



Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Ασύρματα Δίκτυα Επικοινωνιών

Δίκτυο GPRS-EDGE

Δημοσθένης Βουγιούκας (dnougiou@aegean.gr)

Αναπληρωτής Καθηγητής

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών & Επικοινωνιακών Συστημάτων



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Δομή της Διάλεξης

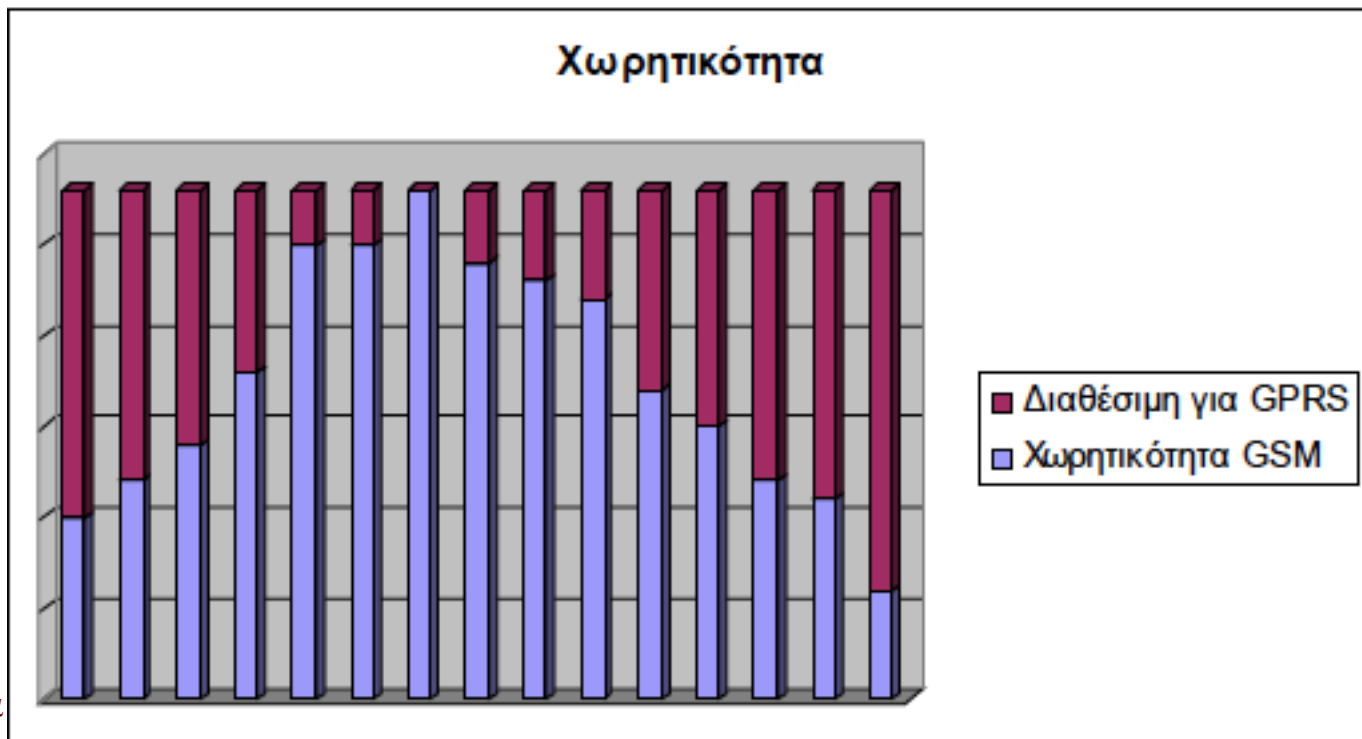
- ◆ GPRS
 - Εισαγωγή
 - Αρχιτεκτονική
 - Διεπαφές
 - Πρόσβαση στο δίκτυο
- ◆ EDGE
 - Τεχνολογία
 - Φυσικό επίπεδο
 - Σύγκριση με GPRS

Εισαγωγή στο GPRS

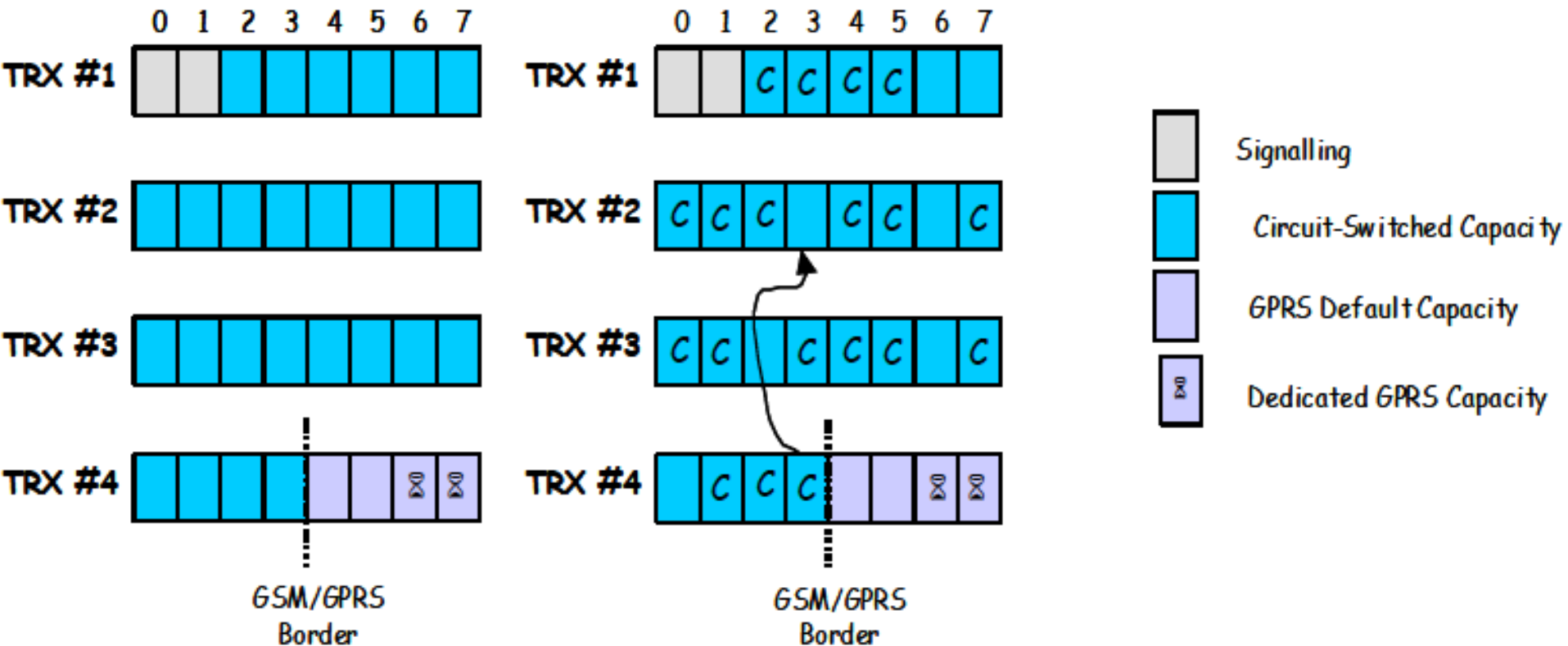
- ◆ Το GPRS είναι μία επέκταση της αρχιτεκτονικής του GSM, που παρέχει μία βασική λύση για IP επικοινωνία μεταξύ MS και του Internet ή LAN.
- ◆ Παρέχει γρήγορη και αποτελεσματική πρόσβαση μέσω packet-switched δικτύου μέσω ενός καινούριου IP backbone δίκτυο.
- ◆ Ξεχωριστό δίκτυο από το GSM δίκτυο κορμού το οποίο χρησιμοποιεί circuit-switched επικοινωνία.

Εισαγωγή στο GPRS

- ♦ Το GPRS αποστέλλει πακέτα, εκμεταλλευόμενο το χρόνο που υπάρχει διαθέσιμη χωρητικότητα στο δίκτυο. Ομαδοποιώντας δε τα διαθέσιμα κανάλια μπορεί και αυξάνει το ρυθμό μετάδοσης.

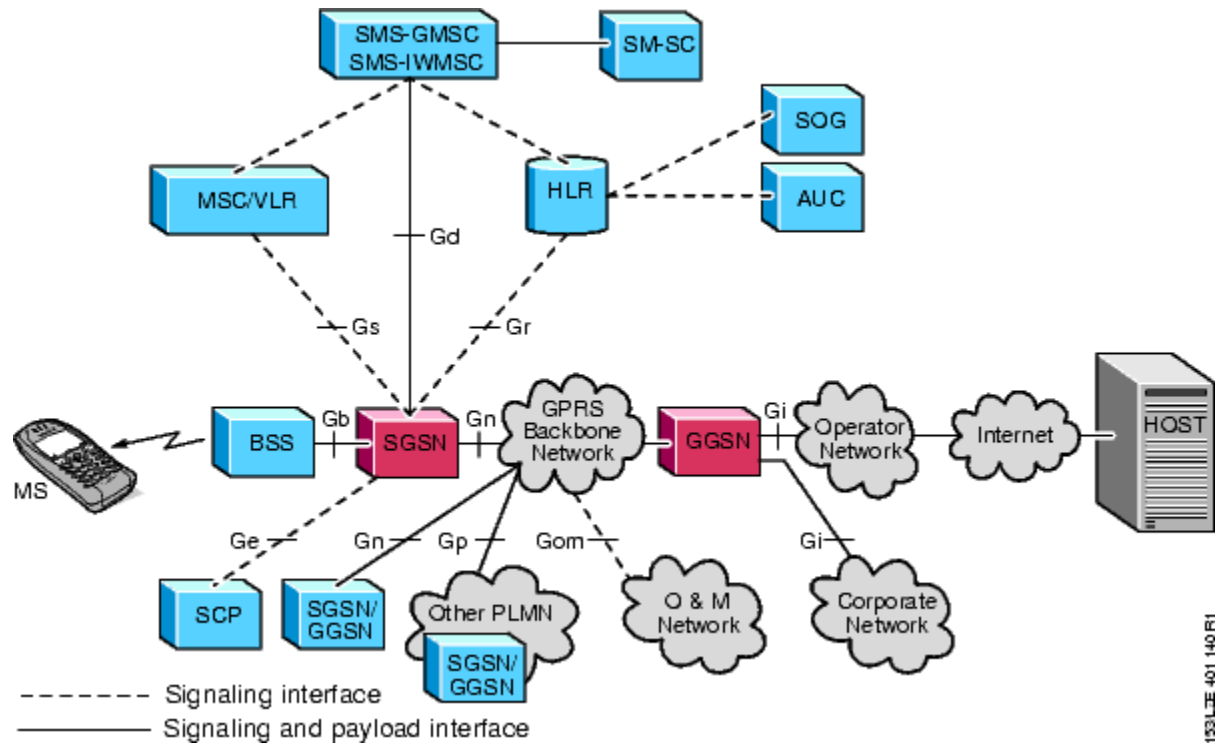


Διαχείριση χρονοσχισμών στο GSM/GPRS



Αρχιτεκτονική του GPRS

- MS Mobile Station
- BSS Base Station System
- GMSC Gateway Mobile Services Switching Center
- MSC Mobile services Switching Center
- VLR Visitor Location Register
- HLR Home Location Register
- AUC Authentication Center
- SGSN Serving GPRS Support Node
- GGSN Gateway GPRS Support Node
- Gx Interfaces (GPRS)

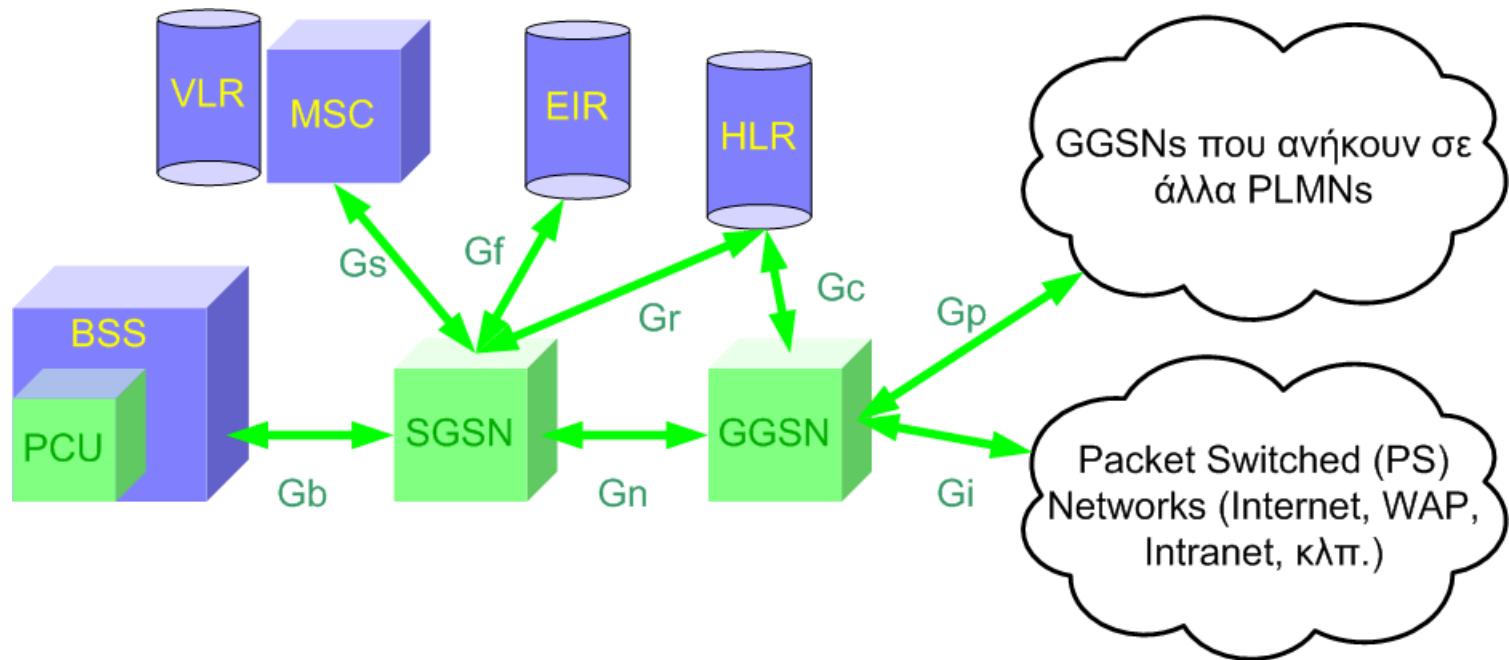


153L/E 401 140 R1

Διαφορές από την αρχιτεκτονική του GSM

- ◆ Serving GPRS Support Node (SGSN)
- ◆ Gateway GPRS Support Node (GGSN)
- ◆ BTS: Απαιτεί ειδικό GPRS λογισμικό
 - Διαχωρίζει τις κλήσεις circuit-switched από τις packet-switched.
- ◆ BSC: Απαιτεί ειδικό GPRS υλισμικό και λογισμικό
 - Προωθεί τις circuit-switched κλήσεις στο VLR και τις packet-switched κλήσεις στο SGSN.
- ◆ HLR: Αναβάθμιση με σκοπό την αποθήκευση των δεδομένων των συνδρομητών GPRS και της πληροφορίας για τη θέση του MS.
- ◆ MSC/VLR: Επέκταση με σκοπό το συντονισμό των GPRS και non-GPRS υπηρεσιών κατά τη διάρκεια των διαδικασιών paging για κλήσεις circuit-switched και διαδικασιών ενημέρωσης της θέσης.

