

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Σχεδιασμός και παραμετροποίηση Σταθμών Βάσης  
τεχνολογίας Ericsson – NOKIA στο δίκτυο UMTS"

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ  
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΛΟΥΒΡΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ, Επίκουρος καθηγητής



Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή  
Ναύπακτος, Ημερομηνία

### ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Λουβρος Σπυριδων
2. Ασημακοπουλος Γεωργιος
3. Τριανταφυλλου Βασιλειος



## *Ευχαριστίες*

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επίκουρο καθηγητή κ. Λούβρο Σπυρίδων για τη δυνατότητα που μου έδωσε να εκπονήσω την παρούσα διπλωματική εργασία. Επίσης ευχαριστώ τους εργαζόμενους του τεχνικού τμήματος της Cosmote και πιο συγκεκριμένα την κ.Αναστασοπούλου Αναστασία και τον κ.Πετρόπουλο Βύρωνα για την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση και υπομονή τους σε όλη την πορεία ανάπτυξης και συγγραφής της διπλωματικής αυτής. Τέλος θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξη της σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πριν από περίπου 15 χρόνια η γέννηση των συστημάτων κινητών επικοινωνιών δεύτερης γενιάς αποτελούσε καθοριστικό παράγοντα στην μετέπειτα εξέλιξη της επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών. Η υλοποίησή τους είχε κυριότερο στόχο την παροχή φωνητικών υπηρεσιών στους χρήστες.

Κατά τα επόμενα χρόνια, παρόλο που ενσωματώθηκαν διάφορες νέες υπηρεσίες δεδομένων, έγινε φανερό ότι τα δίκτυα αυτά δε μπορούσαν πλέον να προσφέρουν περισσότερες εφαρμογές. Η ανάγκη για μετεξέλιξη όσον αφορά στην ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων, την χωρητικότητα, και την ύπαρξη νέων υπηρεσιών, έδωσε ώθηση στην πραγματοποίηση των συστημάτων τρίτης γενιάς.

Ένα από εκείνα τα δίκτυα τρίτης γενιάς που επικράτησε είναι το λεγόμενο και ως UMTS. Ασύρματη επαφή για το UMTS δίκτυο αποτέλεσε το σύστημα WCDMA, ένα ευρυζωνικό σύστημα πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση κώδικα. Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται σε κύρια κομμάτια επεξήγησης και κατανόησης της τεχνολογίας αυτής ενώ πιο συγκεκριμένα γίνεται επεξήγηση στο πως ενεργοποιούμε και παραμετροποιούμε σταθμούς βάσης διαφορετικής τεχνολογίας στο δίκτυο.

Έτσι λοιπόν στο 1ο κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγική αναφορά στα συστήματα κινητής τηλεφωνίας ξεκινώντας από την 1<sup>η</sup> έως και την 3<sup>η</sup> γενιά κινητών δικτύων επικοινωνιών όπου παρουσιάζονται αναλυτικά τα βασικά χαρακτηριστικά τους όπως επίσης οι ανάγκες που οδήγησαν στην εξέλιξή τους.

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην λειτουργία του λεγομένου κυψελοειδούς τύπου επικοινωνίας. Αρχικά γίνεται μια εκτενέστερη περιγραφή της έννοιας και του ρόλου μιας κυψέλης μέσα στο δίκτυο. Εν συνεχεία περιγράφονται οι βασικές τεχνικές

πολλαπλής πρόσβασης (FDMA-TDMA-CDMA) καταλήγοντας στην τεχνική WCDMA η όποια είναι η βασική τεχνική πρόσβασης στο UMTS.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται αναλυτική περιγραφή της αρχιτεκτονικής του UMTS ξεκινώντας από τα κύρια στοιχεία του συστήματος της δικτυακής αρχιτεκτονικής του, όπως ο εξοπλισμός χρήστη UE (user equipment) όπου περιγράφονται τα δυο σημαντικότερα στοιχεία του, το Mobile Equipment και η Usim, το UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN) όπου γίνεται περιγραφή των σταθμών βάσης (RBS) και του ελεγκτή του δικτύου (RNC) ενώ δίνεται επεξήγηση της ATM τεχνολογίας όπου παίζει καθοριστικό ρόλο στη μεταφορά δεδομένων σε υψηλές ταχύτητες όπως και στη διασύνδεση κομματιού στο UTRAN. Κατόπιν γίνεται μια αναφορά στις φυσικές διασυνδέσεις E1 και STM-1 ενώ γίνεται περιγραφή του κεντρικού δικτύου(CN) όπου δίνεται έμφαση στον διαχωρισμό του σε δυο κύρια μέρη το packet switched και το circuit switched.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βασικότερες επαφές του UMTS. Γίνεται μια περιγραφή των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και σηματοδότησης(signaling) για κάθε διεπαφή, για την επικοινωνία των κόμβων που αλληλεπιδρούν. Ενώ τέλος γίνεται αναφορά στα κανάλια του UTRAN τα όποια διαχωρίζονται σε λογικά κανάλια, φυσικά κανάλια και κανάλια μεταφοράς.

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται μια παρουσίαση της αρχιτεκτονικής NOKIA και ERICSSON σταθμών βάσης. Εν συνεχεία περιγράφονται λεπτομερώς οι απαραίτητες διαδικασίες που γίνονται με κύριο σκοπό την έκδοση εντολών εργασίας για ενεργοποίηση/παραμετροποίηση των δυο κατηγοριών σταθμών βάσης στο δίκτυο, σε επομένη φάση παρουσιάζονται κύριες εντολές έλεγχου που εισάγουμε στο ATM Switch(MGX) ενώ στο τέλος παρουσιάζονται κάποιες τελικές διαγραμματικές απεικονίσεις κομματιού του δικτύου(RBS-RNC) με σκοπό να μας δείξουν την συμπεριφορά του δικτύου όσο αφορά κυρίως την iub κίνηση.



# Περιεχόμενα Σελ.

## Κεφάλαιο 1 - Σύντομη ιστορική αναδρομή

1.1 Η 1 <sup>η</sup> γενιά κινητών δικτύων	16
1.2 Η 2 <sup>η</sup> γενιά κινητών δικτύων	17
1.3 Η γενιά 2.5 κινητών δικτύων	19
1.4 Η 3 <sup>η</sup> γενιά κινητών δικτύων	22
1.5 Η γενιά 3.5 κινητών δικτύων	24

## Κεφάλαιο 2 – Πρότυπα και έννοιες κυψελοειδούς επικοινωνίας

2.1 Κυψέλες	25
2.2 Τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης	30
2.2.1 FDMA	30
2.2.2 TDMA	32
2.2.3 CDMA	33
2.2.4 WCDMA	34
2.2.4.1 FDD και TDD	36

## **Κεφάλαιο 3 –Αρχιτεκτονική του UMTS**

3.1 Γενικά χαρακτηριστικά	38
3.2 η δομή του UMTS	40
3.2.1 User Equipment	41
3.2.2 UTRAN	42
3.2.2.1 Radio Base station (RBS)	44
3.2.2.2 Radio network controller(RNC)	44
3.2.2.3 Asynchronous Transfer Mode(ATM) switching	47
3.2.2.4 Οι φυσικές διασυνδέσεις E1 και STM-1	62
3.2.3 Core network	66
3.3 Διεπαφές και αρχιτεκτονική πρωτοκόλλων	69
3.3.1 Η διεπαφή Uu	69
3.3.2 Η διεπαφή Iub	70
3.3.3 Η διεπαφή Iur	72
3.3.4 Η διεπαφή Iu-PS	73
3.3.5 Η διεπαφή Iu-CS	74
3.3.6 Οι υπόλοιπες διεπαφές	74
3.4 Τα κανάλια του UTRAN	75
3.4.1 Λογικά κανάλια	76
3.4.2 Κανάλια μεταφοράς	78
3.4.3 Φυσικά κανάλια	82

## **Κεφάλαιο 4 – Πρακτικό**

4.1 Εισαγωγή	84
4.2 Γενικό πλάνο διαδικασίας έκδοσης εντολών εργασίας	84
4.3 Αρχιτεκτονική Nokia σταθμών βάσης	86
4.3.1 Διαδικασία έκδοσης εντολών εργασίας για Nokia σταθμό βάσης	89

4.3.2 Διαδικασία έκδοσης εντολών εργασίας για παραμετροποίηση Nokia σταθμό βάσης	93
4.4 Αρχιτεκτονική Ericsson σταθμών βάσης	98
4.4.1 Διαδικασία έκδοσης εντολών εργασίας για Ericsson σταθμό βάσης	100
4.4.2 Διαδικασία έκδοσης εντολών εργασίας για παραμετροποίηση Ericsson σταθμό βάσης	104
4.5 Βασικές εντολές MGX	110
4.6 Διαγραμματικές απεικονίσεις κίνησης του δικτύου	115
4.7 Συμπέρασμα	119

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I: Βιβλιογραφία

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II: Συντομογραφίες

<b>Λίστα Σχημάτων</b>	<b>Σελ.</b>
Σχήμα 1: Τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης	18
Σχήμα 2: Η δομή του GSM δικτύου	19
Σχήμα 3: Η δομή του GPRS δικτύου	21
Σχήμα 4: Η εξέλιξη των κινητών συστημάτων τηλεπικοινωνιών	23
Σχήμα 5: Ομάδα γειτονικών κυψελών για κάλυψη γεωγραφικής περιοχής	25
Σχήμα 6A: Μια τυπική εκδοχή Σταθμού Βάσης (B.S.)	28
Σχήμα 6B: Μια τυπική εκδοχή Σταθμού Βάσης (B.S.)	29
Σχήμα 7 :Τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση στο πεδίο της συχνότητας	31
Σχήμα 8: Τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση στο πεδίο του χρόνου	32
Σχήμα 9: Τεχνική πολλαπλής πρόσβασης CDMA	34
Σχήμα 10: Τρόπος λειτουργίας της τεχνικής frequency division duplex	36
Σχήμα 11: Τρόπος λειτουργίας της τεχνικής time division duplex	37
Σχήμα 12: Η δομή του UMTS	41
Σχήμα 13: Αρχιτεκτονική του UTRAN	43

Σχήμα 14: ATM δίκτυο που μεταφέρει φωνή, video και δεδομένα	47
Σχήμα 15: Βασική μορφοποίηση κελιού ATM, η μορφή κεφαλίδας κελιού ATM UNI και η μορφή κεφαλίδας κελιού ATM NNI	51
Σχήμα 16: Διαδρομή μετάδοσης δημιουργημένη από VCs και VPs	54
Σχήμα 17: Το μοντέλο αναφοράς ATM	56
Σχήμα 18: AAL1 προετοιμασία κελίου για μετάδοση	59
Σχήμα 19: E1 Frame Format	63
Σχήμα 20: Η αρχιτεκτονική του CN δικτύου	66
Σχήμα 21: Η στοίβα πρωτοκόλλων στο UMTS δίκτυο	69
Σχήμα 22: Η στοίβα των πρωτοκόλλων για την διεπαφή Iub	71
Σχήμα 23: Η στοίβα πρωτοκόλλων για την διεπαφή Iur	72
Σχήμα 24: Η δομή των πρωτοκόλλων για την διεπαφή Iu-PS	73
Σχήμα 25: Μερικές απο τις διεπαφές του UMTS δικτύου	75
Σχήμα 26: Τα κανάλια του UTRAN δικτύου	76
Σχήμα 27: Αντιστοίχιση καναλιών για την uplink κατεύθυνση	82
Σχήμα 28: Αντιστοίχιση καναλιών για την downlink κατεύθυνση	83





# 1 Σύντομη ιστορική αναδρομή

Το κεφάλαιο αυτό κάνει μία εισαγωγική αναφορά στα συστήματα κινητής τηλεφωνίας ξεκινώντας από την 1<sup>η</sup> έως και την 3<sup>η</sup> γενιά κινητών δικτύων επικοινωνιών. Γίνεται μία ιστορική αναδρομή και παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά που είχαν, οι δυσκολίες που αντιμετώπιζαν και οι λόγοι που τα ώθησαν για να εξελιχθούν.

## 1.1 Η 1<sup>η</sup> γενιά κινητών δικτύων

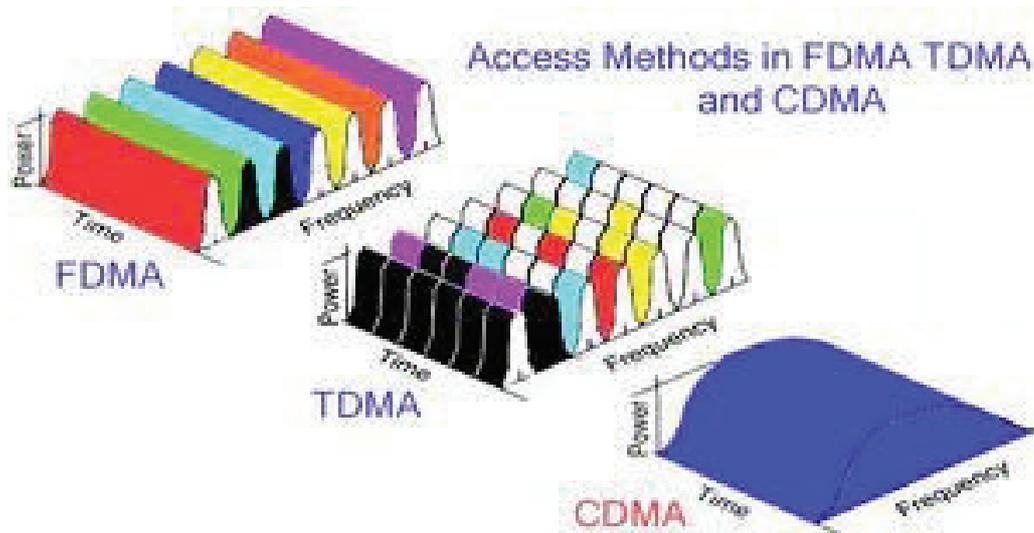
Τα πρώτα κινητά δίκτυα τηλεπικοινωνιών πρωτοεμφανίστηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 70 στις Η.Π.Α. και στις αρχές της δεκαετίας του 80 στην Ευρώπη. Ονομάστηκαν ασύρματα 1ης γενιάς δίκτυα ή αλλιώς αναλογικά. Παρόλο που οι δυνατότητες τους ήταν περιορισμένες, η εμφάνισή τους την εποχή εκείνη αποτέλεσε ένα μεγάλο τεχνολογικό επίτευγμα. Το Advanced Mobile Phone Service (AMPS), ήταν από τα πρώτα συστήματα στα δίκτυα κινητών επικοινωνιών που έκανε την εμφάνισή του το 1978 σε μερικές πολιτείες των Η.Π.Α. ενώ στη συνέχεια, η ιδέα (της κινητής τηλεφωνίας), διαδόθηκε στις υπόλοιπες ηπείρους. Στην Ευρώπη έγινε αισθητή η εμφάνιση δύο συστημάτων κινητών τηλεπικοινωνιών: το Nordic Mobile Telephony (NMT) και το Total Access Communication System (TACS).

Μια από τις σημαντικότερες ανακαλύψεις στο κομμάτι των κινητών επικοινωνιών ήταν η κυψέλη ή αλλιώς cell. Ένας λόγος για τον οποίο τα συστήματα αυτά ονομάζονται κυψελωτά, είναι γιατί ακόμα και στην σημερινή εποχή στηρίζουν την λειτουργία τους στις κυψέλες των οποίων το σχήμα, αποτελεί κατά μια έννοια τα γεωγραφικά όρια κατά τα οποία μπορούν να εξυπηρετούνται οι κινητοί χρήστες. Σε κάθε κυψέλη υπάρχει αντίστοιχα ένας σταθμός βάσης ο οποίος δημιουργεί και δρομολογεί τις κλήσεις.

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά, ήταν το γεγονός ότι ο πομπός και ο δέκτης επικοινωνούσαν χρησιμοποιώντας την ίδια συχνότητα. Από την άλλη πλευρά, όταν κάποιος χρήστης μιλούσε ενώ βρισκόταν σε κίνηση, είχε σαν αποτέλεσμα η κλήση να τερματίζεται, τη στιγμή που ξεπερνούσε τα όρια της περιοχής κάλυψης. Ο περιορισμός της δυνατότητας να διατηρήσει ο χρήστης την κλήση κατά τη διάρκεια μετάβασης σε μια άλλη κυψέλη (handover), περιόριζε σημαντικά τις δυνατότητες της κινητής επικοινωνίας καθώς παρεμπόδιζε την κινητικότητα του χρήστη στο δίκτυο. Ένα ακόμη πρόβλημα επίσης ήταν η χαμηλή απόδοση των συστημάτων αυτών καθώς υπήρξε πολύ μικρός ο αριθμός των χρηστών που μπορούσαν να μιλήσουν ταυτόχρονα, από τη στιγμή δε που το διαθέσιμο φάσμα συχνοτήτων δεν ήταν αρκετό. Πιο συνοπτικά τα πρώτα συστήματα, δεν άφηναν πολλά περιθώρια για βελτιώσεις και για την εφαρμογή τεχνικών όπως συμπίεση και κωδικοποίηση της πληροφορίας, καθώς προϋπέθετε την χρήση ψηφιακού σήματος. Ακόμα και οι συσκευές που χρησιμοποιούσαν οι χρήστες(τερματικά), είχαν μεγάλο όγκο, μεγάλες κεραίες και υψηλό για την εποχή εκείνη κόστος. [1],[2]

## **1.2 Η 2<sup>η</sup> γενιά κινητών δικτύων**

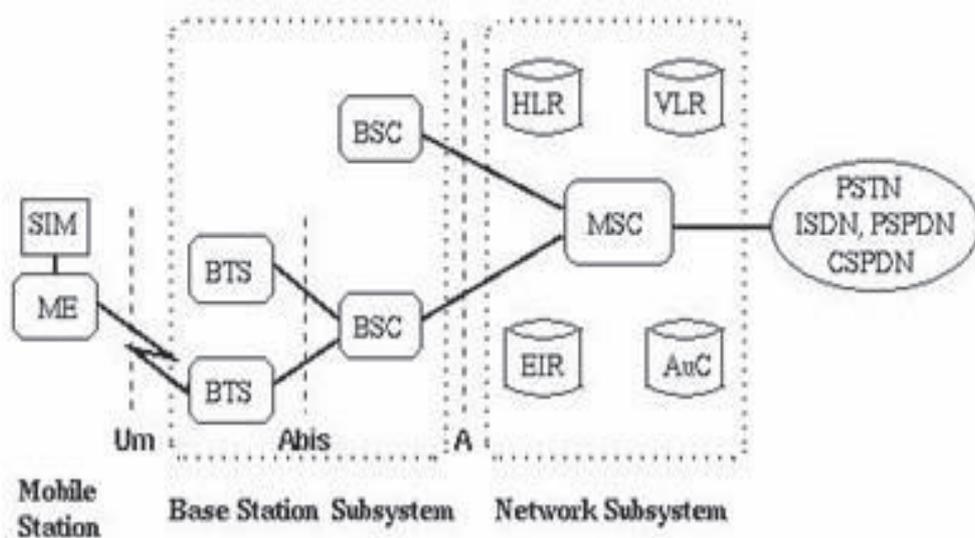
Ενώ τα δίκτυα 1ης γενιάς ανήκουν πια στο παρελθόν, δε συμβαίνει το ίδιο και με τα δίκτυα 2ης γενιάς αφού αρκετά από τα χαρακτηριστικά τους χρησιμοποιήθηκαν για την σχεδίαση των δικτύων της 3ης γενιάς. Σε αντίθεση με τα δίκτυα 1<sup>ης</sup> γενιάς που μετέδιδαν αναλογικό σήμα και ο διαχωρισμός μεταξύ των χρηστών για ταυτόχρονη πρόσβαση στο ασύρματο μέσο γινόταν με την Frequency Division Multiple Access (FDMA) τεχνική, τα δίκτυα 2ης γενιάς χρησιμοποιούσαν τεχνικές διαμόρφωσης όπου οι χρήστες διαχωρίζονταν με Time Division Multiple Access (TDMA) ή Code Division Multiple Access (CDMA) όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα .



**Σχήμα 1: Τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης**

Από τα πιο γνωστά συστήματα 2ης γενιάς ήταν αρχικά το Global System for Mobile communication (GSM) όπου και χρησιμοποιεί την TDMA τεχνική η οποία υποστηρίζει 8 χρόνο-σχισμές(time-slots) με εύρος ζώνης 200 KHz η κάθε μια, το Interim Standard 136 (IS-136) γνωστό και ως North American Digital Cellular (NADC) ή US Digital Cellular (USDC), το Pacific Digital Cellular (PDC) Ιαπωνικό σύστημα που είχε ομοιότητες με το IS-136 και το Interim Standard 95 Code Division Multiple Access (IS-95) γνωστό και ως cdmaOne το οποίο χρησιμοποιεί CDMA τεχνική όπου ήταν διαδεδομένη στη Βόρεια Αμερική αλλά και σε χώρες όπως Κορέα, Ιαπωνία, Κίνα και Αυστραλία.

Στην Ευρώπη, υπήρξε η ανάγκη για δημιουργία ενός συστήματος που θα εξυπηρετούσε όλους τους Ευρωπαίους πολίτες το οποίο οδήγησε στη δημιουργία του GSM υπό την επίβλεψη του European Technical Standards Institute (ETSI). Το σύστημα αυτό ήταν πολύ γνωστό, ενώ μετρούσε 350 εκατομμύρια χρήστες σε 140 χώρες και 400 δίκτυα κινητών επικοινωνιών. Το GSM ξεκίνησε την λειτουργία του στην ζώνη των 800-900 MHz ενώ σε κάποιες άλλες χώρες λειτουργεί στα 1.8 και 2 GHz. Στο παρακάτω σχήμα διαφαίνεται η δομή του GSM δικτύου



SIM	Subscriber Identity Module	BSC	Base Station Controller	MSC	Mobile services Switching Center
ME	Mobile Equipment	HLR	Home Location Register	EIR	Equipment Identity Register
BTS	Base Transceiver Station	VLR	Visitor Location Register	AuC	Authentication Center

**Σχήμα 2: Η δομή του GSM δικτύου**

Μερικές επίσης από τις υπηρεσίες που παρέχονταν στα δίκτυα 2ης γενιάς ήταν η δυνατότητα περιορισμένης πρόσβασης στο Internet όπως και η αποστολή σύντομων γραπτών μηνυμάτων μεταξύ των χρηστών γνωστά ως Short Messaging Service (SMS). [1], [4]

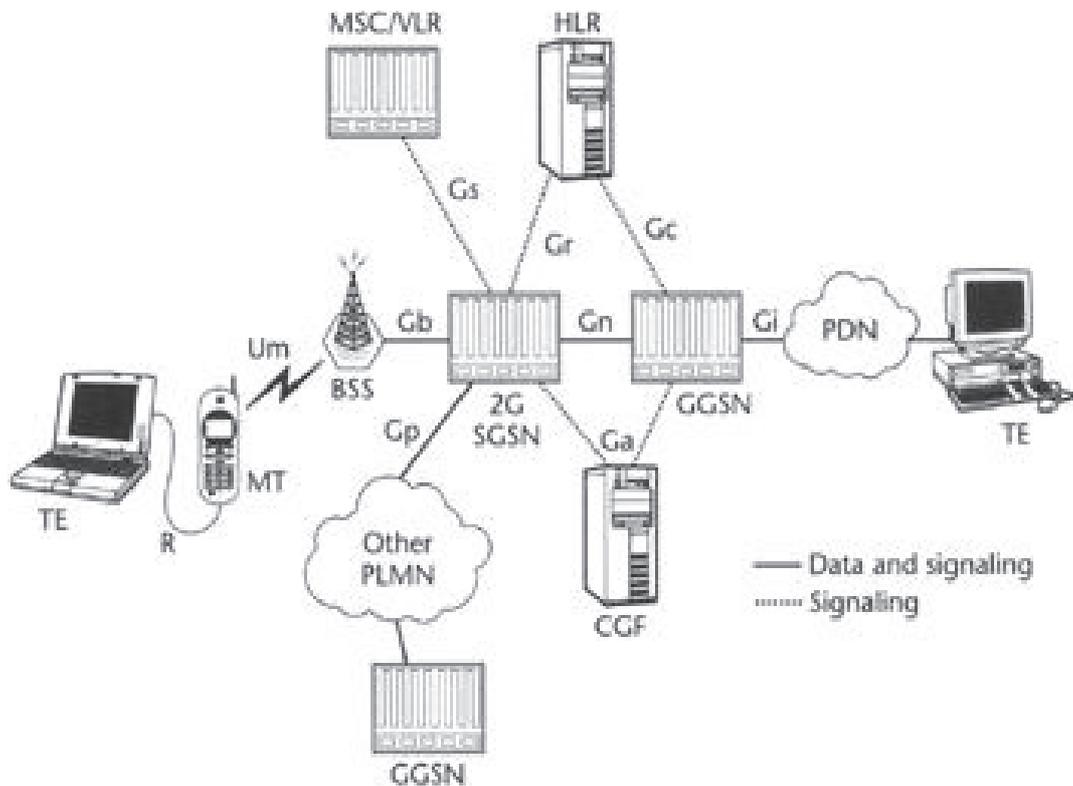
### 1.3 Η γενιά 2.5 κινητών δικτύων

Σε αρχική φάση δόθηκε η ιδέα για επανασχεδιασμό των 2ης γενιάς δικτύων, με σκοπό να μπορούν να υποστηρίξουν υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων τους οποίους απαιτούσαν κυρίως διάφορες εφαρμογές στο Internet. Έτσι προέκυψε η σχεδίαση κάποιων νέων προτύπων που παρέπεμπαν στην γενιά 2.5 δικτύων. Κατ'αυτόν τον τρόπο επέτρεπαν στον υπάρχοντα εξοπλισμό της 2ης γενιάς, να τροποποιηθεί έτσι ώστε να μπορεί να υποστηρίξει υπηρεσίες όπως πλοήγηση στο Internet, e-mail, Wireless Applications Protocol (WAP) κ.α.

