμός αυτοματισμού ενός τέτοιου συστήματος αυξάνει την ασφάλεια του συστήματος αφού δεν απαιτούνται μαγνητικές ταινίες για αποθήκευση στα κέντρα έκδοσης λογαριασμών.
- Ο αυτοματοποιημένος έλεγχος για την εγκυρότητα των εγγραφών κάνει ευκολότερο τον εντοπισμό λαθών.
- Επιτρέπει την εύκολη μελέτη των CDR σε περίπτωση που υπάρχουν παράπονα συνδρομητών.

Το σχηματικό διάγραμμα ενός CG έχει την μορφή της εικόνας 4-5



Εικόνα 4-5: Σχηματική μορφή Charging Gateway

Το κυριότερο τμήμα της διάταξης είναι το File Transfer Manager (FTM). Ελέγχει και άλλες διατάξεις που όλες μαζί ελέγχουν την μεταφορά των CDR. Το FTM ελέγχει επίσης και το Accounting Record Collector (ARC). Το ARC αποτελεί την διεπιφάνεια CG-GSN.

Ένα άλλο σημαντικό τμήμα του CG, είναι το Accounting Record Modification (ARM). Το ARM, επεξεργάζεται τα πρωτογενή δεδομένα και τα αποθηκεύει τα αποτελέσματα σε μια ενιαία κωδικοποιημένη μορφή. Η μορφή αυτή δίνεται στην ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 4-6).

Record Types		Length	Description
Record Type	M	2	Type of the record
ServedIMSI	M	16	The IMSI of the served party
GgsnAddress	M	12	The IP address of the GGSN used
ChargingID	M	10	PDP context identifier used to identify this PDP context indifferent records created by GSNs
SgsnAddress	M	12	The IP address of the current SGSN
PartialFlag	A	2	Indicates if the combined CDR is not whole PDP context
AccessPointName	M	126	The logical name of the connected access point to the external packet data network
PdpType	M	4	PDP type is IP
ServedPDPAddress	M	10	PDP address of the served IMSI
DynamicAddressFlag	C	3	Indicates whether served PDP address is dynamic (allocated during PDP context activation)
QoSNegotiated	M	10	Indicates the applied QoS accepted by the network
DataVolumeGPRSUplink	M	11	The data volumes reflect the applic. data as precisely as possible as delivered by the user.
DataVolumeGPRSDownlink	M	11	The data volumes reflect the applic. data as precisely as possible as delivered by the user.
ChangeTime	M	14	Time stamp when this record was closed In case of a long call it is the time when last partial record was closed
RecordOpeningTime	M	14	Time stamp when this record was opened In case of a long call it is the time when first partial record was opened.
Duration	M	8	Duration of this record in the GGSN
CauseForRecClosing	M	2	The reason for the release of the connection
FirstSequenceNumber	A	12	In case of a normal call value is 1 In case of a long call indicates first combined partial's RecordSequenceNumber
RecordSequenceNumber	C	12	In case of a single call the value is 1. In case of a long call indicates last combined partial's RecordSequenceNumber

Εικόνα 4-6: Είδη πληροφορίας που περιέχονται στα CDR του CG

4-2 Τιμολόγηση υπηρεσιών

Η εισαγωγή του GPRS οδήγησε στην σύγκλιση της κινητής τηλεφωνίας με το Internet. Το αποτέλεσμα είναι, υπηρεσίες που ήταν μέχρι πρότινος διαθέσιμες από desktop συστήματα να είναι διαθέσιμες και από κινητό τηλέφωνο. Έτσι πέρα από την παραδοσιακή χρονοχρέωση για την χρήση του τηλεφώνου προκύπτει η ανάγκη για σωστή τιμολόγηση των πρόσθετων αυτών υπηρεσιών. Είναι άλλωστε αποδεδειγμένο ότι μια σωστή πολιτική χρέωσης βοηθά και στον έλεγχο της συμφόρησης ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου, ειδικά σε περιοχές με μεγάλο αριθμό συνδρομητών ή σε περιοχές με μικρή παροχή τέτοιων υπηρεσιών. Έτσι λοιπόν, για την χρέωση των υπηρεσιών αυτών προτάθηκαν, όπως θα δούμε και πιο κάτω, οικονομοτεχνικά μοντέλα,

ανάλογα με του Internet. Εξετάζουμε επομένως τα γνωστά μοντέλα χρέωσης και το αν αυτά προσαρμόζονται στις ανάγκες της αγοράς κινητών επικοινωνιών.

I) Metered charging

Πρόκειται για την προσφιλή τακτική των τηλεφωνικών εταιρειών. Ο συνδρομητής καλείται να πληρώσει κάποια πάγια δαπάνη σε μηνιαία συνήθως βάση και επιπρόσθετα πληρώνει μονάδες ανάλογες με τον χρόνο χρήσης της υπηρεσίας. Συνήθως η ύπαρξη πάγιου συνεπάγεται και την προσφορά δωρεάν χρόνου χρήσης.

Στην περίπτωση του GPRS, αυτή η τακτική δεν είναι πρόσφορη. Ο συνδρομητής μπορεί να ενεργοποιήσει ένα GPRS session, και μετά από κάποια ώρα να σταματήσει την χρήση της υπηρεσίας χωρίς να απενεργοποιήσει το session. Το μοντέλο αυτό μπορεί να λειτουργήσει στο GPRS, μόνο αν συνδυαστεί με άλλες παραμέτρους της κλήσης, όπως για παράδειγμα το αριθμό των πακέτων που ανταλλάχθηκαν.

II) Fixed Price Charging

Πρόκειται για ένα μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε πολύ στις ΗΠΑ, από τις τηλεφωνικές εταιρείες. Το τοπικό τηλεφώνημα παρέχονταν δωρεάν, ενώ χρέωση υπήρχε μόνο για τα υπεραστικά. Η εταιρεία κέρδιζε από τη απουσία διατάξεων και λογισμικού για τον υπολογισμό των τοπικών τηλεφωνημάτων, αλλά έχανε αν η χρήση αυτή ξεπερνούσε κάποια κατώφλια.

Η προσαρμογή του μοντέλου αυτού στο GPRS, θα μπορούσε να σημαίνει κανονική χρέωση των φωνητικών κλήσεων, με δωρεάν την παροχή υπηρεσιών δεδομένων. Κάτι τέτοιο προτείνεται μόνο κατά το στάδιο εισαγωγής της υπηρεσίας στην αγορά. Περαιτέρω συνέχιση, οδηγεί συνήθως σε συμφόρηση αφού όλοι θα προσπαθήσουν να επωφεληθούν από τις δωρεάν χρεώσεις.

III) Expected Capacity Charging

Στη μέθοδο αυτή η εταιρεία καθορίζει το βαθμό της χρήσης του δικτύου από μέρους του συνδρομητή σε καταστάσεις συμφόρησης. Έτσι ο συνδρομητής χρεώνεται βάση μιας ήδη συμφωνημένης τιμής για αυτό το επίπεδο εξυπηρέτησης. Έτσι, ο συνδρομητής χρεώνεται βάσει της αναμενόμενης χωρητικότητας που θα λάβει και όχι βάσει της μέγιστης. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ένα φίλτρο στη διεπιφάνεια δικτύου συνδρομητή που συγκρατεί την πρόσθετη χρήση του δικτύου από τον συνδρομητή και είτε να την απορρίπτει σε ώρες συμφόρησης, είτε να τη

χρεώνει συμπληρωματικά. Με τον τρόπο αυτό, η χρέωση προκύπτει από τις παραμέτρους αυτού του φίλτρου.

Το μοντέλο έχει το πλεονέκτημα ότι η χρέωση του συνδρομητή είναι προβλέψιμη και σταθερή. Αυτό με τη σειρά δίνει το πλεονέκτημα στους σχεδιαστές του δικτύου, να υπολογίσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τη χρήση του δικτύου βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Το μοντέλο αυτό στην πράξη, απαιτεί και τη χρήση μιας συμπληρωματικής μεθόδου χρέωσης, για τους συνδρομητές που ξεπερνούν τις συγκεκριμένες στάθμες εξυπηρέτησης.

IV) Packet Charging

Η τακτική αυτή, αρμόζει περισσότερο σε δίκτυα μεταγωγής πακέτων. Στο μοντέλο αυτό η χρέωση προκύπτει από την καταμέτρηση των πακέτων που ανταλλάσσονται κατά τη διάρκεια της χρήσης του δικτύου από τον συνδρομητή. Η μέθοδος αυτή έχει το πρόσθετο πλεονέκτημα να εξυπηρετεί τον υπολογισμό της χρέωσης τόσο προς το χρήστη όσο και προς άλλες εταιρείες που αποστέλλουν πακέτα προς το δίκτυο π.χ. ένας ISP προς το GPRS δίκτυο μιας εταιρείας κινητής τηλεφωνίας.

Η μέθοδος αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι η χρέωση μπορεί να γίνει με μεγάλη ακρίβεια, αφού παρέχεται η δυνατότητα καταγραφής της κίνησης ανά υπηρεσία. Από την άλλη πλευρά έχει το μειονέκτημα ότι αυτά τα συστήματα χρέωσης είναι αρκετά και πολύπλοκα με αποτέλεσμα η διαδικασία να είναι ακριβότερη από την αξία των πακέτων που ανταλλάχθηκαν.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι η τακτική αυτή είναι ένας καλός τρόπος περισσότερο για τον έλεγχο του δικτύου παρά για τον απ' ευθείας υπολογισμό της χρέωσης. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο αυτή συμπληρωματικά με κάποια άλλη μπορούμε να εξασφαλίσουμε ότι το bandwidth του δικτύου χρησιμοποιείται αποδοτικά και δεν υπερ-αναλώνεται από τους συνδρομητές.

V) Paris-Metro Charging

Το μοντέλο αυτό είναι εμπνευσμένο από τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Βασίζεται στη παροχή διαφοροποιημένων επιπέδων εξυπηρέτησης με τιμολόγηση της χρήσης του μέσου από τον συνδρομητή, για παράδειγμα ποια κατηγορία θέσης επιθυμεί σε μια πτήση.