Επιπλέον στοιχεία δικτύου στο GPRS



PCU: Packet Control Unit

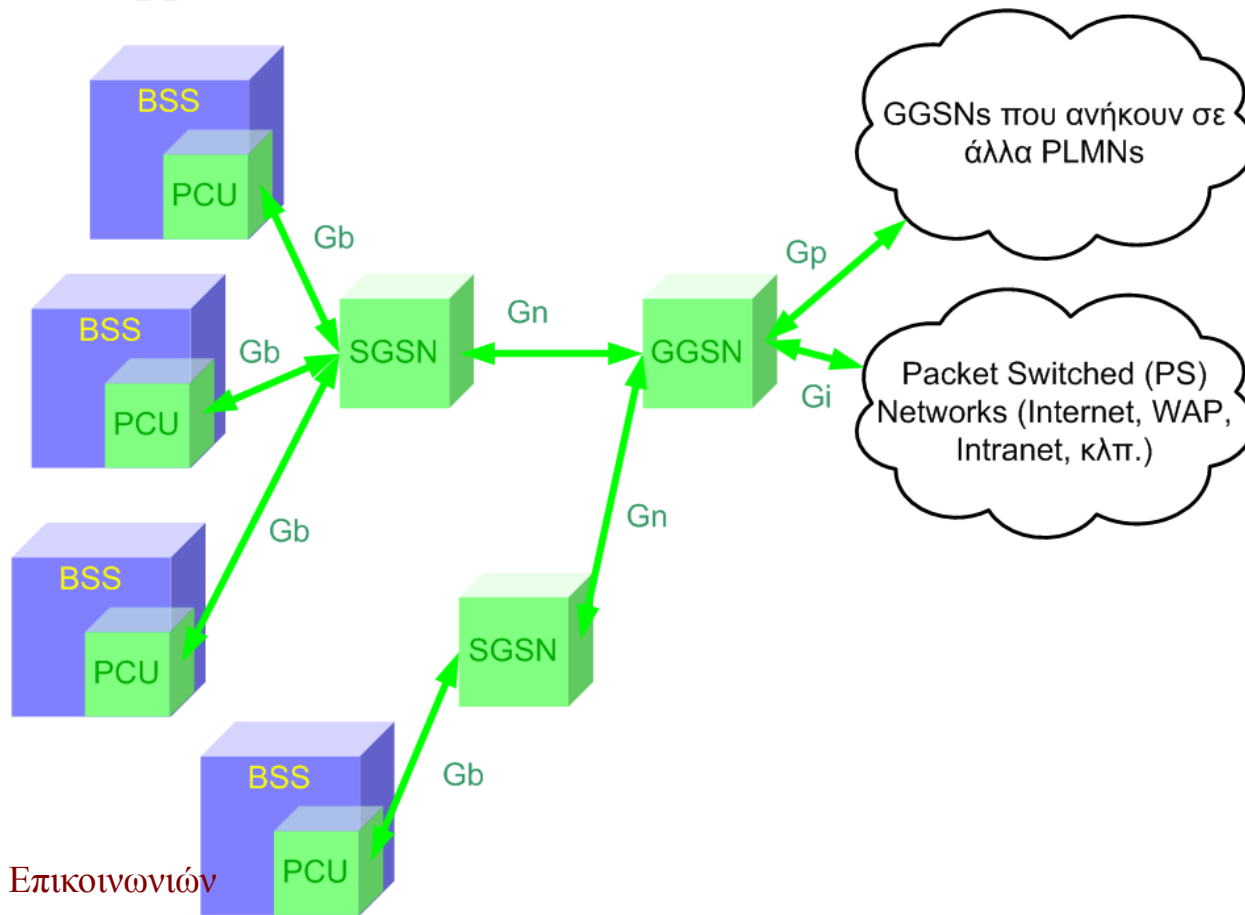
Αρχιτεκτονική του GPRS

Serving GPRS Support Node (SGSN):

- ◆ Είναι το σημείο πρόσβασης του χρήστη στο δίκτυο GPRS.
- ◆ Προωθεί την εισερχόμενη και εξερχόμενη κίνηση δεδομένων από και προς το MS που βρίσκεται στη περιοχή εξυπηρέτησης του GSM.
- ◆ Είναι υπεύθυνο για το mobility management, το session management και τη δημιουργία αρχείων χρέωσης σύμφωνα με τη χρήση της ραδιοεπαφής (όγκος δεδομένων).
- ◆ Στο SGSN υλοποιείται η καλούμενη **Packet Data Protocol (PDP) Context**. Αυτή απαιτείται για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του MS και του GGSN. Περιλαμβάνει τη διεύθυνση (IP) του BSS, όπου βρίσκεται ο χρήστης και θα χρησιμοποιεί καθόλη τη μετάδοση των πακέτων, τις παραμέτρους ποιότητας της μετάδοσης, καθώς και μια λειτουργία ciphering.
- ◆ Ενδέχεται να αλλάξει κατά την περιαγωγή των συνδρομητών.

Αρχιτεκτονική του GPRS

Serving GPRS Support Node (SGSN):



Αρχιτεκτονική του GPRS

Gateway GPRS Support Node (GGSN):

- ◆ Είναι η πύλη πρόσβασης σε εξωτερικά δίκτυα, όπως ISP's και Corporate Intranets.
- ◆ Συμπεριφέρεται ως δρομολογητής για όλες τις IP διευθύνσεις όλων των συνδρομητών που εξυπηρετούνται από το δίκτυο GPRS.
- ◆ Παρέχει session management και υποστηρίζει διαδικασία εγκατάστασης κλήσεων προς εξωτερικά δίκτυα.
- ◆ Κατανέμει τους συνδρομητές στο κατάλληλο SGSN.
- ◆ Συλλέγει πληροφορίες χρέωσης (billing) για κάθε MS σύμφωνα με τη χρήση του εξωτερικού δικτύου δεδομένων.
- ◆ Παραμένει σταθερή, ώστε τα πακέτα από εξωτερικά δίκτυα να έχουν ένα σταθερό σημείο εισόδου στο δίκτυο GPRS.

Αρχιτεκτονική του GPRS

Οι διεπαφές μπορούν να διαιρεθούν σε τρεις κατηγορίες:

- ◆ Διεπαφές που χρησιμοποιούν Frame Relay (FR), οι οποίες είναι η διεπαφή Gb.
- ◆ Διεπαφές που χρησιμοποιούν Internet Protocol (IP), δηλαδή οι διεπαφές Gn/Gp, Gsm και Gi
- ◆ Διεπαφές που χρησιμοποιούν Signaling System No. 7 (SS7), δηλαδή οι διεπαφές Gr, Gd, Gs, και Ge

Αρχιτεκτονική του GPRS

Από την πλευρά του IP, το GPRS δίκτυο διαιρείται στις επόμενες κατηγορίες:

- ♦ **Το ραδιοδίκτυο**, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως μία συλλογή όλων των υποδικτύων IP τα οποία χρησιμοποιούνται από τα MSs. Οι ξενιστές (hosts) και τα τερματικά που είναι συνδεδεμένα με το ραδιοδίκτυο είναι προσβάσιμα στα hosts και τα τερματικά τα οποία είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο υπηρεσιών (service network) και το δίκτυο πακέτων δεδομένων (packet data network - PDN), ενώ τα υπόλοιπα hosts και τερματικά είναι συνδεδεμένα με το ραδιοδίκτυο.
- ♦ **Το PDN**, που ενδεχομένως είναι ένας Internet Service Provider (ISP) ή ένα εμπορικό δίκτυο. Τα hosts και τα τερματικά που είναι συνδεδεμένα με το PDN είναι προσβάσιμα με τα hosts και τα τερματικά που είναι συνδεδεμένα με το service network και το ραδιοδίκτυο, και με τα υπόλοιπα hosts και τερματικά που είναι συνδεδεμένα με το PDN.

Αρχιτεκτονική του GPRS

Από την πλευρά του IP, το GPRS δίκτυο διαιρείται στις επόμενες κατηγορίες:

- ◆ Το δίκτυο κορμού του GPRS, το οποίο συνδέει τα SGSNs και GGSNs. Τα hosts συνδέονται με το δίκτυο κορμού του GPRS και είναι τα μόνα που έχουν πρόσβαση από τα GSNs.
- ◆ Το δίκτυο Operation and Maintenance (O&M), το οποίο είναι το δίκτυο για τα συστήματα O&M. Τα hosts που συνδέονται με το δίκτυο O&M είναι τα μόνα που έχουν πρόσβαση από τα GSNs. Λογικά, το O&M δίκτυο είναι ένα μέρος του δικτύου κορμού του GPRS.
- ◆ Το service network, είναι το δίκτυο για τα hosts που παρέχουν υπηρεσίες Internet για τον τελικό χρήστη, π.χ. δημόσιο Domain Name System (DNS), e-mail, και υπηρεσίες WWW. Τα hosts τα οποία είναι συνδεδεμένα με το service network είναι προσβάσιμα από οποιοδήποτε Internet host και από το ραδιοδίκτυο.

SGSN Διεπαφές

- ◆ **Gb interface:** Συνδέει το SGSN με τα BSSs και MSs, επιτρέποντας την ανταλλαγή σηματοδοσίας και φορτίου.
- ◆ **Gn interface:** Συνδέει το SGSN στα υπόλοιπα SGSNs και στα GGSNs μέσα στο ίδιο Public Land Mobile Network (PLMN), επιτρέποντας την ανταλλαγή σηματοδοσίας και φορτίου μεταξύ ενός MS και ενός PDN. Στο GGSN η διεπαφή Gn επίσης συνδέει το SGSN στο GGSN στον ίδιο κόμβο.
- ◆ **Gp interface:** Συνδέει το SGSN στα SGSNs και GGSNs σε άλλα PLMNs, επιτρέποντας επισκέπτες συνδρομητές να δρομολογηθούν μέσω του οικείου τους GGSN.
- ◆ **Gom interface:** Συνδέει το SGSN με τα στοιχεία του O&M, επιτρέποντας τον πάροχο να επικοινωνήσει με το SGSN.
- ◆ **Gr interface:** Συνδέει το SGSN στο Home Location Register (HLR), επιτρέποντας τη διαχείριση των δεδομένων του συνδρομητών.
- ◆ **Gd interface:** Συνδέει το SGSN στο κέντρο μηνυμάτων Gateway Mobile Service Switching Center (SMS-GMSC) και στο SMS Interworking MSC (SMS-IWMSC), επιτρέποντας την αποστολή και λήψη SMSs.
- ◆ **Gs interface:** Συνδέει το SGSN στο Mobile Service Switching Center / Visitor Location Register (MSC/VLR) επιτρέποντας συνεργασία μεταξύ Circuit-Switched (CS) και Packet-Switched (PS) δίκτυα. Gs είναι μία προαιρετική διεπαφή.
- ◆ **Ge interface:** Συνδέει το το SGSN με το Service Control Point (SCP) επιτρέποντας real-time χρέωση.

GGSN Διεπαφές

- ◆ **Gi interface:** Συνδέει το GGSN με τα PDNs, επιτρέποντας ανταλλαγή σηματοδοσίας και φορτίου.
- ◆ **Gn interface:** Συνδέει το GGSN στα SGSNs μέσα στο ίδιο PLMN, επιτρέποντας ανταλλαγή σηματοδοσίας και φορτίου μεταξύ ενός MS και ενός PDN. Στο CGSN η διεπαφή Gn επίσης συνδέει το GGSN με το SGSN στον ίδιο κόμβο.
- ◆ **Gp interface:** Συνδέει το GGSN με τα SGSNs σε άλλα PLMNs, επιτρέποντας τους επισκέπτες συνδρομητές να δρομολογηθούν μέσω του οικείου τους GGSN.
- ◆ **Gom interface:** Συνδέει το GGSN με τα συστήματα του O&M, επιτρέποντας στον πάροχο να επικοινωνεί με το GGSN.