Κατά την αναβάθμιση των συστημάτων αυτών δημιουργήθηκαν τρία νέα συστήματα που αντιπροσώπευαν την γενιά 2.5. Αυτά είναι τα εξής: High Speed Circuit Switched Data (HSCSD), General Packet Radio Service (GPRS) και Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE).

Το HSCSD αποτελεί την τεχνική της μεταγωγής κυκλώματος, όπου επιτρέπει σε ένα χρήστη να χρησιμοποιεί διαδοχικές χρονοσχισμές του GSM. Μαζί με συνδυασμό κάποιων άλλων τροποποιήσεων το HSCSD καταφέρνει να πετύχει ρυθμούς μετάδοσης στα 14,4 Kbps από τα 9,6 Kbps που προσέφερε το GSM. Έτσι χρησιμοποιώντας τέσσερις συνεχόμενους χρονοσμούς δινόταν η δυνατότητα για ρυθμό μέχρι και 57,6 Kbps ανοίγοντας τον δρόμο για εφαρμογές όπως streaming. Ένα από τα μειονεκτήματα του HSCSD ήταν το γεγονός πως η χρήση της μεταγωγής κυκλώματος σπαταλούσε πόρους του δικτύου εφόσον οι χρονοσχισμές δεσμεύονταν ακόμα και όταν η χωρητικότητα τους δεν χρησιμοποιούνταν.

Το GPRS βασίστηκε στη λειτουργία της μεταγωγής πακέτου, πράγμα που σημαίνει ότι είναι κατάλληλο για υπηρεσίες όπως e-mail, fax και asymmetric web browsing όπου ο χρήστης κατεβάζει από το Internet πολύ περισσότερα δεδομένα από ότι ανεβάζει. Από τα κυριότερα πλεονεκτήματά είναι ότι δεσμεύονται πόροι του δικτύου μόνο όταν υπάρχουν δεδομένα που πρέπει να μεταδοθούν ενώ δεν εξαρτάται τόσο πολύ από τα μέρη εκείνα των δικτύων που λειτουργούν με μεταγωγή κυκλώματος. Στο GPRS το κανάλι, δε δεσμεύεται από τον κινητό χρήστη όπως γίνεται στο HSCSD γι αυτό και έχει τη δυνατότητα να υποστηρίζει περισσότερους χρήστες. Στο GPRS όταν και οι οκτώ χρονοσχισμές του GSM είναι δεσμευμένες από ένα χρήστη, τότε μπορεί να επιτευχθεί ρυθμός μετάδοσης μέχρι και 171,2 Kbps. Στο παρακάτω σχήμα διαφαίνεται η δομή του GPRS δικτύου.



**Σχήμα 3: Η δομή του GPRS δικτύου**

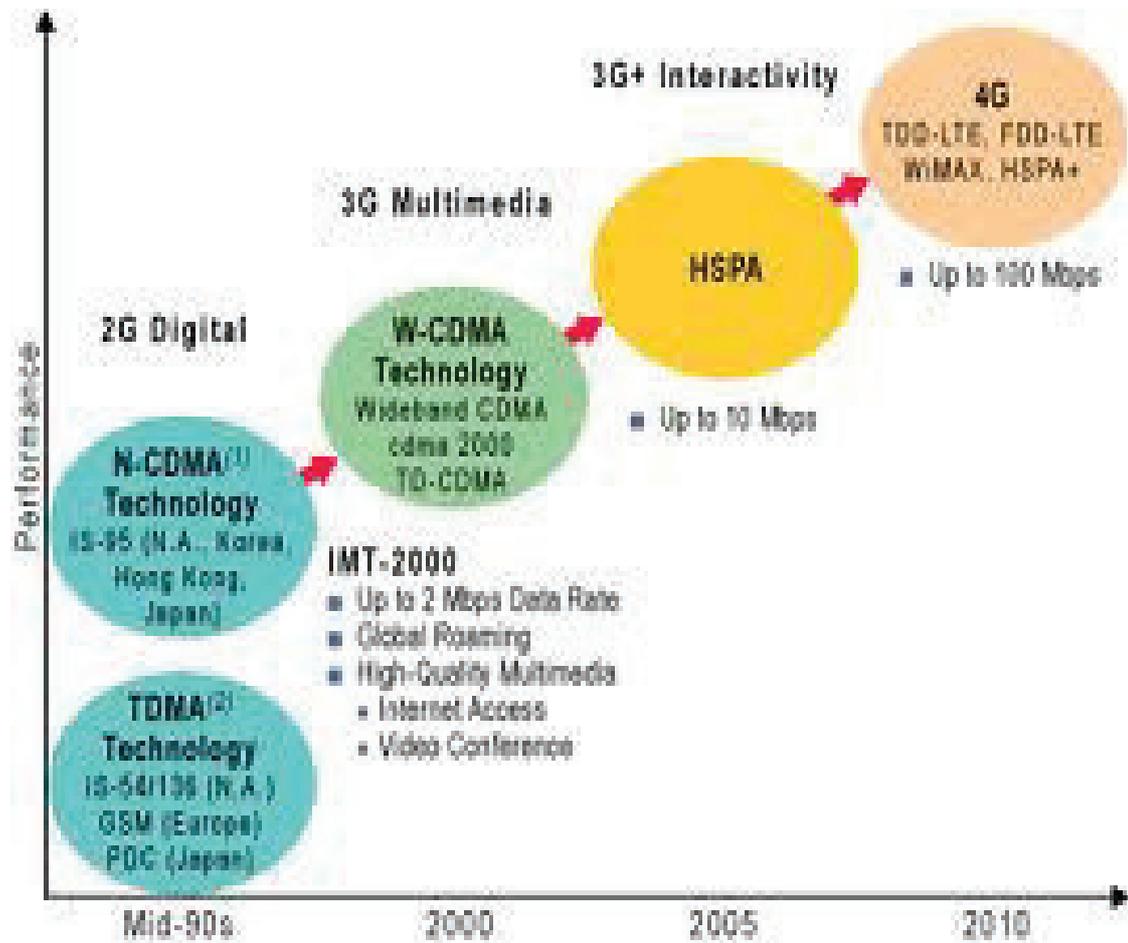
Τέλος το EDGE θεωρήθηκε ως μια βελτιστοποίηση του προτύπου GSM και αυτό γιατί απαιτήθηκε τόσο η αναβάθμιση στο λογισμικό (software) όσο και στο υλικό (hardware). Το EDGE είναι αποτέλεσμα δημιουργίας των υπεύθυνων των δικτύων GSM και IS-136, για μια από κοινού τεχνολογική μετεξέλιξη που θα οδηγούσε σε δίκτυα 3ης γενιάς (υψηλές ταχύτητες). Το EDGE προωθεί μια νέα ψηφιακή διαμόρφωση η οποία ονομάζεται 8-PSK όπου προσφέρει ρυθμό μετάδοσης μέχρι και 547,2 Kbps όταν χρησιμοποιείται χωρίς διόρθωση λαθών όπου και οι οκτώ χρονοσχισμές είναι δεσμευμένες σε ένα μόνο χρήστη. [4]

## 1.4 Η 3<sup>η</sup> γενιά κινητών δικτύων

Η γέννηση των δικτύων 3ης γενιάς αποτέλεσε την απαρχή για την εμφάνιση περισσότερων υπηρεσιών, όπου μέχρι εκείνη τη στιγμή κανένα από τα προηγούμενα πρότυπα δε μπορούσε να προσφέρει. Σε ταχύτητες επιπέδου Megabit κάποιος που έχει πρόσβαση στο δίκτυο αυτό, πλοηγείται στο Internet, επικοινωνεί χρησιμοποιώντας την υπηρεσία Voice over Internet Protocol (VoIP), κατεβάζει κομμάτια μουσικής ενώ μπορεί να χρησιμοποιήσει διάφορες άλλες υπηρεσίες μέσω του κινητού του τηλεφώνου.

Κατά την εξέλιξη των υπαρχόντων δικτύων 2ης γενιάς επικοινωνιών, δημιουργήθηκαν αρχικά το πρότυπο cdma2000 ως εξέλιξη του CDMA και το Wideband-CDMA (W-CDMA) ή αλλιώς Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) ως εξέλιξη των GSM, IS-136 και PDC, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4. Το W-CDMA είναι από εκείνα τα πρότυπα που έχουν επηρεαστεί από τη φιλοσοφία και τον τρόπο λειτουργίας του GSM.

Βασική επιδίωξη της ανάπτυξης των δικτύων 3ης γενιάς είναι η παροχή υπηρεσιών σε οποιαδήποτε τοποθεσία και οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Αυτό σημαίνει με λίγα λόγια ότι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μετακινείται προς οποιαδήποτε τοποθεσία και να εξυπηρετείται, ακόμα και σε γεωγραφικές περιοχές όπου η κάλυψη δεν είναι απαραίτητα από δίκτυο 3ης γενιάς.



Σχήμα 4: Η εξέλιξη των κινητών συστημάτων τηλεπικοινωνιών

Οι υπηρεσίες που προσφέρει το δίκτυο αποτελούν υπηρεσίες Internet και υπηρεσίες που συνδυάζουν εικόνα και ήχο (multimedia) με υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης. Τέλος θα πρέπει να πούμε ότι τα επικρατέστερα δίκτυα 3ης γενιάς μέχρι τώρα είναι τα UMTS στην Ευρώπη, CDMA2000 στην Βόρεια Αμερική και το NTT Docomo στην Ιαπωνία. [2],[3],[5]

## 1.5 Η γενιά 3.5 κινητών δικτύων

Αυτή η γενιά περιλαμβάνει εκείνα τα δίκτυα όπου εκτός από την τεχνολογία W-CDMA, έχουν ενσωματώσει και την τεχνολογία High Speed Downlink Packet Access (HSDPA). Με το πρότυπο αυτό ενισχύεται η μετάδοση πακέτων από το σταθμό βάσης προς το χρήστη (downlink) με ρυθμό 5 φορές μεγαλύτερο του UMTS και 15 φορές μεγαλύτερο του GPRS. Αυτό σημαίνει ότι από τα 2 Mbps που μπορεί να προσφέρει το UMTS ο ρυθμός φτάνει θεωρητικά μέχρι και τα 14.4 Mbps.

Το HSDPA θεωρείται ως η εξέλιξη του UMTS γιατί στην ουσία παρέχει στους χρήστες υψηλότερους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων και μεγαλύτερη χωρητικότητα, με ανάλογο τρόπο όπως εκείνος που προσφέρει το EDGE.

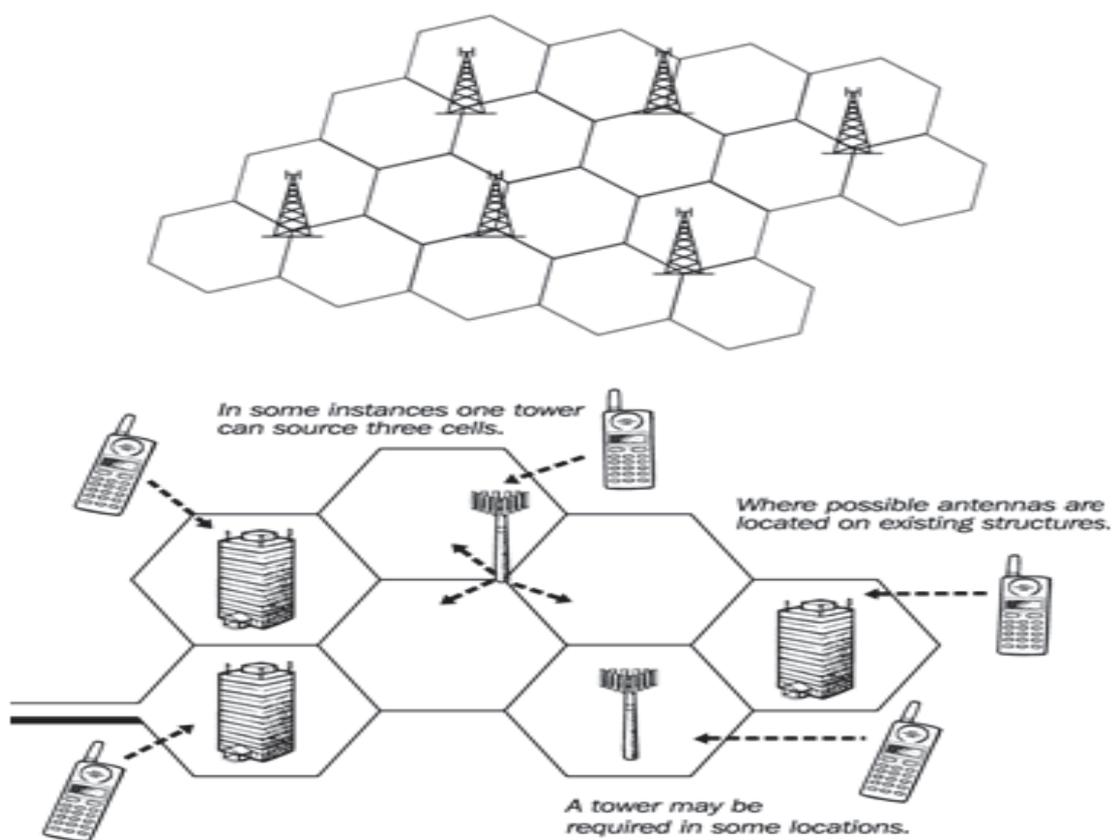
Παρά την παραδοχή ότι κάποια κομμάτια του HSDPA θεωρούνται απλά στην υλοποίηση με το υπάρχον υλικό (hardware), απαιτεί επανασχεδίαση της αρχιτεκτονικής του δικτύου και αναβάθμιση στο υλικό, όπως αυτό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στους σταθμούς βάσης. Έτσι οι σταθμοί βάσης θα πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργούν αποδοτικά με υψηλούς ρυθμούς δεδομένων, αλλά και να υποστηρίζουν τη λειτουργία πολύπλοκων πρωτοκόλλων.

Το HSDPA λειτουργεί με την έννοια του ότι αντί να χρησιμοποιούνται ξεχωριστά Dedicated Channel (DCH) κανάλια για την αποστολή δεδομένων, χρησιμοποιείται ένα Downlink Shared Channel (DSCH) κανάλι το οποίο και θα μοιράζονται μεταξύ τους οι χρήστες για την μεταφορά πακέτων. Το κανάλι αυτό έχει πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης (bandwidth) και για το λόγο αυτό καλείται high-speed DSCH (HS-DSCH). [4]

## 2 Πρότυπα και έννοιες κυψελοειδούς επικοινωνίας

### 2.1 Κυψέλες

Πρώτου προχωρήσουμε σε εκτενέστερη περιγραφή των δικτύων 3<sup>ης</sup> γενιάς είναι αναγκαίο να κάνουμε μια αναφορά στην λειτουργία του λεγομένου κυψελοειδούς τύπου επικοινωνίας. Αρχικά κύτταρο ή κυψέλη ονομάζουμε τη γεωγραφική περιοχή η οποία καλύπτεται νοητά από Η/Μ ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται από την κεραία σταθμού βάσης, και η οποία περιοχή οριοθετείται από ένα κατώφλι στάθμης ισχύος.



Σχήμα 5 Ομάδα γειτονικών κυψελών για την ηλεκτρομαγνητική κάλυψη γεωγραφικής περιοχής.

Η κεραία ενός σταθμού βάσης εκπέμπει στον αέρα Η/Μ ακτινοβολία σε μια συχνότητα

εντός της επιτρεπομένης μάντας. Η ακτινοβολία αυτή διαδίδεται στο γεωγραφικό ανάγλυφο ακλουθώντας όλα τα φυσικά (λόφοι, δέντρα, δαση κλπ) και τα τεχνικά εμπόδια (κτίρια) βάσει των κυματικών φαινομένων της κυματικής θεωρίας όπως διάθλαση ανάκλαση περίθλαση απόσβεση κλπ. Έτσι η μορφή ενός κύτταρου θα μπορούσε να παρομοιαστεί ως μια άμορφη δομή στον χώρο. Παρ' όλα αυτά οι μηχανικοί χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο δομές όπως εξάγωνα κύκλους και τετράγωνα για να σχεδιάσουν την κάλυψη σε μια γεωγραφική περιοχή καθώς είναι εύχρηστες στον απλό σχεδιασμό.

Στο πιο πάνω σχήμα 5 δίνεται η μορφή κάλυψης μιας γεωγραφικής περιοχής με εξαγωνικά κύτταρα κατά το θεωρητικό σχεδιασμό του δικτύου. Σε αυτή την αρχιτεκτονική σχεδίαση υπεισέρχεται η ιδέα της επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων με απώτερο σκοπό την αύξηση της συνδρομητικής χωρητικότητας.

Η ηλεκτρομαγνητική κάλυψη επιτυγχάνεται με την χρήση κεραιών, οι οποίες ενεργοποιούνται και ελέγχονται από τους σταθμούς βάσης. Το διάγραμμα ακτινοβολίας των κεραιών αυτών είναι τέτοιο, ώστε να καλύπτουν με πολύ καλή προσέγγιση όλο το εμβαδόν του κυτταρου. Έτσι οι κεραιές αυτές χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, στις κατευθυντικές (directional antenna) και στις παν-κατευθυντικές (omni-directional antenna). Οι παν-κατευθυντικές κεραιές εξυπηρετούν κύτταρα μεγάλης εμβελείας. Οι κατευθυντικές κεραιές εξυπηρετούν κύτταρα που χωρίζονται σε τομείς (sectors) για την εξυπηρέτηση συγκεκριμένων τομέων της γεωγραφικής περιοχής κάλυψης του κυτταρου το οποίο ονομάζεται sectorised cell.

Οι σταθμοί βάσης βρίσκονται στο κέντρο του κυτταρου στην περίπτωση που θα υλοποιηθεί παν-κατευθυντική ιδέα κυτταρικής κάλυψης και επομένως καλύπτουν ομοιόμορφα την κυτταρική περιοχή κάλυψης. Η ισχύς κατανέμεται ομοιόμορφα στο κύτταρο και επομένως διευκολύνονται οι αλγόριθμοι βασικών λειτουργιών του δικτύου (Handover και Location Updating). Δίνει επίσης και ικανοποιητική πυκνότητα καναλιών για τους συνδρομητές. Πιο συνοπτικά ο ρόλος τους είναι:

1. Να στεγάζουν τους ασύρματους πομπούς και δέκτες.
2. Να έρχεται σε επικοινωνία με τους υπόλοιπους σταθμούς βάσης, είτε ασύρματα είτε ενσύρματα κυρίως ενσύρματα μέσω ενός asynchronous transfer mode δικτύου (ATM).
3. Να επικοινωνεί με τους κινητούς σταθμούς (χρήστες, UE) με βάση τα εκάστοτε πρωτόκολλα σύνδεσης.
4. Forward error correction (FEC)
5. Rate adaptation
6. W-CDMA spreading/dispersing
7. Μετράει την ποιότητα της σύνδεσης και τον ρυθμό των λανθασμένων frame.(Frame Error Rate)
8. Συμμετέχει στον έλεγχο ισχύος.
9. Τέλος είναι υπεύθυνος για το FDD softer handover

Η επικοινωνία του Base Station με τον κινητό χρήστη γίνεται αμφίδρομα. Εφόσον το σήμα εκπέμπεται από το σταθμό βάσης προς τον χρήστη έχουμε την κάτω ζεύξη (DOWNLINK). Ενώ το αντίστροφο δηλαδή από τον χρήστη προς τον σταθμό βάσης έχουμε την άνω ζεύξη (UPLINK). Δύο εικόνες η(6A) και (6B) μας δείχνουν δυο παραδείγματα από σταθμούς βάσης για να έχουμε μια οπτική αντίληψη.



**Σχήμα 6Α** Μια τοπική εκδοχή Σταθμού Βάσης (B.S.)



**Σχήμα 6B Μια τυπική εκδοχή Σταθμού Βάσης (B.S.)**

Η δομή των κυβελών δίνει την δυνατότητα της επαναχρησιμοποίησης συχνότητας, έτσι ώστε χιλιάδες χρηστές να μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν τα κινητά τους τηλέφωνα ταυτόχρονα. Σε κάποιες περιπτώσεις όπως στα δίκτυα WCDMA όλοι οι χρήστες μπορούν να εκπέμψουν στις ίδιες συχνότητες. Ένα από τα πλεονεκτήματα της επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων από γειτονικές κυψέλες οφείλετε στην μικρή ισχύ εκπομπής που έχουν οι σταθμοί βάσης. Αυτό εξηγείται στο ότι οι εκπομπές δεν ξεφεύγουν πλέον έξω από την κυψέλη στην οποία βρίσκονται το κινητό τηλέφωνο κι ο σταθμός βάσης κι έτσι επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση των συχνοτήτων από κυψέλες που δεν είναι γειτονικές.