Στα δίκτυα δεδομένων, αυτή η επιλογή μπορεί να γίνει δυναμικά και ο

συνδρομητής μπορεί να διαλέξει το επίπεδο της εξυπηρέτησης που επιθυμεί. Για παράδειγμα η αποστολή των επαγγελματικών email, να γίνεται με διαφορετικό ρυθμό από ότι η λήψη των προσωπικών email. Αν οι αιτήσεις για εξυπηρέτηση α' κλάσης είναι τόσες ώστε να δημιουργείται συμφόρηση, τότε κάποιες από αυτές υπόκεινται σε down grade.

Η μέθοδος αυτή δίνει το πλεονέκτημα στον συνδρομητή να καθορίσει το ύψος της χρέωσης του. Έχει όμως το μειονέκτημα να δυσκολεύει τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς του δικτύου. Επίσης απαιτεί από τα τηλεπικοινωνιακά πρωτόκολλα να προσθέτουν και μια κεφαλίδα για τον καθορισμό της κλάσης εξυπηρέτησης του συνδρομητή. Τέλος η χρήση του μοντέλου αυτού προϋποθέτει το διαχωρισμό του bandwidth σε διάφορες κατηγορίες εξυπηρέτησης, και κατά συνέπεια δεν επιτρέπει την πολύπλεξη μεταξύ τους.

Τα χαρακτηριστικά των παραπάνω μοντέλων συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα

Charging Model	Cost of implementation	Network overhead	Subscriber overhead	Provision for QoS Improvement
Metered Charging	High/Medium	Low	Low	No
Fixed Price Charging	Medium/Low	Low	Low	No
Packet Charging	High	High	Low	No
Expected Capacity Charging	Medium/High	Medium	Medium	Yes
Paris-Metro Charging	Medium	Medium/High	Medium/High	Yes

Πίνακας σύγκρισης μοντέλων χρέωσης.

Λαμβάνοντας υπ' όψη τα παραπάνω μπορούμε να προτείνουμε αρχιτεκτονικές χρέωσης οι οποίες να αποτελούν συνδυασμό των παραπάνω μοντέλων.

Μια πιθανή αρχιτεκτονική χρέωσης είναι συνδυασμός fixed price traffic και metered charging για τις φωνητικές κλήσεις. Δηλαδή με το πάγιο να

υπάρχει δωρεάν χρόνος ομιλίας και η πρόσθετη χρέωση να αρχίζει μόλις γίνει υπέρβαση του χρόνου αυτού. Για τις υπηρεσίες δεδομένων, όπως Web Browsing και email, μπορεί να χρησιμοποιηθεί αρχικά το expected capacity. Αν αυτό με τη σειρά ξεπερνιέται από τους συνδρομητές μπορεί να χρησιμοποιηθεί το packet charging.

Ας δούμε τώρα ποιες είναι οι ρυθμίσεις και οι χρεώσεις στην Ελλάδα από τις διάφορες εταιρείες

Είμαι συνδρομητής του δικτύου της CosmOTE
Το GPRS παρέχεται με μηνιαίο πάγιο €29,34 ευρώ (δε συμπεριλαμβάνεται Φ.Π.Α.) χωρίς επιπλέον χρέωση της χρήσης. Σύμφωνα με τη CosmOTE το μέγιστο επιτρεπτό όριο χρήσης είναι 40MB το μήνα, ωστόσο κάτι τέτοιο δεν φαίνεται να ισχύει στην πραγματικότητα... Για να ενεργοποιήσετε το GPRS θα πρέπει να είστε συνδρομητής με συμβόλαιο και να καλέσετε στο τμήμα εξυπηρέτησης πελατών.

Για να χρησιμοποιήσετε την υπηρεσία θα πρέπει να γίνουν ορισμένες ρυθμίσεις στο κινητό σας. Σε γενικές γραμμές ισχύουν τα ακόλουθα, τα οποία φυσικά θα πρέπει να εισάγετε στα κατάλληλα πεδία του κινητού:

Acces Point Name: wap
Data Bearer: GPRS
User Name: αριθμός κλήσης χωρίς το 697
Password: 1111
Promt password: NO
Authentication: Normal
Gateway IP Address: 010.010.010.010
Homepage: <http://wap.mycosmos.gr/>
Connection Security: OFF
Session Mode: Permanent

Είμαι συνδρομητής του δικτύου της Telestet

Το μηνιαίο πάγιο για μεμονωμένους πελάτες είναι 14,7 ευρώ με όριο χρήσης, σύμφωνα με τη Telestet, το 1MB. Το μηνιαίο πάγιο για τους εταιρικούς πελάτες είναι 26,4MB με όριο χρήσης τα 20MB. Για να ενεργοποιήσετε το GPRS θα πρέπει να είστε συνδρομητής με συμβόλαιο και να καλέσετε στο τμήμα εξυπηρέτησης πελατών.

Οι ρυθμίσεις είναι οι ακόλουθες:

Acces Point Name: gwap.b-online.gr
Data Bearer: GPRS
User Name: wap
Password: wap
Promt password: NO
Authentication: Normal
Gateway IP Address: 192.168.200.010
Homepage: <http://gateway.b-online.gr>
Connection Security: OFF
Session Mode: Permanent

Είμαι συνδρομητής του δικτύου της Vodafone

Οι ρυθμίσεις είναι οι ακόλουθες ωστόσο αν έχετε κάποιο multimedia κινητό μπορείτε να δείτε και το σχετικό FAQ για το Vodafone Live!.

Acces Point Name: wap.vodafone.gr
Data Bearer: GPRS
User Name: 3094XXXXXXX
Password: 1234
Promt password: NO
Authentication: Normal
Gateway IP Address: 213.249.019.049
Homepage: <http://wapplus.vodafone.gr/>
Connection Security: OFF
Session Mode: Permanent

4-3 Quality Of Service

I) Γενικές προδιαγραφές

Για τις τηλεφωνικές συσκευές που χρησιμοποιούν οι συνδρομητές έχουν καθορισθεί τρεις τρόποι λειτουργίας. Αυτοί είναι

Class A: Το κινητό μπορεί να δέχεται και GSM και GPRS υπηρεσίες σε δεδομένα όπως θα δούμε και παρακάτω επίπεδα QoS (Quality of Service).

Class B: Το κινητό μπορεί να είναι συνδεδεμένο (attached) και με τα δύο δίκτυα ταυτόχρονα αλλά να δέχεται υπηρεσίες μόνο από το ένα (Μόνο GSM ή μόνο GPRS).

Class C: Το κινητό μπορεί να είναι συνδεδεμένο σε ένα από τα δύο δίκτυα και η μεταγωγή από το ένα δίκτυο στο άλλο γίνεται από το χρήστη.

Στο κλασικό GSM, το κινητό χρησιμοποιεί ένα timeslot για το uplink και ένα για το downlink. Στο GPRS, αντίθετα δίνεται η δυνατότητα για χρήση περισσότερων του ενός timeslot, τόσο στο uplink όσο και στο downlink. Έτσι έχουν οριστεί διάφορες κλάσεις για την λειτουργία των κινητών που εξαρτώνται από τις ακόλουθες παραμέτρους

- Τον μέγιστο αριθμό timeslot που μπορεί να δεχθεί το κινητό ανά TDMA frame.
- Τον μέγιστο αριθμό timeslot που μπορεί να εκπέμψει το κινητό ανά TDMA frame
- Τον ολικό αριθμό timeslot που μπορεί να χρησιμοποιήσει το κινητό ανά TDMA frame
- Τον χρόνο που απαιτείται ώστε το κινητό να κάνει τις μετρήσεις για τα επίπεδα στάθμης των γειτονικών cell και να τεθεί σε κατάσταση εκπομπής.
- Τον χρόνο που απαιτείται ώστε το κινητό να κάνει τις μετρήσεις για τα επίπεδα στάθμης των γειτονικών cell και να τεθεί σε κατάσταση λήψης.
- Η ύπαρξη ή όχι της δυνατότητας του κινητού να εκπέμψει και να δέχεται ταυτόχρονα.

Ας δούμε τώρα τι συμβαίνει από την πλευρά του δικτύου. Σε κάθε PDP Context Activation, αντιστοιχεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο QoS. Στο Release 98 των συστάσεων της ETSI καθορίζονται τρία τέτοια προφίλ. Αυτά είναι

- QoS Profile Subscribed (Αυτό που ζητείται βάση του συμβολαίου σύνδεσης)
- QoS Profile Requested (Αυτό που ζητείται κατά την έναρξη της κλήσης)
- QoS Profile Negotiated (Αυτό που παρέχει τελικά το δίκτυο)

Κάθε τέτοιο προφίλ απαρτίζεται από πέντε επιμέρους χαρακτηριστικά (Εικόνα 4-7).



Εικόνα 4-7: παράγοντες καθορισμού του QOS

Αυτά είναι:

Precedence Class: Εδώ καθορίζεται η προτεραιότητα που δίνει το δίκτυο στη διατήρηση της παρεχόμενης υπηρεσίας. Το χαρακτηριστικό αυτό μπορεί να έχει μια από τις τιμές

- High στην οποία το δίκτυο εγγυάται τη διατήρηση της υπηρεσίας
- Normal που εγγυάται τη διατήρηση της υπηρεσίας σε βάρος των χαμηλής προτεραιότητας χρηστών
- Low στην οποία η υπηρεσία διατηρείται αφού ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις των υψηλότερων προτεραιοτήτων.

Delay Class: Λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της μετάδοσης του GPRS, είναι δυνατό να υπάρχουν καθυστερήσεις στη μετάδοση των πακέτων. Έτσι το χαρακτηριστικό αυτό καθορίζει τη μέγιστη τιμή της μέσης καθυστέρησης στην οποία υπόκεινται τα δεδομένα που διέρχονται από ένα άκρο σε άλλο στο GPRS δίκτυο. Στα δίκτυα αυτά υπάρχουν 4 κατηγορίες καθυστέρησης. Στην πράξη χρησιμοποιείται η κατηγορία 4 (best effort).