Επικοινωνία Στοιχείων GSM και GPRS

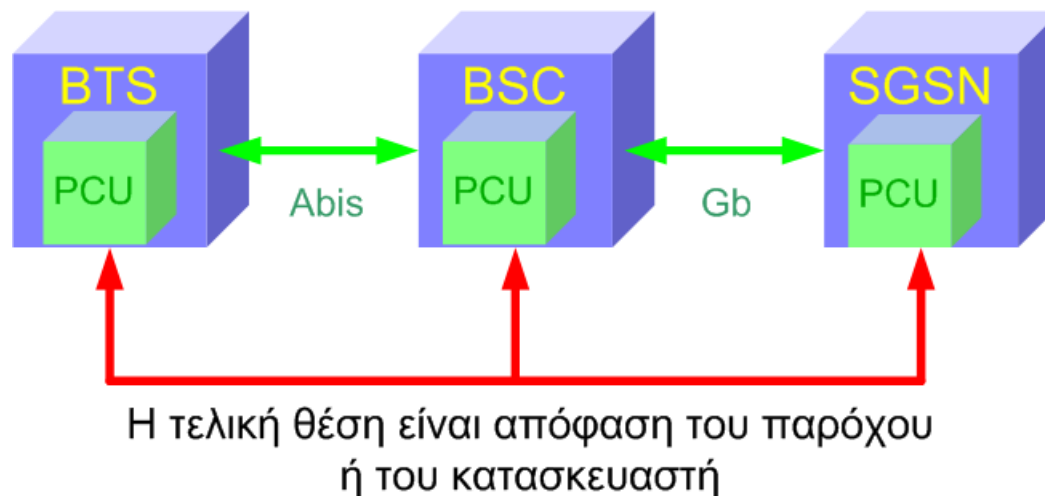
- ◆ Η διεύθυνση του χρήστη που υπάρχει στα πακέτα, IP address, καθορίζει απλά το δέκτη.
- ◆ Το δίκτυο δημιουργεί το δικό του σύστημα διευθυνσιοδότησης το οποίο επιτρέπει πιο αποδοτική και δυναμική μετάδοση των πακέτων.
- ◆ Άρα το GPRS έχει εντελώς διαφορετικές διευθύνσεις από τα υπόλοιπα δίκτυα.
- ◆ Το δίκτυο επιπλέον χρειάζεται πληροφορία δρομολόγησης για να καθορίσει το επόμενο στοιχείο του δικτύου όπου θα προωθήσει τα πακέτα. Την πληροφορία αυτή την παίρνει από την HLR.

Επικοινωνία Στοιχείων GSM και GPRS

- ◆ Όπως και στο GSM, έτσι και στο GPRS το MSC/VLR έχει παρόμοιες αρμοδιότητες.
- ◆ Η VLR είναι αυτή που ειδοποιεί το SGSN για την πιθανή θέση του χρήστη. Είναι ακόμη αναγκαία η διαδικασία της αναζήτησης (paging).
- ◆ Ο τρόπος που ορίζονται οι περιοχές στο GPRS είναι διαφορετικός από το GSM.
- ◆ Η ανανέωση της πληροφορίας της θέσης του MS στη VLR, η επικοινωνία του **Packet Control Unit (PCU)** με το MSC, αν θέλουμε ταυτόχρονη λειτουργία GSM και GPRS, αλλά και η παροχή υποστήριξης μέσω των διεπαφών A και Gs για συγχρονισμό, κάνουν τα στοιχεία MSC/VLR, σημαντικά για το GPRS δίκτυο.

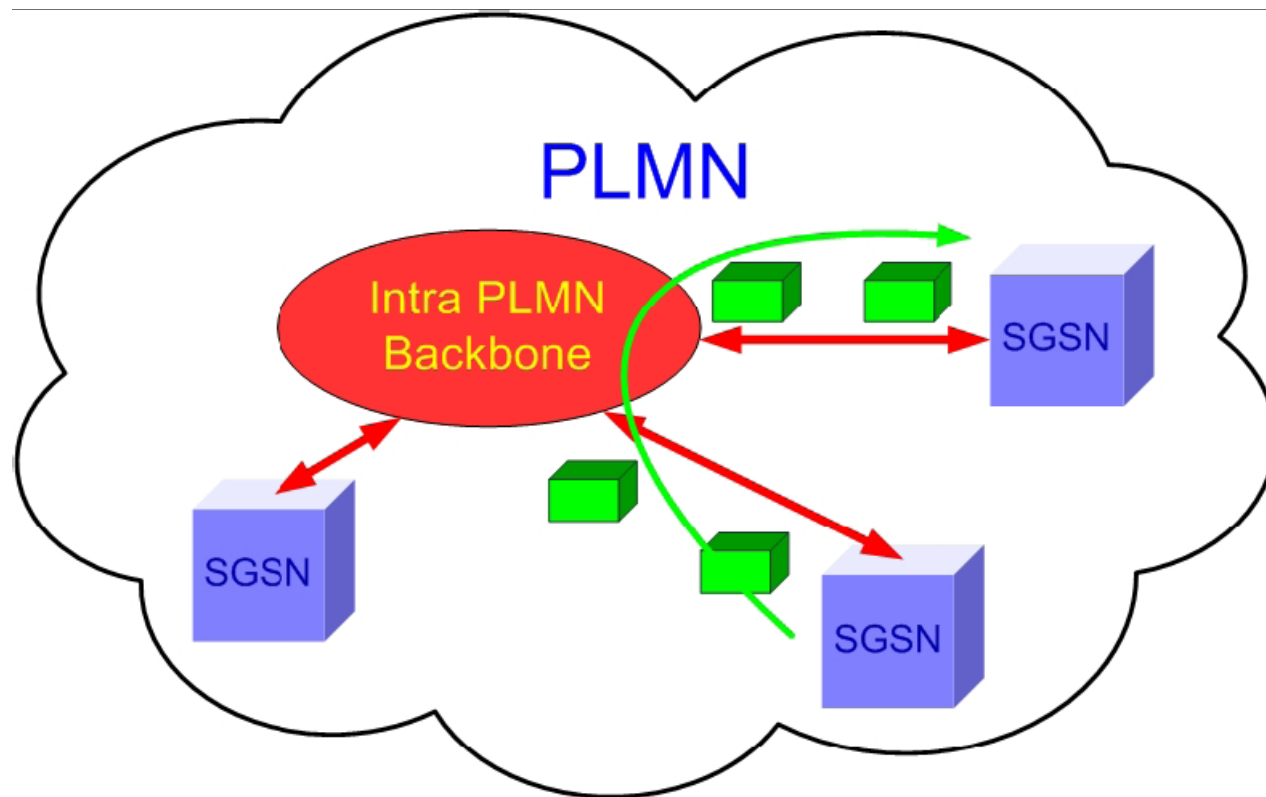
Επικοινωνία Στοιχείων GSM και GPRS

- ◆ Πιθανές θέσεις για την PCU



Επικοινωνία Στοιχείων GSM και GPRS

- ◆ Δρομολόγηση πακέτων μεταξύ ιδίου PLMN

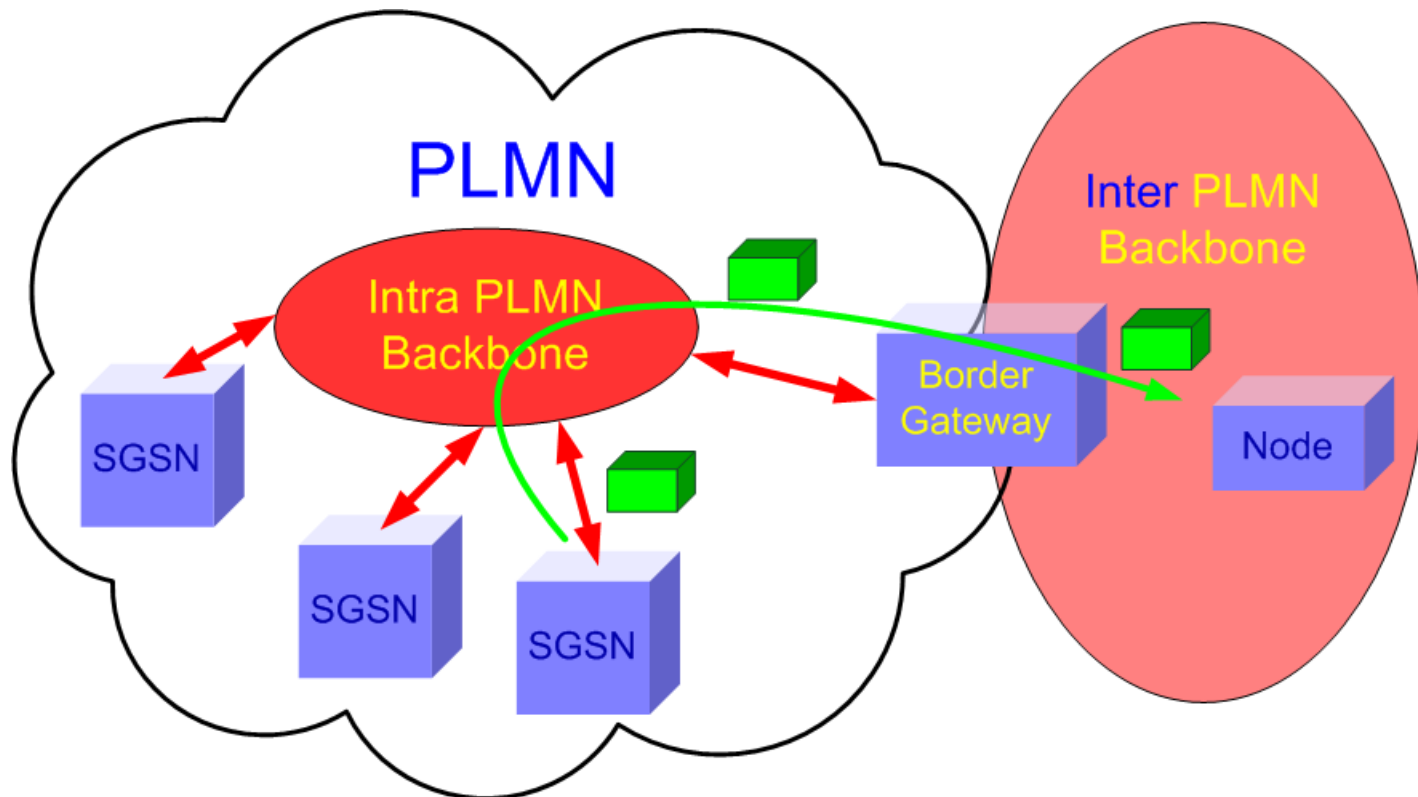


Επικοινωνία Στοιχείων GSM και GPRS

- ◆ Η PCU είναι υπεύθυνη για το διαχωρισμό της κίνησης που είναι μεταγωγής κυκλώματος από αυτή της μεταγωγής πακέτων, ώστε να χρησιμοποιείται κάθε φορά το κατάλληλο δίκτυο κορμού
- ◆ Αν τα πακέτα προορίζονται για διευθύνσεις εκτός του PLMN, τότε αυτά προωθούνται μέσω του τοπικού PLMN σε ένα Intra PLMN Backbone σε ένα **Border Gateway (BG)**.
- ◆ Αυτό συμπεριφέρεται ως Firewall, και ελέγχει αν είναι επιτρεπτή η μετάδοση των πακέτων.
- ◆ Αν τα δίκτυα είναι διαφορετικής τεχνολογίας τότε εκτελείται και μετάφραση πρωτοκόλλων.
- ◆ Η μετάδοση αυτή εισάγει καθυστερήσεις που επιδρούν στην ποιότητα υπηρεσίας.

Επικοινωνία Στοιχείων GSM και GPRS

- ◆ Δρομολόγηση πακέτων μεταξύ διαφορετικών PLMN



Πρόσβαση στο Δίκτυο

- ◆ Η πρώτη λειτουργία είναι η εγγραφή (registration), το οποίο χρησιμοποιείται για την απόδοση διευθύνσεων (IP addresses) σε έναν αριθμό χρήστη.
- ◆ Ο αριθμός επιλέγεται στατικά ή δυναμικά ανάλογα με τη χρήση.
- ◆ Η πιστοποίηση (authentication) ελέγχει αν ένας χρήστης επιτρέπεται να ζητήσει υπηρεσία GPRS.
- ◆ Με τον έλεγχο πρόσβασης (access control) ελέγχουμε την απόδοση των πόρων, π.χ. το μέγιστο αριθμό χρονοσχισμών που θα αποδοθούν σε ένα χρήστη.

Πρόσβαση στο Δίκτυο

- ◆ Η παρακολούθηση του μηνύματος (message monitor) είναι απαραίτητη για την απόρριψη πακέτων χωρίς πιστοποίηση. Αυτή η λειτουργία είναι παρόμοι με εκείνη των Firewall.
- ◆ Λόγω των διαφορετικής δομής των πακέτων σε διαφορετικά στοιχεία του δικτύου, είναι απαραίτητη η μετάφραση πρωτοκόλων (protocol translation).
- ◆ Τέλος, οι παροχείς χρειάζονται και τη συλλογή πληροφοριών χρέωσης (billing info).

Μετάδοση Πακέτων

- ◆ Υπάρχουν επτά (7) λειτουργίες
- ◆ Η λειτουργία που είναι υπεύθυνη για τη μετάδοση πακέτων μεταξύ κόμβων είναι η **Relay Function**.
- ◆ Η επόμενη είναι η λειτουργία που συνδέεται με την πληροφορία δρομολόγησης (**routing info**), ώστε να αποσταλούν σωστά τα πακέτα.
- ◆ Πριν αποσταλούν όμως απαιτείται μια μετάφραση διεύθυνσης (**address translation**) επειδή δεν αντιλαμβάνονται όλα τα στοιχεία του δικτύου το ίδιο σχήμα κωδικοποίησης.
- ◆ Τα νέα πακέτα απαιτούν και τις ετικέτες διεύθυνσης και πληροφορίες ελέγχου μετάδοσης. Η προσθήκη και η απομάκρυνση αυτής της πληροφορίας καλείται ενθυλάκωση (**encapsulation**).