Από την άλλη πλευρά, οι χαμηλής ισχύος εκπομπές δεν απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας, και αυτό συνεπάγεται στο ότι η κατανάλωση στην μπαταρία ενός κινητού τηλέφωνο είναι μικρή και όσο χρειάζεται. Σημαντικό είναι να πούμε πως για να επιτευχθεί ένα τέτοιο σύστημα με κυψέλες, χρειάζεται να υπάρχουν πολλοί σταθμοί βάσης στην περιοχή κάλυψης καθώς και πύργοι-κεραίες εκπομπής. Επειδή όμως είναι αρκετοί οι χρήστες, το κόστος παραμένει χαμηλό. Να σημειώσουμε εδώ ότι και τα κινητά τηλέφωνα έχουν επίσης πια μικρής ισχύος πομπούς. Ενώ τα περισσότερα αξίζει να σημειωθεί ότι εκπέμπουν σε 0,6 ή 3 Watts.[6]

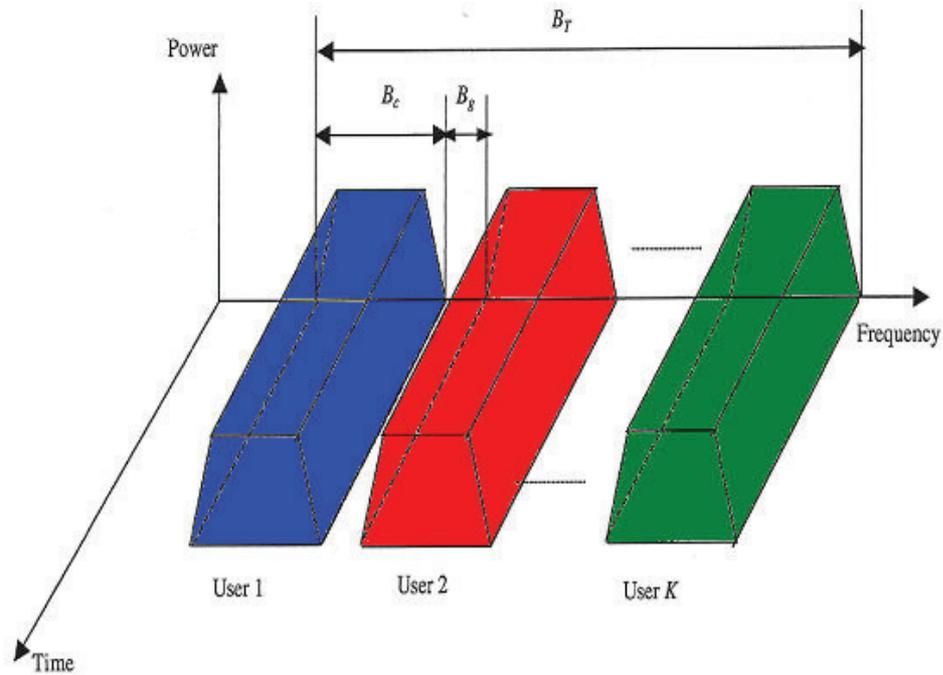
## 2.2 Τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης

Οι τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: διαίρεση συχνότητας(FDMA), διαίρεση χρόνου(TDMA), και διαίρεση κώδικα (CDMA) οι οποίες χρησιμοποιούνται για να διαμοιράσουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης σε ένα ασύρματο σύστημα τηλεπικοινωνιών.Οι τεχνικές αυτές ομαδοποιούνται σε συστήματα περιορισμένης ζώνης και ευρείας ζώνης ανάλογα με τον τρόπο που μεταφέρεται το διαθέσιμο φάσμα στους χρήστες τεχνική duplexing ενός συστήματος συνδυάζεται συνήθως μαζί με το συγκεκριμένο σχέδιο πολλαπλής πρόσβασης.

### 2.2.1 FDMA

Στην FDMA τεχνική το φάσμα ( $B_T$ ) διαιρείται σε κανάλια φωνής, όπου το κάθε κανάλι έχει το ίδιο bandwidth ( $B_C$ ) με τα υπόλοιπα. Για την καλύτερη λειτουργία του συστήματος, ανάμεσα σε κάθε κανάλι που δημιουργείται από τη διαίρεση αφήνεται ένα guard band ( $B_g$ ). Το Guard band είναι κομμάτι του bandwidth μεταξύ δύο συνεχόμενων καναλιών το οποίο δεν χρησιμοποιείται από κανένα άλλο κανάλι ώστε να μην έχουμε επικάλυψη συχνοτήτων δύο γειτονικών καναλιών. Η λειτουργία του είναι παρόμοια με τους ραδιοφωνικούς σταθμούς : Ο κάθε σταθμός στέλνει σήμα σε διαφορετική συχνότητα μέσα στην διαθέσιμη μπάντα. Στο ξεκίνημα της κλήσης παραχωρείται στον

χρήστη ένα κανάλι που χρησιμοποιεί αποκλειστικά για όλη τη χρονική διάρκεια της κλήσης του.

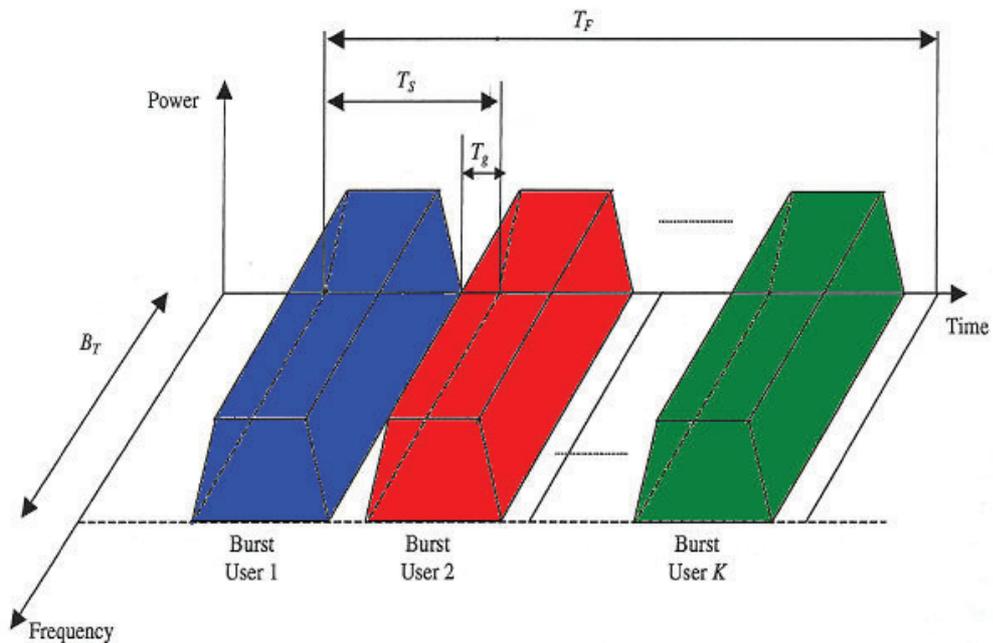


**Σχήμα 7 Τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση στο πεδίο της συχνότητας**

Παράλληλα δεν χρειάζεται συγχρονισμός μεταξύ του σταθμού εκπομπής και λήψης ενώ ο κάθε χρήστης δεν παρεμβάλλει τους υπόλοιπους χρήστες γύρω του. Το FDMA μπορεί να μεταφέρει πληροφορία, ωστόσο δεν είναι και η πιο αποδοτική μέθοδος για ψηφιακή μετάδοση, γι' αυτό χρησιμοποιήθηκε κυρίως στις αναλογικές τεχνολογίες. Τέλος παρά το γεγονός ότι η FDMA είναι σχετικά η πιο απλή τεχνική, δεν είναι ευέλικτη καθώς για την πρόσθεση ενός νέου χρήστη χρειάζονται αλλαγές στον εξοπλισμό του συστήματος. [2],[7],[8].

## 2.2.2 TDMA

Στην TDMA τεχνική ο πόρος είναι ο χρόνος. Η πληροφορία στέλνεται από όλους τους χρήστες μαζί σε frames, τα οποία έχουν συγκεκριμένο μέγεθος. Έτσι υπάρχει ένα κανάλι, στο οποίο το frame διαιρείται σε ίδιο χρονικό διάστημα μέσα σε χρονοθυρίδες (time slots). Ο κάθε χρήστης εκπέμπει σε μία συγκεκριμένη χρονοθυρίδα ενώ χρησιμοποιεί όλο το διαθέσιμο εύρος του καναλιού. Μεταξύ δύο συνεχόμενων time slot ( $T_s$ ) μέσα σε ένα frame πρέπει να αφήσουμε ένα μικρό χρονικό διάστημα ελεύθερο, το guard period ( $T_g$ ) για να αποφευχθούν τυχόν επικαλύψεις συχνοτήτων. Η τεχνική αυτή είναι εφικτή πια επειδή η ομιλία καθώς και ο ήχος μπορούν να μετατραπούν σε ψηφιακά δεδομένα και να συμπεστούν ώστε να δεσμεύσουν λιγότερο χρόνο εκπομπής. Ένας χρήστης μπορεί να πάρει και παραπάνω της μίας χρονοθυρίδας. Με αυτόν τον τρόπο, η TDMA τεχνική προσφέρει πολλαπλάσια χωρητικότητα απ' ό,τι μια αναλογική τεχνική, που χρησιμοποιεί τον ίδιο αριθμό καναλιών.

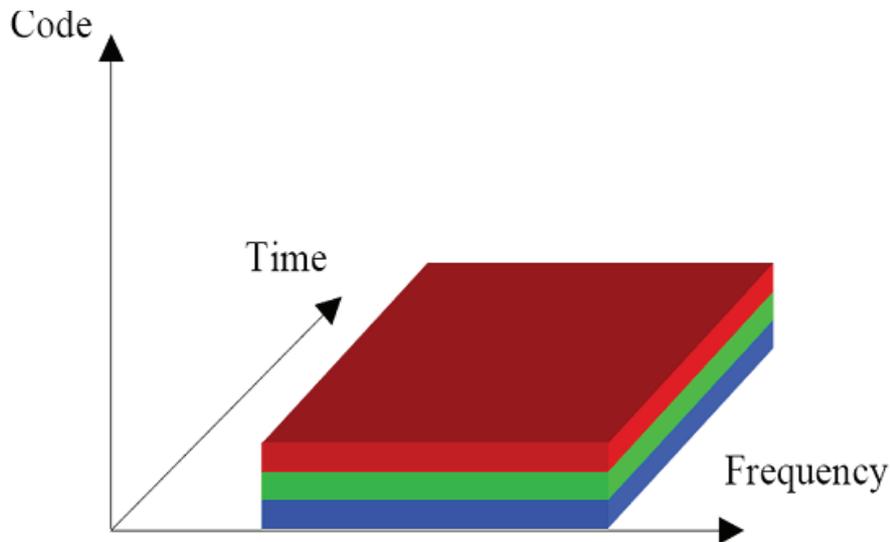


Σχήμα 8 Τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση στο πεδίο του χρόνου.

Ένα μειονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι ότι το κάθε time slot έχει μια συγκεκριμένη χρονική απόσταση μέσα στο frame, ανεξαρτήτως εάν μεταφέρει δεδομένα ή όχι. Έτσι στην περίπτωση όπου η κίνηση είναι bursty έχουμε κακή χρήση του μέσου. Παράλληλα γίνεται συγχρονισμός μεταξύ του πομπού και του δέκτη. Τα πλεονεκτήματα της τεχνικής αυτής είναι ότι δεν χρειάζεται να γίνεται έλεγχος της ισχύος που εκπέμπεται από τους χρήστες, όπως και το ότι ένα τέτοιο σύστημα ρυθμίζεται εύκολα καθώς όλοι οι χρήστες λαμβάνουν και εκπέμπουν στην ίδια συχνότητα. Η TDMA τεχνική χρησιμοποιείται από ψηφιακά συστήματα όπως το IS-54 και το IS-136, αλλά και το GSM. Στα IS-54, IS-136 κάθε κανάλι φωνής χρησιμοποιεί bandwidth στα 30 KHz, και κάθε frame αποτελείται από 6 time slot. Στο GSM κάθε κανάλι έχει εύρος 200 KHz. Ενώ κάθε frame αποτελείται από 8 timeslots. Έτσι το σύστημα εξυπηρετεί έως και 8 χρήστες ανά κανάλι με full-rate speech. Κάθε TDMA frame είναι 4.615 ms. Κάθε slot είναι 0.577 ms από τα οποία τα 0.03462ms είναι guard period. [2],[7]

### 2.2.3 CDMA

Στη CDMA (Code Division Multiple Access) τεχνική, όλοι οι χρήστες εκπέμπουν ταυτόχρονα και σε όλο το διαθέσιμο εύρος ζώνης (bandwidth) πράγμα που την διαφοροποιεί από τις άλλες δυο τεχνικές. Τα CDMA δίκτυα χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά το 1996 από το σύστημα IS-95 ενώ θεωρήθηκε ως η τεχνική για μελλοντική χρησιμοποίηση της στα δίκτυα επόμενης γενιάς. Έτσι η IMT-2000 έθεσε το WCDMA ως την τεχνική που χρησιμοποιείται για τα δίκτυα 3<sup>ης</sup> γενιάς. Η μόνη διαφορά που έχει η WCDMA τεχνική, είναι ότι ενώ το CDMA χρησιμοποιεί εύρος ζώνης 1.25 MHz, ενώ το WCDMA έχει μεγαλύτερο εύρος ζώνης στα 5 MHz [9].



Σχήμα 9 Τεχνική πολλαπλής πρόσβασης CDMA

## 2.2.4 WCDMA

Το ευρυζωνικό CDMA (WCDMA) υιοθετήθηκε από το UMTS ως η τεχνολογία πολλαπλής πρόσβασης. Αυτή η ενότητα εξετάζει τις αρχές της εναέριας διεπαφής στο WCDMA. Δίνεται έμφαση στα στοιχεία όπου το WCDMA διαφέρει από το GSM και το IS-95. Μερικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν το WCDMA είναι τα εξής:

Το WCDMA είναι ένα ευρυζωνικό CDMA. Τα bit πληροφορίας μεταφέρονται με μεγάλο εύρος ζώνης (5 MHz) ενώ πολλαπλασιάζονται με κωδικούς διεύρυνσης και ανακτώνται με αποκωδικοποίηση στον δέκτη.

Ο ρυθμός chip με ρυθμό 3.84 Mcips/s οδηγεί σε εύρος ζώνης φορέα της τάξης των 5 MHz περίπου. Στο GSM το εύρος ζώνης φορέα είναι 200 KHz. Στο CDMA στενού εύρους ζώνης, όπως το IS-95, το εύρος ζώνης φορέα είναι 1.25 MHz. Το εύρος ζώνης φορέα του WCDMA υποστηρίζει υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης και έχει οφέλη απόδοσης όπως η μεγάλη ευελιξία διαδρομών.

Το WCDMA χαρακτηρίζεται από πολλούς μεταβαλλόμενους ρυθμούς μετάδοσης για τους χρήστες. Έτσι υποστηρίζεται η ιδέα του εύρους ζώνης κατά ζήτηση (BoD). Σε κάθε χρήση καταχωρούνται πλαίσια των 10 ms, στη διάρκεια των οποίων ο ρυθμός δεδομένων παραμένει σταθερός, η χωρητικότητα των δεδομένων μπορεί να αλλάξει από πλαίσιο σε πλαίσιο.

Το WCDMA έχει δύο βασικούς τρόπους λειτουργίας. Τον αμφίδρομο διαμοιρασμό συχνότητας FDD και τον αμφίδρομο διαμοιρασμό χρόνου TDD. Με το FDD, χρησιμοποιούνται ξεχωριστοί φορείς των 5 MHz για την άνω και κάτω ζεύξη αντίστοιχα ενώ στο TDD μόνο μία ζώνη 5 MHz διαμοιράζεται χρονικά μεταξύ δύο ζεύξεων.

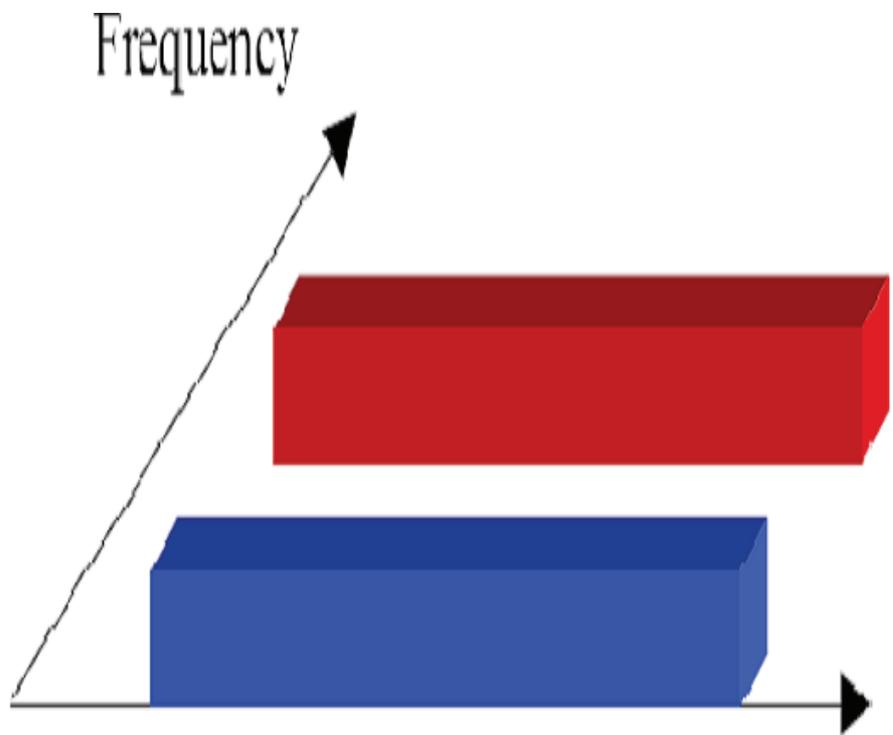
Το WCDMA υποστηρίζει την λειτουργία ασύγχρονων σταθμών βάσης. Σε αντιδιαστολή με το σύγχρονο IS-95, δεν υπάρχει ανάγκη για χρονική αναφορά, όπως στο GPS, και έτσι διευκολύνεται η ανάπτυξη μικρών σταθμών βάσης.

Το WCDMA χρησιμοποιεί συμφωνη φώραση για τις ανάγκες της κάτω ζεύξης βασισμένο στη χρήση συμβόλων οδηγών ή κοινών οδηγών. Στο IS-95 η συμφωνη φώραση χρησιμοποιείται μόνο στην κάτω ζεύξη. Η χρήση της στην άνω ζεύξη οδηγεί σε αύξηση της κάλυψης και της χωρητικότητας της άνω ζεύξης.

Η διεπαφή στο WCDMA έχει δημιουργηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε οι ιδέες για αναπτυγμένους δέκτες CDMA, όπως η ανίχνευση πολλαπλών χρηστών και οι έξυπνες προσαρμοζόμενες κεραίες, να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους χειριστές των δικτύων σαν επιλογείς για την αύξηση της χωρητικότητας και της κάλυψης. Στα περισσότερα 2G συστήματα δεν υπάρχει πρόβλεψη για τέτοιες ιδέες. Το WCDMA έχει σχεδιαστεί για να αναπτυχθεί σε συνδυασμό με το GSM. Γι' αυτό οι μεταγωγές μεταξύ του GSM και του WCDMA υποστηρίζονται.[2]

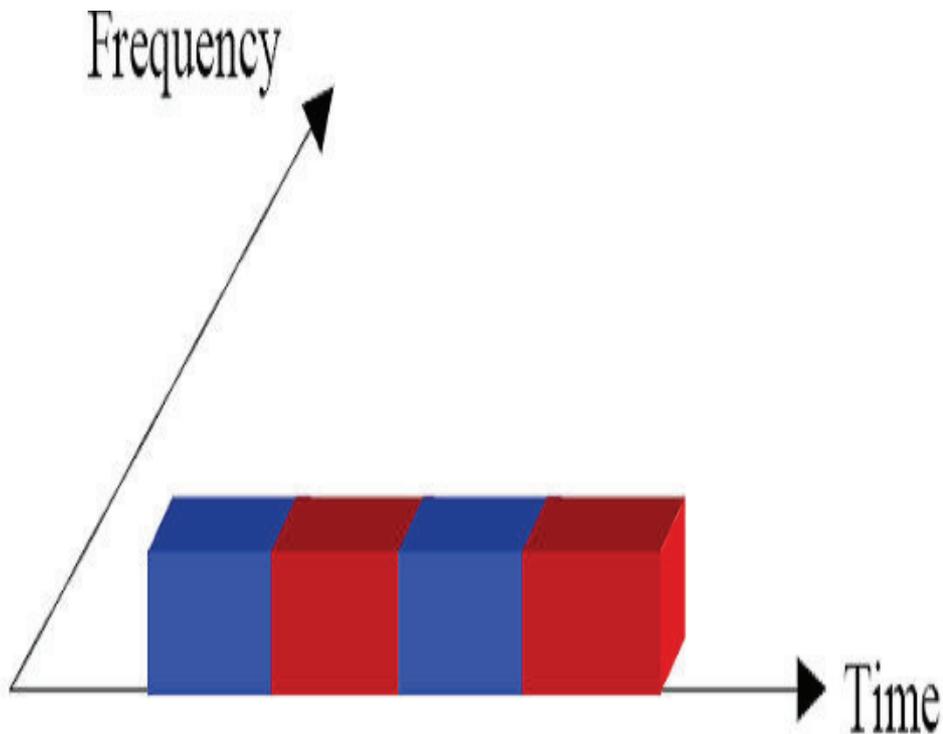
### 2.2.4 .1 FDD και TDD

Υπάρχουν δύο διαφορετικές τεχνικές στο WCDMA που αφορούν την επικοινωνία του χρήστη με τον BS. Στο Frequency Division Duplex (FDD) χρησιμοποιούνται διαφορετικές συχνότητες στο UPLINK και διαφορετικές στο DOWNLINK, για την επικοινωνία των χρηστών με τους σταθμούς βάσης. Έτσι ο χρήστης θα λαμβάνει δεδομένα σε μία συχνότητα αλλά και θα εκπέμπει σε κάποια άλλη συχνότητα.



**Σχήμα 10 Τρόπος λειτουργίας της τεχνικής frequency division duplex**

Στο Time Division Duplex (TDD) η επικοινωνία στο UPLINK και στο DOWNLINK γίνεται στις ίδιες συχνότητες αλλά σε διαφορετικές χρονικές στιγμές [10].



Σχήμα 11 Τρόπος λειτουργίας της τεχνικής time division duplex

### 3 Αρχιτεκτονική του UMTS

Το σύστημα κινητής τηλεφωνίας UMTS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Universal Mobile Telecommunication System (Καθολικό Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών) και είναι η εφαρμογή της τεχνολογίας τρίτης γενιάς κινητής τηλεφωνίας που επιτρέπει την μετάδοση δεδομένων (εικόνα και ήχο) με πολύ υψηλές ταχύτητες και σε πραγματικό χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση ενός ευρέος φάσματος επικοινωνίας (μεγέθους 5MHz.) μεταξύ κινητού και σταθμού βάσης.

Η κύρια βελτίωση του UMTS σε σύγκριση με το GSM είναι η εκ νέου σχεδίαση του Radio Access Network (RAN), το οποίο πλέον λέγεται UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN). Αντί για την μέθοδο της πολυπλεξίας χρόνου και συχνότητας του

air interface του GSM, εισάγεται μια νέα τεχνολογία πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση κώδικα (Code Division Multiple Access CDMA) για το air interface που ονομάζεται Wideband CDMA (WCDMA) και χρησιμοποιεί την τεχνολογία ATM σαν κύριο μηχανισμό μεταφοράς δεδομένων στο UTRAN.

Στο WCDMA οι χρήστες δεν διαχωρίζονται πια με χρονοσχισμές και συχνότητες, αλλά δίδεται στον καθένα ένας μοναδικός κωδικός. Τελικά το εύρος ζώνης ενός απλού φέροντος σήματος αυξήθηκε σημαντικά σε σύγκριση με το GSM, πράγμα που σημαίνει ότι έχουμε πολύ υψηλότερες ταχύτητες μετάδοσης απ' ότι προηγουμένως. Επιτρέπει ρυθμούς μετάδοσης μέχρι και 384 kbps ανά χρήστη στην κατεύθυνση από τον σταθμό βάσης προς τον κινητό χρήστη (downlink) και 64-128 kbps στην κατεύθυνση από τον κινητό χρήστη προς τον σταθμό βάσης (uplink).