Reliability classes: Στην κατηγορία αυτή ορίζονται οι πιθανότητες να υπάρξει

- Απώλεια δεδομένων
- Διπλότυπα των δεδομένων
- Άφιξη δεδομένων με λάθος σειρά
- Καταστροφή δεδομένων

Οι βαθμοί αξιοπιστίας καθορίζουν τις απαιτήσεις που υπάρχουν από το κάθε πρωτόκολλο που απαρτίζει τα στρώματα του GPRS. Οι κλάσεις αυτές καθορίζονται από συνδυασμούς που γίνονται στους τρόπους

λειτουργίας των πρωτοκόλλων GTP, LLC και RLC. Στον πίνακα 4-8 περιγράφονται οι βαθμοί αξιοπιστίας.

Reliability Class	GTP Mode	LLC Frame Mode	LLC Data Protection	RLC Block Mode	Traffic Type
1	Acknowledged	Acknowledged	Protected	Acknowledged	Non real-time traffic, error-sensitive application that cannot cope with data loss
2	Unacknowledged	Acknowledged	Protected	Acknowledged	Non real-time traffic, error-sensitive application that can cope with infrequent data loss
3	Unacknowledged	Unacknowledged	Protected	Acknowledged	Non real-time traffic, error-sensitive application that can cope with data loss GMM/SM and SMS
4	Unacknowledged	Unacknowledged	Protected	Unacknowledged	Real-time traffic, error sensitive application that can cope with data loss.
5	Unacknowledged	Unacknowledged	Unprotected	Unacknowledged	Real-time traffic, error non-sensitive application that can cope with data loss

Πίνακας 4-8: Βαθμοί αξιοπιστίας στο GPRS

Throughput Classes: Πρόκειται για το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που ζητήθηκε από το συνδρομητή. Καθορίζεται από δύο παραμέτρους που των οποίων η τελική τιμή κανονίζεται κατά την έναρξη της σύνδεσης. Αυτές είναι

- Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης,
- Ο μέσος ρυθμός μετάδοσης όπου περιλαμβάνονται και οι χρονικές στιγμές κατά τις οποίες δε μεταδίδονται δεδομένα.

Το δίκτυο μπορεί να μεταβάλει τις τιμές αυτών των παραμέτρων οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια μιας σύνδεσης. Έτσι το αναμενόμενο bit rate (μέγιστο και μέσο) αντιστοιχεί σε κλάσεις.

Πιο συγκεκριμένα το μέγιστο bit rate περιγράφεται από τις κλάσεις 1-9 δηλαδή αντιστοιχεί σε ρυθμούς 8,16,32,64... kbps (Πίνακας 4-9). Η παράμετρος αυτή καθορίζει την ταχύτητα με την οποία θα μεταδοθούν τα δεδομένα μέσα από το δίκτυο για κάθε ενεργοποίηση PDP. Δεν παρέχεται καμία εγγύηση ότι, θα επιτευχθεί μέγιστος αυτός ρυθμός. Αυτό εξαρτάται από τις δυνατότητες του κινητού και τους διαθέσιμους πόρους του ραδιοδικτύου. Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων δεν εξαρτάται από την κλάση καθυστέρησης.

Max. Throughput Class	Max. Throughput in octets per second
1	Up to 1000 (8 kbit/s).
2	Up to 2000 (16 kbit/s).
3	Up to 4000 (32 kbit/s).
4	Up to 8000 (64 kbit/s).
5	Up to 16000 (128 kbit/s).
6	Up to 32000 (256 kbit/s).
7	Up to 64000 (512 kbit/s).
8	Up to 128000 (1024 kbit/s).
9	Up to 256000 (2048 kbit/s).

Πίνακας 4-9: Κλάσεις μέγιστου ρυθμού μετάδοσης

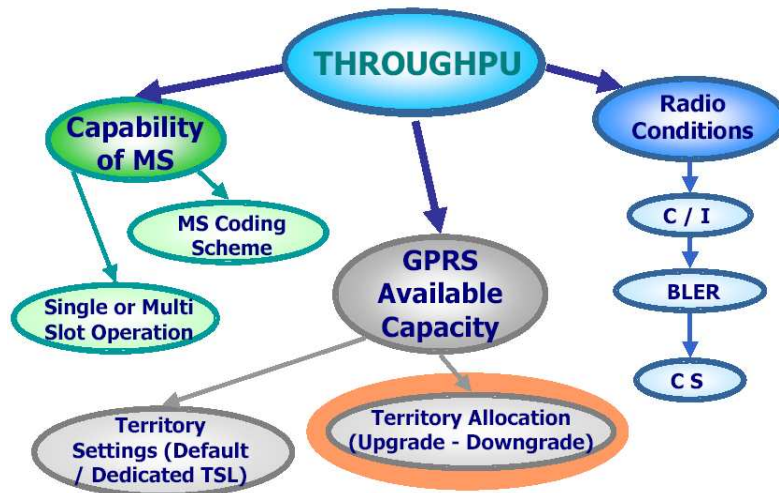
Ο μέσος ρυθμός μετάδοσης από την άλλη περιγράφεται από τις κλάσεις 1-19, δηλαδή από 0.22 bit/s έως 111kbit/s (Πίνακας 4-10). Εκτός από αυτές που δίνονται στον επόμενο πίνακα υπάρχει και η κλάση best effort. Στην κλάση αυτή, το bandwidth διατίθεται τόσο σε σχέση με την απαίτηση που υπάρχει όσο και σε σχέση με την διαθεσιμότητα.

Mean Throughput Class	Mean Throughput in octets per hour
1	Best effort.
2	100 (~0.22 bit/s).
3	200 (~0.44 bit/s).
4	500 (~1.11 bit/s).
5	1 000 (~2.2 bit/s).
6	2 000 (~4.4 bit/s).
7	5 000 (~11.1 bit/s).
8	10 000 (~22 bit/s).
9	20 000 (~44 bit/s).
10	50 000 (~111 bit/s).
11	100 000 (~0.22 kbit/s).
12	200 000 (~0.44 kbit/s).
13	500 000 (~1.11 kbit/s).
14	1 000 000 (~2.2 kbit/s).
15	2 000 000 (~4.4 kbit/s).
16	5 000 000 (~11.1 kbit/s).
17	10 000 000 (~22 kbit/s).
18	20 000 000 (~44 kbit/s).
19	50 000 000 (~111 kbit/s).

Πίνακας 4-10: Κλάσεις μέσου ρυθμού μετάδοσης

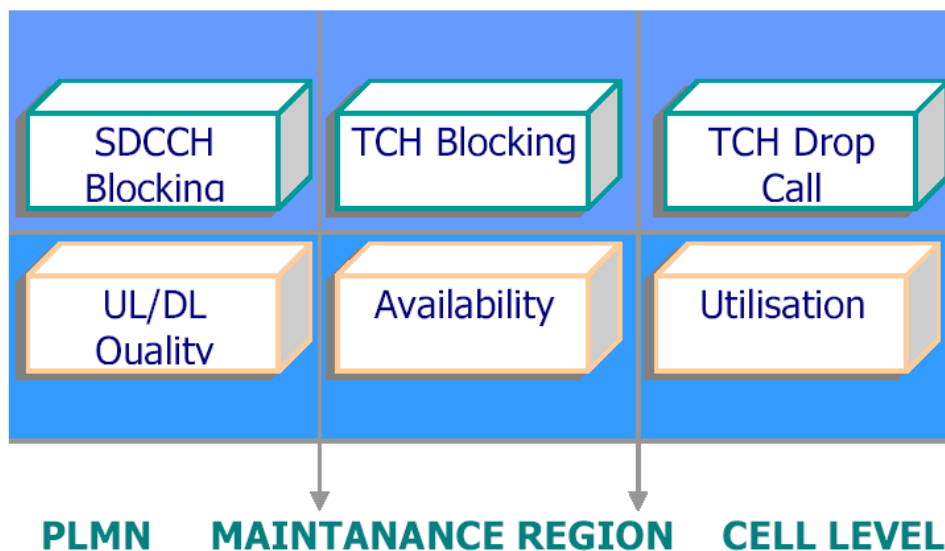
Στην πραγματικότητα το μέσο throughput που λαμβάνει ο χρήστης είναι

αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των παραμέτρων που φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



II) Δείκτες επίδοσης QOS σε ένα GSM/GPRS δίκτυο

Στο GSM, οι δείκτες επίδοσης του QoS είναι αυτοί που φαίνονται στην εικόνα 4-11.



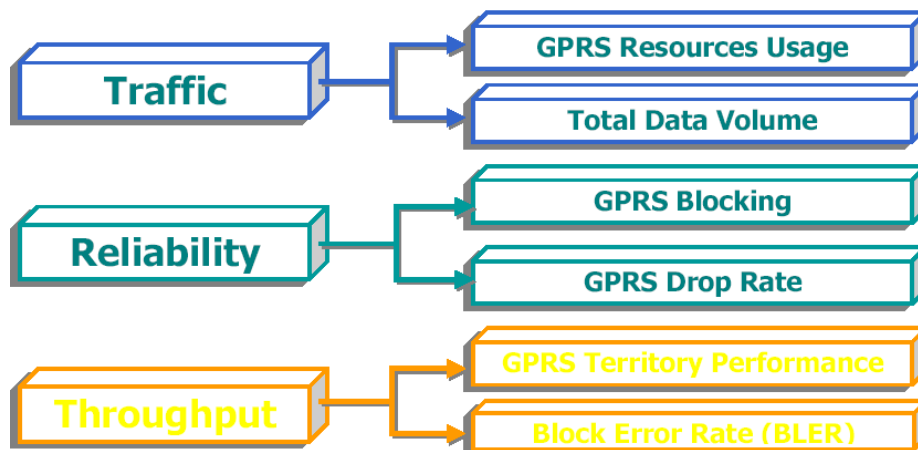
Εικόνα 4-11: Δείκτες επίδοσης GSM δικτύου

Πιο συγκεκριμένα

- Ο δείκτης SDCCH Blocking, αναφέρεται στην πιθανότητα απόρριψης αιτήματος συνδρομητή για δέσμευση καναλιού σηματοδοσίας.
- Ο δείκτης TCH Blocking αναφέρεται στην πιθανότητα απόρριψης αιτήματος συνδρομητή για χορήγηση καναλιού φωνής
- δείκτης TCH drop, αναφέρεται στην πιθανότητα ανώμαλου τερματισμού μιας κλήσης για παράδειγμα λόγω κακού handover
- δείκτης UL/DL quality, σε συνδυασμό με τους δείκτες UL/DL Strength περιγράφει την ποιότητα του της ζεύξης μεταξύ κινητού και σταθμού βάσης.
- Ο δείκτης availability περιγράφει την διαθεσιμότητα των timeslot στα διάφορα interfaces.
- δείκτης utilisation περιγράφει το βαθμό χρησιμοποίησης των πόρων του συστήματος.