Μετάδοση Πακέτων

- ◆ Μια ιδιαιτερότητα του GPRS είναι και η λειτουργία που καλείται **tunneling function**. Αυτή περιγράφει τη μετάδοση των πακέτων από το σημείο συναρμολόγησης στο σημείο αποσυναρμολόγησης.
- ◆ Η λειτουργία της συμπίεσης (**compression function**) απαιτείται ώστε να αφαιρεθεί όση πλεονάζουσα πληροφορία υπάρχει και να προστατέψει τα πακέτα με ειδικούς κώδικες ασφάλειας.
- ◆ Τέλος, ακολουθεί κωδικοποίηση των πακέτων (**ciphering function**) ώστε να εγκαθιδρυθεί μια προστατευμένη σύνδεση μεταξύ των χρηστών.

Σχήματα Κωδικοποίησης

- ♦ Το GPRS χρησιμοποιεί 4 νέα σχήματα κωδικοποίησης (coding schemes) ανάλογα με τις συνθήκες του καναλιού (συνθήκες μετάδοσης).

Coding Scheme	Data Rate kbit/s	Channel Conditions
CS-1	9.05	Tough
CS-2	13.4	Tough to Moderate
CS-3	15.6	Moderate
CS-4	21.4	Good

Σχήμα	Ρυθμός Κωδικοποίησης	Bits σε 20msec	Κωδικοποιημένα Bits	Bits που αφαιρούνται (puncturing)	Ρυθμός (Kbps) ανά χρονοσχιμή	Ρυθμός (Kbps) σε 8 χρονοσχιμές
CS1	1/2	181	456	0	9.05	72.4
CS2	2/3	268	588	132	13.4	107.2
CS3	3/4	312	676	220	15.6	124.8
CS4	1/1	428	456	0	21.4	171.2

Ποιότητα υπηρεσίας

- ◆ Για πρώτη φορά στο GPRS έχουμε την καθιέρωση προφίλ ποιότητας υπηρεσίας χρήστη (QoS profile)
- ◆ Αυτό αποτελεί τμήμα του προφίλ του χρήστη, περιέχει την IP διεύθυνσή του και αποθηκεύεται στο HLR
- ◆ Το QoS προφίλ χρησιμοποιείται κάθε φορά που ο χρήστης ζητάει την παροχή κάποιας υπηρεσίας
- ◆ Είναι επίσης στην ευχέρεια των παρόχων να προσφέρουν διαφορετικά QoS προφίλ για κάθε χρήστη (με τη σχετική οικονομική επιβάρυνση) ή το ίδιο προφίλ για όλους τους χρήστες
- ◆ Σε κάθε περίπτωση ο MS προτείνει ένα QoS προφίλ κατά τη φάση ενεργοποίησης του PDP context, αλλά η τελική απόφαση εναπόκειται στο δίκτυο

Ποιότητα υπηρεσίας

- ◆ Υπάρχουν 4 παράμετροι που καθορίζουν την ποιότητα υπηρεσιών στο GPRS:
 - **Κλάση προτεραιότητας:** υψηλή, κανονική, χαμηλή. Στο GPRS τα πακέτα αποθηκεύονται για πολύ μικρό χρονικό διάστημα σε κάθε κόμβο μεταξύ πηγής και παραλήπτη. Οι κόμβοι πρέπει να αποφασίζουν συνεχώς, ανάλογα με τη κλάση, αν θα προωθήσουν άμεσα τα πακέτα ή όχι (αναμένοντας πόρους ή ακόμα να προχωρήσουν στη διαγραφή τους)
 - **Κλάση αξιοπιστίας μετάδοσης:** πόσο συχνά συμβαίνουν απώλειες πακέτων, λήψη διπλών πακέτων, άφιξη με λάθος σειρά ή άλλα σφάλματα. Υπάρχουν 3 κλάσεις αξιοπιστίας (για): ευαίσθητα πακέτα, λιγότερο ευαίσθητα πακέτα, πακέτα ανθεκτικά στα σφάλματα
 - **Κλάση καθυστέρησης:** μέγιστη καθυστέρηση για τη μεταφορά ενός πακέτου μέσω του δικτύου. Δεν συμπεριλαμβάνονται οι καθυστερήσεις από εξωτερικά δίκτυα ή από το δίκτυο του παρόχου της υπηρεσίας στην οποία έχει πρόσβαση ο χρήστης
 - **Μέσος εγγυημένος ρυθμός μετάδοσης:** εξαρτάται κάθε φορά (αποτελεί αντικείμενο διαπραγμάτευσης τη στιγμή που ζητείται η υπηρεσία) από το σχήμα κωδικοποίησης, το συνολικό φόρτο και τους διαθέσιμους πόρους
- ◆ Οι ανωτέρω παράμετροι συμφωνούνται κατά την υπογραφή συμβολαίου του παρόχου υπηρεσιών με το χρήστη

Καταστάσεις Κινητού Σταθμού GPRS

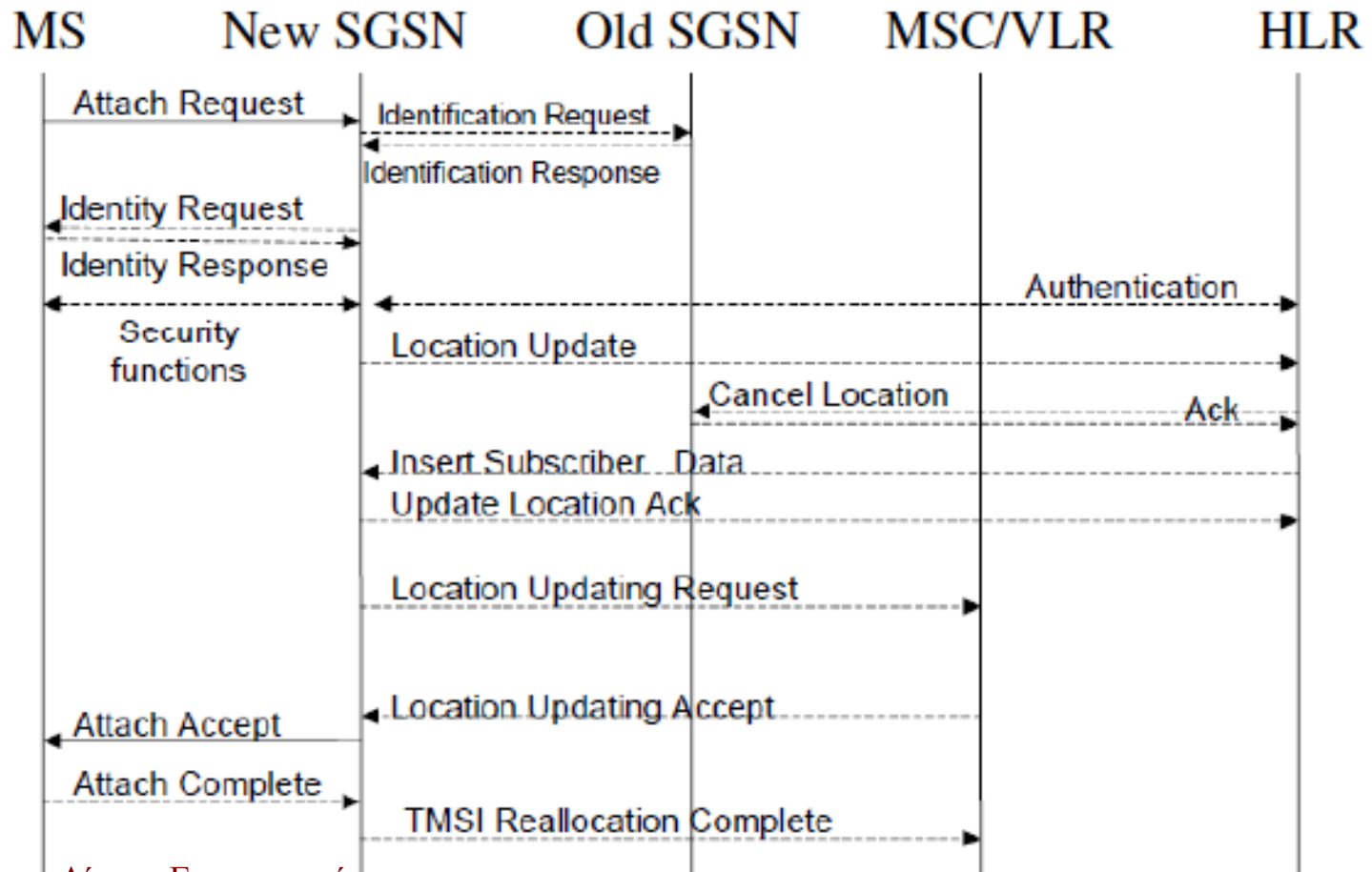
Το GPRS MS μπορεί να λειτουργήσει σε τρεις διαφορετικές καταστάσεις:

- ◆ Class A: Υποστηρίζει ταυτόχρονη circuit-switched (GSM) και packet-switch (GPRS) κίνηση.
- ◆ Class B: Υποστηρίζει circuit-switched ή packet-switch κίνηση, αλλά όχι ταυτόχρονα.
- ◆ Class C: Λειτουργεί είτε σαν circuit-switched είτε packet-switch τερματικό.

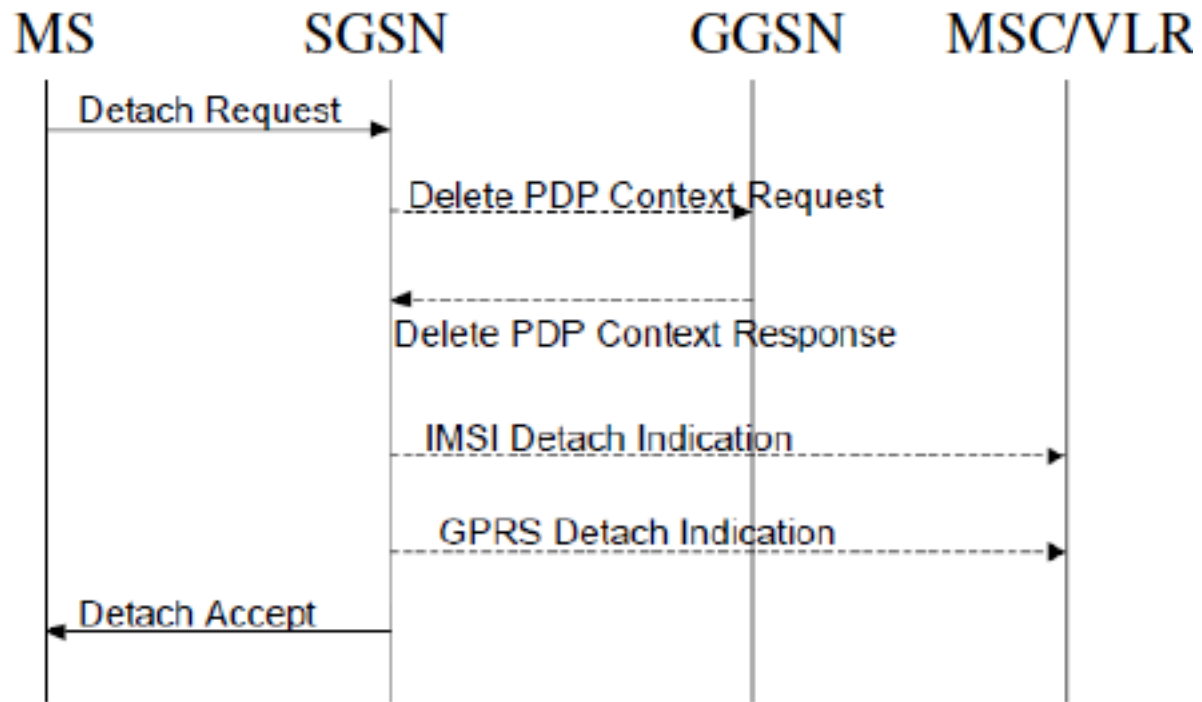
Διαδικασίες Mobility Management

- ◆ **GPRS Attach:** Ενημερώνει το SGSN ότι το MS είναι εντός δικτύου.
- ◆ **GPRS Detach:** Ενημερώνει το SGSN ότι το MS είναι εκτός δικτύου.
- ◆ **Routing Area Update:** Ενημερώνει το δίκτυο κορμού πότε το MS διασχίζει τα όρια του routing area.
- ◆ **Cell Updating:** Ενημερώνει το δίκτυο κορμού πότε το MS διασχίζει τα όρια της κυψέλης κατά τη διάρκεια μιας κλήσης.
- ◆ **Paging:** Ενημερώνει το SGSN για τη θέση του MS σε επίπεδο routing area.