Το UMTS επίσης δίνει την δυνατότητα στον πάροχο του δικτύου κινητής τηλεφωνίας να προσφέρει στους συνδρομητές υπηρεσίες όπως MMS, βίντεο και μουσική, mobile television και εφαρμογές για ψυχαγωγία όπως είναι τα mobile Java παιχνίδια, τα οποία μπορεί να τα κατεβάσει και να τα παίξει στο κινητό του. Με μεγέθη αρχείων περίπου 1,5 Mb για ένα τραγούδι και 200-500 Kb για ένα παιχνίδι, το UMTS είναι αρκετά γρήγορο για να κατεβάσει ένα τραγούδι σε λιγότερο από 40 seconds και ένα παιχνίδι σε λιγότερο από 10 seconds.

### **3.1 Γενικά χαρακτηριστικά**

Το UMTS θα ξεχωρίσει από τις προηγούμενες τεχνολογίες λόγω των ακόλουθων προηγμένων χαρακτηριστικών :

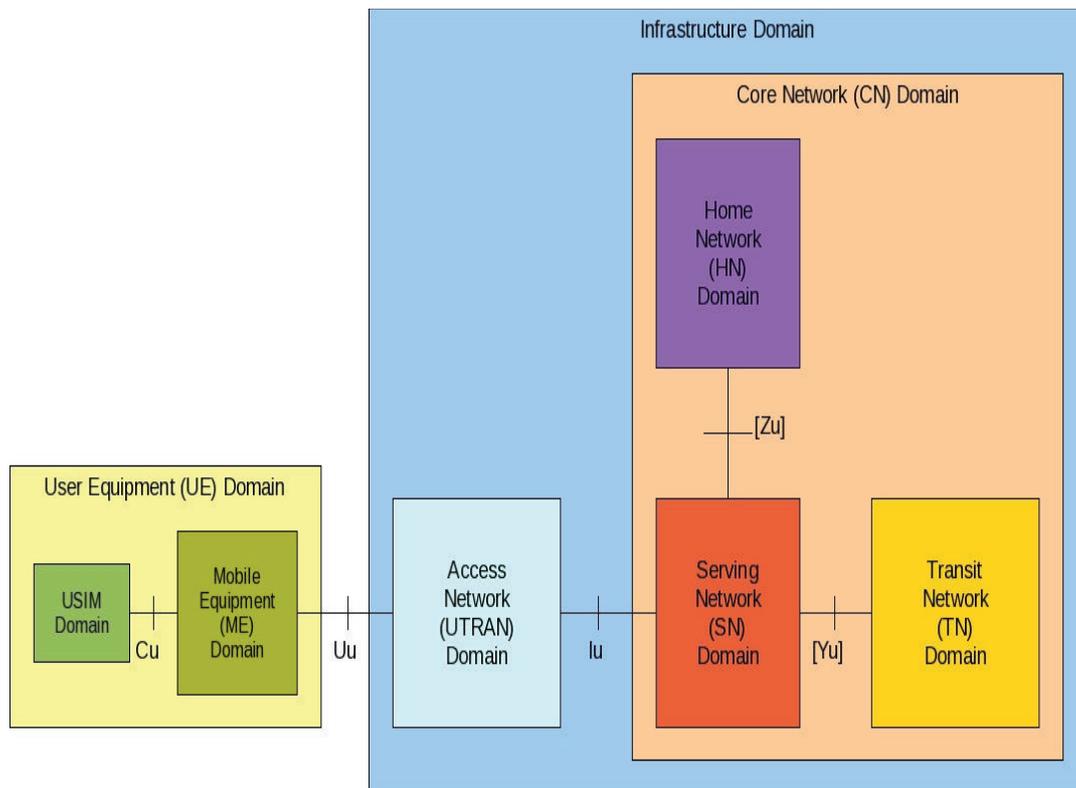
- Η μετάδοση δεδομένων φτάνει τα 1Mbps χωρητικότητα στα δίκτυα κινητής επικοινωνίας.
- Υποστηρίζει τα ευρείας ζώνης δίκτυα πρόσβασης με την ενσωμάτωση του UMTS στο Ευρείας Ζώνης Ψηφιακό Δίκτυο Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών (B-ISDN) χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο Asynchronous transfer mode (ATM).
- Υποστηρίζει μια ευρεία γκάμα από υπηρεσίες πελατών, όπως ψηφιακές υπηρεσίες καλωδιακής τηλεόρασης.
- Ένα open-source ψηφιακό σύστημα που επιτρέπει τη δημιουργία νέων υπηρεσιών και εφαρμογών βάση των απαιτήσεων της βιομηχανίας.
- Παρουσιάζεται δυναμική κατανομή καναλιών καθώς επίσης και επαναχρησιμοποίηση συχνότητας, συμπεριλαμβανομένου "on-demand".
- Υποστηρίζει δημόσιες και ιδιόκτητες υπηρεσίες με έναν αμοιβαία ωφέλιμο τρόπο.
- Η Ποιότητα υπηρεσίας (QoS) είναι τουλάχιστον ίση με το σταθερό δίκτυο, ενώ υπάρχει συμβατότητα με τις διαδικασίες των ευφυών δικτύων, ενώ υποστηρίζει όλα τα ενσύρματα και ασύρματα συστήματα.
- Σύγκλιση των παρόντων κινητών συστημάτων, και ταυτόχρονα σεβασμό για την ελευθερία του χρήστη στην επιλογή των υπηρεσιών/ εφαρμογών σύμφωνα με τις προσωπικές απαιτήσεις.
- Παρέχει υπηρεσίες παγκόσμιας κάλυψης (τουλάχιστον πανευρωπαϊκές), καλύπτοντας όλα τα περιβάλλοντα και τις εκτάσεις ώστε να προσφερθεί η δυνατότητα "roaming" σε όλο τον κόσμο.
- Η χρησιμοποίηση των ευφυών καρτών Subscriber Identity Module (SIM) με

περισσότερη μνήμη, καλύτερη κρυπτογράφηση, καλύτερη απόδοση της Κεντρικής Μονάδας Επεξεργασίας (CPU) , και ενσωματωμένη λειτουργία. Αυτό το χαρακτηριστικό θα επιτρέψει υπηρεσίες ηλεκτρονικού εμπορίου (e-commerce) ή την ηλεκτρονική κράτηση εισιτηρίων (e-ticketing) καθώς επίσης και πολλές υπηρεσίες B-B και B-C.

- Διαμοιρασμός των πόρων του φάσματος μεταξύ των ιδιωτικών και δημόσιων δικτύων στις περιοχές των πόλεων.
- Διαμοιρασμός των πόρων του φάσματος μεταξύ όλων των εφαρμογών, παραδείγματος χάριν, μια ή πολλές εφαρμογές /υπηρεσίες που τρέχουν ταυτόχρονα.
- Καθιστά το UMTS συμβατό με τις συστάσεις και τους κανονισμούς της ITU.[16]

## **3.2 Η δομή του UMTS**

Το UMTS περιέχει έναν αριθμό από λογικά δικτυακά στοιχεία καθένα από τα όποια έχει την δική του λειτουργία. Τα κύρια στοιχεία συστήματος της δικτυακής αρχιτεκτονικής του UMTS είναι ο εξοπλισμός χρήστη UE (user equipment), το UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN) και το κεντρικό δίκτυο (CN), όπως αυτά φαίνονται στο σχήμα.



Σχήμα 12 Η δομή του UMTS

### 3.2.1 User Equipment

Το User Equipment αποτελείται από εκείνες τις συσκευές (terminals) οι οποίες είναι φορητές και μπορούν να αλλάζουν θέση μέσα στο δίκτυο. Το UE συνδέεται με το UTRAN μέσω της διεπαφής Uu που είναι βασισμένη στην τεχνολογία WCDMA. Διακρίνουμε τρεις τύπους συσκευής όπως μπορεί να είναι μια Personal Digital Assistant (PDA) συσκευή, ένα κινητό τηλέφωνο, ένας φορητός υπολογιστής.

Το UE χωρίζεται σε δυο τμήματα :

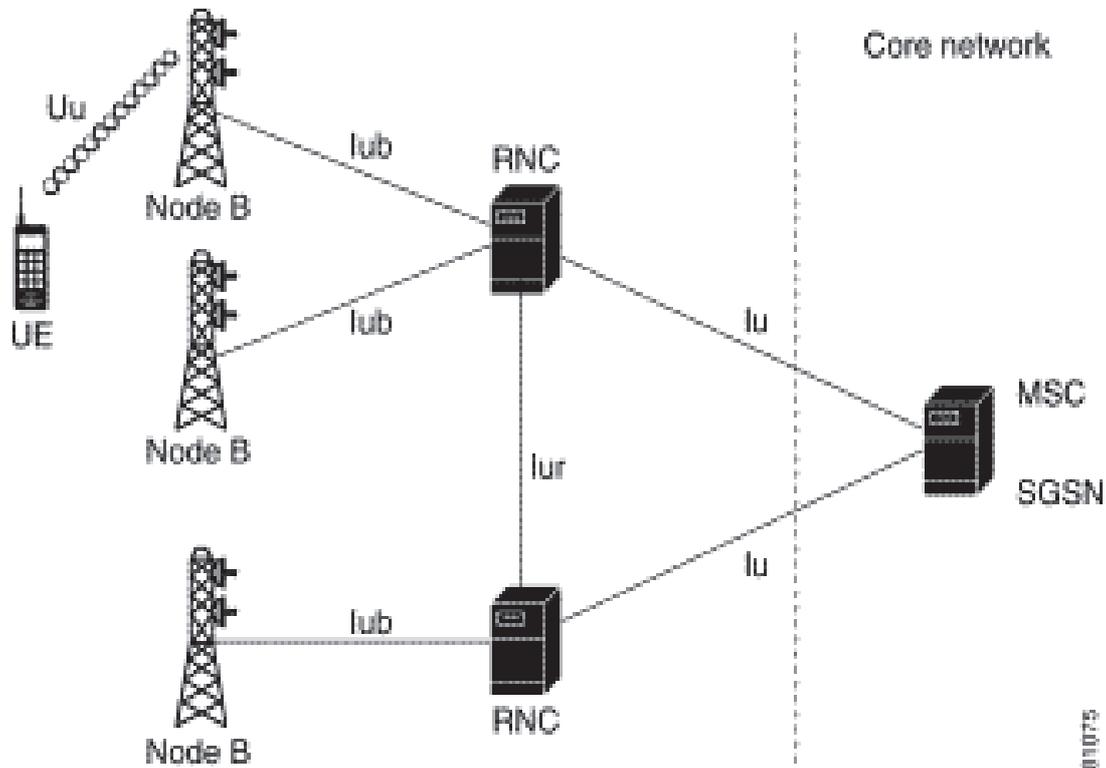
- Mobile Equipment
- Usim

Το Mobile Equipment αποτελεί το ασύρματο τερματικό που χρησιμοποιείται για επικοινωνία μέσω της διεπαφής του αέρα (Uu interface). Παράλληλα εκτελεί κάποιες διεργασίες όπως είναι η επεξεργασία του σήματος, η διόρθωση λαθών, η διαμόρφωση(modulation) και η διάχυση(spreading). Επίσης οι περισσότερες συσκευές έχουν ενσωματωμένη μια κάμερα ώστε να είναι δυνατή η εγγραφή και η αποστολή πολυμεσικών δεδομένων.

Η κάρτα USIM είναι μια έξυπνη κάρτα στην ουσία και θεωρείται απόγονος της αντίστοιχης κάρτας SIM που χρησιμοποιεί το GSM δίκτυο. Η κάρτα αυτή περιέχει πληροφορίες για την δυνατότητα πρόσβασης και της ταυτοποίησης στο UMTS δίκτυο. Η διαφορά της από την κάρτα SIM, είναι ότι μπορεί και αποθηκεύει δεδομένα της τάξης των Mbytes, ενώ η προηγούμενη μπορεί να φτάσει μέχρι τα 32 Kbytes.

### **3.2.2 UTRAN**

Το Universal Terrestrial Radio Access Network,(UTRAN) αποτελείται από ένα ή περισσότερα Radio Network Sub-systems (RNS). Το RNS μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα υποδίκτυο μέσα στο UTRAN, το οποίο αποτελείται από ένα Radio Network Controller (RNC) και από ένα ή περισσότερα Node Bs. Τα RNC μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω της διεπαφής Iur. Τα Node Bs επικοινωνούν με το RNC μέσω της διεπαφής Iub.[2]



Σχήμα 13 Αρχιτεκτονική του UTRAN

Μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά της λειτουργίας του UTRAN είναι τα εξής:

- Υποστηρίζει όλες τις λειτουργίες του δικτύου, όπως soft handover, WCDMA-specific Radio Resource Management.
- Μεγιστοποιεί τα κοινά χαρακτηριστικά στο χειρισμό των δεδομένων που δρομολογούνται μέσω των τμημάτων του δικτύου τα οποία υποστηρίζουν μεταγωγή κυκλώματος(circuit-switched) και μεταγωγή πακέτου(packet-switched).
- Μεγιστοποιεί τα κοινά χαρακτηριστικά με το GSM.
- Γίνεται χρήση ATM τεχνολογίας για τη μεταφορά των δεδομένων μέσα στο UTRAN [2]

### **3.2.2.1 Radio Base station (RBS)**

Ο σταθμός βάσης του δικτύου UMTS ονομάζεται Node B και είναι υπεύθυνος για τις παρακάτω λειτουργίες :

- Μετάδοση / Λήψη στο εναέριο μέσο (Air interface Transmission / Reception)
- Διαμόρφωση / Αναδιαμόρφωση (Modulation / Demodulation)
- Κωδικοποίηση φυσικών καναλιών (CDMA Physical Channel coding)
- Μικροσκοπική διαχωριστικότητα (Micro Diversity)
- Διαχείριση λαθών (Error Handling)
- Έλεγχος ισχύος κλειστού βρόχου (Closed loop power control)

### **3.2.2.2 Ο ρόλος του RNC**

Οι λειτουργίες που επιτελεί ένας RNC είναι οι ακόλουθες :

- Διαχείριση πόρων συστήματος (Radio Resource Control)
- Έλεγχος εισόδου (Admission Control)
- Ανάθεση καναλιού (Channel Allocation)
- Ρυθμίσεις που αφορούν στον έλεγχο ισχύος (Power Control Settings)
- Έλεγχος διαπομπών (Handover Control)
- Μακροσκοπική διαχωριστικότητα (Macro Diversity)
- Κρυπτογράφηση (Ciphering)
- Τεμαχισμός / Επανασύνδεση πακέτων (Segmentation / Reassembly)
- Σηματοδοσία (Broadcast Signaling)
- Έλεγχος ισχύος ανοικτού βρόχου (Open Loop Power Control)

Υπάρχουν τρεις ρόλοι για τον RNC ως προς τους σταθμούς βάσης και τα κινητά τερματικά:

1. Για κάθε έναν σταθμό βάσης υπάρχει ένας **Controlling RNC (CRNC)** στον οποίο καταλήγει η Iub διεπαφή του. Είναι υπεύθυνος να ελέγχει το φορτίο και την συμμόρφωση των σχετικών κελιών και να πραγματοποιεί έλεγχο εισόδου και κατανομή κωδικών σε κάθε νέο χρήστη, που θα θελήσει να συνδεθεί στα κελιά. Σε περίπτωση που μία σύνδεση κινητού - UTRAN χρησιμοποιεί πληροφορίες από περισσότερους του ενός RNS, τότε οι RNCs που εμπλέκονται έχουν 2 διαφορετικούς ρόλους.

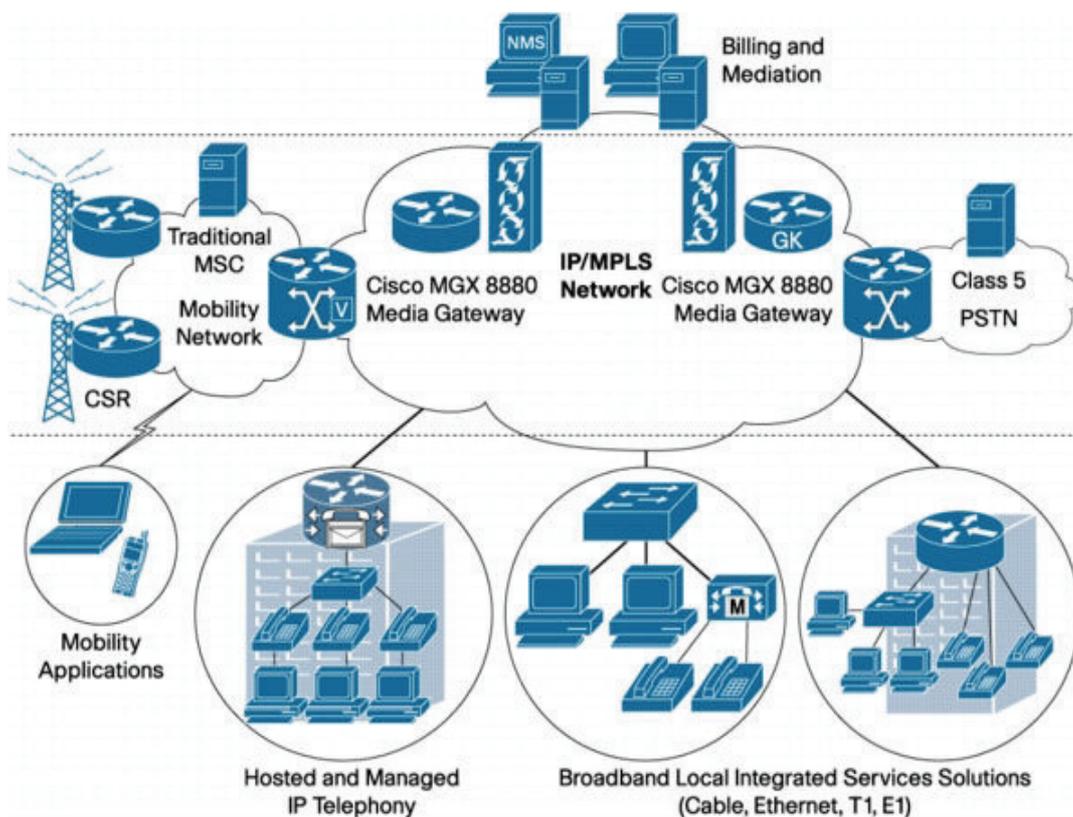
2. Ο **Serving RNC (SRNC)**, όπου υπάρχει ένας για κάθε UE, και η λειτουργία του είναι να τερματίζει τη διεπαφή Iu για την μετάδοση πληροφορίας του χρήστη με το υπόλοιπο δίκτυο, όπως επίσης και το Radio Resource Control Signaling, που είναι το πρωτόκολλο σηματοδότησης μεταξύ του UE και του UTRAN. Παράλληλα εκτελεί τη λειτουργία του Layer 2, ενώ σε αυτόν γίνονται οι σημαντικότερες λειτουργίες του RRM, όπως απόφαση για διαπομπή, έλεγχος ισχύος εξωτερικού βρόχου και αντιστοίχιση του Radio Access Bearer με τα αντίστοιχα κανάλια μετάδοσης.

3. Ο **Drift RNC (DRNC)**, είναι άλλοι RNC εκτός από τον SRNC, ο οποίος ελέγχει τα κελιά στα οποία βρίσκεται ο χρήστης. Χρησιμοποιείται στην περίπτωση της διαπομπής ενώ δεν επιτελεί λειτουργίες του Layer 2 ή άλλες λειτουργίες του SRNC, αλλά μεταφέρει τα δεδομένα στους άλλους RNCs και Node-Bs, μέσω των διεπαφών Iur και Iub.[2]

### 3.2.2.3 Asynchronous Transfer Mode(ATM) switching

Το Asynchronous Transfer Mode (ATM) η αλλιώς δίκτυο υψηλών ταχυτήτων είναι ένα International Telecommunication Union– τυποποίησης τηλεπικοινωνιών (ITU-T) πρότυπο για την αναμετάδοση ενός κελίου το οποίο εμπεριέχει πληροφορίες για πολλούς τύπους υπηρεσίας, όπως ήχο, βίντεο ή δεδομένα και το οποίο μεταβιβάζεται σε μικρά και σταθερού μεγέθους κελία. Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα ATM πρωτόκολλα, υπηρεσίες καθώς και την λειτουργία τους. Το Σχήμα 14 μας δείχνει ένα ATM δίκτυο το οποίο μπορεί να μεταφέρει φωνή, video και δεδομένα.

[11]



Σχήμα 14 ATM δίκτυο που μεταφέρει φωνή, video και δεδομένα.

## Standards

Η ATM τεχνολογία είναι βασισμένη στις προσπάθειες του ITU-T πρότυπου ευρυζωνικών ολοκληρωμένων υπηρεσιών ψηφιακού δικτύου (BISDN). Αυτό αρχικά θεωρείται ως μια τεχνολογία υψηλής ταχύτητας μεταφοράς φωνής, video και δεδομένων σε δημόσια δίκτυα. Το ATM φόρουμ επέκτεινε το όραμα του ITU-T για το ATM σε χρήση και ιδιωτικών δικτύων. Το φόρουμ ATM κυκλοφόρησε το έργο πάνω στις ακόλουθες προδιαγραφές:

- User-to-Network Interface (UNI) 2.0
- UNI 3.0
- UNI 3.1
- Public-Network Node Interface (P-NNI)
- LAN Emulation (LANE)

## Συσκευές ATM και περιβάλλον δικτύου

Το ATM είναι μια εναλλαγής κελίου(cell switching) και multiplexing τεχνολογία που συνδυάζει τα πλεονεκτήματα του κυκλώματος μεταγωγής(circuit switching) (εγγυημένη ικανότητα και σταθερότητα για καθυστερημένη μετάδοση) με εκείνα της εναλλαγής πακέτων(packet switching) (ευελιξία και αποτελεσματική κυκλοφορία). παρέχει κλιμακωμένο εύρος ζώνης από λίγα megabit ανά δευτερόλεπτο (Mbps) έως πολλά gigabits ανά δευτερόλεπτο (Gbps). Λόγω της ασύγχρονης φύσης του, το ATM είναι πιο αποτελεσματικό από σύγχρονες τεχνολογίες, όπως η time division multiplexing(TDM).

Με την TDM τεχνολογία, κάθε χρήστης αντιστοιχίζεται σε μια χρονική περίοδο(timeslot), και κανένας άλλος σταθμός δε μπορεί να στείλει αυτό το timeslot. Εάν ένας σταθμός έχει πολλά δεδομένα για να αποστείλει, τότε μπορεί να το κάνει μόνο όταν το συγκεκριμένο timeslot μείνει κενό, ακόμη και αν όλα τα άλλα timeslots

μείνουν κενά. Εάν ωστόσο, ένας σταθμός δεν έχει τίποτα να μεταδώσει τότε το timeslot αποστέλλεται κενό και χάνεται. Επειδή η ATM τεχνολογία είναι ασύγχρονη τα timeslots είναι διαθέσιμα σε συσχέτιση με την πληροφορία εντοπίζοντας της πηγής της μετάδοσης που περιέχεται στην επικεφαλίδα του κάθε κελιού ATM.