Η μελέτη των δεικτών αυτών γίνεται σε επίπεδο δικτύου (Public Mobile Network PLMN), Maintenance Region (MR π.χ Κεντρική Μακεδονία), και cell

Οι αντίστοιχοι δείκτες για το GPRS, φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Πιο συγκεκριμένα υποδιαιρούνται σε τρεις κατηγορίες : **Κίνηση, αξιοπιστία και Throughput.**

- Ο δείκτης GPRS Resource Usage μετριέται σε timeslot και ορίζεται από τη σχέση

$$\text{GPRS TSL USAGE} = \text{DATA VOLUME} / (\text{CAPACITY} / \text{TSL})$$

Από το δείκτη αυτό μπορούμε να υπολογίσουμε αν χρειαζόμαστε επέκταση της χωρητικότητας ή όχι

- Ο δείκτης Total Data Volume, περιγράφει τον ολικό αριθμό δεδομένων τόσο στο UL όσο και στο DL και για τα δύο είδη κωδικοποίησης CS1 και CS2.
Από τη μελέτη του δείκτη αυτού ανά cell μπορούμε να βρούμε ποιες περιοχές στο δίκτυο είναι Hot Spots. Παράλληλα από την ανάλυση σε επίπεδο PLMN, μπορούμε να γνωρίζουμε αν η χωρητικότητα του SGSN, είναι αρκετή.
- Ο δείκτης GPRS blocking, δίνεται από τη σχέση

$$\text{GPRS Blocking} = \text{Resource Denials} / \text{Resource Requests}$$

Από τη μελέτη του μπορούμε να υπολογίσουμε αν σε κάποιο cell πρέπει να αυξήσουμε την χωρητικότητα.

5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η σχεδίαση ενός GPRS δικτύου. Η παρουσίαση αυτή θα μας βοηθήσει να καταλάβουμε πάνω σε ποιες βάσεις αναπτύσσεται ένα τέτοιο δίκτυο, που να εξασφαλίζει ένα υψηλό QoS, τόσο για τις φωνητικές όσο και για τις GPRS κλήσεις.

Η σχεδίαση ενός τέτοιου δικτύου επηρεάζεται από τρεις παράγοντες. Αυτοί είναι

- Υπάρχουσα δομή δικτύου: δηλαδή πληροφορίες για τον αριθμό των cells του GSM δικτύου, για το υφιστάμενο δίκτυο μετάδοσης και για το δίκτυο δεδομένων.
- Απαιτήσεις για χωρητικότητα: Στην περίπτωση του GPRS, αυτό σημαίνει πρόβλεψη αριθμού συνδρομητών, εκτίμηση της GPRS κίνησης, καθώς και του βαθμού γεωγραφικής κάλυψης με GPRS υπηρεσίες
- Μελλοντικά σενάρια: δηλαδή τις διαθέσιμες της εταιρείας παροχής τέτοιων υπηρεσιών για επέκταση του δικτύου και υιοθέτηση νέων τεχνολογιών.

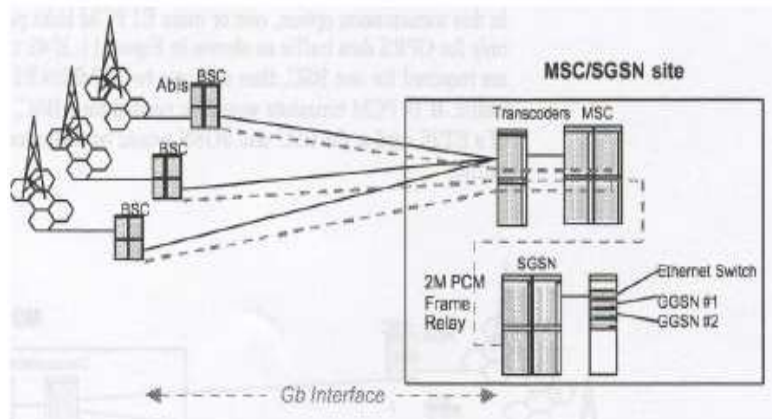
Τα παραπάνω δίνονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 5-1

Current network parameters	Number of MSC, HLR, BSC, BTS, cells
GPRS penetration	Penetration by user segment % of subscribers GPRS attached at one time
Subscriber load (circuit switched and GPRS)	Busy hour / Peak / Off peak
Level of service offered	Busy hour / Off peak average kbit/s throughput
Interconnection tariffs, IP backbone network and transmission network costs	For example, to Internet service provider 2M PCM and/or Frame Relay network
Subscriber tariffs	Entrance tariff, monthly tariff (per service) Charge per minute GPRS attached Charge per IP context activated Price per bit transferred (Peak / Off peak)
Service launch and operational costs	Marketing costs, network operational costs, service provision costs (dealer training, customer care system, etc.).

Πίνακας 5-1: Παράγοντες που επηρεάζουν τη σχεδίαση ενός GPRS δικτύου.

Τοπολογία δικτύου

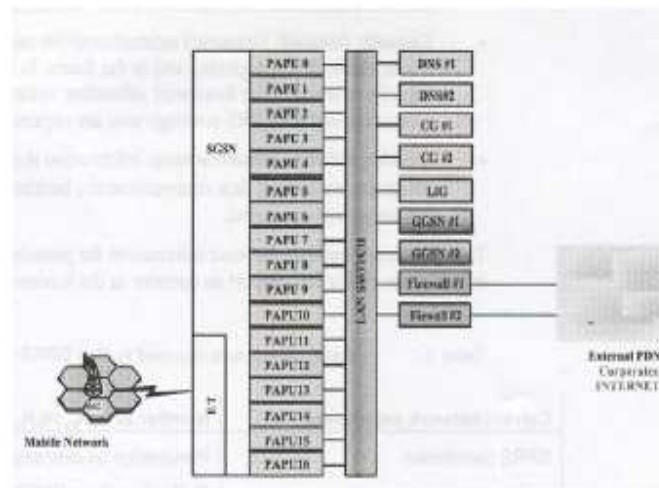
Η τοπολογία ενός GPRS δικτύου έχει συνήθως τη μορφή της εικόνας 5-2.



Εικόνα 5-2: Τοπολογία GPRS δικτύου

Η εικόνα αυτή δείχνει ότι μπορεί να υλοποιηθεί ένα τέτοιο δίκτυο με όλα τα βασικά στοιχεία του (core elements), να συγκεντρώνονται σε ένα χώρο. Η υλοποίηση βασικών interfaces, όπως για παράδειγμα του Gb, γίνεται μέσω των υφιστάμενων Alter interface.

Στην εικόνα 5-3 μπορούμε να δούμε τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται στον SGSN, τα άλλα στοιχεία του δικτύου, όπως τα GGSN, και τα Charging Gateway που μπορεί να υλοποιηθεί με ένα LAN switch.



Εικόνα 5-3:Σύνδεση στοιχείων δικτύου GPRS, με το SGSN

5-1 Σχεδίαση Air interface

A) GSM cell

Ο αριθμός των καναλιών σε ένα αμιγώς GSM cell εξαρτάται από τον αριθμό των συχνοτήτων (πομποδεκτών –TRX) που χρησιμοποιούνται. Πρακτικά προκύπτει από τον τύπο(το # σημαίνει αριθμός)

$$\#TS_j = \#TRX_j * 8 \quad (1)$$

Αν π.χ. χρησιμοποιούνται 2 συχνότητες τότε έχουμε 16 timeslot (GSM ή GPRS)

Επιπρόσθετα, τα timeslot χωρίζονται σε traffic channels (TCH) και σε control channels (σηματοδοσίες-CCCH). Έτσι ισχύει η σχέση

$$\#TS_j = \#TS-CCCH_j + \#TS-TCH_j \quad (2)$$

Στον πίνακα 5-4, δίνεται η κατανομή των timeslot σε CCCH και TCH

#TRX	#TS	#TS-TCH	#TS-CCCH
1	8	7	1
2	16	14	2
3	24	22	2
4	32	30	2
5	40	38	2
6	48	44	4
7	56	52	4
8	64	60	4

Πίνακας 5-4: Κατανομή των timeslot σε ένα αμιγώς GSM cell

Ο υπολογισμός του αριθμού των καναλιών για ένα GSM cell γίνεται με βάση την Erlang-B κατανομή ένα τμήμα της οποίας δίνεται στον πίνακα 5-5. Αξίζει να σημειώσουμε ότι, για να είναι σωστός ο σχεδιασμός, υπολογίζουμε πάντα τα Busy Hour (BH) Erlang, δηλαδή την ώρα εκείνη της μέρας με την μέγιστη κίνηση.