Διαδικασία GPRS Attach



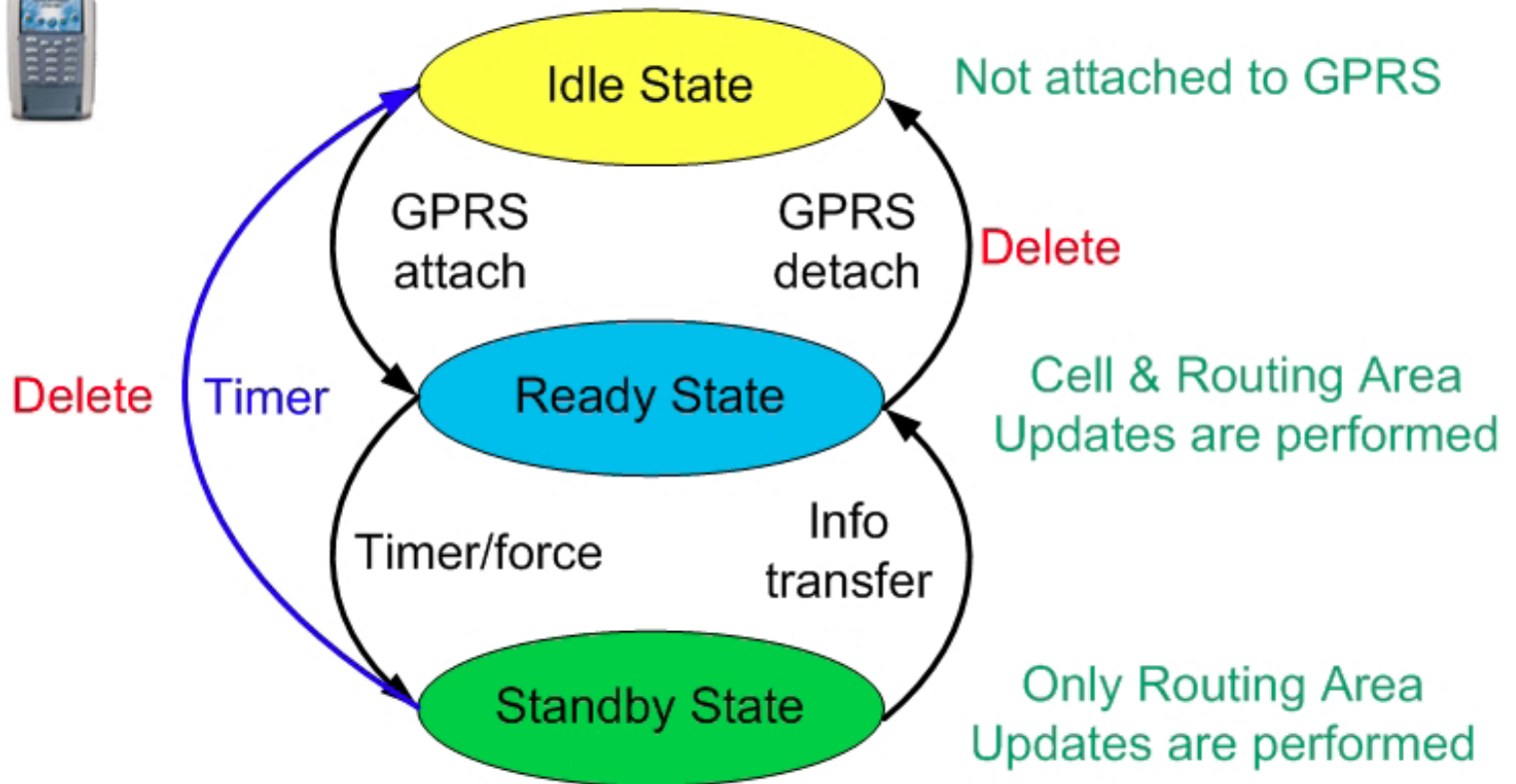
Διαδικασία GPRS Detach



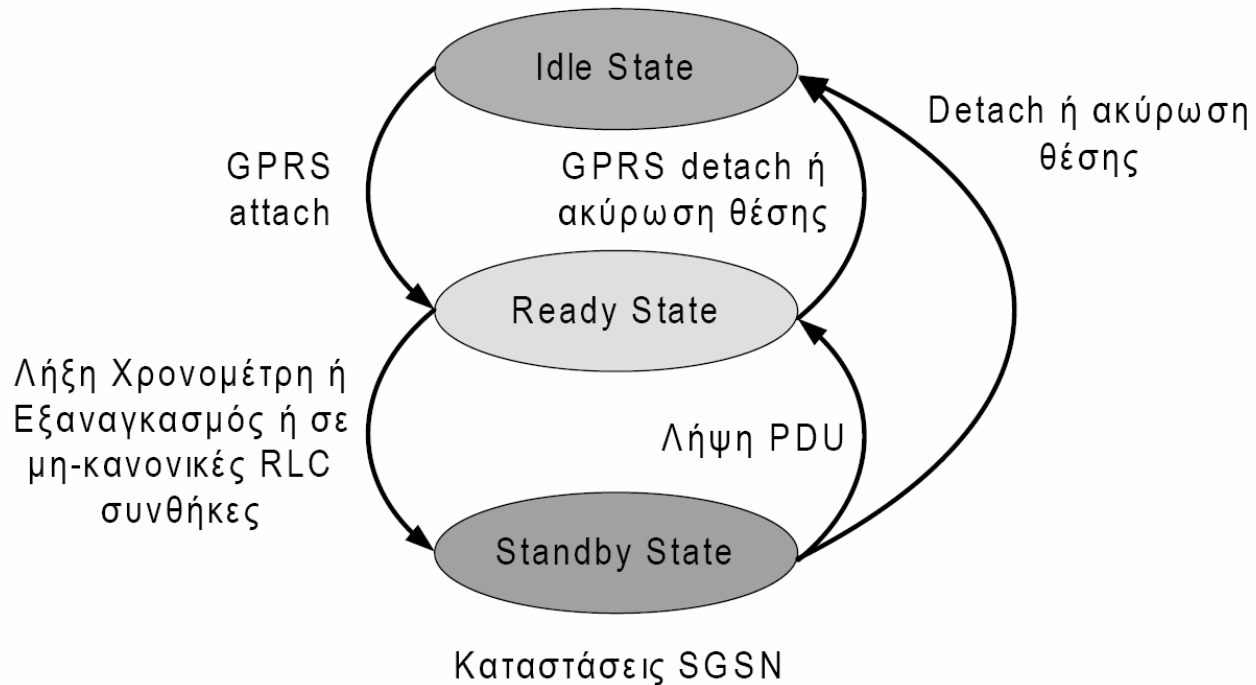
Καταστάσεις Mobility Management

- ◆ Διαχείριση κινητικότητας στο GPRS: το MS ενημερώνει για τη θέση του στο GSM και για την περιοχή δρομολόγησης στο GPRS
 - **Idle:** Ο συνδρομητής δεν είναι attached στο GPRS δίκτυο. Η θέση του MS δεν είναι γνωστή και το MS είναι εκτός δικτύου GPRS.
 - **Standby:** Ο συνδρομητής είναι attached. Το MS ενημερώνει το δίκτυο για οποιαδήποτε αλλαγή θέσης σε επίπεδο routing area.
 - Standby Reachable
 - Standby Not-Reachable
 - **Ready:** Το MS ενημερώνει το δίκτυο για οποιαδήποτε αλλαγή θέσης σε επίπεδο κυψέλης. Το δίκτυο δεν αναζητά το MS μέσω paging.

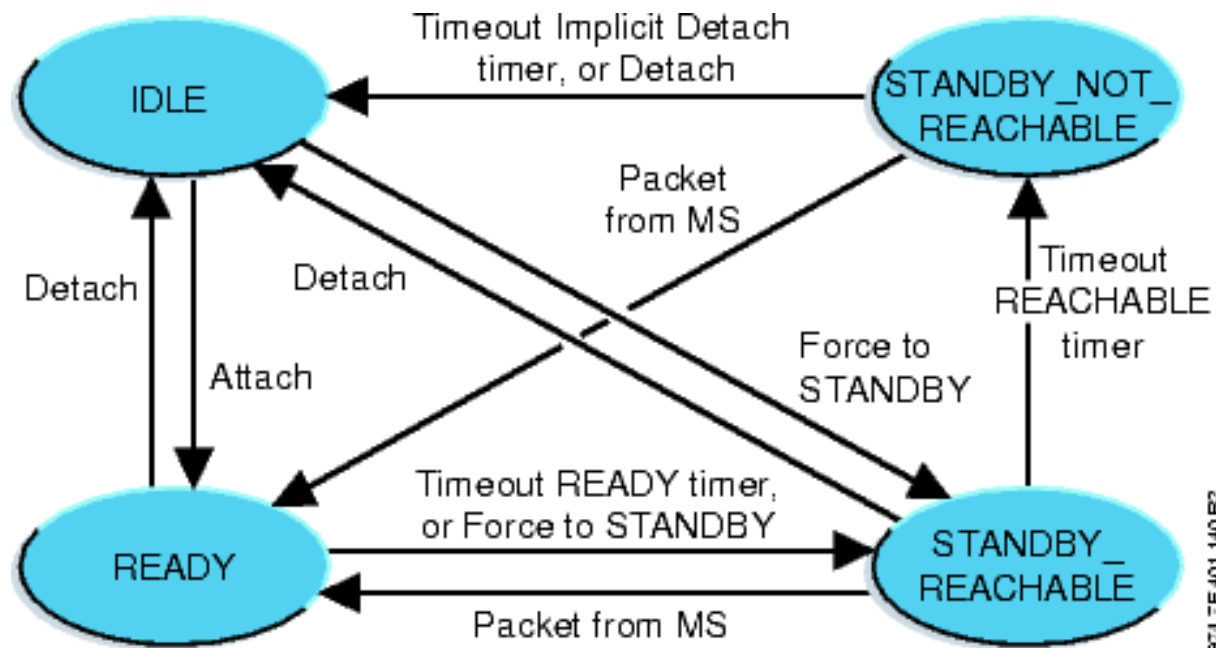
Καταστάσεις Mobility Management Κινητού



Καταστάσεις Mobility Management Κόμβου



Mobility Management

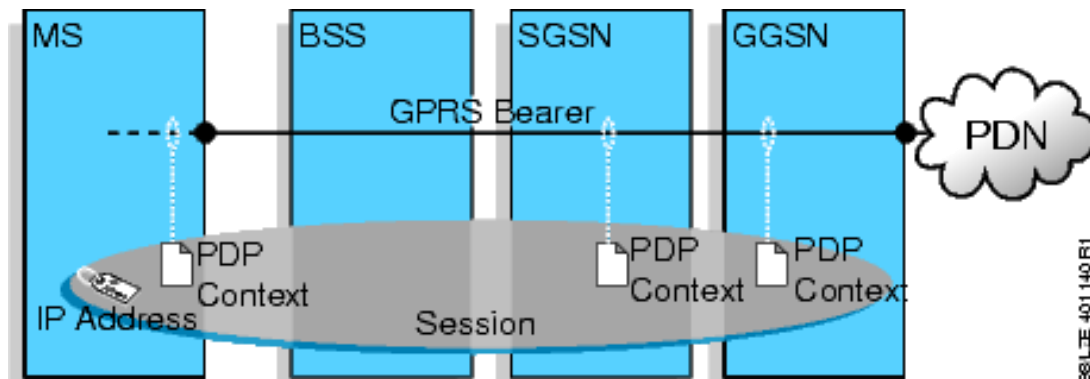


Session Management

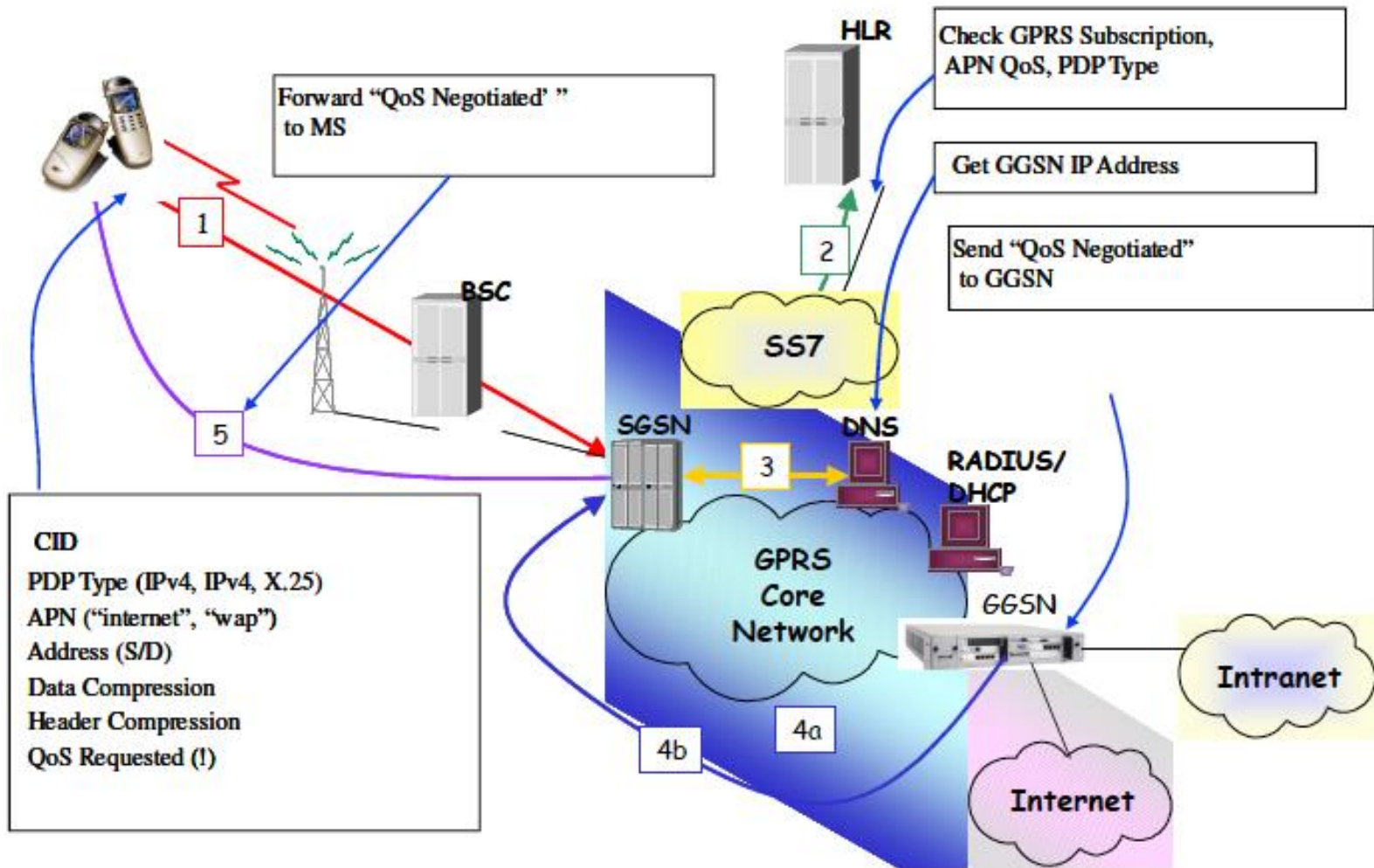
To Session Management διαχειρίζεται τη σύνδεση μεταξύ του MS και ενός εξωτερικού δικτύου (PDN). Διαχειρίζεται δηλαδή την περίοδο μεταξύ της έναρξης και της λήξης μιας σύνδεσης. Πραγματοποιείται στο MS, SGSN και GGSN με ένα ή περισσότερα PDP contexts που παρέχουν πληροφορία για τη σύνδεση.