## **Βασική μορφοποίηση κελιού ATM**

Το ATM μεταφέρει πληροφορίες σε “cells” μονάδες σταθερού μεγέθους. Κάθε κύτταρο αποτελείται από 53 οκτάδες, ή byte. Τα πρώτα 5 byte περιέχουν πληροφορίες κεφαλίδας κελιού και τα υπόλοιπα 48 περιέχουν το «φορτίο» (πληροφορίες χρήστη). Μικρά κύτταρα(cells) σταθερού μήκους είναι κατάλληλα για μεταφορά φωνής και βίντεο, επειδή μια τέτοια μεταφορά είναι επιρρεπής στις καθυστερήσεις η οποία προκύπτει από την υποχρέωση να χρειάζεται να περιμένει να ληφθεί ένα μεγάλο πακέτο δεδομένων.

## **ATM Συσκευές**

Ένα δίκτυο ATM αποτελείται από ένα ATM switch και από ATM endpoints. Το ATM switch είναι υπεύθυνο να προωθεί το κελί μέσω ενός δικτύου ATM. Η δουλειές του ATM switch είναι σαφώς καθορισμένες: αποδέχεται το εισερχόμενο κελί από ATM endpoint ή από άλλο ATM switch. Στη συνέχεια, διαβάζει και ενημερώνει τις πληροφορίες κεφαλίδας κελιού και μεταφέρει γρήγορα το κελί σε μια διασύνδεση εξόδου προς τον προορισμό. Ένα ATM endpoint περιέχει ένα προσαρμογέα διασύνδεσης δικτύου ATM.

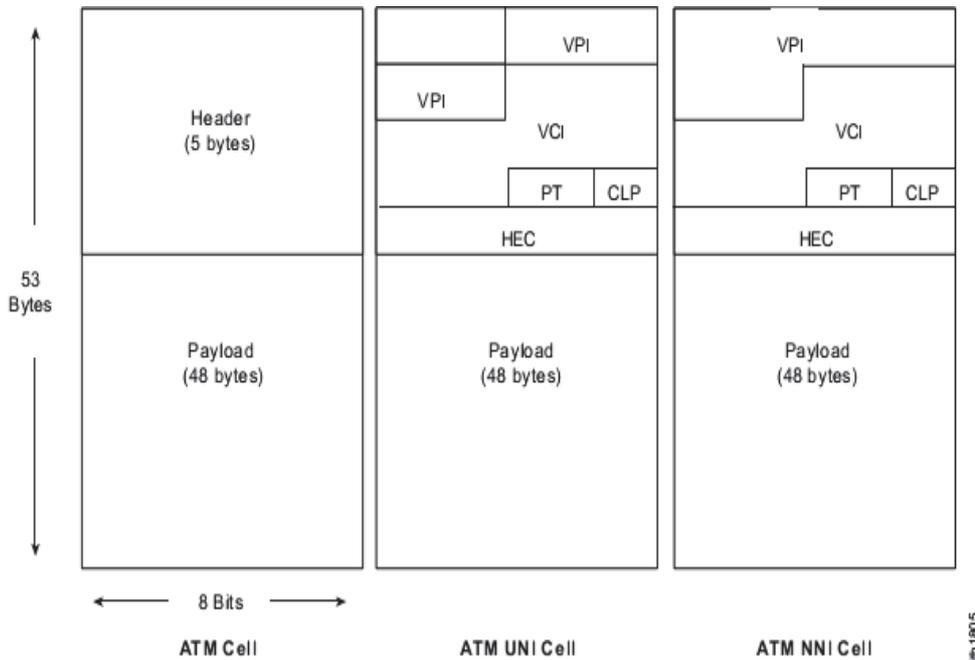
## **ATM Διασυνδέσεις Δικτύου**

Ένα δίκτυο ATM αποτελείται από ένα σύνολο ATM switches συστήματα διασυνδεδεμένα με point to point συνδέσεις η ATM διασυνδέσεις. Τα ATM switches υποστηρίζουν δύο βασικούς τύπους διασύνδεσης: UNI και NNI. Το UNI συνδέει το ATM switch με τα ATM τέρματικά συστήματα (όπως οι κεντρικοί υπολογιστές και δρομολογητές). Το NNI συνδέει δύο ATM switch.

Ανάλογα με το αν το switch ανήκει και βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του πελάτη ή ανήκει και λειτουργεί δημοσίως από την τηλεφωνική εταιρεία, Τα UNI και NNI μπορούν να υποδιαιρεθούν στα δημόσια και ιδιωτικά UNIs και NNIs. Ένα ιδιωτικό UNI συνδέει ένα ATM endpoint με ένα ιδιωτικό ATM switch. Αντίστοιχα στο δημόσιο συνδέεται ένα ATM endpoint ή ιδιωτικά switch με ένα switch του δημόσιου. Ένα ιδιωτικό NNI συνδέει δύο ATM switch μέσα στην ίδια ιδιωτική εταιρεία. Ένα δημόσιο συνδέει δύο ATM switch μέσα στην ίδια δημόσια εταιρεία. Ακόμη Η ευρυζωνική διασύνδεση (B-ICI) Broadband Interexchange Carrier Interconnect (B-ICI), συνδέει δύο δημόσια switch από διαφορετικούς παρόχους υπηρεσιών.

## **Κεφαλίδα κυψέλης ATM**

Μια ATM κεφαλίδα κελίου μπορεί να έχει μία από τις δύο μορφές: UNI η NNI. Η κεφαλίδα UNI χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ των ATM endpoints και ATM switch σε ιδιωτικά δίκτυα ATM. Η κεφαλίδα NNI χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ των ATM switch. Το Σχήμα 15 απεικονίζει τη βασική μορφοποίηση κελιού ATM, τη μορφή κεφαλίδας κελιού ATM UNI και τη μορφή κεφαλίδας κελιού ATM NNI.



**Σχήμα 15 Βασική μορφοποίηση κελιού ATM, η μορφή κεφαλίδας κελιού ATM UNI και η μορφή κεφαλίδας κελιού ATM NNI.**

Σε αντίθεση με το UNI, η κεφαλίδα NNI δεν περιλαμβάνει το πεδίο γενικού έλεγχου ροής (GFC). Επιπλέον, η κεφαλίδα NNI έχει μια εικονική διαδρομή (VPI), η οποία καταλαμβάνει τα πρώτα 12 bit, επιτρέποντας μεγαλύτερες διόδους μεταξύ δημόσιων ATM switch.

### **ATM πεδία κεφαλίδας-κελιού**

Εκτός από το GFC και VPI πεδία κεφαλίδας, διάφορα άλλα χρησιμοποιούνται σε πεδία της κεφαλίδας-κελιού ATM. Οι ακόλουθες περιγραφές συνοψίζουν τα πεδία κεφαλίδας κελιού ATM που απεικονίζεται στο παραπάνω σχημα15:

- γενική ροή ελέγχου (GFC) — παρέχει τοπικές λειτουργίες, όπως αναγνώριση πολλών σταθμών που χρησιμοποιούν από κοινού μια ενιαία διασύνδεση ATM. Αυτό το πεδίο δεν χρησιμοποιείται τυπικά και έχει οριστεί στην προεπιλεγμένη τιμή της.

- Αναγνωριστικό εικονικής διαδρομής (VPI) — σε συνδυασμό με το VCI, προσδιορίζει τον επόμενο προορισμό ενός κελιού όπως περνάει μέσα από μια σειρά τω ATM switch στο δρόμο προς τον προορισμό.

- Αναγνωριστικό εικονικού καναλιού (VCI) — σε συνδυασμό με το VPI, προσδιορίζει τον επόμενο προορισμό ενός κελιού όπως περνάει μέσα από μια σειρά των ATM switch στο δρόμο προς τον προορισμό.

- Τύπος ωφέλιμου φορτίου (PT) — δηλώνει κατά το πρώτο bit εάν το κελί περιέχει δεδομένα χρήστη ή τον έλεγχο δεδομένων. Εάν το κελί περιέχει δεδομένα χρήστη, το δεύτερο bit υποδεικνύει συμφόρηση και το τρίτο bit υποδεικνύει αν το κελί είναι το τελευταίο από μια σειρά από κελιά που αντιπροσωπεύουν ένα ενιαίο πλαίσιο AAL5.

- Προτεραιότητα απώλειας συμφόρησης (CLP) — δηλώνει εάν το κελί πρέπει να πεταχτεί εάν συναντήσει ακραία συμφόρηση καθώς μετακινείται μέσα στο δίκτυο. Εάν το bit CLP ισούται με 1, πρέπει να απορρίπτεται στο κελί αντί των cells με το bit CLP να ισούται με το μηδέν.

- Έλεγχος σφάλμα κεφαλίδας (HEC) — Υπολογίζει το checksum μόνο στην κεφαλίδα του ίδιου.

## **ATM Services**

Υπάρχουν τρεις τύποι των υπηρεσιών ATM: μόνιμα εικονικά κυκλώματα (PVC),switched εικονικά κυκλώματα (SVC), καθώς και υπηρεσία χωρίς σύνδεση (η οποία είναι παρόμοια με τη διασύνδεση SMDS).Ένα PVC επιτρέπει άμεση σύνδεση μεταξύ τοποθεσιών. Με αυτόν τον τρόπο, ένα PVC είναι ανάλογο της μισθωμένης γραμμής.

Μεταξύ των πλεονεκτημάτων, ένα PVC εγγυάται την διαθεσιμότητα μιας σύνδεσης και δεν απαιτεί call setup διαδικασίες μεταξύ των switch.

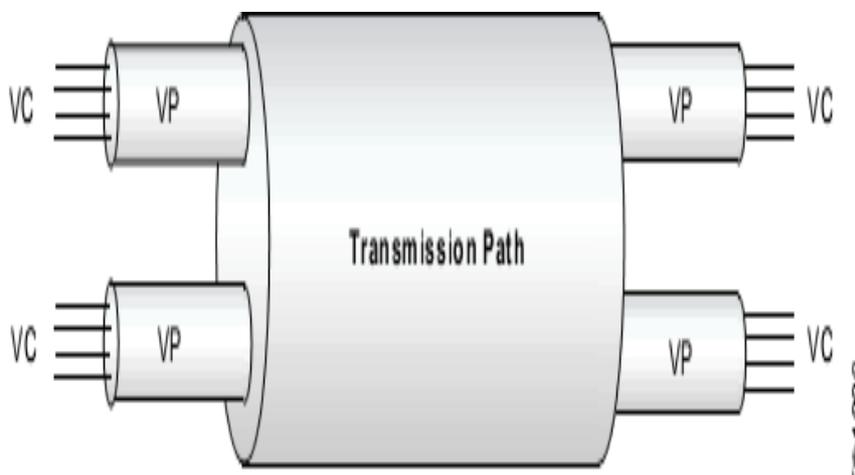
Μειονεκτήματα των PVC είναι ότι περιλαμβάνουν στατική συνδεσιμότητα και μη αυτόματη εγκατάσταση. Το SVC δημιουργήθηκε και κυκλοφόρησε δυναμικά και παραμένει σε χρήση μόνο για όσο χρόνο τα δεδομένα μεταφέρονται. Με αυτή την έννοια, είναι παρόμοιο με μια τηλεφωνική κλήση.Η Δυναμική κλήση ελέγχου απαιτεί ένα πρωτόκολλο σήμανσης μεταξύ του σημείου ATM endpoint και το ATM switch. Στα πλεονεκτήματα του SVC περιλαμβάνεται σύνδεση ευελιξία και call setup που μπορεί να διεξαχθεί αυτόματα από μια συσκευή του δικτύου. Στα μειονεκτήματα περιλαμβάνεται ο επιπλέον χρόνος και η επιβάρυνση που απαιτούνται για τη δημιουργία της σύνδεσης.

## **ATM Εικονικές Διασυνδέσεις**

Τα Δίκτυα ATM είναι θεμελιωδώς συνδεδεμένα με προσανατολισμό, πράγμα που σημαίνει ότι το εικονικό κανάλι(VC) πρέπει να οριστεί στο δίκτυο ATM, πριν από οποιαδήποτε μεταβίβαση δεδομένων. (Ένα εικονικό κανάλι είναι περίπου ισοδύναμο με ένα εικονικό κύκλωμα). Υπάρχουν δύο τύποι συνδέσεων ATM: εικονικά paths, που αναγνωρίζονται από τα αναγνωριστικά εικονικής διαδρομής(VPI), και τα εικονικά κανάλια,(VC) τα οποία αναγνωρίζονται από το συνδυασμό ενός (VCI) και ενός (VPI).

Μια εικονική διαδρομή είναι μια δέσμη των εικονικών καναλιών, τα οποία είναι

switched μέσω του δικτύου ATM με βάση το κοινό VPI. Όλα τα VCI και VPI, ωστόσο, έχουν μόνο τοπική σημασία σε μια συγκεκριμένη σύνδεση και έχουν αντιστοιχιστεί ξανά, όπως ενδείκνυται, σε κάθε switch μια διαδρομή μετάδοσης. Το Σχήμα 16 καταδεικνύει πώς τα VCs ενώνονται για να δημιουργήσουν VPs, τα οποία, με τη σειρά τους, ενώνονται για να δημιουργήσουν μια διαδρομή μετάδοσης.



**Σχήμα 16 Διαδρομή μετάδοσης δημιουργημένη από VCs και VPs.**

## **Λειτουργίες μεταγωγής ATM**

Η βασική λειτουργία ενός ATM μεταγωγέα (switch) είναι η εξής: το κελί λαμβάνεται κατά μήκος μιας σύνδεσης σε μια γνωστή τιμή VCI ή VPI. Ο μεταγωγέας αναζητά τιμή σύνδεσης σε έναν τοπικό πίνακα για να προσδιορίσει την εξερχόμενη πόρτα (ή τις πόρτες της σύνδεσης) και την νέα τιμή VPI/VCI της σύνδεσης σε αυτό το link. Ο μεταγωγέας αναμεταδίδει τότε το κελί σε αυτό το εξερχόμενο link με τα κατάλληλα αναγνωριστικά σύνδεσης. Επειδή όλα τα αναγνωριστικά VCIs και VPIs έχουν μόνο τοπική σημασία σε μια συγκεκριμένη σύνδεση, αυτές οι τιμές ανανεώνονται, εφόσον είναι αναγκαίο, σε κάθε μεταγωγέα.

## ATM μοντέλο αναφοράς

Η αρχιτεκτονική του ATM χρησιμοποιεί ένα λογικό μοντέλο για να περιγράψει τις λειτουργίες που υποστηρίζει. Η λειτουργικότητα του ATM αντιστοιχεί στο φυσικό επίπεδο και τμήμα του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων του μοντέλου αναφοράς OSI. Το μοντέλο αναφοράς του ATM αποτελείται από τα παρακάτω πλάνα, τα οποία εκτείνονται σε όλα τα επίπεδα:

- ελέγχου(control) — το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία και τη διαχείριση των αιτήσεων σηματοδότησης.

- Χρήστη(user) — το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση της μεταφοράς δεδομένων.

- Διαχείρισης(management) — το επίπεδο αυτό περιέχει δύο στοιχεία:

- επιπέδου διαχείρισης διαχειρίζεται ένα συγκεκριμένο επίπεδο κάθε λειτουργίας, όπως είναι η ανίχνευση του πρωτοκόλλου προβλήματα και αποτυχίες.

- Επιπέδου διαχείρισης διαχειρίζεται και συντονίζει τις λειτουργίες που σχετίζονται με το πλήρες σύστημα.

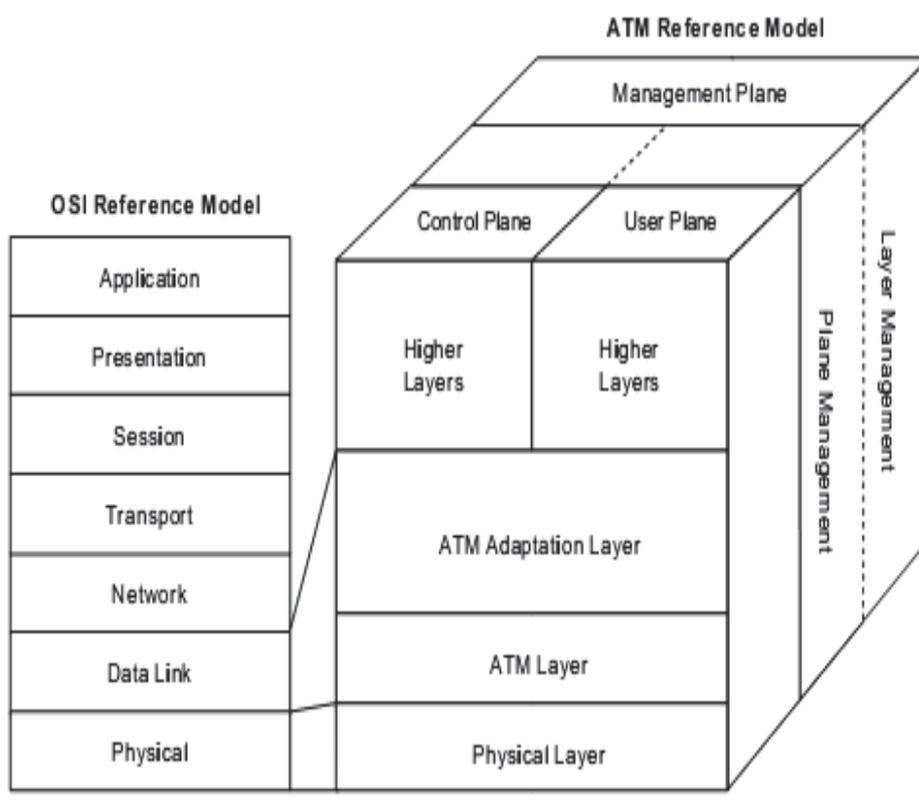
Το μοντέλο αναφοράς του ATM αποτελείται από τα ακόλουθα στρώματα ATM:

- φυσικό επίπεδο(physical layer) -Αναλογο με το φυσικό επίπεδο του OSI , το φυσικό επίπεδο ATM διαχειρίζεται την μέση εξαρτώμενη μεταφορά.

- ATM layer -σε συνδυασμό με το επίπεδο προσαρμογής ATM, το επίπεδο ATM είναι περίπου ανάλογο με το επίπεδο ζεύξης δεδομένων του μοντέλου αναφοράς OSI. Το επίπεδο ATM είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία συνδέσεων και το περασμα των

cells μέσω του δικτύου ATM. Για να γίνει αυτό, χρησιμοποιεί πληροφορίες στην κεφαλίδα του κάθε κελιού ATM.

- Επίπεδο προσαρμογής(adaptation layer) ATM (AAL) -σε συνδυασμό με το επίπεδο ATM, το AAL είναι περίπου ανάλογο με το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων δεδομένα του μοντέλου OSI. Το AAL είναι υπεύθυνο για την απομόνωση των πρωτοκόλλων υψηλότερου επιπέδου από τις λεπτομέρειες των διαδικασιών ATM. Τέλος, τα υψηλότερα επίπεδα πάνω από το AAL αποδέχονται τα δεδομένα χρήστη, τα ταχτοποιούν σε πακέτα, και τα περνούν στο AAL. Το σχήμα 17 απεικονίζει το μοντέλο αναφοράς ATM.



Σχήμα 17 Το μοντέλο αναφοράς ATM

## Το φυσικό επίπεδο ATM

Το φυσικό επίπεδο ATM έχει τέσσερις λειτουργίες: Τα bits μετατρέπονται σε κελιά, η διαβίβαση και η παραλαβή των bit στο φυσικό μέσο ελέγχονται, παρακολουθούνται τα όρια κελιού ATM και τα κελιά είναι συσκευασμένα σε κατάλληλους τύπους πλαισίων για το φυσικό μέσο.

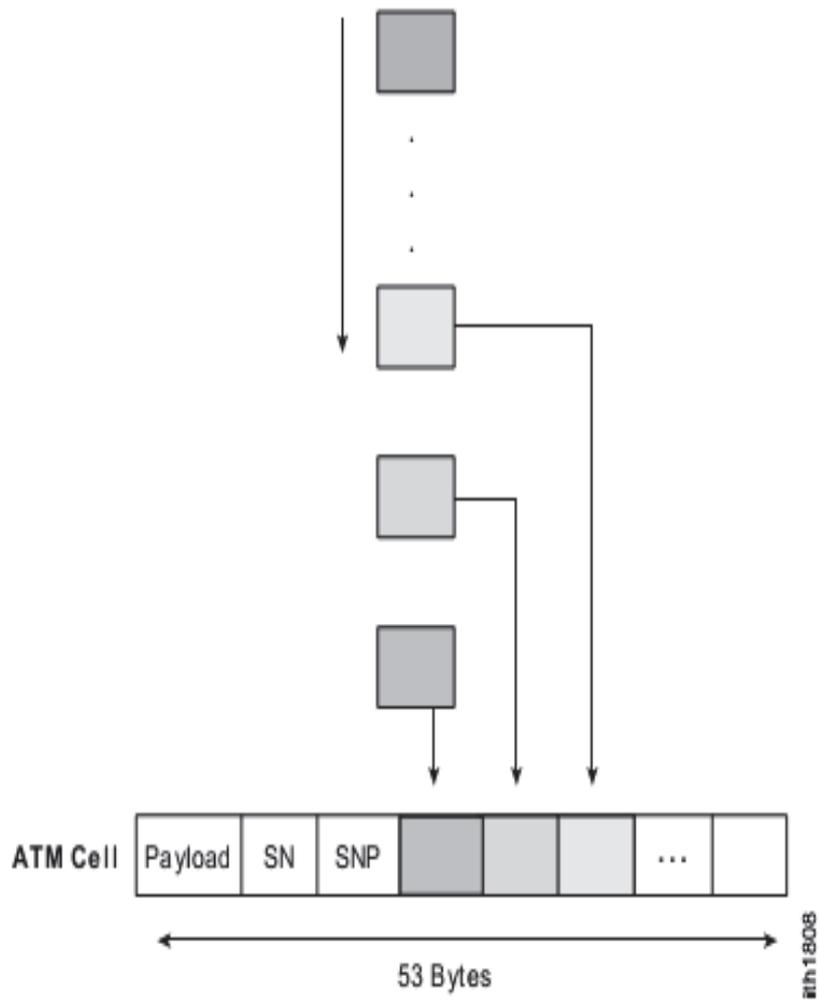
Το φυσικό επίπεδο ATM χωρίζεται σε δύο μέρη: the physical medium-dependent(PMD) υποεπίπεδο και το υποεπίπεδο transmission-convergence (TC). Το υποεπίπεδο PMD παρέχει δύο βασικές λειτουργίες. Κατ ' αρχάς, συγχρονίζει την διαβίβαση και παραλαβή, αποστέλλοντας και λαμβάνοντας μια συνεχή ροή bits με συνδεδεμένες χρονικές πληροφορίες. Δεύτερον, καθορίζει τα φυσικά μέσα για το φυσικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε, συμπεριλαμβανομένων τύπων σύνδεσης και καλώδιου.

Φυσικά μέσα πρότυπα για ATM παραδείγματα σύγχρονης οπτικής δικτύου/σύγχρονη ψηφιακή ιεραρχία (SONET/SDH), DS-3/E3, 155 Mbps μέσω multimode fiber (MMF), χρησιμοποιώντας την κωδικοποίηση καθεστώτος και 155 Mbps 8B/10B πάνω απο(STP) συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίου 8b/10b.