No of TRX (TCH)	GSM Traffic (offered) @1% blocking (Erl)	GSM Traffic (offered) @ 2% blocking (Erl)
1 (7)	2.5	2.9
2 (14)	7.4	8.2
3 (22)	13.7	14.9
4 (30)	20.3	21.9
5 (38)	27.3	29.2
6 (44)	34.3	36.5
7 (54)	41.5	43.9
8 (62)	48.7	51.5

Πίνακας 5-5: Κατανομή Erlang B

B) GSM-GPRS cell

Υπολογισμός του αριθμού των timeslot

Η προσθήκη του GPRS, οδηγεί σε έναν ακόμα διαχωρισμό των timeslot ενός cell. Έτσι έχουμε τα timeslot για φωνητικές ή HCS D κλήσεις και τα GPRS timeslot. Στο υπόλοιπο της μελέτης τα πρώτα ονομάζονται CSW timeslot ενώ τα δεύτερα GPRS timeslot. Επομένως ισχύει

$$\#TS-TCH=\#TS(CSW)j+\#TS(GPRS)j \quad (3)$$

Πρέπει να τονισθεί, ότι θεωρούμε πως η CSW κίνηση, έχει προτεραιότητα σε σχέση με την GPRS. Αυτό σημαίνει ότι όλη η κίνηση θα εξυπηρετηθεί με από timeslot, που δε δεσμεύονται από φωνητικές κλήσεις. Για να υπολογίσουμε τον αριθμό των GPRS timeslot ενός cell λαμβάνουμε υπόψη τις εξής παραμέτρους

- Αριθμός GPRS συνδρομητών στο cell j(#GPRSj)
- Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης ανά συνδρομητή στο cell(Peak ThroughPut-PTj)
- Ποσοστό GPRS χρηστών που συνδέονται στο δίκτυο στην ώρα αιχμής BH (%Attached Subscribers –ASj)
- Ποσοστό των συνδεδεμένων χρηστών που έχουν ενεργοποιήσει μετάδοση δεδομένων (%PDPj)
- Αριθμός ταυτόχρονων GPRS κλήσεων(#SGSj). Ισχύει η σχέση

$$\#SGSj=\#GSj* \%Asj * \%PDPj \quad (4)$$

Υπάρχουν δύο επιπρόσθετοι περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Ο πρώτος αφορά τον αριθμό των συνδρομητών που μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα timeslot στο uplink. Επειδή το MAC επίπεδο του GPRS χρησιμοποιεί 3 bit για το USF (Uplink State Flag), μόνο επτά συνδρομητές μπορούν να μοιραστούν ένα GPRS timeslot. Έτσι ισχύει

$$TS (GPRS) \geq \#SGSj/7 \quad (5)$$

Ο δεύτερος αφορά τον περιορισμό στο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων/GPRS timeslot.

Το συνολικό ThroughPut (TTj) σε ένα cell δίνεται από τη σχέση

$$TTj.PTj * \#GSj * \%Asj * \%PDPj \quad (6)$$

Η σχέση αυτή μας βοηθά να καταλάβουμε τι συμβαίνει στο application layer. Όταν τα δεδομένα είναι έτοιμα προς μετάδοση έχει ήδη προστεθεί ένας αριθμός από επικεφαλίδες που εξαρτάται από το σχήμα κωδικοποίησης όπως φαίνεται από τον πίνακα 5-6.

Coding scheme	Raw throughput	User data rate	Ratio
CS-1	9.05 kbit/sec	7.41 kbit/sec	1.221
CS-2	13.4 kbits/sec	11.1 kbits/sec	1.207

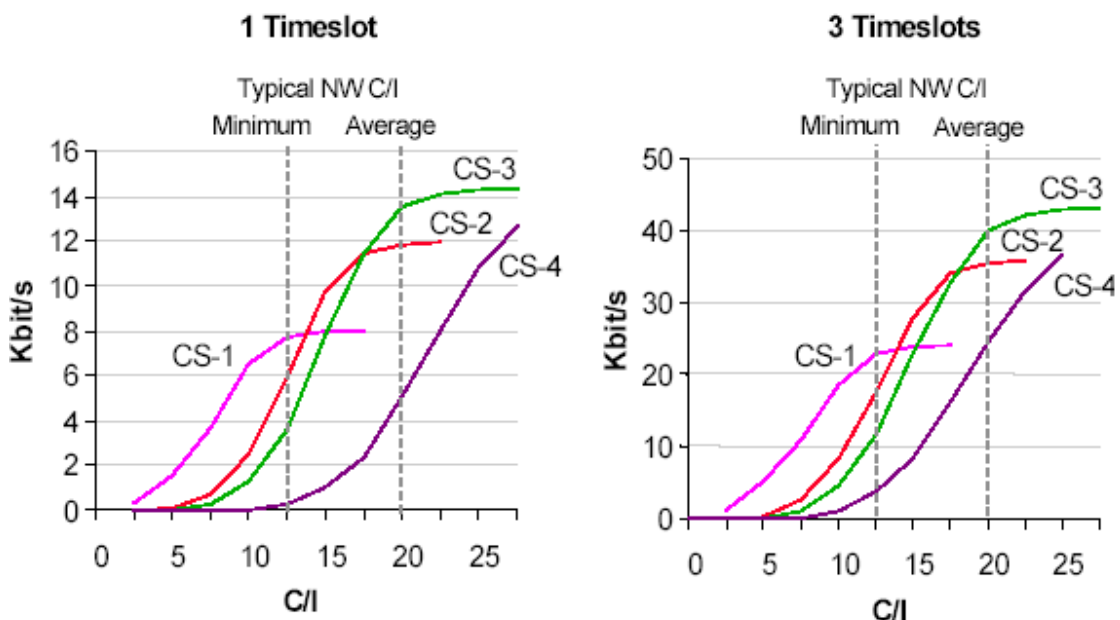
Πίνακας 5-6: Ρυθμοί μετάδοσης σε σχέση με το σχήμα κωδικοποίησης

Επομένως ισχύει

$$\#TS(GPRS) = \#TTj / \text{Coding Scheme User Data Rate} \quad (7)$$

Το ποια κωδικοποίηση θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από την ποιότητα του ραδιοδικτύου και συγκεκριμένα τον λόγο Carrier/Interference. Επίσης το τελικό data rate, εξαρτάται από τον αριθμό των timeslot που μπορεί να χρησιμοποιήσει το κινητό στο downlink. Οι δύο αυτοί παράγοντες συνοψίζονται στην εικόνα 5-7

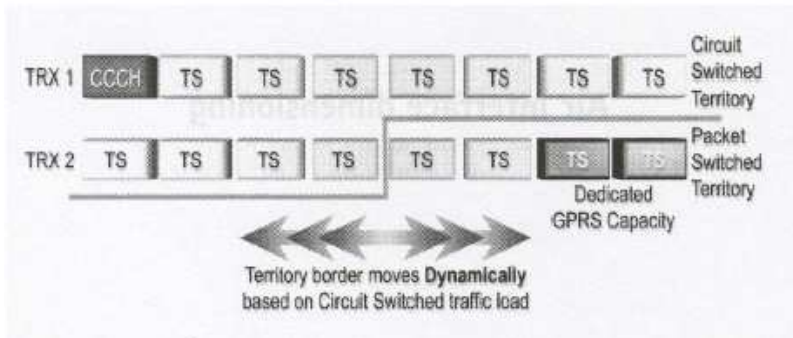
Ο αριθμός των GPRS timeslot τελικώς, είναι το μέγιστο των τιμών των εξισώσεων (5) και (7).



Εικόνα 5-7: Επιδόσεις των Coding Schemes σε σχέση με την ποιότητα του ραδιοδικτύου και του αριθμού timeslot που χρησιμοποιεί το κινητό.

5-2 GPRS χωρητικότητα

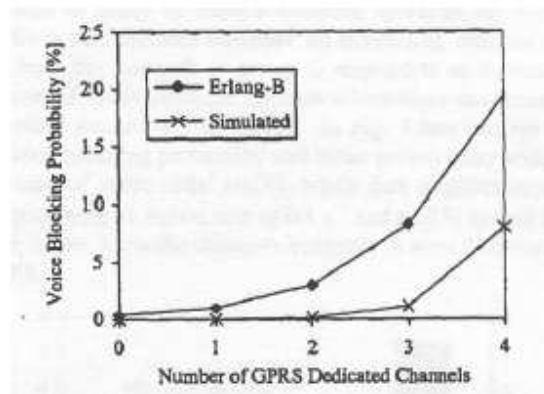
Τα GPRS timeslot, σε ένα cell, κατανέμονται δυναμικά σε δύο ομάδες. Αυτό φαίνεται στην εικόνα 5-8



Εικόνα 5-8 : Τύποι χωρητικότητας σε ένα GPRS cell

Μόνιμα διαθέσιμη Χωρητικότητα (Dedicated GPRS Capacity-CDED)

Είναι δυνατό να καθορισθεί σε μόνιμη βάση, ένας συγκεκριμένος αριθμός χρονοθυρίδων που θα παρέχει υπηρεσίες GPRS. Οι χρονοθυρίδες αυτές δεν είναι δυνατό να διατεθούν για CSW. Ο παραπάνω καθορισμός εξασφαλίζει ότι η πρόσβαση στο GPRS είναι μόνιμα διαθέσιμη από το cell. Από την άλλη πλευρά όμως είναι πιθανή η αύξηση των επιπέδων blocking για τις CSW κλήσεις, αφού ο αριθμός των διαθέσιμων για αυτές πόρων είναι μειωμένος. Στο διάγραμμα 5-9 δίνονται τα αποτελέσματα εξομοίωσης για την πιθανότητα απόρριψης φωνητικών κλήσεων σε σχέση με τον αριθμό των μόνιμα διατιθέμενων timeslot για GPRS. Παρατηρούμε ότι από τα 4timeslot και πάνω, το blocking αυξάνεται υπερβολικά

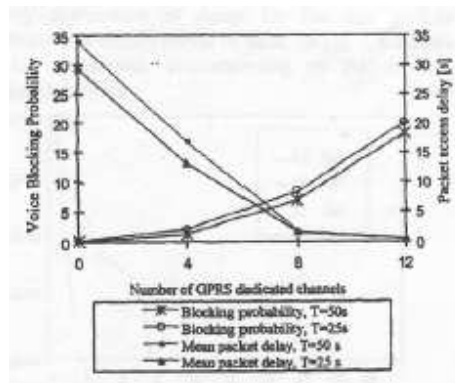


Διάγραμμα 5-9: Πιθανότητα απόρριψης κλήσης σε σχέση με τον αριθμό μόνιμα διατιθέμενων GPRS timeslot

Προεπιλεγμένη χωρητικότητα(Default GPRS Capacity-CDEF)

Η χωρητικότητα αυτή θα διατεθεί μόνο αν η ζήτηση για CSW το επιτρέψει. Οι χρονοθυρίδες αυτές στιγμιαία μόνο εντάσσονται στη ομάδα των GPRS χρονοθυρίδων. Στην περίπτωση αυτή, θεωρούμαι ότι οι CSW υπηρεσίες έχουν προτεραιότητα σε σχέση με τις GPRS. Σε περίπτωση απουσίας GPRS κλήσεων, η παραπάνω χωρητικότητα θα διατεθεί στις CSW υπηρεσίες αν αυτό απαιτηθεί. Αν από την άλλη η ζήτηση για CSW μειωθεί τότε η χωρητικότητα αυτή διατίθεται και πάλι στο GPRS, ανεξάρτητα από το αν υπάρχει ζήτηση ή όχι.