To Session Management υποστηρίζει τις ακόλουθες καταστάσεις:

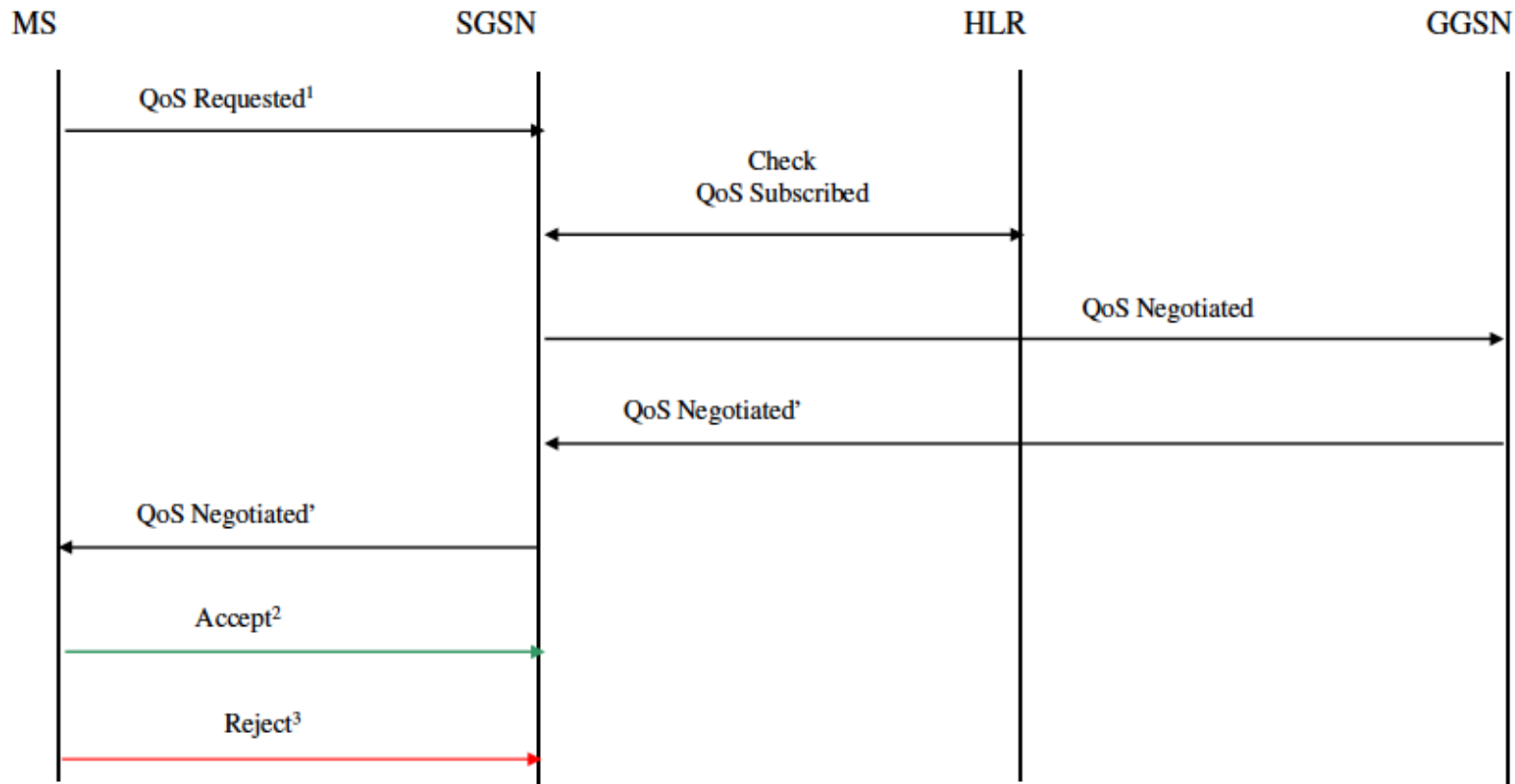
- PDP Context Activation
- PDP Context Deactivation
- PDP Context Modification



PDP Context Activation



Διαχείριση QoS



- (1) At PDP Context Activation Request
- (2) if (QoS Negotiated) > (QoS Minimum)
- (3) if (QoS Negotiated) < (QoS Minimum)

Κανάλια

- ◆ Η διάρκεια που ο διάυλος είναι κατηλημμένος είναι σχετικά μικρή, που σημαίνει ότι σε σύγκριση με ένα δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος, η σηματοδοσία που οφείλεται σε αιτήσεις για κατάληψη του διαύλου είναι πολύ μεγαλύτερη
- ◆ Αναλογιζόμενοι το GSM, αυτό σημαίνει ότι η χρήση του λογικού καναλιού Random Access Channel (RACH) στο uplink αυξάνει κατακόρυφα
- ◆ Άρα απαιτείται αύξηση των διαθέσιμων RACHs

Κανάλια

- ◆ Στο GPRS έχει οριστεί ένα ειδικό κανάλι **Packet Random Access Channel (PRACH)** προκειμένου να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά το πρόβλημα του αυξημένου ρυθμού αιτήσεων για πρόσβαση
- ◆ Το ίδιο πρόβλημα παρουσιάζεται και στο downlink, όπου έχει οριστεί ένα νέο κανάλι **Packet Paging Channel (PPCH)**
- ◆ Για τους ίδιους λόγους, πρέπει να περιορίσουμε στο ελάχιστο τις πολύπλοκες διαδικασίες σηματοδότησης, όπως η αυθεντικοποίηση των χρηστών
- ◆ Στο GPRS, ο χρήστης εκτελεί όλες τις απαραίτητες διαδικασίες στην αρχή και στη συνέχεια μπορεί να λαμβάνει και μεταδίδει δεδομένα κατ' αίτηση
 - Χρήστης είναι always on (always connected)
- ◆ Όταν το MS ή η υπηρεσία απενεργοποιηθεί, τότε ο χρήστης αποσυνδέεται από το δίκτυο (detach)

Διευθύνσεις

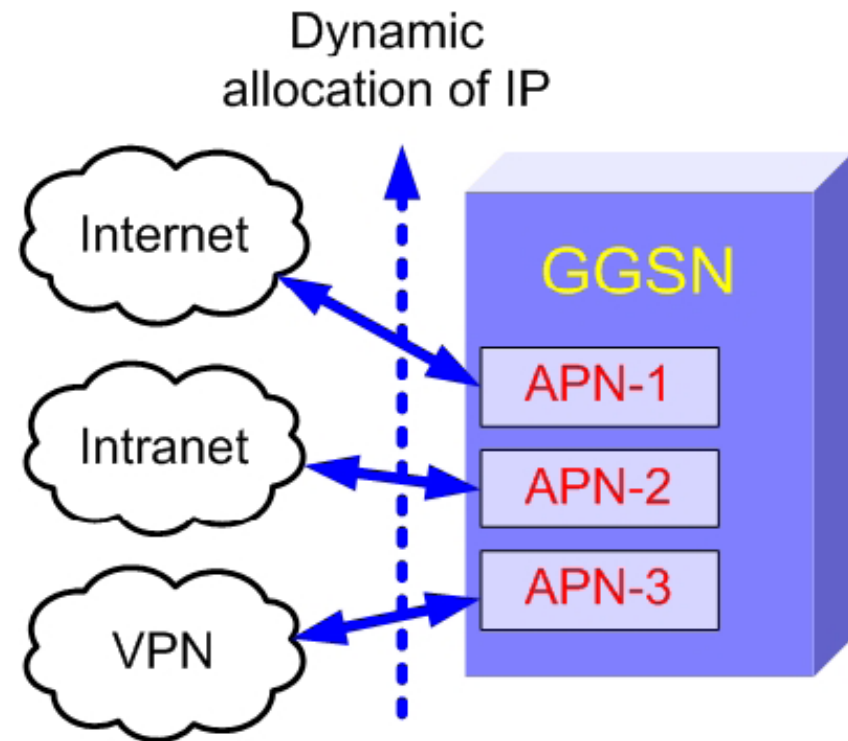
- ◆ **Location Area Identification (LAI).**
 - Ένας MS που βρίσκεται σε μια LA, αναζητείται συνεχώς από τους ενεργούς BTSs.
- ◆ **Routing Area Identification (RAI).**
 - Είναι τμήμα μιας LA και περιλαμβάνει έναν ή και περισσότερους τομείς. Στην RA θα αναζητηθεί ένας MS όταν υπάρχουν δεδομένα προς αποστολή.
- ◆ **Cell Global Identification (CGI).**
 - Αν ο MS είναι σε ready state, το δίκτυο γνωρίζει την CGI.

Διευθύνσεις

- ◆ Κάθε GSN στο GPRS έχει τη δική του IP address, είτε IPv4 (32bits) είτε IPv6 (4*32bits).
- ◆ Οι IP διευθύνσεις χρησιμοποιούνται στην επικοινωνία των GSNs μεταξύ τους. Δηλαδή οι IP διευθύνσεις είναι απαραίτητες ακόμη και στο backbone δίκτυο.
- ◆ Προκειμένου τα GSNs να επικοινωνούν με τους καταχωρητές του δικτύου (π.χ. HLR, EIR) έχουν δοθεί συγκεκριμένοι **αριθμοί GSN** (SGSN και GGSN numbers) σε κάθε κόμβο.
- ◆ Στο GPRS υπάρχει και το **Access Point Name (APN)**, δηλαδή μια IP διεύθυνση ή ένα λογικό όνομα που χαρακτηρίζει ένα σημείο αναφοράς.

Διευθύνσεις

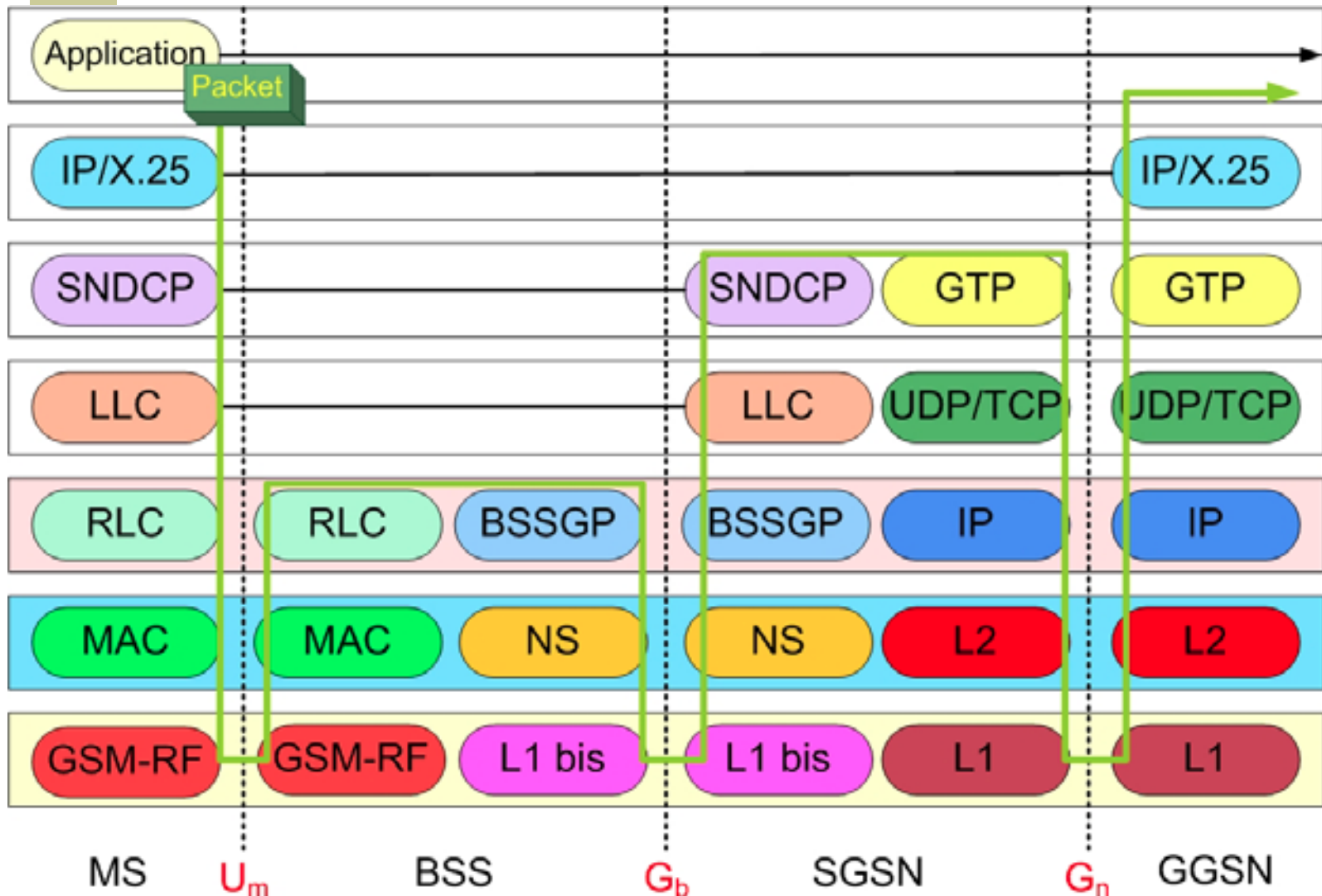
- ◆ Ένα GGSN μπορεί να έχει πολλά APNs, καθένα περιγράφει μια λογική σύνδεση με ένα δίκτυο.
- ◆ Το MS στέλνει το αντίστοιχο APN, για να ενημερώσει το GGSN με ποιο εξωτερικό δίκτυο θέλει να συνδεθεί.