Το υποεπίπεδο TC έχει τέσσερις λειτουργίες: οριοθέτηση κελίων, κεφαλίδα ελέγχου σφαλμάτων (HEC) ακολουθία γενιάς και επαλήθευσης, ρυθμό κελιού, αποσύνδεση και προσαρμογή πλαισίων μετάδοσης. Η cell οριοθέτηση διατηρεί τα όρια του κελιού ATM, επιτρέποντας συσκευές να εντοπίσουν κελιά μέσα σε μια ροή από bits. HEC ακολουθία γενιάς και επαλήθευσης δημιουργεί και ελέγχει τον κώδικα σφάλματος ελέγχου κεφαλίδας για να σιγουρέψει τα έγκυρα δεδομένα. Ο ρυθμός κελιού διατηρεί τον συγχρονισμό και εισάγει ή αποκρύπτει αδράνεια (χωρίς αντιστοίχιση) ATM κύτταρων για να προσαρμόσει το ποσοστό έγκυρων κελιών ATM για την ικανότητα ωφέλιμου φορτίου στο σύστημα μετάδοσης. Η Προσαρμογή πλαισίου μετάδοσης πακέτων ATM κελίων σε πλαίσια είναι αποδεκτά από την ιδιαίτερη εφαρμογή στο φυσικό επίπεδο.

## **Επίπεδα προσαρμογής ATM: AAL1**

Μια υπηρεσία connection-oriented, είναι κατάλληλη για το χειρισμό circuit-emulation εφαρμογών, όπως φωνής και video conferencing. Η υπηρεσία circuit-emulation εξυπηρετεί επίσης τον εξοπλισμό που χρησιμοποιούν αυτήν τη στιγμή μισθωμένες γραμμές σε ένα ATM δίκτυο κορμού. Η AAL1 απαιτεί χρονοδιάγραμμα συγχρονισμού μεταξύ της προέλευσης και προορισμού. Για το λόγο αυτό, Η AAL1 εξαρτάται από ένα μέσο, όπως το SONET, που υποστηρίζει το χρονοισμό. Η διαδικασία AAL1 προετοιμάζει ένα κελί για μετάδοση σε τρία στάδια. Πρώτο, σύγχρονα δείγματα (για παράδειγμα, 1 byte των δεδομένων με ρυθμό δειγματοληψίας 125 microseconds) εισάγονται στο πεδίο ωφέλιμου φορτίου. Δεύτερον, τα SequenceNumber(SN) και Sequence number protection (SNP) πεδία προστίθενται για την παροχή πληροφοριών που χρησιμοποιεί ο παραλήπτης AAL1 για να επαληθεύσετε ότι έχει λάβει κύτταρα με τη σωστή σειρά. Τρίτον, το υπόλοιπο πεδίο ωφέλιμου φορτίου είναι γεμισμένο με αρκετά byte που ισούται με 48 bytes. Το Σχημα 18 δείχνει πώς το AAL1 προετοιμάζει ένα κελί για μετάδοση.



**Σχήμα 18 AAL1 προετοιμασία κελίου για μετάδοση.**

## **Επίπεδα προσαρμογής ATM: AAL3/4**

Το AAL3/4 υποστηρίζει τόσο connection-oriented και σύνδεση δεδομένων. Σχεδιάστηκε για παροχές υπηρεσιών δικτύου και συμβαδίζει στενά σε διασύνδεση με Switched Multimegabit Data Service (SMDS). Το AAL3/4 χρησιμοποιείται για τη μετάδοση SMDS πακέτων μέσω ενός δικτύου ATM.

Το AAL3/4 προετοιμάζει ένα κελί για μετάδοση σε τέσσερα βήματα. Πρώτον, το convergence sublayer(CS) δημιουργεί ένα protocol data unit (PDU) προτάσσοντας μια ετικέτα κεφαλίδας αρχή/ τέλος στο καρέ και προσαρτώντας ένα πεδίο ' μήκος ' ως ένα ρυμουλκούμενο. Δεύτερον, ο διαχωρισμός και κατάτμηση(SAR) υποεπίπεδο κατακερματίζει την PDU και τοποθετεί μια κεφαλίδα για αυτό. Στη συνέχεια, το υποεπίπεδο SAR προσαρτά ένα ρυμουλκούμενο CRC-10 σε κάθε τμήμα PDU για τον έλεγχο σφαλμάτων. Τέλος, το συμπληρωμένο PDU SAR γίνεται πεδίο ωφέλιμου φορτίου ενός κελιού ATM, στο οποίο το επίπεδο ATM τοποθετείτε μπροστά από την τυπική κεφαλίδα ATM. Μια AAL κεφαλίδα 3/4 SAR PDU αποτελείται από τον τύπο, τον αριθμό ακολουθίας και πολυπλεξία αναγνωριστικού πεδίου. Τα πεδία τύπος προσδιορίζει αν ένα κελί είναι στην αρχή,συνέχεια,ή το τέλος ενός μηνύματος.

Τα πεδία αριθμού ακολουθίας προσδιορίζουν τη σειρά στην οποία θα πρέπει να ανασυγκροτηθούν τα κελιά. Το πεδίο πολυπλεξία καθορίζει ποια κελιά από διαφορετικές πηγές κυκλοφορίας είναι παρεμβολή στην ίδια σύνδεση εικονικού κυκλώματος (VCC) έτσι ώστε να ενώνονται τα σωστά κελιά στον τόπο προορισμού.

## **Επίπεδα προσαρμογής ATM: AAL5**

Το AAL5 είναι το πρωτεύον AAL για τα δεδομένα και υποστηρίζει τόσο connection-oriented όσο και διασύνδεση δεδομένων. Χρησιμοποιείται για τη μεταφορά περισσότερων SMDS δεδομένων, όπως η κλασική IP μέσω ATM και εξομοίωση LAN (LANE). Το AAL5 είναι γνωστό ως η απλή και αποτελεσματική προσαρμογή επιπέδου (SEAL) επειδή το υποεπίπεδο SAR απλώς αποδέχεται το CS-

PDU και το τμηματοποιεί σε 48-οκτάδα SAR-PDU χωρίς να προσθέτει οποιαδήποτε πρόσθετα πεδία. Το AAL5 προετοιμάζει ένα κελί για μετάδοση σε τρία στάδια. Πρώτον, το υποεπίπεδο CS προσαρτά ένα πεδίο μεταβλητού μήκους και ένα ρυμουλκούμενο 8-byte σε ένα καρέ. Το πεδίο εξασφαλίζει ότι η προκύπτουσα PDU εμπίπτει στα όρια ενός κελιού ATM 48-byte. Το ρυμουλκούμενο περιλαμβάνει το μήκος του πλαισίου και ενός 32-bit κυκλικού ελέγχου πλεονασμού (CRC) που υπολογίζεται σε όλη την ολόκληρη PDU. Αυτό επιτρέπει τη διαδικασία παραλαβής AAL5 για τον εντοπισμό σφαλμάτων bit, αν χαθούν κελιά ή κελιά που βρίσκονται εκτός ακολουθίας. Δεύτερον, το υποεπίπεδο SAR τμήμα του CS-PDU σε μπλοκ 48-byte. Μια κεφαλίδα και ένα ρυμουλκούμενο δεν προστίθενται, (όπως στο AAL3/4), έτσι ώστε τα μηνύματα δεν παρεμβάλλονται. Τέλος, το επίπεδο ATM τοποθετεί κάθε μπλοκ στο πεδίο ωφέλιμου φορτίου ενός κελιού ATM. Για όλα τα κελιά εκτός της τελευταίας, λίγο στο Payload Type (PT) πεδίο ρυθμίζεται σε μηδενική τιμή για να υποδείξει ότι το κελί δεν έχει το τελευταίο κελί σε μια σειρά που αναπαριστά ένα μεμονωμένο πλαίσιο. Για το τελευταίο κελί, το bit στο πεδίο PT είναι ρυθμισμένο σε ένα.

## **ATM ποιότητα υπηρεσίας (QoS)**

Το ATM υποστηρίζει QoS υπηρεσίες και απαρτίζεται από κατάσταση της κίνησης, διαμόρφωση κίνησης, επίβλεψη της κίνησης. Η Κυκλοφορία καθορίζει ένα κομμάτι που περιγράφει την προβλεπόμενη ροή δεδομένων ροής. Το κομμάτι αυτό καθορίζει τιμές για εύρος ζώνης, μέσο όρο βιώσιμη εύρους ζώνης και μέγεθος καταιγισμού, μεταξύ άλλων. Όταν ένα σύστημα ATM συνδέεται σε ένα δίκτυο ATM, εισέρχεται μια κατάσταση με το δίκτυο, με βάση τις παραμέτρους QoS. Διαμόρφωση κίνησης είναι η χρήση των ουρών, για να περιοριστούν τα ξεσπάσματα δεδομένων, οριακή ταχύτητα δεδομένων της αιχμής, και jitters έτσι ώστε τα data να χωρούν.

Οι συσκευές ATM είναι υπεύθυνες για την τήρηση της σύμβασης διαμορφώνοντας την κίνηση. Τα ATM switch χρησιμοποιούν κυκλοφορία policing όπου μπορεί να μετρηθεί η πραγματική κυκλοφοριακή ροή. Εάν το switch διαπιστώσει ότι η κίνηση είναι έξω από τις συμφωνημένες παραμέτρους, τότε ορίζει το bit priority (CLP) κελί-

που προκαλεί απώλεια των κυττάρων. Η Ρύθμιση του CLP bit κάνει το κελί να απορρίψει επιλεγμένα πακέτα, πράγμα που σημαίνει ότι επιτρέπεται οποιαδήποτε διακοπή πακέτων στο κελί για να αποσυμφορισθεί το κελί κατά τις περιόδους συμφόρησης.

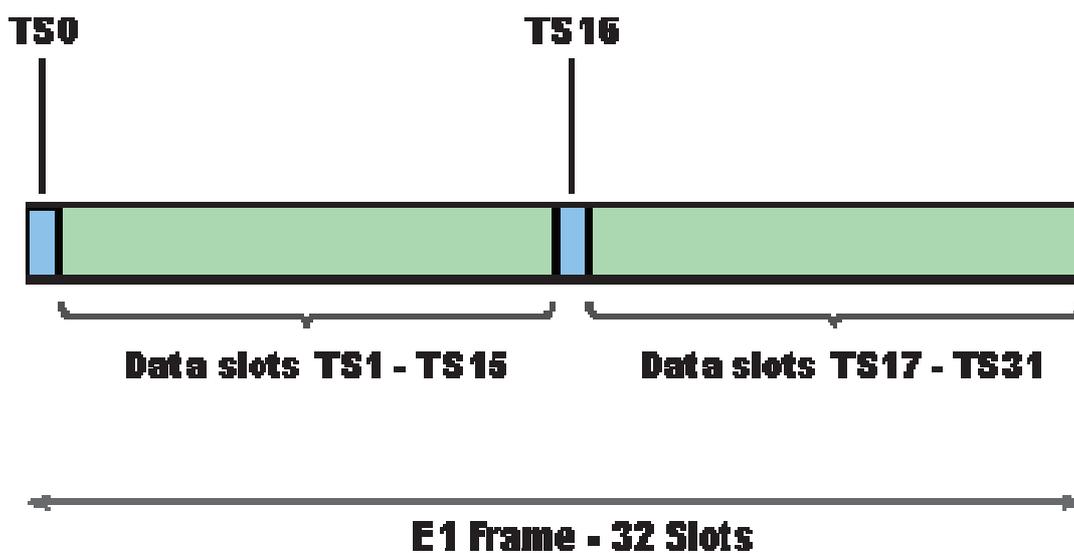
### **3.2.2.4 Οι φυσικές διασυνδέσεις E1 και STM-1**

Οι E1 γραμμές χρησιμοποιούνται ευρέως για ποικιλία εφαρμογών, όπως φωνή, πρόσβαση στο Internet, X.25, Πολυπλεξία δεδομένων, ISDN, ATM και περισσότερα. Για παράδειγμα χρησιμοποιούνται ευρέως για μικρές εναλλαγές όπως επίσης για τη σύνδεση των σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας με μεγάλα κέντρα μεταγωγής. Δύο γραμμές E1 συνδέονται συχνά με x.21, V.35 ή άλλες συνδέσεις μέσω των μεταποιητών διασύνδεση δικτύου πριν από την σύνδεση του εξοπλισμού . [12]

Πιο συγκεκριμένα η E1 γραμμή έχει συνολικό bandwidth στα 2048 Mbps και περιέχει 32 κανάλια που το καθένα υποστηρίζει ρυθμό μετάδοσης 64 kbps. Οι γραμμές αυτές χρησιμοποιούνται στην κινητή τηλεφωνία και πιο συγκεκριμένα στο UMTS για να συνδέσουν τους σταθμούς βάσης (RBS) με τους αντίστοιχους ελεγκτές δικτύου(RNC).

Το E1 standard καθορίζει τα φυσικά χαρακτηριστικά του μονοπατιού μετάδοσης και απευθύνεται στο φυσικό επίπεδο(Layer1) του OSI μοντελου. Τεχνολογίες όπως η ATM και άλλες όπου από το layer2 είναι ικανές να περάσουν μέσω E1 γραμμών, κάνουν την E1 μια από τις κυριότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες. το E1 standard είναι δομημένο πάνω στις προδιαγραφές του G.703standard το οποίο με την σειρά του είναι ιδέα του ITU-T. Το E1 interface χρησιμοποιεί δυο διαφορετικές τεχνικές καλωδίων διασύνδεσης τόσο στην μετάδοση όσο και στην ληψη. Έτσι οι πιο διαδεδομένες φυσικές εφαρμογές για την μετάδοση του σήματος είναι δυο ομοαξονικά καλώδια που καταλήγουν σε BNC connectors η ανεστραμμένα ζεύγη καλωδίων με RJ-48C connectors.

Φυσικά η E1 μεταδίδεται ως 32 timeslots. Τα E1 κυκλώματα χρησιμοποιούνται ευρέως για να συνδέουν μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις, σε τηλεφωνικά κέντρα. Μια σύνδεση E1 εκτελείται πάνω από δύο set καλωδίων που είναι ομοαξονικά καλώδια και το σήμα από μόνο του περιλαμβάνει ένα σήμα ονομαστικό 2.4 volt. Ο ρυθμός δεδομένων του σήματος είναι 2.048 Mbps duplex και παρέχει το ποσοστό πλήρους δεδομένων και προς τις δύο κατευθύνσεις. Για να υπάρχει μια δομή στο σήμα, υπάρχει ένα πλαίσιο(frame) που έχει διαμορφωθεί. Έτσι η μορφή του πλαισίου E1 έχει διαμορφωθεί ώστε να παρέχει ένα πλαίσιο των 32χρονοσχισμων(timeslots) σε οχτάδες, δηλαδή 8 bits το καθένα αριθμημένα από το 0 έως το 31, ή όπως συχνά θεωρείται, TS0 έως TS31. Προφανώς το TS στέκει για την υποδοχή του χρόνου. Ο ρυθμός επανάληψης ενός E1frame είναι 8000 Hz.



Σχήμα 19 E1 Frame Format

Όπως προείπαμε το πλαίσιο E1 δομείται σε time slots που είναι διαχωρισμένα από TS0 σε TS31 τα όποια έχουν διατεθεί για διαφορετικούς λογούς το καθένα:

TS0: αυτό το time slot του E1 πλαισίου χρησιμοποιείται για συγχρονισμό, alarms, και μηνύματα. Αυτό επιτρέπει στον παραλήπτη να κλειδώσει την έναρξη του κάθε frame και να ταιριάζει με τη σειρά του κάθε καναλιού. Τα πρότυπα επιτρέπουν

έναν πλήρη κυκλικό έλεγχο πλεονασμού να εκτελείται σε όλα τα bit που μεταδίδονται σε κάθε frame.

TS1 - TS15: time slots που χρησιμοποιούνται για δεδομένα χρήστη.

TS16: E1 δεδομένα σηματοδοσίας μεταφέρονται στο TS16. Αυτό περιλαμβάνει τον έλεγχο και το call setup. Αυτά πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας πρωτοκόλλα που περιλαμβάνουν Channel Associated Signaling(CAS) όπου ένα set από bits χρησιμοποιείται για να αντιγράψει το άνοιγμα και το κλείσιμο του κυκλώματος. Η Τονική σηματοδοσία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και αυτό έχει περάσει και στα κυκλώματα φωνής. Ποια πρόσφατα συστήματα χρησιμοποιούν Common Channel Signaling(CCS) όπως το ISDN ή σηματοδοσία No7(SS7) που στέλνει μικρά κρυπτογραφημένα μηνύματα περιλαμβάνοντας πληροφορία φωνής όπως το ID του καλλουμένου. Τα data μπορούν επίσης να μεταφέρονται σε αυτό το time slot.

TS17-TS31: Αυτό το time slot του E1 Πλαισίου χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν data του χρήστη.

## **Synchronous Optical Network(SONET) και Synchronous Digital Hierarchy(SDH)**

Τα σύγχρονα οπτικά δίκτυα (SONET) καθώς και η ψηφιακή ιεραρχία(SDH), όπου συχνά είναι γνωστά ως SONET/SDH είναι ένα σύνολο από στάνταρτ για σύγχρονες τεχνικές μεταφοράς δεδομένων μέσω οπτικών δικτύων που συχνά χρησιμοποιούνται για πλαισίωση και συγχρονισμό στο φυσικό επίπεδο. Το SONET είναι μια αμερικανική έκδοση του στάνταρτ που εκδόθηκε από την (ANSI) American National Standards Institute. Το SDH είναι μια παγκόσμια έκδοση του στάνταρτ που εκδόθηκε από το (ITU) International Telecommunications Union. Η μετάδοση δεδομένων

φτάνει σε τιμές έως και τα 10 Gbits/sec στα σημερινά συστήματα SONET/SDH, ενώ είναι δυνατό να επιτευχτεί έως και τα 40Gbits/sec. [13]

## **Synchronous Transmission**

Η σύγχρονη μετάδοση αναφέρεται σε εκκινώ τον τύπο μετάδοσης κατά τον οποίο ψηφιακά σήματα μεταδίδονται με τιμές ρολογιου.Τετοια σήματα έχουν την ίδια συχνοτητα,με ατομικούς χαρακτήρες που ενσωματώνονται σε bits έλεγχου(λεγόμενα start bits και stop bits)που καθορίζουν την αρχή και το τέλος κάθε χαρακτήρα.

## **Synchronous Transmission Module**

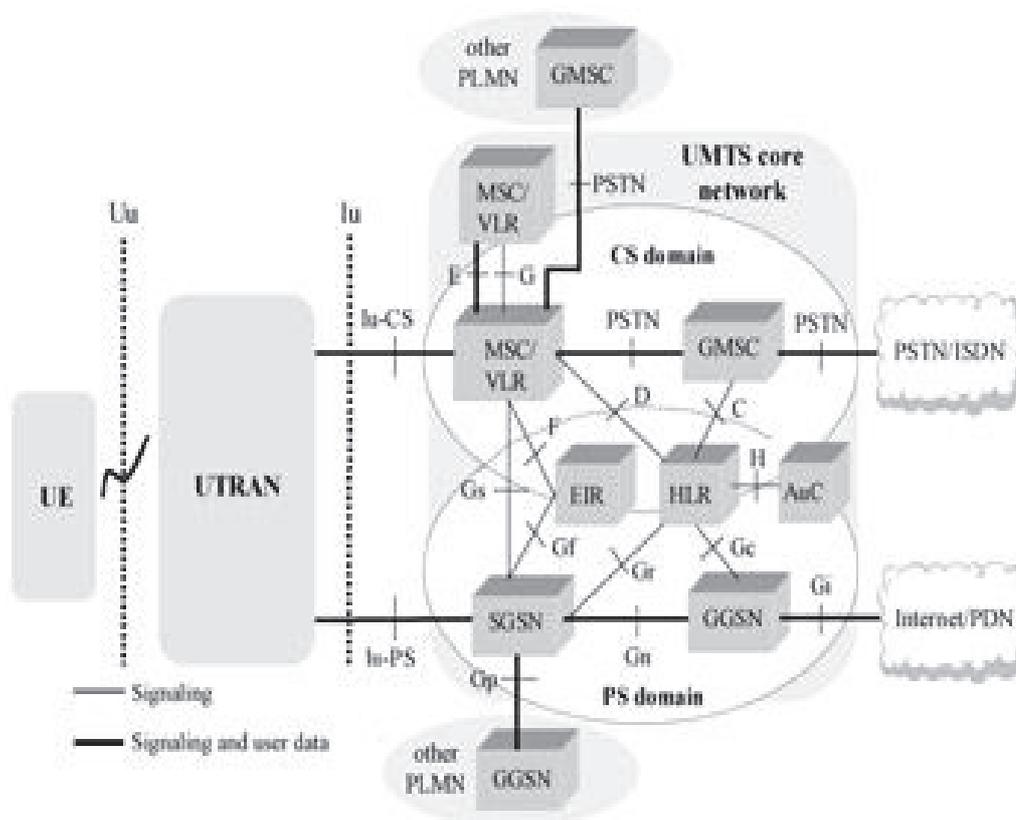
Το πρωτόκολλο synchronus Transmission Module(STM) η αλλιώς Synchronus Transfer Mode είναι ο βασικός ρυθμός μετάδοσης του SDH ITU-T οπτικού δικτύου μετάδοσης στανταρ.Εχει ένα ρυθμό μετάδοσης της τάξης των 155.52Mbit/sec και είναι ισοδύναμο με με ένα OC-3 (SONET) ITU-T πρωτόκολλο.

## **Synchronous Transmission Module level 1**

Το Synchronus Transmission Module level 1 (STM-1)είναι το βασικός ρυθμός της μετάδοσης του SDH ITU-T οπτικού δικτύου μετάδοσης στανταρ.Εχει ένα ρυθμό μετάδοσης της τάξης των 155.52 Mbit/sec και είναι ισοδύναμο με ένα OC-3 (SONET) ITU-T πρωτόκολλο.

### 3.2.3 Core network

Το Core Network (CN) αποτελεί το δίκτυο κορμού στο UMTS. Καλύπτει λειτουργίες του δικτύου οι οποίες δε σχετίζονται με πρόσβαση στο ασύρματο κανάλι. Καποιες από τις λειτουργίες είναι η δημιουργία και η διαχείριση μιας σύνδεσης καθώς και η παρακολούθηση της γεωγραφικής θέσης του UE με στόχο την ταχύτερη διεκπεραίωση των κλίσεων.



Σχήμα 20: Η αρχιτεκτονική του CN δικτύου

Όσο αφορά το σχεδιασμό και την υλοποίηση του δικτύου κορμού η αλλιώς CN (Σχήμα 4.2.3) μπορούμε να πούμε πως έχει αρκετές ομοιότητες με το GSM/GPRS δίκτυο

καθώς επεκτείνει τις λειτουργίες του τελευταίου. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι δόθηκε περισσότερη βάρυτητα στο σχεδιασμό της τεχνολογίας και των διεπαφών της ασύρματης πρόσβασης στο δίκτυο, με σκοπό να υποστηρίζονται οι υπηρεσίες που προσφέρει ένα δίκτυο 3ης γενιάς. Στη συνέχεια βεβαία υπήρξαν κάποιες αλλαγές στην αρχιτεκτονική του δικτύου κορμού που επιβεβαίωσαν τον ερχομό ενός πλήρους IP-δικτύου.

Το δίκτυο κορμού αποτελείται από δύο μέρη. Το **Circuit Switched (CS)** και το **Packet Switched**. [2]

Το CS παρέχει κυρίως λειτουργίες όπως είναι η μεταφορά φωνής όπου η δρομολόγηση γίνεται με μεταγωγή κυκλώματος πράγμα που σημαίνει ότι είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός δεσμευμένου μονοπατιού από το ένα άκρο μέχρι το άλλο. Υπάρχει επίσης διασύνδεση με PSTN και ISDN δίκτυα. Το CS μέρος του δικτύου περιλαμβάνει τα εξής:

□

**Mobile Services Switching Center(MSC)** Ο κόμβος MSC αποτελεί έναν κόμβο μεταγωγής όπου δρομολογεί τα δεδομένα των υπηρεσιών μεταγωγής κυκλώματος μέσα στο δίκτυο UMTS. Κάθε κόμβος MSC διαχειρίζεται πολλά RNC τα οποία συνδέονται σε αυτόν μέσω της διεπαφής Iu-CS. Παράλληλα διασυνδέεται με τις βάσεις δεδομένων του δικτύου όπως είναι η βάση δεδομένων Home Location Register (HLR) και την Visitor Location Register (VLR). Μια ακόμα λειτουργία του κόμβου MSC είναι η διαχείριση της κινητικότητας των χρηστών για τις υπηρεσίες μεταγωγής κυκλώματος.