Ας δούμε λοιπόν ένα απλό παράδειγμα σχεδίασης του air interface GPRS δικτύου το οποίο αξιοποιεί τη δομή ενός υπάρχοντος GSM δικτύου. Στόχος της μελέτης είναι να ορίσουμε τον αριθμό των GPRS timeslot/cell ώστε να έχουμε ένα δεδομένο GoS για τις φωνητικές κλήσεις και παράλληλα να μελετηθεί το μέγιστο throughput στα data που μπορεί να δώσει ένα τέτοιο δίκτυο.



Διάγραμμα 5-10: Πιθανότητα απόρριψης φωνητικής κλήσης σε σχέση με τον αριθμό μόνιμα διατιθέμενων GPRS timeslot

Σε ένα πραγματικό δίκτυο η σχεδίαση γίνεται με GoS 1%. Επίσης ο μέσος χρόνος συγκράτησης μιας κλήσης είναι $t_{avg}=25-30sec$. Στο διάγραμμα 2 βλέπουμε την πιθανότητα απόρριψης μιας φωνητικής κλήσης μέσης διάρκειας 25sec.

Το πρώτο λοιπόν συμπέρασμα για ένα τέτοιο δίκτυο τόσο από εξομοιώσεις όσο και από τα πραγματικά δεδομένα είναι ότι μειώνεται ραγδαία η εξυπηρέτηση των φωνητικών κλήσεων με $CDEF=4timeslot$. Ας προχωρήσουμε λοιπόν στην σχεδίαση ενός δικτύου με δεδομένο GoS για το CSW

Υποθέτουμε λοιπόν τα εξής
Πληθυσμός περιοχής: 1.000.000
Εταιρείες τηλεπικοινωνιών: 3 επομένως θεωρούμε την διείσδυση της
κάθε μίας =33%
Κίνηση ανά συνδρομητή(ώρα αιχμής): 25mErl

Αρχικώς υπολογίζουμε τον συνολικό αριθμό συνδρομητών που πρέπει να εξυπηρετήσουμε (ώρες αιχμής)

Ολική κίνηση = Πληθυσμός x διείσδυση x Κίνηση ανά συνδρομητή
=7500 Erl

Ακολουθώς εξετάζουμε την δομή του υπάρχοντος GSM δικτύου

Θεωρούμε ότι η εταιρεία διαθέτει εύρος ζώνης, 7,8Mhz ή 39 συχνότητες για τη συγκεκριμένη περιοχή. Έστω ότι ο λόγος επαναχρησιμοποίησης για τις BCCH συχνότητες είναι 15 και για τις άλλες 12. Θεωρώντας ότι κάθε BCCH συχνότητα έχει 6 κανάλια για κίνηση και 2 για σηματοδότηση σε αυτές τις συχνότητες έχουμε $N_1=6 \times 15 =90$ κανάλια φωνής. Οι υπόλοιπες συχνότητες δίνουν $N_2=8 \times 24=192$ κανάλια φωνής. Λαμβάνοντας υπόψη ότι $N_2/N_1 =2$ καταλήγουμε ότι η εταιρεία χρησιμοποιεί 3 συχνότητες αν cell. Η μία από αυτές έχει κανάλια σηματοδότησης και οι άλλες δύο δεν έχουν. Άρα συνολικά έχουμε $1 \times 6 + 2 \times 8 = 22$ κανάλια φωνής (TCH). Επίσης η διαφορά στο reuse (15 με 12) επιτρέπει την ύπαρξη 3 BCCH συχνοτήτων στο ίδιο γεωγραφικό σημείο. Άρα κάθε BTS έχει 3 cell των 3 συχνοτήτων.

Σύμφωνα με την κατανομή Erlang, για 2%GoS, τα 22 κανάλια εξυπηρετούν 15,4 Erlang περίπου.

Επομένως για τα 7500 Erlang που είναι η ολική κίνηση χρειαζόμαστε

Αριθμός cell = Ολική κίνηση /χωρητικότητα του cell δηλαδή

$N=7500/15,4 =487$ cells των τριών συχνοτήτων .

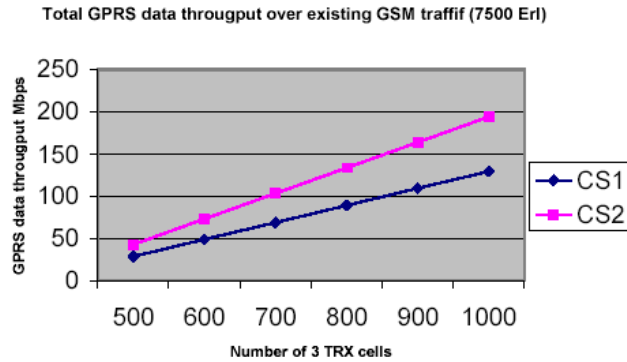
Αν υποθέσουμε ότι από τα 22 κανάλια τα 16 είναι μόνιμα κατειλημμένα για να αντιμετωπίσουν την φωνητική κίνηση τότε υπάρχουν 6 timeslot διαθέσιμα για GPRS

Χρησιμοποιώντας κωδικοποίηση CS-1 έχουμε throughput $6 \times 9,6 = 57,6$ kbps/cell

Χρησιμοποιώντας κωδικοποίηση CS-2 έχουμε throughput $6 \times 24,4 = 86,4$ kbps/cell

Με τα παραπάνω δεδομένα μπορούμε να σχεδιάσουμε το δίκτυο ακολουθώντας το διάγραμμα 5-11. Στο διάγραμμα αυτό βλέπουμε πως

μεταβάλλεται το GPRS data throughput ανάλογα με τον αριθμό των cell με ελεύθερη παράμετρο την GSM κίνηση.



Διάγραμμα 5-11: Throughput σε σχέση με τον αριθμό των cell

Το διάγραμμα αυτό βρίσκεται πολύ κοντά στην πραγματικότητα αφού όλα τα GPRS δίκτυα παρέχουν και τους δύο τρόπους κωδικοποίησης CS-1, CS-2.

Στον πίνακα 5-12 δίνονται ενδεικτικές τιμές του παραπάνω διαγράμματος καθώς και η κατανομή των καναλιών στις δύο χωρητικότητες του cell.

GPRS CAPACITY (PDTCH)					
Erl	cells	Erl/cell	required TCH	DEDICATED	DEFAULT
7500	500	15	22	0	6
7500	600	13	19	2	8
7500	700	11	17	4	10
7500	800	9	15	6	12
7500	900	8	14	7	13
7500	1000	8	13	8	13

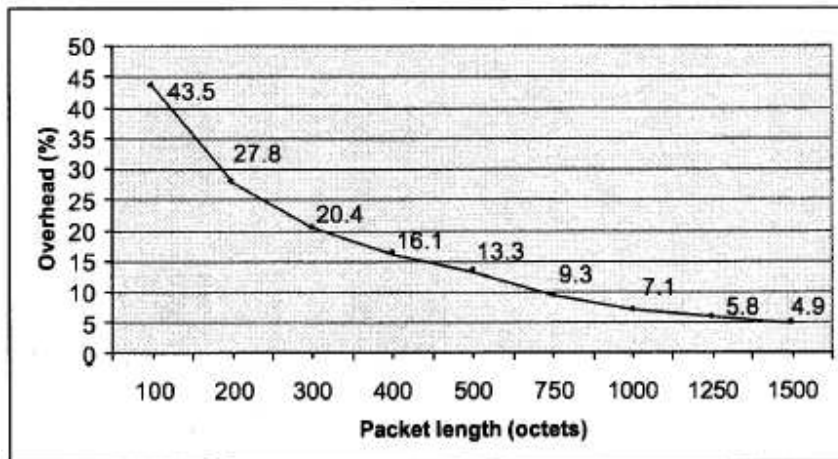
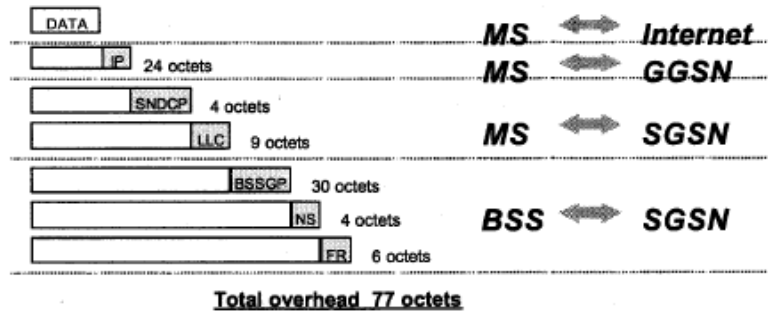
Πίνακας 5-12: Τιμές χωρητικότητας ανά cell

5-3 Σχεδίαση Gb Interface

Η σχεδίαση του Gb interface απαρτίζεται από δύο στάδια. Το πρώτο είναι ο σχεδιασμός του δικτύου μετάδοσης (transmission planning), ενώ το δεύτερο είναι η διαστασιοποίηση των frame relay συνδέσεων (frame relay link dimensioning).

Η σχεδίαση του Gb interface βασίζεται στα δεδομένα που έχουμε για τις ώρες αιχμής του δικτύου. Η κίνηση αυτή μετριέται σε bits/sec, και όχι σε Erlang.

Όταν ένας χρήστης αποστέλλει ένα πακέτο πληροφορίας μέσω ενός δικτύου τα διάφορα επίπεδα (layers) του δικτύου προσθέτουν από μία κεφαλίδα. (Εικόνα 5-13). Όπως είναι επόμενο το μήκος του πακέτου μεταβάλλεται, το ίδιο και οι ανάγκες για χωρητικότητα στο δίκτυο μετάδοσης.