Διευθύνσεις

- ◆ Η **Packet Data Protocol Address** είναι η διεύθυνση στο GPRS όπου στέλνονται όλες οι PDUs (Protocol Data Units).
- ◆ Κάθε χρήστης μπορεί να έχει μια ή και περισσότερες διευθύνσεις PDP αν είναι συνδρομητής και χρησιμοποιεί πολλές υπηρεσίες.
- ◆ Απαιτείται μια διεύθυνση PDP π.χ. για κάθε δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένος.
- ◆ Όλα τα PDUs όλων των υπηρεσιών μεταφέρονται στην κυψέλη που εξυπηρετεί το χρήστη με τη βοήθεια του IMSI ή αργότερα του **Packet Temporary Mobile Subscriber Identity (P-TMSI)**.

Στοιβά Πρωτοκόλλων



Υπηρεσίες GPRS

- ◆ Οι υπηρεσίες δεδομένων στο GPRS χωρίζονται σε 3 ομάδες:
 - **Point-to-Point** (π.χ. E-mail). Απαιτούν ACKs
 - **Point-to-Multipoint** (π.χ. δίκτυο προς τα μέλη μιας ομάδας). Η πληροφορία κάθε πακέτου επαναλαμβάνεται σε πολλά πακέτα αλλάζοντας μόνο τη διεύθυνση παραλήπτη
 - **Υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας** (Value-added services, VAS)
 - Messaging – short codes, MMS, email etc
 - Music – mono tones, true tones, poly tones, mp3 tones, full songs etc
 - Imagery – wallpapers, animations, screensavers, videos etc
 - Games – Branded, Unbranded
 - Text based – stock quotes, news etc

Ο χρήστης μπορεί να γίνει attached χωρίς να ενεργοποιήσει ένα PDP context και μπορεί να χρησιμοποιήσει μόνο GPRS για SMS. Για να αρχίσει να χρησιμοποιεί και άλλες υπηρεσίες, ο χρήστης πρέπει να ενεργοποιήσει ένα PDP context.

Υπηρεσίες GPRS

- ◆ Οι υπηρεσίες **Point-to-Point** χωρίζονται σε:
 - Υπηρεσίες χωρίς σύνδεση: δεν απαιτείται η ύπαρξη εγκατάστασης σύνδεσης και κάθε πακέτο στέλνεται ανεξάρτητα από προηγούμενα ή επόμενα πακέτα. Αυτή η δυνατότητα είναι πολύ χρήσιμη όταν έχουμε burst μετάδοση δεδομένων (IP). Παραδείγματα σχετικών υπηρεσιών:
 - Electronic mail
 - Internet -WWW
 - WWW
 - Υπηρεσίες με σύνδεση: απαιτείται η ύπαρξη σύνδεσης για την αποστολή πακέτων. Τα πακέτα αποστέλλονται με τη σειρά. Υπάρχει μια λογική σύνδεση μεταξύ πομπού και δέκτη (X.25). Παραδείγματα σχετικών υπηρεσιών:
 - Credit card validations
 - Electronic monitoring
 - Data base access and information retrieval

Υπηρεσίες GPRS

- ◆ Οι **Point-to-Multipoint** υπηρεσίες χωρίζονται σε:
 - **Point-to-Multipoint Group Call**: Οι αποδέκτες πρέπει να είναι GPRS-connected. Επίσης, οι τελευταίοι μπορούν να στείλουν δεδομένα πίσω στον αποστολέα (αμφίδρομη σύνδεση). Ακόμα, οι αποδέκτες είναι ικανοί να επικοινωνούν μεταξύ τους δημιουργώντας μια σύνδεση N διαδρομών, όπως στις κλήσεις τηλεδιάσκεψης (Uni-directional, bi-directional and multi-directional Transmissions).
 - **Point-to-Multipoint Multicast**: Ο αποστολέας στέλνει την πληροφορία σε πολλαπλούς αποδέκτες που βρίσκονται σε καθορισμένη περιοχή. Οι αποδέκτες δεν είναι απαραίτητο να είναι GPRS-connected. Δεν υπάρχουν επιβεβαιώσεις λήψης και η εκπομπή θεωρείται ανώνυμη. Παραδείγματα σχετικών υπηρεσιών:
 - News
 - Weather and traffic reports
 - Conferencing services

Υπηρεσίες GPRS

Για τον τελικό χρήστη οι ακόλουθες υπηρεσίες υποστηρίζονται από το GPRS:

- ◆ IP connectivity

- Παρέχει IP σύνδεση μεταξύ MS' s και δίκτυα Internet. Σε κάθε PDP context activation μία IP διεύθυνση χρησιμοποιείται.

- ◆ Transmission speed variants

- Ο ρυθμός μετάδοσης εξαρτάται από την κωδικοποίηση της ραδιοεπαφής που χρησιμοποιείται.

- ◆ Access to Internet services

- Οριζόντιες εφαρμογές

Προσαρμόστηκαν για να λύσουν την επικοινωνία ατόμου-προς-άτομο:

- E-mail
- Hypertext Transfer Protocol (HTTP) browsers
- Wireless Application Protocol (WAP) browsers
- Internet chats
- File transfer using the File Transfer Protocol (FTP)
- Point of sale (credit card readers)
- Database searches
- Two-way messaging

- Κατακόρυφες εφαρμογές

Προσαρμόστηκαν για λύσουν επαγγελματικές επικοινωνιακές απαιτήσεις:

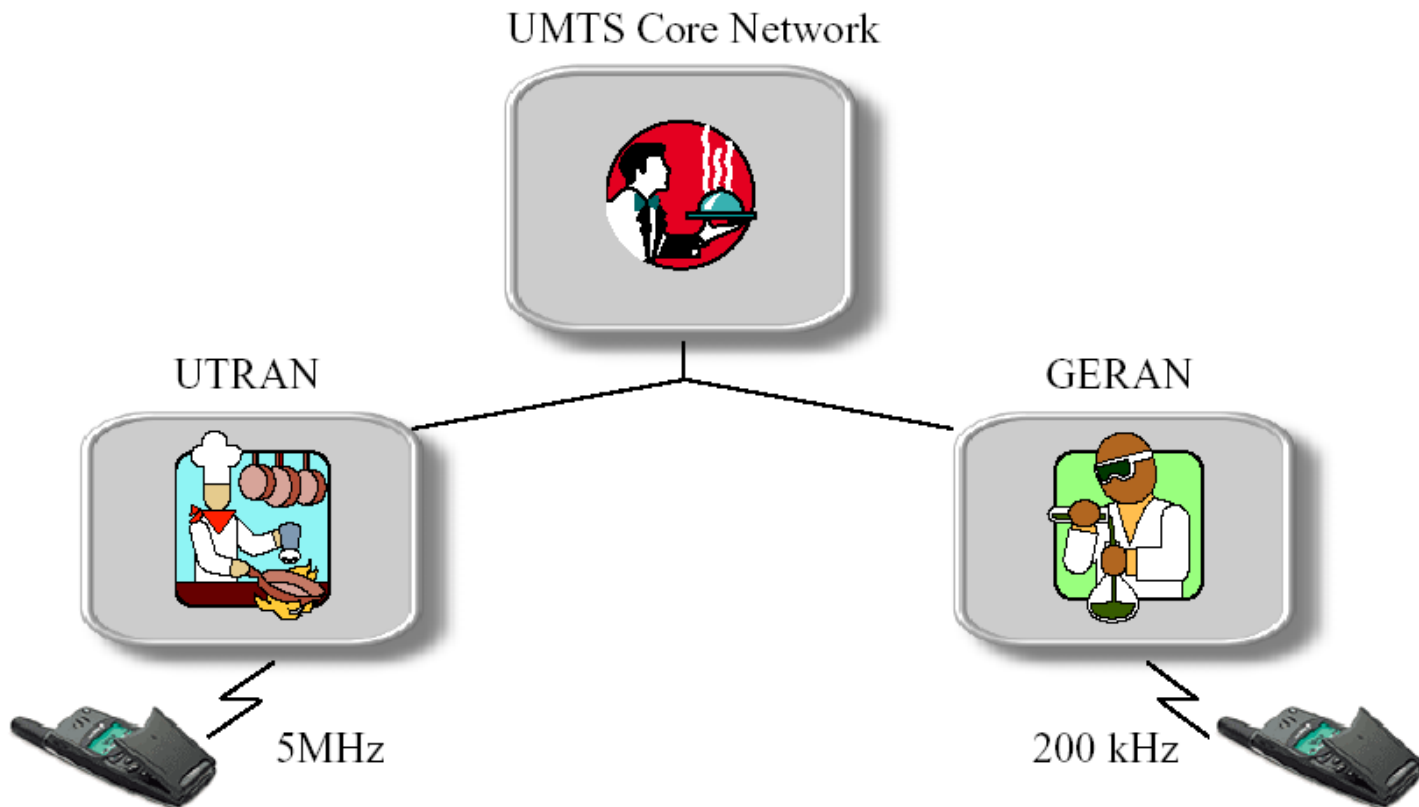
- Field sales
- Bank applications
- Telemetry applications (vendor machines, power meter readers)
- Distribution system optimization (supply services, invoices)
- Dispatch services (police, courier, taxi)

- ◆ SMS

Ο χρήστης μπορεί να γίνει attached χωρίς να ενεργοποιήσει ένα PDP context και μπορεί να χρησιμοποιήσει μόνο GPRS για SMS. Για να αρχίσει να χρησιμοποιεί και άλλες υπηρεσίες, ο χρήστης πρέπει να ενεργοποιήσει ένα PDP context.

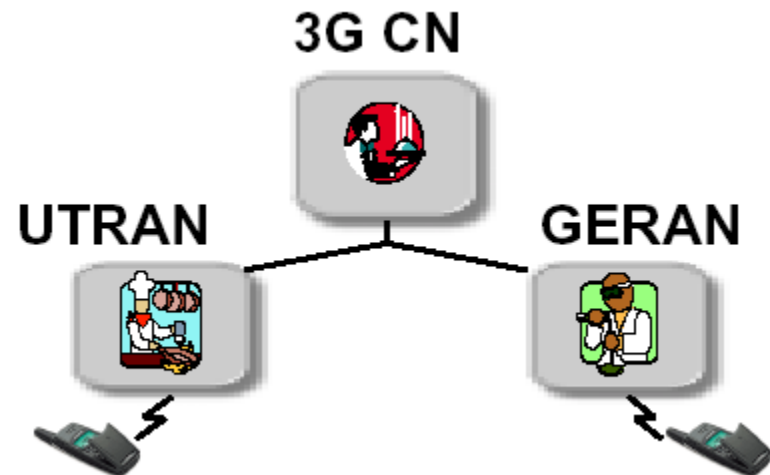
EDGE

Enhanced Data for Global Evolution - EDGE



Τι είναι το EDGE

- ◆ Enhanced Data for Global Evolution (EDGE)
 - Ένας Packet-Switched εμπλουτισμός για το GPRS, το EGPRS
 - Ένας Circuit-Switched εμπλουτισμός δεδομένων ονόματι Enhance Circuit-Switched Data (ECSD)
 - Εξέλιξη του GSM και TDMA/136
 - Συμμόρφωση με το UMTS (GSM EDGE Radio Access Network, GERAN)



Γιατί EDGE

- ◆ Αύξηση του ρυθμού μετάδοσης των δεδομένων.
- ◆ Αποδοτικότητα του φάσματος.
- ◆ Διευκόλυνση νέων υπηρεσιών.
- ◆ Αύξηση της χωρητικότητας των κινητών χρηστών.
- ◆ Δεν χρειάζονται νέες άδειες για τον πάροχο.
- ◆ Προπομπός των δικτύων 3^{ης} Γενιάς.

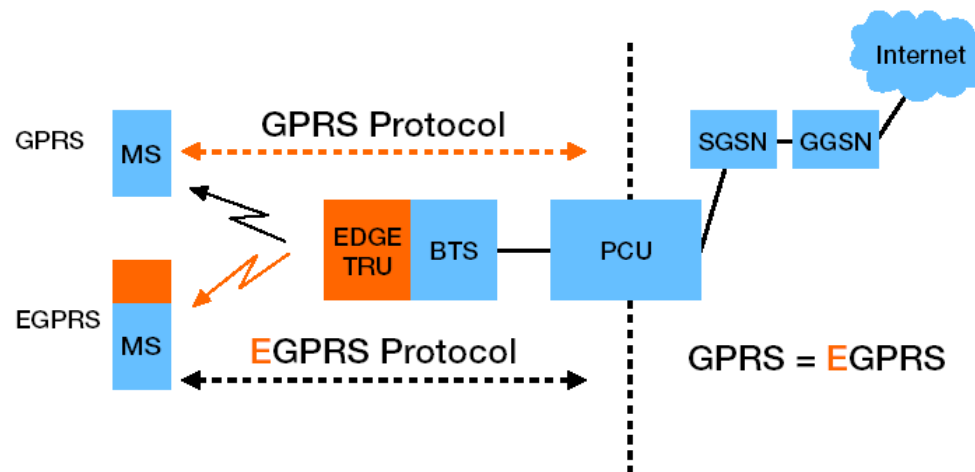
Τεχνολογία EDGE

- ◆ Το EDGE εισάγει μόνο μία νέα τεχνική διαμόρφωσης και νέα κωδικοποίηση καναλιού
- ◆ Μεταδίδει packet-switched και circuit-switched υπηρεσίες φωνής και υπηρεσιών.
- ◆ Το EDGE είναι ένα επιπρόσθετο δίκτυο στο GPRS και δεν μπορεί να λειτουργήσει μόνο του.
- ◆ Το GPRS και το EGPRS έχουν διαφορετικά πρωτόκολλα και διαφορετική συμπεριφορά στο σταθμό βάσης.
- ◆ Στο δίκτυο κορμού μοιράζονται και χειρίζονται τα ίδια πρωτόκολλα και συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο.