□

**Gateway Mobile Services Switching Center(GMSC)** Ο κόμβος GMSC συνδέεται με τους κόμβους του MSC. Η βασικότερη λειτουργία του είναι η διασύνδεση του δικτύου UMTS με άλλα δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος όπως τα PSTN και ISDN δίκτυα.

□

**Visitor Location Register(VLR)** Ο κόμβος VLR αποτελεί μια βάση

δεδομένων.Κατα βάση κάθε VLR αντιστοιχεί σε ένα MSC. Η VLR αποθηκεύει προσωρινή πληροφορία που είναι σχετική τόσο με την ταυτοποίηση όσο και την ασφάλεια όπως επίσης και με άλλες χρήσιμες πληροφορίες όπου είναι σχετικές με τους χρήστες που διαχειρίζεται κάθε δεδομένη στιγμή ο αντίστοιχος MSC. Η VLR παίρνει την αρχική πληροφορία από την HLR ενώ την ενημερώνει για περίπτωση μεταβολών στα δεδομένα της. Όλες οι επαφές μεταξύ VLR και HLR γίνονται μέσω ενός MSC.

Από την άλλη πλευρά έχουμε το PS το οποίο είναι τμήμα το οποίο υποστηρίζει τη μεταφορά δεδομένων μέσω της μεταγωγής πακέτου.Ετσι δεν είναι απαραίτητο να δεσμευτεί κάποιο μονοπάτι κατά μήκος της σύνδεσης από τη στιγμή που οποιοσδήποτε σύνδεσμος (link) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά πακέτων.Το αποτέλεσμα για το PS είναι η σύνδεση με το Internet όπου η πληροφορία μεταδίδεται με την βοήθεια των IP-πακέτων. Το PS μέρος αποτελείται από τα εξής μέρη:

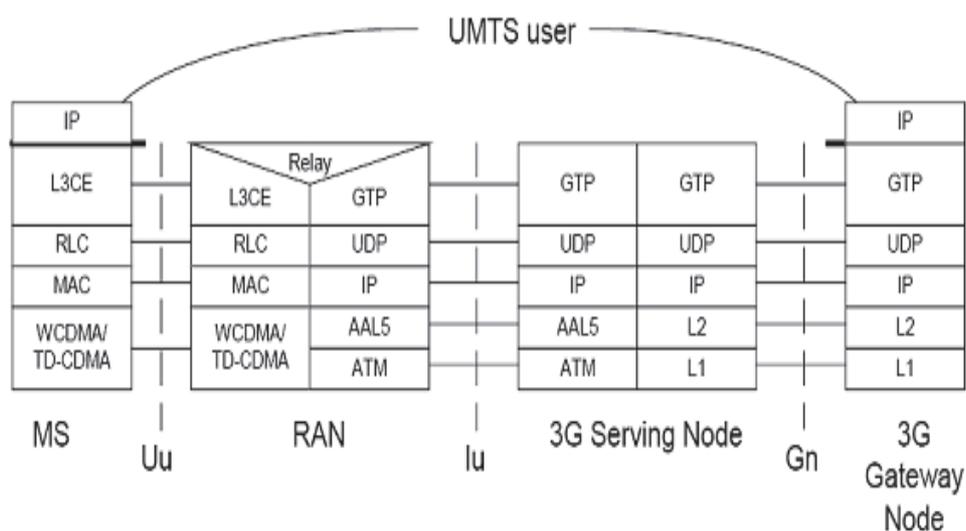
**Serving GPRS Support Node(SGSN)** Είναι ο αντίστοιχος κόμβος του MSC στο τμήμα CS. Με λίγα λόγια δρομολογεί τα δεδομένα των υπηρεσιών μεταγωγής πακέτων εντός του δικτύου UMTS. Επιπλέον διαχειρίζεται τους κόμβους RNC οι οποίοι συνδέονται σε αυτόν μέσω της διεπαφή Iu\_PS. Υπάρχει αλληλεπίδραση με βάσεις δεδομένων, όπως είναι η HLR. Τέλος ο κόμβος SGSN είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση της κινητικότητας των χρηστών και για τις υπηρεσίες μεταγωγής πακέτων.

□

**Gateway GPRS Support Node(GGSN)** Είναι ένας κόμβος αντίστοιχος του GMSC στο CS. Διασυνδέει τους κόμβους SGSN με εξωτερικά δίκτυα μεταγωγής πακέτων όπως το X.25 και τοInternet. Τέλος, υπάρχουν οι κόμβοι HLR και AuC οι οποίοι είναι κοινοί και για τα δύο μέρη CS και PS. Σε ότι αφορά τον Home Location Register, πρόκειται για μια βάση δεδομένων η οποία αποθηκεύει δεδομένα των χρηστών τα οποία μένουν σχετικά σταθερά στο χρόνο. Ο κόμβος AuC αποτελεί έναν κόμβο που είναι συσχετισμένος με έναν HLR. Ο κόμβος αυτός αποθηκεύει πληροφορίες ταυτοποίησης και κρυπτογράφησης για τους συνδρομητές.

### 3.3 Επαφές και αρχιτεκτονική πρωτοκόλλων

Παρακάτω παρουσιάζονται οι βασικότερες διεπαφές του UMTS. Γίνεται περιγραφή των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και σηματοδότησης για κάθε διεπαφή, για την επικοινωνία των κόμβων που αλληλεπιδρούν.



Σχήμα 21: Η στοίβα πρωτοκόλλων στο UMTS δίκτυο

#### 3.3.1 Η διεπαφή Uu

Η διεπαφή Uu παρεμβάλλεται μεταξύ του UE και του Node B και για το λόγο αυτό είναι ασύρματη. Είναι μια από τις σημαντικότερες διεπαφές απαραίτητες για το σχεδιασμό των πρωτοκόλλων ενός κινητού δικτύου, εφόσον έχουν άμεση σχέση με τα επίπεδα φυσικού μέσου, ζεύξης δεδομένων και δικτύου σε αλληλουχία με το μοντέλο OSI. [14]

Στο φυσικό μέσο μεταδίδονται δεδομένα μέσω της ασύρματης διεπαφής. Για το επίπεδο αυτό οι προδιαγραφές του UMTS καθορίζουν την χρήση των τεχνικών FDD και TDD στο WCDMA.

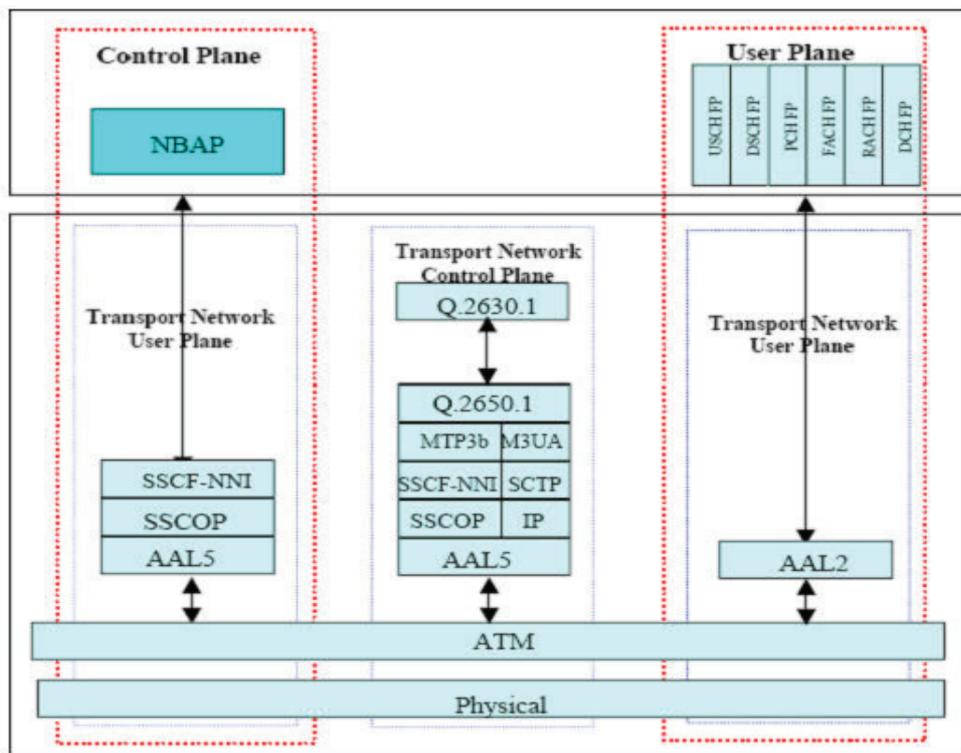
Το επίπεδο ζεύξης δεδομένων, αποτελείται από τέσσερα υπό-επίπεδα. Τα δύο πρώτα χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν δεδομένα ελέγχου και πληροφορίας. Το πρώτο υπό-επίπεδο περιέχει το πρωτόκολλο Medium Access Control (MAC) το οποίο βρίσκεται αμέσως μετά το φυσικό επίπεδο. Τα λογικά κανάλια που χρησιμοποιούνται αντιστοιχίζονται σε κανάλια μεταφοράς ικανά για την επικοινωνία του φυσικού επιπέδου με υψηλότερα επίπεδα. Παράλληλα το πρωτόκολλο αυτό, διαχειρίζεται τις προτεραιότητες μεταξύ των UE αλλά και μεταξύ των ροών δεδομένων που αφορούν ένα συγκεκριμένο UE. Με λίγα λόγια κάποιες άλλες λειτουργίες στο MAC πρωτόκολλο είναι ο έλεγχος των κινήσεων, η κρυπτογράφηση και η πολυπλεξία. Εν συνέχεια, ακολουθώντας από κάτω προς τα πάνω τη στοίβα των πρωτοκόλλων συναντάμε το Radio Link Control πρωτόκολλο το οποίο ανήκει στο επίπεδο ζεύξης δεδομένων, το οποίο ευθύνεται για την εγκατάσταση, τον έλεγχο της μεταφοράς δεδομένων όπως επίσης και για τις ρυθμίσεις QoS.

Τα πρωτόκολλα Packet Data Convergence Protocol (PDCP) και Broadcast/Multicast Control (BMC) χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τη μεταφορά πληροφορίας. Η λειτουργία του PDPC είναι μόνο στο PS τμήμα ενώ η κύρια λειτουργία του είναι να συμπιέζει την επικεφαλίδα(header compression) των πακέτων και να αποστέλλει τους πάνω από RLC, MAC και φυσικό επίπεδο στο UE. Το BMC πρωτόκολλο ευθύνεται για τις λειτουργίες broadcast και multicast του δικτύου.

### **3.3.2 Η διεπαφή Iub**

Η Iub διεπαφή συνδέει τους RNC με τους Node Bs. Η διεπαφή στηρίζεται στην ενσύρματη επικοινωνία, γεγονός που της δίνει την δυνατότητα να υλοποιηθεί με διάφορους τρόπους όπως, το ETSI STM-1, STM-4, SONET STS-3c, ITU STS-1 κ.α. Παράλληλα το επίπεδο ζεύξης δεδομένων που είναι πάνω από το επίπεδο αυτό,

υλοποιείται με το ATM πρωτόκολλο όπως φαίνεται και στο Σχήμα 22. Το ATM χρησιμοποιείται από όλες τις ενσύρματες διεπαφές του UMTS, ενώ πρόκειται για ένα πρωτόκολλο που μπορεί να διαχειριστεί όλους τους τύπους κινήσεων όπως σύγχρονες- ασύγχρονες και μεταγωγή κυκλώματος ή πακέτου. [2]



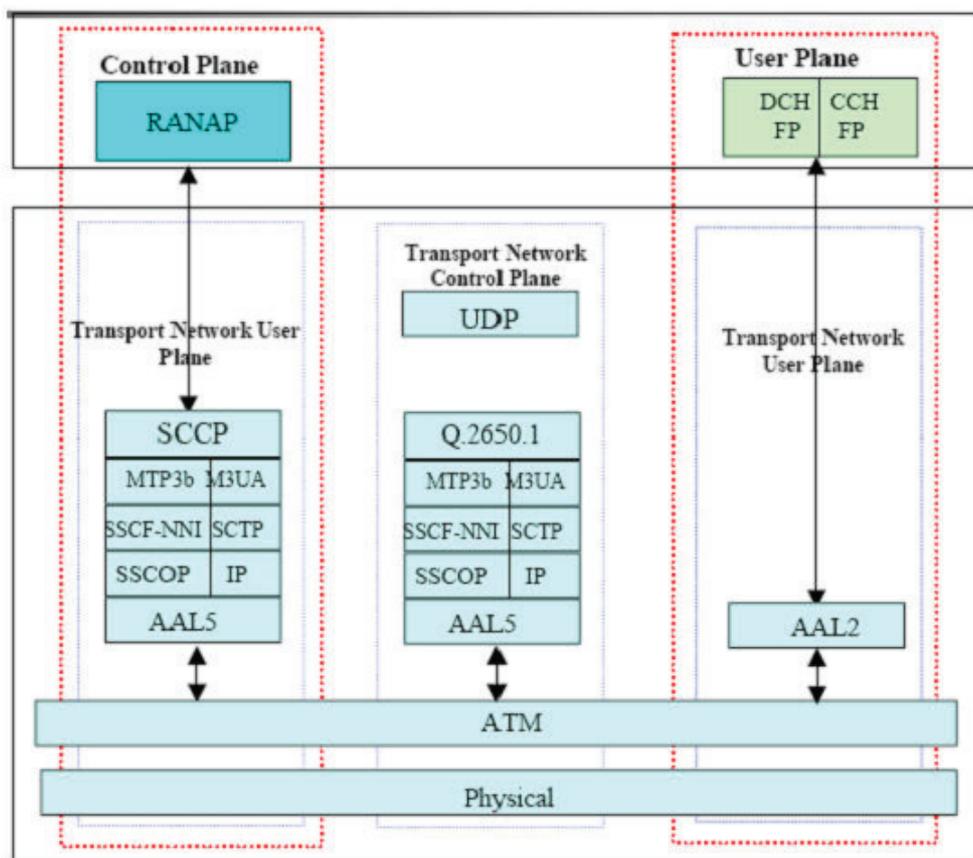
Σχήμα 10: Η στοίβα των πρωτοκόλλων για την διεπαφή Iub

Σχήμα 22: Η στοίβα των πρωτοκόλλων για την διεπαφή Iub

Χρησιμοποιούνται τα πρωτόκολλα ATM Adaptation Layer 2 και 5 (AAL2 και AAL5) πάνω από το ATM. Το AAL2 χρησιμοποιείται για να μεταφέρει δεδομένα ελέγχου και πληροφορίας ενώ το AAL5 χρησιμοποιείται μόνο για να μεταφέρει δεδομένα ελέγχου. Και τα δυο πρωτόκολλα κάνουν επεξεργασία των δεδομένων από τα υψηλότερα επίπεδα προκειμένου αυτά να μπορούν να μεταδοθούν από το επίπεδο ATM.

### 3.3.3 Η διεπαφή Iur

Η Iur διαπάλη αποτελεί ένα από τα πιο καινούργια κομμάτια που εισήγαγε το UMTS χωρίς να το υιοθετεί από το GSM και αφορά την επικοινωνία μεταξύ των RNC. Αυτή η διεπαφή δημιουργήθηκε για να μεταφέρει πληροφορία ελέγχου σε ότι έχει σχέση με την διαχείριση των ασυρμάτων πόρων του δικτύου καθώς και την διαδικασία του handover. [15]



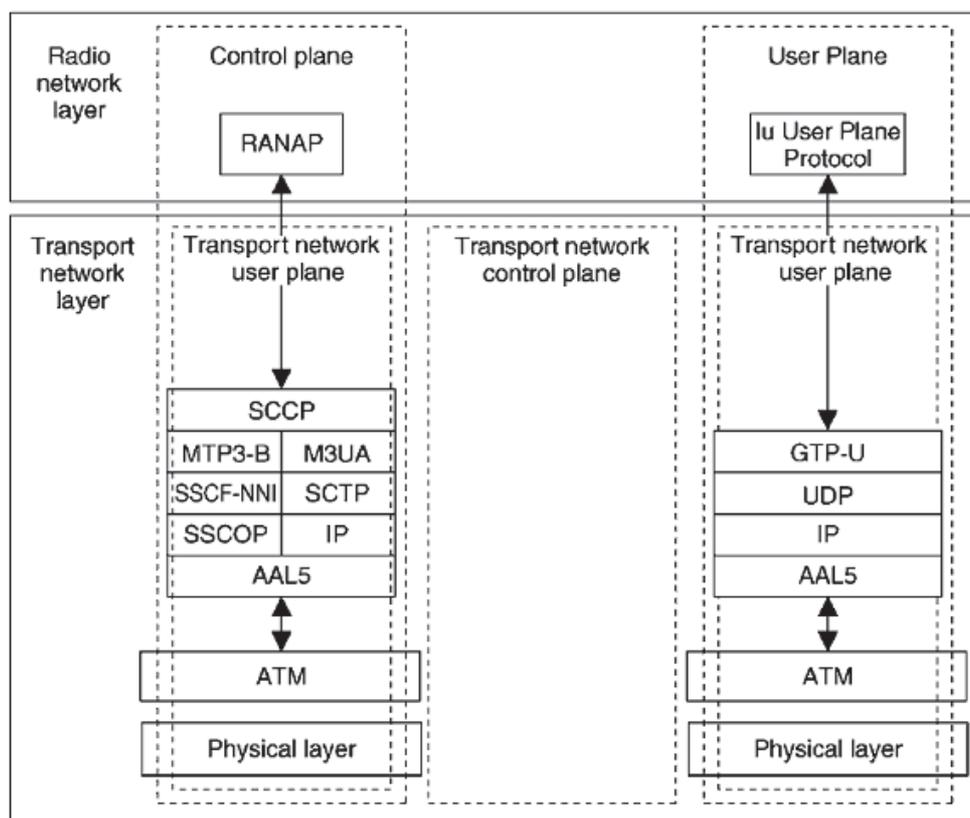
Σχήμα 23: Η στοίβα πρωτοκόλλων για την διεπαφή Iur

Σε αντίθεση με τη διεπαφή Iub παρατηρούμε ότι η Iur διεπαφή κάνει χρήση των IP και UDP πρωτοκόλλων (Σχήμα 23) πάνω από το επίπεδο AAL5. Αυτό αφορά κυρίως το IP over ATM από το οποίο η πληροφορία μεταδίδεται μέσω του IP πρωτοκόλλου χρησιμοποιώντας την ATM τεχνολογία. Παράλληλα χρησιμοποιούνται

και άλλα πρωτόκολλα σηματοδότησης όπως το Message Transfer Part Level 3 (MTP3-b) για τον έλεγχο της δρομολόγησης των μηνυμάτων, το MTP3 User Adaptation Layer (M3UA), το Signaling Connection Control Part (SCCP) καθώς και το Radio Network Application Part (RANAP). Το τελευταίο είναι πρωτόκολλο όπου εκτελεί όλες εκείνες τις λειτουργίες για τη διαχείριση των ασυρμάτων πόρων και την υποστήριξη των διαδικασιών του handover και του SRNS relocation.

### 3.3.4 Η διεπαφή Iu-ps

Η Iu-PS διεπαφή δημιουργήθηκε για την επικοινωνία μεταξύ του UTRAN και του PS στο UMTS.



Σχήμα 24: Η δομή των πρωτοκόλλων για την διεπαφή Iu-PS

Βλέπουμε πως και αυτή η διεπαφή χρησιμοποιεί το ATM για μεταφορά δεδομένων (Σχήμα 24). Όσο αφορά τις λειτουργίες στο εσωτερικό του δικτύου, λειτουργεί το πρωτόκολλο Radio Network Application Part (RANAP) που εξασφαλίζει τη σηματοδότηση μεταξύ του UTRAN και του CN. Άλλες λειτουργίες του τελευταίου είναι το SRNS Relocation, το Hard Handover, το Radio Access Bearer

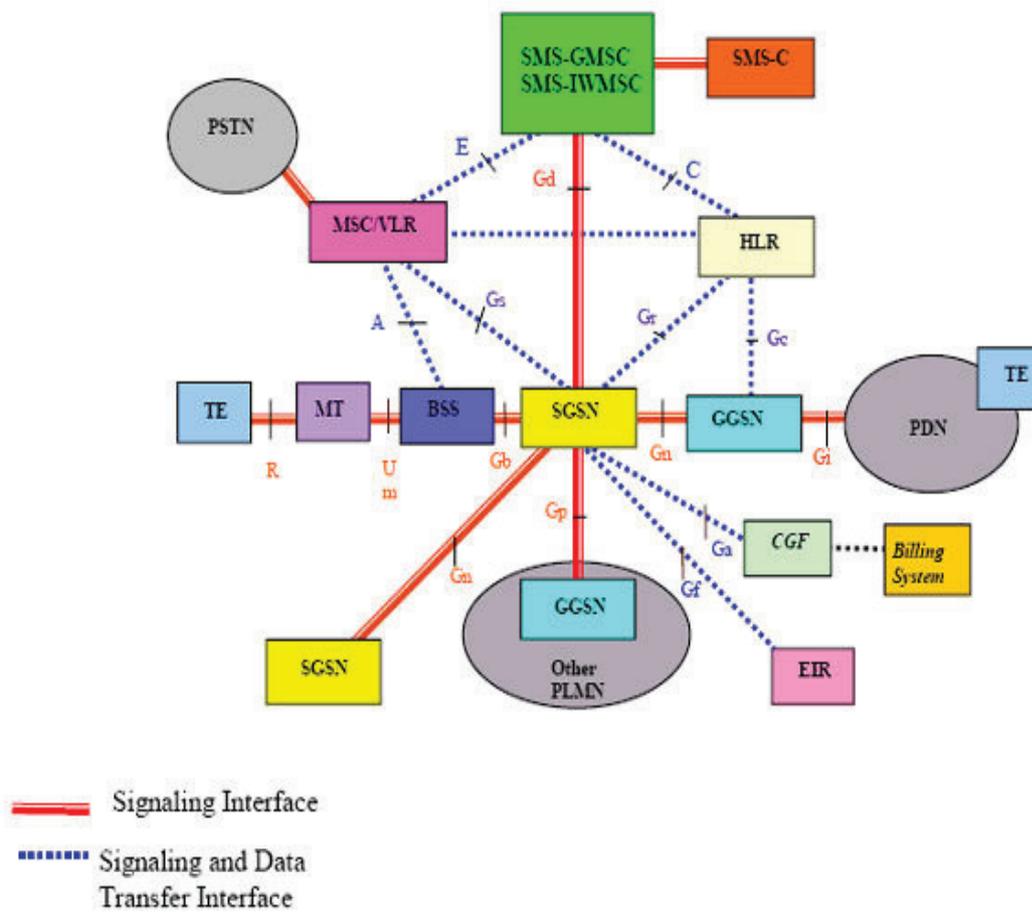
(RAB) Management, η αναφορά λαθών κατά την μετάδοση της πληροφορίας, η πιστοποίηση (authentication) και η παρακολούθηση του χρήστη, η σηματοδότηση μεταξύ UE και CN όπως επίσης και η ασφάλεια(κρυπτογράφηση). [5]

### **3.3.5 Η διεπαφή Iu-CS**

Η διεπαφή Iu-PS, υλοποιήθηκε για την επικοινωνία μεταξύ UTRAN και του CS μέρους του κυρίως δικτύου του UMTS. Ποιο συγκεκριμένα χρησιμοποιείται για να συνδέσει το RNC με το MGW/VLR. Παράλληλα υποστηρίζει τις λειτουργίες εσωτερικά του δικτύου μέσω του πρωτοκόλλου Radio Network Application Part (RANAP) το οποίο εξασφαλίζει τη σηματοδότηση μεταξύ του UTRAN και του CN.