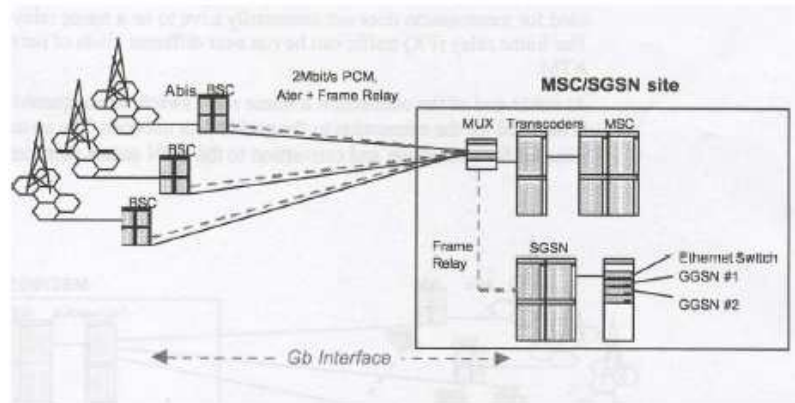
Εικόνα 5-13:Μεταβολή του μήκους ενός πακέτου

A) Σχεδίαση δικτύου μετάδοσης

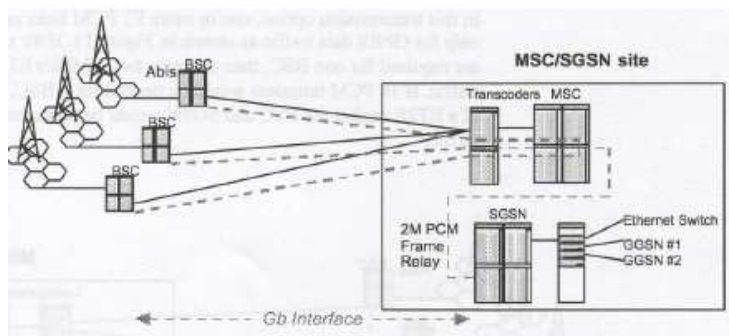
Για το δίκτυο μετάδοσης, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο θα συνδέεται ο SGSN με τα BSC, υπάρχουν αρκετές επιλογές. Αυτό που συνήθως εφαρμόζεται στα πρώτα στάδια ανάπτυξης ενός GPRS δικτύου είναι η χρησιμοποίηση του υπάρχοντος δικτύου μετάδοσης για το Ater interface του GSM. Αργότερα υπάρχει η δυνατότητα της χρήσης αποκλειστικών γραμμών E1, ή η ανάπτυξη ενός καινούριου δικτύου μεταγωγής πακέτου.

Στις εικόνες 5-14 και 5-15 παρουσιάζονται δίκτυα μετάδοσης για τα πρώτα στάδια ανάπτυξης ενός δικτύου GPRS είτε με διατάξεις cross-connect,

είτε με τη χρησιμοποίηση των MSC και των transcoder για through connections.

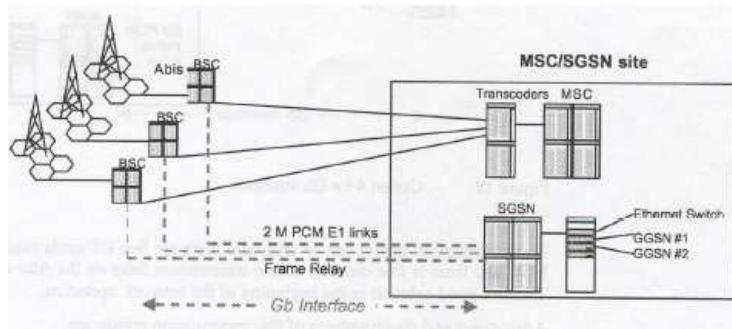


Εικόνα 5-14:δίκτυο μετάδοσης για το Gb interface με χρήση cross connect

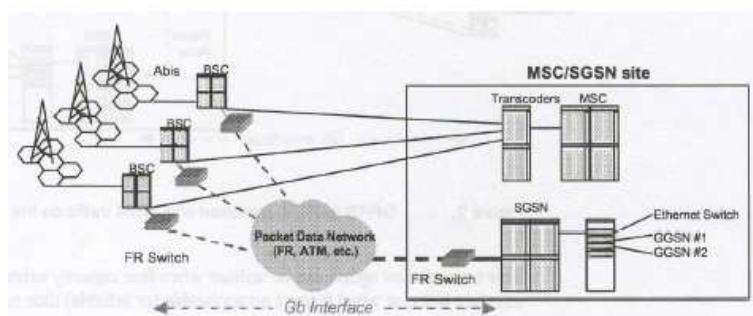


Εικόνα 5-15:δίκτυο μετάδοσης για το Gb interface με χρήση through connections

Στις εικόνες 5-16 και 5-17 παρουσιάζονται δίκτυα μετάδοσης για ώριμα δίκτυα GPRS. Στην πρώτη περίπτωση έχουμε χρήση γραμμών PCM, ενώ στην τελευταία περίπτωση έχουμε χρήση μεγαλύτερης χωρητικότητας δικτύων όπως π.χ. SDH.



Εικόνα 5-16:Χρήση αποκλειστικών PCM γραμμών για το Gb interface



Εικόνα 5-17:Χρήση αποκλειστικού δικτύου μεταγωγής πακέτου για το Gb interface

B) Σχεδίαση Frame relay links

Για την σχεδίαση των frame relay links χρησιμοποιούνται μέθοδοι ανάλογοι με αυτές του air interface. Γίνονται ακολούθως δύο μεθοδολογίες.

Έστω ότι έχουμε τα εξής δεδομένα

Φωνητική κίνηση ανά συνδρομητή : 25mErlang

Συνολική φωνητική κίνηση/cell : 8,20Erlang

Μέσος Χρόνος GPRS κλήσης : 120sec

GPRS TCH bitrate (CS2): 12kbps

Ποσοστό κατάληψης GPRS-TCH: 70%

Gb overhead :1,17 (του αρχικού μήκους του πακέτου)

Gb burstiness :1,10

Αριθμός συνδρομητών = Συνολική φωνητική κίνηση / Κίνηση ανά συνδρομητή = $8,20 / 0,025 = 328$ συνδρομητές/cell

Υποθέτοντας ότι στην ευρύτερη περιοχή που καλύπτει το BSC υπάρχουν 30 σταθμοί βάσης με 3 cell ο καθένας έχουμε τον ολικό αριθμό συνδρομητών/BSC

Ολικός αριθμός= Συνδρομητές/cell * αριθμό cells/σταθμό * αριθμό σταθμών=29520 συνδρομητές.

Υποθέτουμε τώρα ότι το 1% των συνδρομητών θα κάνει χρήση GPRS, περίπου 295 συνδρομητές.

Τελικώς έχουμε

Gb traffic= GPRS penetration * average BH GPRS air time * Average BH GPRS end user bit rate * Gb frame overhead * Gb burstiness margin=316,59 Kbps

Με δεδομένο ότι το bit rate στο frame relay είναι $n \times 64\text{Kbps}$ χρειαζόμαστε $n=5$ links. Αυτή είναι η ελάχιστη απαίτηση.

Αν τώρα θέλουμε να υπολογίσουμε το θεωρητικό μέγιστο ακολουθούμε ένα συλλογισμό που σχετίζεται με τη διαθεσιμότητα των GPRS TCH.

Έστω και πάλι ότι η ολική κίνηση/cell είναι 8,2Erlang. Με 2% blocking χρειαζόμαστε 14TCH.

Ο τελικός φόρτος του δικτύου είναι $0,98 \times 8,2 = 8,04$ Erlang

Στην περίπτωση αυτή τα διαθέσιμα GPRS-TCH είναι

#GPRS-TCH=TCH-Τελικό φόρτο-CSW overhead=14-8.04-1.5=4.46

Θεωρώντας ότι έχουμε 12kbps/timeslot και μείωση στο bitrate λόγω φωνητικής κλήσης 70% έχουμε

Ολικό ThroughPut/cell=4,46*12*70=37.46Kbps

Θεωρώντας και πάλι ένα BSC με 30 σταθμούς βάσης με 3cell τον καθένα έχουμε για το Gb

Gb=37,46*3*30*1,17*1,10=4,34Mbps

Gn Interface

Για το Gn interface και τον GGSN, δεν υπάρχουν ανάλογες μεθοδολογίες σχεδιασμού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε κατασκευαστής εμφανίζει GGSN, με διαφορετικές δυνατότητες μεταγωγής πακέτων, ειδικότερα δε το μέγιστο πλήθος PDP Context activations που μπορεί να διαχειρισθεί. Εκείνο που συνίσταται είναι η παρουσία δύο τέτοιων κόμβων στο δίκτυο κορμού της εταιρείας για λόγους προστασίας. Επίσης οι συνδέσεις προς τα σημεία πρόσβασης εξωτερικών δικτύων πρέπει να τερματίζουν και στους δύο GGSNs.

6. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ GPRS

Οι εφαρμογές του GPRS καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος εταιρικών και καταναλωτικών υπηρεσιών. Μερικές από αυτές θα δούμε στις παρακάτω παραγράφους.

Πληροφορίες Κειμένου και άλλων ορατών πληροφοριών

Ένα μεγάλο εύρος πληροφοριών μπορούν να επιδοθούν στους χρήστες κινητής τηλεφωνίας, οι οποίες μπορεί να είναι τιμές μετοχών, αποτελέσματα αθλητικών αγώνων, δελτία καιρού, πληροφορίες για αεροπορικά και άλλα δρομολόγια, ειδήσεις, αποτελέσματα τυχερών παιχνιδιών, αστεία, ωροσκόπια, κίνηση των δρόμων και πολλές άλλες. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να είναι σε μορφή κειμένου ή χάρτες, διαγράμματα ή οποιασδήποτε μορφής ορατή πληροφορία.