Τεχνολογία EDGE

- ◆ Εννέα (9) διαφορετικές διατάξεις διαμόρφωσης και κώδικα (*modulation and coding schemes* – MCS) υιοθετήθηκαν για τη μετάδοση βελτιωμένων πακέτων δεδομένων, παρέχοντας στο RLC ρυθμό δεδομένων από 8,8kbps έως 59,2kbps.
- ◆ Ρυθμός δεδομένων πάνω από 17,6kbps απαιτεί διαμόρφωση 8-PSK στον αέρα αντί της κλασσικής GMSK διαμόρφωσης.
- ◆ Επιτρέπει την υποστήριξη υπηρεσιών και εφαρμογών από δεδομένα και πολυμέσα, όπως μετάδοση broadcast ραδιοφώνου και video μέσω κινητών τερματικών.

Διαφορές EGPRS - GPRS



LEGEND

BTS	Base Station	PCU	Packet control unit
EGPRS	Enhanced GPRS	SGSN	Serving GPRS support node
GGSN	Gateway GPRS support node	TRU	Transceiver unit
MS	Mobile station		

- ◆ Το EDGE αυξάνει τη χωρητικότητα του δικτύου γιατί στην ίδια χρονική θυρίδα μπορεί να υποστηρίξει πολλούς χρήστες.
- ◆ Ελαττώνεται ο αριθμός των ραδιοπύλων που χρειάζεται για να υποστηρίξει την ίδια κίνηση, ελευθερώνοντας χωρητικότητα για περισσότερες υπηρεσίες.

Διαφορές EDGE - GPRS

	GPRS	EDGE
Modulation	GMSK	8-PSK/GMSK
Symbol rate	270 ksym/s	270 ksym/s
Modulation bit rate	270 kb/s	810 kb/s
Radio data rate per time slot	22,8 kb/s	69,2 kb/s
User data rate per time slot	20 kb/s (CS4)	59,2 kb/s (MCS9)
User data rate (8 time slots)	160 kb/s	473,6 kb/s
	(182,4 kb/s)	(553,6 kb/s)

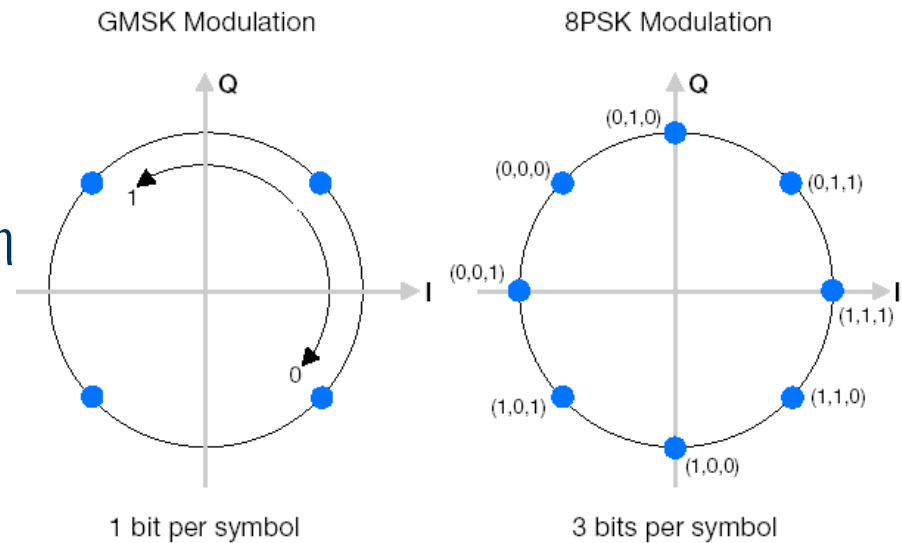
GMSK: Gaussian Minimun Shift Keying

8-PSK: 8-Phase Shift Keying

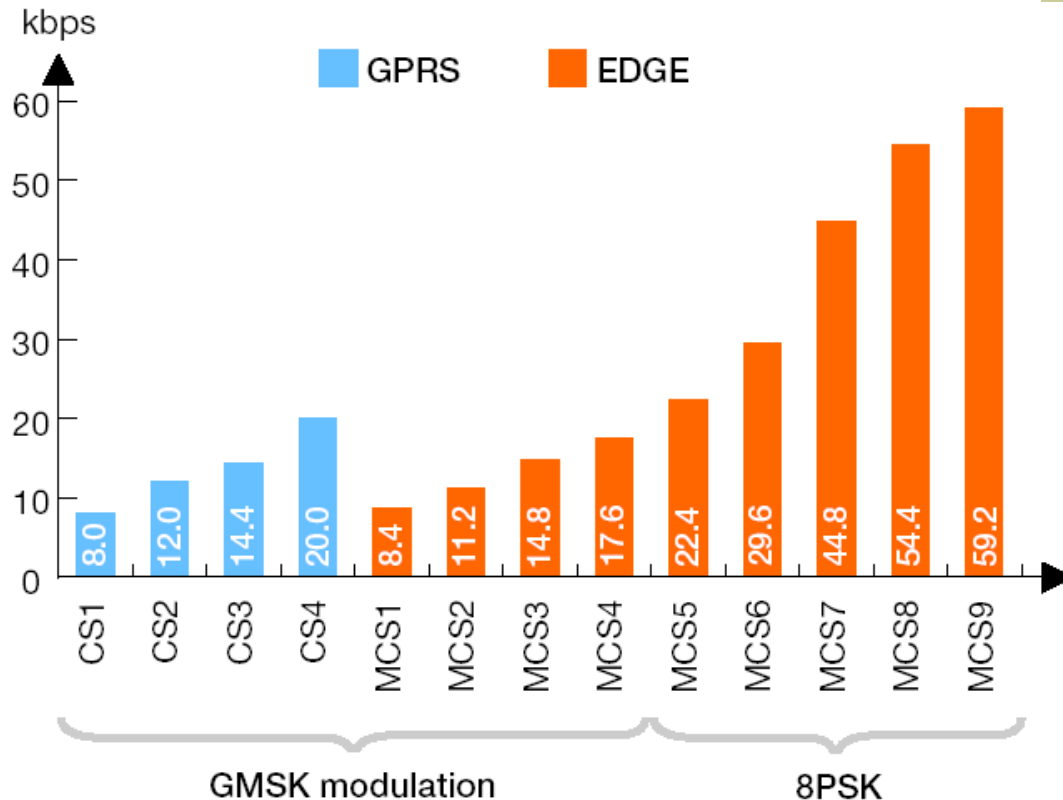
MSC: Modulation Code Scheme

Φυσικό Στρώμα EDGE

- ◆ Γραμμική Διαμόρφωση 8-PSK
- ◆ Linearized GMSK pulse shape (partial response)
- ◆ Συνεχόμενη περιστροφή $3\pi/8$
- ◆ Τυφλή ανάκτηση της διαμόρφωση
- ◆ Όπως στο GSM:
 - 200kHz απόσταση φέροντος
 - Ρυθμός συμβόλων 270,8ksps
 - TDMA πλαίσιο
 - Burst format
 - Ακολουθίες εκπαίδευσης (Training sequences)



Throughput & MCS' s

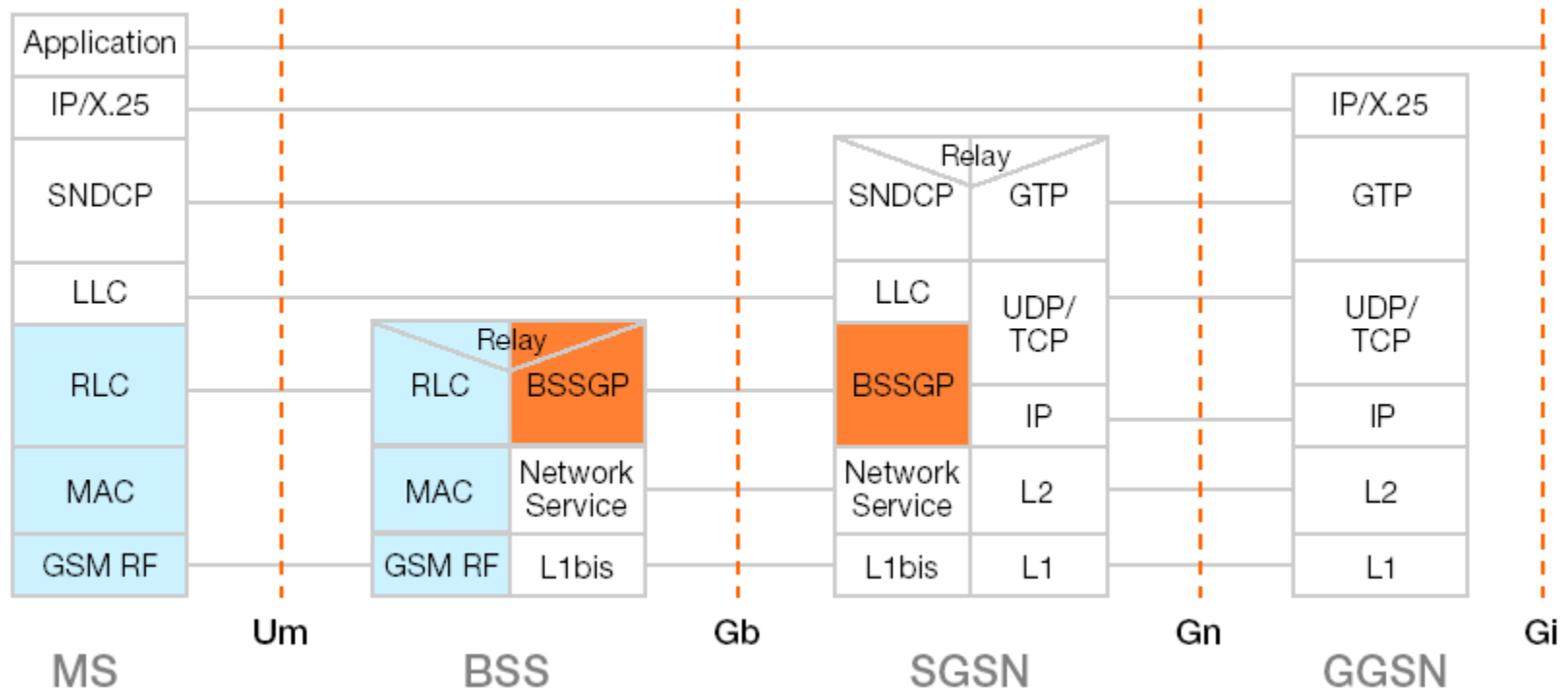


8PSK, 8-phase shift keying; CS, Coding scheme; EGPRS, Enhanced GPRS; GMSK, Gaussian minimum shift keying; MCS, Modulation coding scheme)

Σχήματα Διαμόρφωσης και Κωδικοποίησης στο EDGE

Τύπος	Διαμόρφωση	Μέγιστος Ρυθμός ανά χρονοσχιμή (Kbps)	RLC bits (bytes)	Ρυθμός Κωδικοποίησης
MCS-1	GMSK	8.8	176 (22)	0.5
MCS-2	GMSK	11.2	224 (28)	0.64
MCS-3	GMSK	14.8	296 (37)	0.83
MCS-4	GMSK	17.6	352 (44)	1
MCS-5	8-PSK	22.4	448 (56)	0.32
MCS-6	8-PSK	29.6	592 (74)	0.5
MCS-7	8-PSK	44.8	896 (112)	0.75
MCS-8	8-PSK	54.4	1088 (136)	0.9
MCS-9	8-PSK	59.2	1184 (148)	1

User plane protocol architecture



BSS, Base station system; BSSGP, BSS GPRS protocol; GGSN, Gateway GPRS support node; GTP, General telemetry processor; IP/X.25, Internet Protocol X.25; LLC, Low-layer capability; L1 and L2, memory caches; MAC, Mobile allocation control; MS, Mobile station; RF, Radio frequency; RLC, Radio link control; SGSN, Serving GPRS support node; SNDCP, Subnetwork-dependent convergence protocol; TCP, Transmission control protocol; UDP, User diagram protocol)

Πλεονεκτήματα EGPRS

◆ Short-term

- Χωρητικότητα και απόδοση
 - Τριπλασιασμός της χωρητικότητας.
 - Εφαρμογές με μεγαλύτερες ταχύτητες.

◆ Mid-term

- Συμπληρωματική τεχνολογία
 - EDGE & WCDMA είναι συμπληρωματικές τεχνολογίες.
 - Αναβάθμιση του GPRS.
 - Το EDGE σχεδιάστηκε για να λειτουργεί πάνω από υπάρχον δίκτυο.
 - Οι παροχείς EDGE προσφέρουν καινούριες υπηρεσίες και εφαρμογές για καταναλωτές και επιχειρήσεις.

◆ Long-term

- Εναρμόνιση με το WCDMA
 - Θεμελίωση δικτύων προς ένα συνδυασμένο δίκτυο κορμού με διαφορετικές μεθόδους πρόσβασης που δεν είναι ορατές προς τον χρήστη.