Το μέγεθος ενός μικρού μηνύματος 160 χαρακτήρων που προσφέρει η σημερινή κινητή τηλεφωνία, αρκεί όταν η πληροφορία είναι ποσοτική – όπως η τιμή μιας μετοχής, το αποτέλεσμα ενός αγώνα ή η θερμοκρασία. Όταν όμως η πληροφορία είναι ποιοτικής φύσης, όπως το ωροσκόπιο ή μια είδηση, οι 160 χαρακτήρες είναι πολύ λίγοι. Για τέτοιες πληροφορίες επιβάλλεται η χρήση συσκευών με δυνατότητα GPRS.

Στατικές Εικόνες

Στατικές εικόνες όπως φωτογραφίες, εικόνες, καρτ-ποστάλ, ευχητήριες κάρτες και στατικές ιστοσελίδες μπορούν να αποσταλούν και να ληφθούν σε ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας αφού τα τελευταία συνδέονται με τα δίκτυα της σταθερής τηλεφωνίας. Θα είναι δυνατό με τη χρήση του GPRS, η μετάδοση εικόνων από ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές συνδεδεμένες με μια συσκευή GPRS κατευθείαν σε κάποιον δικτυακό τόπο (Site) του Internet, επιτρέποντας την σχεδόν σε πραγματικό χρόνο σύνταξη και δημοσιοποίηση εγγράφων.

Κινούμενες Εικόνες

Με την πάροδο του χρόνου, η μορφή και η φύση των επικοινωνιών κινητής τηλεφωνίας γίνεται ολοένα πιο οπτική από απλού κειμένου. Η βιομηχανία ασύρματης επικοινωνίας κινείται από τα μηνύματα κειμένου σε εικονίδια, εικόνες, φωτογραφίες, σε μηνύματα κινούμενης εικόνας, ακόμα και σε ολόκληρα βίντεο και ταινίες, που παρακολουθούνται από κινητές συσκευές. Η αποστολή κινούμενων εικόνων σε κινητές

συσκευές έχει πολλές εφαρμογές, όπως παρακολούθηση χώρων στάθμευσης ή κτιρίων για λόγους ασφαλείας αλλά και την αποστολή ιατρικών εικόνων από ασθενοφόρα σε νοσοκομεία.

Πλοήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό

Η πλοήγηση στο Παγκόσμιο Ιστό με τη σημερινή υποδομή της κινητής τηλεφωνίας είναι μη υποφερτή για τους χρήστες της κινητής τηλεφωνίας. Η μικρή ταχύτητα του δικτύου δεν επιτρέπει τη γρήγορη λήψη των δεδομένων από τους εξυπηρετητές του Δικτύου. Η χρήση του GPRS εξαφανίζει τους περιορισμούς αυτούς.

Διαμοιρασμός Εγγράφων/ Συλλογική Εργασία

Οι κινητές επικοινωνίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το διαμοιρασμό εγγράφων και την απομακρυσμένη συλλογική εργασία. Αυτό επιτρέπει σε πολλούς απομακρυσμένους χρήστες να δουλεύουν στο ίδιο έγγραφο την ίδια στιγμή. Μπορούν ακόμα και να χρησιμοποιούν την ίδια εφαρμογή πολυμέσων που περιλαμβάνει κείμενο, ήχο, εικόνα και κινούμενη εικόνα. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να εξυπηρετηθούν από τη μεγάλη χωρητικότητα που παρέχει το GPRS.

Προσδιορισμός Θέσης Οχήματος

Η εφαρμογή αυτή ενοποιεί τα δορυφορικά συστήματα προσδιορισμού θέσης τα οποία πληροφορούν τους χρήστες για το που βρίσκονται με άλλα που επιτρέπουν στους ίδιους τα μεταδώσουν την πληροφορία αυτή σε άλλους χρήστες. Το Global Positioning System (GPS) είναι ένα δίκτυο 24 δορυφόρων, χωρίς χρέωση, το οποίο έχει εγκαταστήσει και συντηρεί το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ. Οποιοσδήποτε κατέχει έναν δέκτη GPS μπορεί να πληροφορηθεί τη δορυφορική του θέση και να μάθει που ακριβώς βρίσκεται.

Αν και η υπηρεσία SMS αρκεί για την εφαρμογή αυτή, μιας και απαιτούνται συνήθως 60 μόνο χαρακτήρες για τη μετάδοση αυτής της πληροφορίας, εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σύστημα GPRS.

Απομακρυσμένη Πρόσβαση σε Τοπικό Δίκτυο

Οι μετακινούμενοι χρήστες που βρίσκονται μακριά από τη δουλειά τους, συχνά χρειάζονται μια σύνδεση με το τοπικό δίκτυο του γραφείου τους. Μέσο της σύνδεσης αυτής τους δίδεται η δυνατότητα χρήσης των εφαρμογών του δικτύου, να προσπελάσουν βάσεις δεδομένων και να

παραλάβουν τα ηλεκτρονικά τους μηνύματα. Η ταχύτητα και η χωρητικότητα του GPRS το καθιστούν ιδανικό γι'αυτές τις εφαρμογές.

Μεταφορά Αρχείων

Ο όρος περιλαμβάνει οποιασδήποτε μορφής μεταφορά δεδομένων σημαντικού μεγέθους με χρήση δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να αντιπροσωπεύουν από ένα έγγραφο μέχρι μια ολόκληρη εφαρμογή. Η πηγή των δεδομένων μπορεί να είναι ένας εξυπηρετητής δεδομένων όπως αυτοί που χρησιμοποιούνται στο Internet (ftp, telnet, http, java κτλ) ή μια βάση δεδομένων. Ανεξάρτητα από την πηγή των πληροφοριών η εφαρμογή αυτή απαιτεί μεγάλη χωρητικότητα. Για το λόγο αυτό, απαιτείται η χρήση ενός μεγάλης χωρητικότητας δίκτυο κινητής τηλεφωνίας όπως τα GPRS, EDGE ή U-TMS.

Αυτοματοποίηση Κατοικίας

Η αυτοματοποίηση κατοικίας συνδυάζει απομακρυσμένη παρακολούθηση και απομακρυσμένο έλεγχο. Δίδεται η δυνατότητα παρακολούθησης του σπιτιού από οποιοδήποτε μέρος και αν βρίσκεστε. Αν χτυπήσει ο συναγερμός του σπιτιού, όχι μόνο ειδοποιείστε αλλά μπορείτε να δείτε και ποιος μπήκε στο σπίτι, ακόμα ίσως και τον κλειδώσετε μέσα. Και όχι μόνο αυτό. Μπορείτε να προγραμματίσετε το βίντεο, να κλείσετε το φούρνο και πολλά άλλα. Στο, όσο και τόσο μακρινό μέλλον, όλες αυτές οι συσκευές θα μπορούν να πάρουν «εντολές» από απόσταση.

Πλεονεκτήματα GPRS

Η «ταχύτητα», η «αδιάκοπη» σύνδεση με το Internet, καθώς και η πρόσβαση σε νέες, εξελιγμένες υπηρεσίες είναι τα πλεονεκτήματα της υπηρεσίας GPRS. Υπό ιδανικές συνθήκες και φυσικά τη πλήρη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας, το GPRS μπορεί να επιτρέψει την ανταλλαγή δεδομένων στη μέγιστη θεωρητική ταχύτητα των 171,2 kilobits ανά δευτερόλεπτο, δηλαδή είναι σχεδόν 3 φορές πιο γρήγορο από ότι ένα κοινό PSTN modem ή περίπου 10 φορές πιο γρήγορο από ότι μια «κοινή» ασύρματη data σύνδεση με χρήση CSD. Στην πράξη όμως οι ταχύτητες που προσφέρει η υπηρεσία GPRS δεν μπορούν να υπερβούν τα 53,6 kilobits ανά δευτερόλεπτο, σχεδόν δηλαδή όσο και αυτές που προσφέρουν τα κοινά ενσύρματα modem. Χωρίς να απαιτείται η dial-up σύνδεση με κάποιον παροχέα

υπηρεσιών Internet, η υπηρεσία GPRS θα ανταποκριθεί άμεσα στο αίτημα του χρήστη για την αποστολή ή τη λήψη πληροφοριών. Γι αυτό άλλωστε και πολλές φορές οι εταιρείες αναφέρουν το GPRS ως «always on» τονίζοντας τη δυνατότητά του για άμεση και αδιάκοπη σύνδεση με το Διαδίκτυο. Γι αυτό άλλωστε και τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας δε χρεώνουν το GPRS με χρονοχρέωση, αλλά με ογκοχρέωση, σύμφωνα δηλαδή με τον «όγκο» των πληροφοριών που μεταφέρονται.

Γιατί να χρησιμοποιήσω το GPRS

Η πιο «δημοφιλής» χρήση του GPRS είναι η ασύρματη σύνδεση στο Internet μέσω H/Y, ανεξαρτήτως τόπου και χρόνου. Προσφέροντας υψηλές ταχύτητες και τη δυνατότητα «αδιάκοπης» σύνδεσης, το GPRS καθίσταται ιδανικό για την ανάκτηση και αποστολή e-mails, αλλά και για το surfing στο World Wide Web. Κάποιος πολυάσχολος επαγγελματίας θα παραμείνει αδιάκοπα συνδεδεμένος στο Διαδίκτυο ώστε να ανακτήσει άμεσα σημαντικά e-mails και για να έχει γρήγορη πρόσβαση στο εταιρικό intranet. Οι περισσότεροι χρήστες όμως θα εκμεταλλευθούν το GPRS για τη πρόσβαση σε εφαρμογές Instant Messaging, όπως για παράδειγμα το ICQ και το MSN Messenger, καθώς και το surfing στις αγαπημένες τους ιστοσελίδες.

Το GPRS μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη πρόσβαση στο WAP (Over GPRS) γεγονός το οποίο θα επιτρέψει τη σχεδόν στιγμιαία ανάκτηση των πληροφοριών, αλλά και των λογοτύπων ή μελωδιών. Η πρώτη «ευρεία» χρήση του GPRS για τη πρόσβαση σε WAP υπηρεσίες έγινε φυσικά με το «ενοποιημένο» menu υπηρεσιών «Vodafone live».

Αν λοιπόν ενδιαφέρεστε για το Mobile Internet και τις εφαρμογές Mobile Office, τότε το GPRS είναι ιδανικό για εσάς.