### **3.3.6 Οι υπόλοιπες διεπαφές**

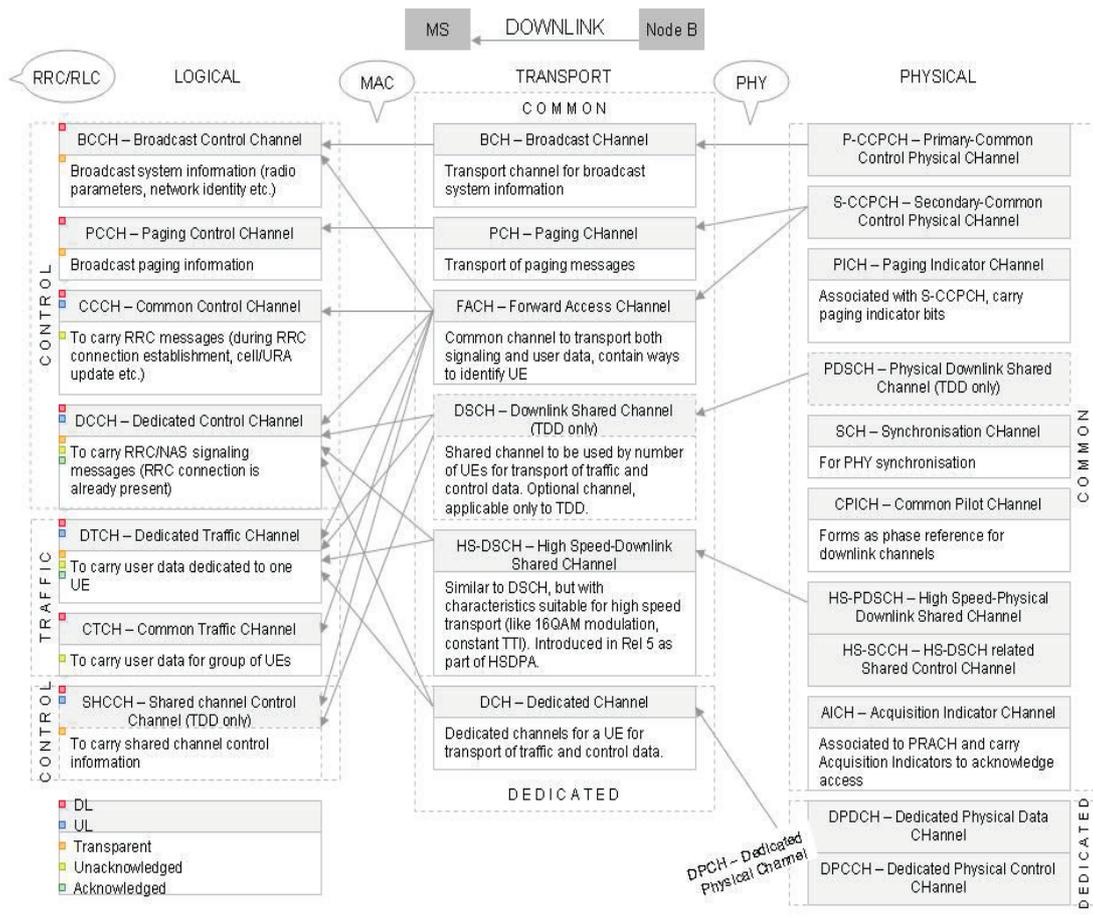
Στο Σχήμα 25 διαφαίνονται και μερικές άλλες διεπαφές σύμφωνα με την αρχιτεκτονική του UMTS. Κάποιες από αυτές είναι η διεπαφή Gn όπου διασυνδέει τους κόμβους SGSN και GGSN, όπως και η Gi η οποία συνδέει τους κόμβους GGSN με δίκτυα μεταφοράς δεδομένων(Packet Data Network - PDN). Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι IP over ATM καθώς και τα ανώτερα πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων όπως Transport Control Protocol (TCP) και User Datagram Protocol (UDP).



Σχήμα 25: Μερικές από τις διεπαφές του UMTS δικτύου

### 3.4 Τα κανάλια του UTRAN

Έχουμε τρία είδη καναλιών που χρησιμοποιούνται από το UTRAN: τα λογικά κανάλια, τα κανάλια μεταφοράς και τα φυσικά κανάλια. Παρακάτω ακολουθεί περιγραφή με τα χαρακτηριστικά των καναλιών αυτών. [2]



Σχήμα 26: Τα κανάλια του UTRAN δικτύου

### 3.4.1 Λογικά κανάλια

Τα λογικά κανάλια στο UTRAN διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Control Logical Channels και Traffic Logical Channels. Καθορίζονται με βάση τη διεπαφή μεταξύ των επιπέδων RLC και MAC ανάλογως με το κομμάτι της πληροφορίας που μεταφέρουν. Ο διαχωρισμός τους αυτός βασίζεται στο ότι μεταφέρεται πληροφορία που έχει να κάνει με την επίβλεψη των λειτουργιών του δικτύου ή το χρήστη. [2]

Τα Control Logical Channels διακρίνονται στα εξής κανάλια:

**Broadcast Control Channel (BCCH)** Μεταφέρει control πληροφορία η οποία μεταδίδεται σε όλους τους χρήστες(broadcast) συγκεκριμένης κυψέλης με τη μορφή System Information μηνυμάτων. Αυτή η πληροφορία περιέχει παραμέτρους με χαρακτηριστικά της κυψέλης όπως είναι το ID της κυψέλης,spreading κώδικες που πρέπει να γίνουν γνωστοί στο χρήστη προτού αυτό εξυπηρετηθεί από τη συγκεκριμένη κυψέλη. Το κανάλι αυτό χρησιμοποιείται μόνο ως downlink κανάλι προς τον χρήστη.

□ **PCCH (Paging Control Channel)** Χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την ενημέρωση των χρηστών για τις εισερχόμενες κλήσεις ή μηνύματα. Έτσι όλοι οι χρήστες αντιλαμβάνονται περιοδικά το κανάλι αυτό, το οποίο χρησιμοποιείται μόνο ως downlink Dedicated Control Channel (DDCH) και μεταφέρει μόνο πληροφορία για σηματοδότηση σε αποκλειστικότητα με ένα συγκεκριμένο χρήστη. Σε κάθε χρήστη αναλογεί ένα τέτοιο κανάλι το οποίο χρησιμοποιείται για την δημιουργία της σύνδεσης, την επίβλεψη των πόρων του δικτύου ή για αναφορές σχετικά με μετρήσεις. Χρησιμοποιείται και προς τις δυο κατευθύνσεις downlink και uplink.

□

**Common Control Channel (CCCH)** Χρησιμοποιείται για να σταλούν τα πρώτα μηνύματα από τον UE για την δημιουργία μιας σύνδεσης αλλά και ως απάντηση στο αίτημα για δέσμευση καναλιού, από το κανάλι. Λειτουργεί και προς τις δυο κατευθύνσεις downlink και uplink. Τα Traffic Logical Channels διακρίνονται στα εξής κανάλια:

**Dedicated Traffic Channels (DTCH).** Χρησιμοποιείται από την πλευρά του χρήστη και μεταφέρει πληροφορία σε κάποια υπηρεσία για λογαριασμό του UE. Είναι δυνατό να αντιστοιχούν στον UE περισσότερα του ενός ,κανάλια.Χρησιμοποιείται και προς τις δυο κατευθύνσεις downlink και uplink.

**Common Traffic Channel (CTCH).** Είναι ένα point-to-multipoint κανάλι που μεταφέρει πληροφορία για όλους ή για μια ομάδα από UE.

### 3.4.2 Κανάλια μεταφοράς

Ορίζονται από τον τρόπο και από τα χαρακτηριστικά από τα οποία γίνεται μετάδοση πληροφορίας από το MAC επίπεδο διαμέσου της ασύρματης διεπαφής. Δεν λαμβάνεται υπό όψιν το είδος της πληροφορίας που μεταφέρονται στα κανάλια, που έχει σαν αποτέλεσμα να μεταφέρεται πληροφορία ενός καναλιού μεταφοράς από διάφορα λογικά κανάλια εάν η μετάδοση μέσω της ασύρματης διεπαφής έχει τα ίδια χαρακτηριστικά. [2]

Τα κανάλια μεταφοράς στο UMTS, ανταποκρίνονται στην ανάγκη για εξυπηρέτηση από ασύρματες διεπαφές, σε διάφορους τύπους υπηρεσιών όπως και κάλυψη των αναγκών στην ασύρματη μετάδοση . Οι υπηρεσίες μεταφοράς δεδομένων, δεν έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε ότι έχει να κάνει με την καθυστέρηση και το ρυθμό εμφάνισης λαθών, σε σχέση με τις υπηρεσίες μεταφοράς φωνής και streaming. Έτσι τα λογικά DTCH κανάλια, που εξυπηρετούν διαφορετικές υπηρεσίες αντιστοιχίζονται σε κανάλια μεταφοράς με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Η μεταφορά δεδομένων πραγματοποιείται μέσω Common καναλιών ενώ η μεταφορά φωνής πραγματοποιείται μέσω Dedicated καναλιών. Η αντιστοίχιση των λογικών καναλιών στα κανάλια μεταφοράς θα πρέπει να ικανοποιεί, τις ανάγκες για σωστή διαχείριση των ασύρματων πόρων από τη μια πλευρά και της επαρκούς

λειτουργίας των υπηρεσιών από την άλλη. Με αυτή την παραδοχή, εισάγεται στο UMTS η δυνατότητα για παροχή QoS στους χρήστες που το χρησιμοποιούν.

Τα κανάλια αυτά χωρίζονται σε δυο κατηγορίες εφόσον η μετάδοση γίνεται με dedicated και common τρόπο. Τα dedicated κανάλια μεταφοράς δεσμεύουν τους φυσικούς πόρους του δικτύου(συχνότητα και spreading κώδικες) από έναν UE. Το κανάλι δεσμεύεται όσο ο UE βρίσκεται στην κυψέλη που του έχει παραχωρηθεί με αποτέλεσμα κανένας άλλος να μη μπορεί να το χρησιμοποιήσει. Από την άλλη πλευρά τα common κανάλια μεταφοράς αντιστοιχίζονται σε ένα μέρος των συνολικών πόρων του δικτύου όπου είτε μοιράζονται από ένα σύνολο από UE, είτε δεν απευθύνονται σε κανέναν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη πιστοποίησης της ταυτότητας του UE όταν μεταδίδει ή λαμβάνει πληροφορία σε αντίθεση με τα dedicated όπου δεν είναι αναγκαία.

Στα dedicated κανάλια, συναντάμε το Dedicated Channel (DCH) όπου προορίζεται για μετάδοση πληροφορίας τόσο σε επίπεδο χρήστη αλλά και σε επίπεδο ελέγχου. Χρησιμοποιείται και στο uplink και στο downlink ενώ υπάρχει η δυνατότητα να μεταδίδεται μέσω κατευθυντικής κεραίας τόσο σε όλη την κυψέλη όσο και σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο. Το UE υπάρχει ενδεχόμενο να δεσμεύει διάφορα DCH κανάλια ταυτόχρονα, πράγμα που επιτρέπει την προσφορά πολλών υπηρεσιών την ίδια χρονική στιγμή. Ακόμη και στην περίπτωση που παρέχεται μόνο μια υπηρεσία, χρησιμοποιούνται δυο DCH κανάλια, ένα για την μεταφορά του λογικού traffic καναλιού (DTCH) και ένα για τη σηματοδότηση(DCCH).

Τα common κανάλια διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

□

**Broadcast Channel (BCH).** Λειτουργεί κυρίως ως downlink και απευθύνεται σε πλήθος από UE, και όχι σε συγκεκριμένο. Φέρει το μέσο μεταφοράς για το BCCH λογικό κανάλι το οποίο μεταφέρει πληροφορία σχετική με το σύστημα. Το κανάλι αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται από όλα τα UE σε οποιοδήποτε σημείο της κυψέλης και αν βρίσκονται. Η ανάγκη αυτή έχει κάνει το συγκεκριμένο κανάλι να μεταδίδει σε χαμηλή ισχύ, αλλά με χαμηλό ρυθμό.

□

**Paging Channel (PCH).** Λειτουργεί μόνο ως downlink ενώ λαμβάνεται από όλους τους χρήστες σε μια κυψέλη. Αποτελεί μέσο μεταφοράς για το PCCH λογικό κανάλι το οποίο περιέχει paging πληροφορία από το δίκτυο προς συγκεκριμένους χρήστες.

**Random Access Channel (RACH).** Λειτουργεί μόνο ως uplink ενώ λαμβάνεται από οποιαδήποτε σημείο της κυψέλης. Η μετάδοση μέσω του RACH καναλιού ακολουθεί τους κανόνες του S-ALOHA/CDMA πρωτοκόλλου, και για αυτό υπάρχει περίπτωση να εμφανιστούν συγκρούσεις (collision) λόγω παράλληλης μετάδοσης από πολλούς χρήστες. Χρησιμοποιείται από υπηρεσίες με πολύ χαμηλές απαιτήσεις ή για σηματοδότηση κατά την αρχική πρόσβαση στο σύστημα.

□

**Forward Access Channel (FACH).** Λειτουργεί ως downlink και θα πρέπει να λαμβάνεται σε οποιοδήποτε σημείο της κυψέλης. Έχει τη δυνατότητα για μετάδοση με διαφορετικούς ρυθμούς δεδομένων και συνήθως μεταφέρει λογικά κανάλια ελέγχου τα οποία απευθύνονται σε συγκεκριμένους UE.

**Common Packet Channel (CPCH).** Λειτουργεί ως uplink, και θεωρείται μια επέκταση του RACH καναλιού για τη μετάδοση μεγαλύτερων πακέτων δεδομένων. Η μετάδοση μέσω του CPCH ακολουθεί τους κανόνες DSMA/CD (Digital Sense Multiple Access / Collision Detection) πρωτοκόλλου. Το αποτέλεσμα είναι οι συγκρούσεις που μπορεί να συμβούν κατά την αρχή της μετάδοσης.

□

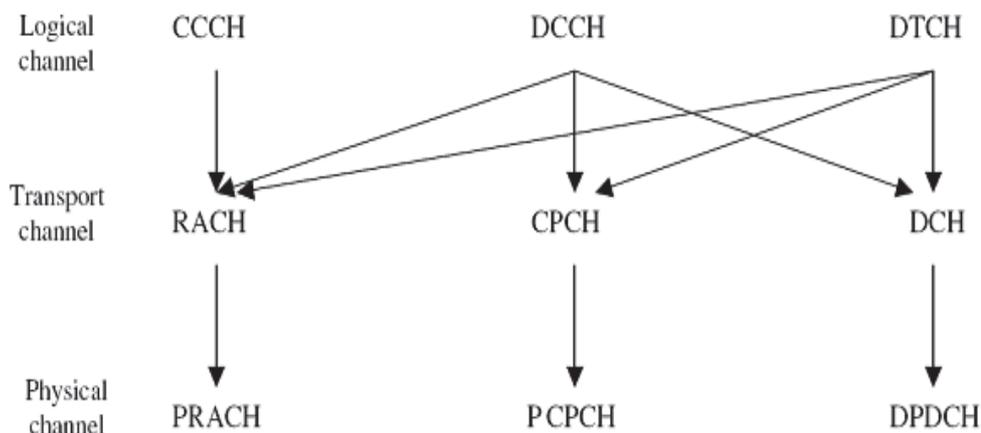
**Downlink Shared Channel (DSCH).** Λειτουργεί ως downlink και αντιστοιχίζεται σε ένα σύνολο από φυσικούς πόρους του δικτύου που δεσμεύονται για κάποιο χρονικό διάστημα από διαφορετικούς χρήστες. Σύμφωνα με κάποια πολιτική που ακολουθείται, διαφορετικοί χρήστες μπορούν να μεταδώσουν ταυτόχρονα με το ίδιο DSCH κανάλι αρκεί να χρησιμοποιήσουν διαφορετικούς κώδικες όπως ορίζει το CDMA πρότυπο.

**High Speed Downlink Shared Channel (HS-DSCH).** Είναι προέκταση του DSCH καναλιού προκειμένου να παρέχει στο HSDPA(High Speed Downlink Packet Access) ένα καινούργιο χαρακτηριστικό. Μπορεί να πετύχει ρυθμούς μετάδοσης θεωρητικά μέχρι και 14 Mb/s .

### 3.4.3 Φυσικά κανάλια

Αποτελούνται από φυσικά τηλεπικοινωνιακά σήματα τα οποία μεταδίδονται μέσω του ασύρματου καναλιού και προς τις δυο κατευθύνσεις uplink, downlink. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι φυσικών καναλιών οι οποίοι καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες θα μοιραστούν τους πόρους του δικτύου. Οι προδιαγραφές ενός φυσικού καναλιού περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά που αφορούν τη συχνότητα, το χρόνο, και τους κώδικες που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. [3]

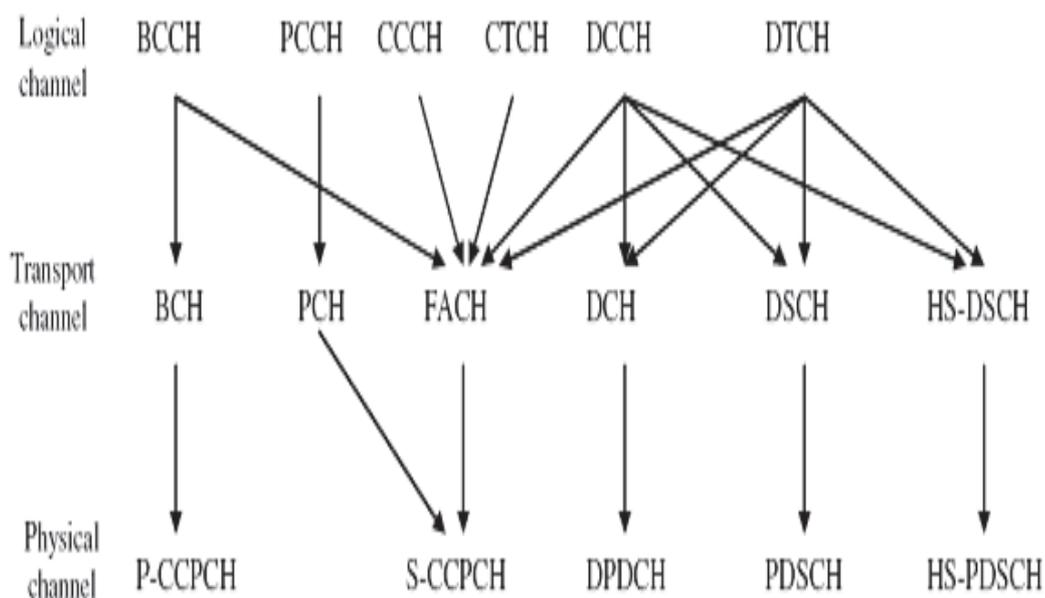
Σύμφωνα με την FDD λειτουργία του UTRAN, υπάρχουν τρία ζευγάρια ζωνών συχνοτήτων. Για τις λειτουργίες uplink και downlink διατίθενται ξεχωριστά κανάλια συχνοτήτων. Αντίθετα στη λειτουργία TDD υπάρχει μόνο ένα κανάλι συχνοτήτων το οποίο χωρίζεται σε χρονοσχισμές. Οι χρονοσχισμές αυτές μοιράζονται μεταξύ uplink και downlink. Με βάση τον τρόπο διαχείρισης του φάσματος συχνοτήτων τα φυσικά κανάλια διαχωρίζονται σε FDD και TDD φυσικά κανάλια. Αντιστοίχιση μεταξύ λογικών, μεταφοράς και φυσικών καναλιών. Σε ότι αφορά την uplink κατεύθυνση η αντιστοίχιση μεταξύ λογικών, φυσικών και καναλιών μεταφοράς φαίνεται στο Σχήμα 27.



Σχήμα 27: Αντιστοίχιση καναλιών για την uplink κατεύθυνση

Το CCCH αντιστοιχίζεται πάντα στο RACH το οποίο είναι το μόνο common κανάλι μεταφοράς για σηματοδότηση. Για μεταφορά dedicated πληροφορίας μέσω DCCH ή DTCH υπάρχουν τρεις δυνατότητες για αντιστοιχία στα RACH, CPCH και DCH. Σε ότι αφορά την αντιστοιχία από κανάλι μεταφοράς σε φυσικό κανάλι, η σχέση είναι ένα-προς-ένα.

Σε ότι αφορά το downlink κανάλι και σύμφωνα με το Σχήμα 28, το BCCH αντιστοιχίζεται στα BCH και FACH, ενώ το PCCH στο PCH και τα CTCH, CCCH στο FACH. Στην περίπτωση των DCCH και DTCH υπάρχουν περισσότερες αντιστοιχίες όπως συμβαίνει και με το uplink.



**Σχήμα 28: Αντιστοίχιση καναλιών για την downlink κατεύθυνση**

## **Κεφάλαιο 4 Πρακτικό**

### **4.1 Εισαγωγή**

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται σε αρχική φάση μια παρουσίαση της αρχιτεκτονικής NOKIA και ERICSSON σταθμών βάσης.Εν συνεχεία περιγράφονται λεπτομερώς οι απαραίτητες διαδικασίες που γίνονται με κύριο σκοπό την έκδοση εντολών εργασίας για ενεργοποίηση/παραμετροποίηση των δυο κατηγοριών σταθμών βάσης στο δίκτυο ενώ δίδονται κυρία παραδείγματα εντολών εργασίας για την κάθε περίπτωση ξεχωριστά.

Σε επομένη φάση παρουσιάζονται κύριες εντολές έλεγχου που εισάγουμε στο ATM Switch(MGX)με κύριο σκοπό την επίβλεψη των ATM Connections.

Στο τέλος παρουσιάζονται κάποιες τελικές διαγραμματικές απεικονίσεις κομματιού του δικτύου(RBS-RNC) που μελετάμε σε αυτή την εργασία με σκοπό να μας δείξουν την συμπεριφορά του δικτύου όσο αφορά κυρίως την iub κίνηση κατά την διάρκεια της ημέρας.

### **4.2 Γενικό πλάνο έκδοσης εντολών εργασίας**

Σε αρχικό στάδιο το Τμήμα Συστημάτων Ευζωνικών Δικτύων Πρόσβασης ζητά να γίνει εγκατάσταση κάρτας σε MGX για να συνδεθούν σταθμοί βάσης 3G (Node-Bs) πάνω στο MGX (Cosmote 3G roll-out).Έτσι εγκαθιστούμε την κάρτα και τους ενημερώνουμε ότι είμαστε έτοιμοι να δεχθούμε Node-Bs.Σε δεύτερη φάση το Τμήμα Συστημάτων Ευρυζωνικών Δικτύων Πρόσβασης ζητά IP διεύθυνση για ένα νέο Node-B που πρόκειται να ενεργοποιηθεί στο δίκτυο (ή μεταβολή της IP διεύθυνσης ενός live Node-B) επομένως εκδίδουμε IP διεύθυνση για το Node-B

ενημερώνοντας συγκεκριμένο αρχείο στο σύστημα το οποίο είναι σε excel μορφή και στο οποίο καταγράφονται όλες οι διευθύνσεις IP που έχουμε δώσει ως τώρα σε κάθε σταθμό βάσης.

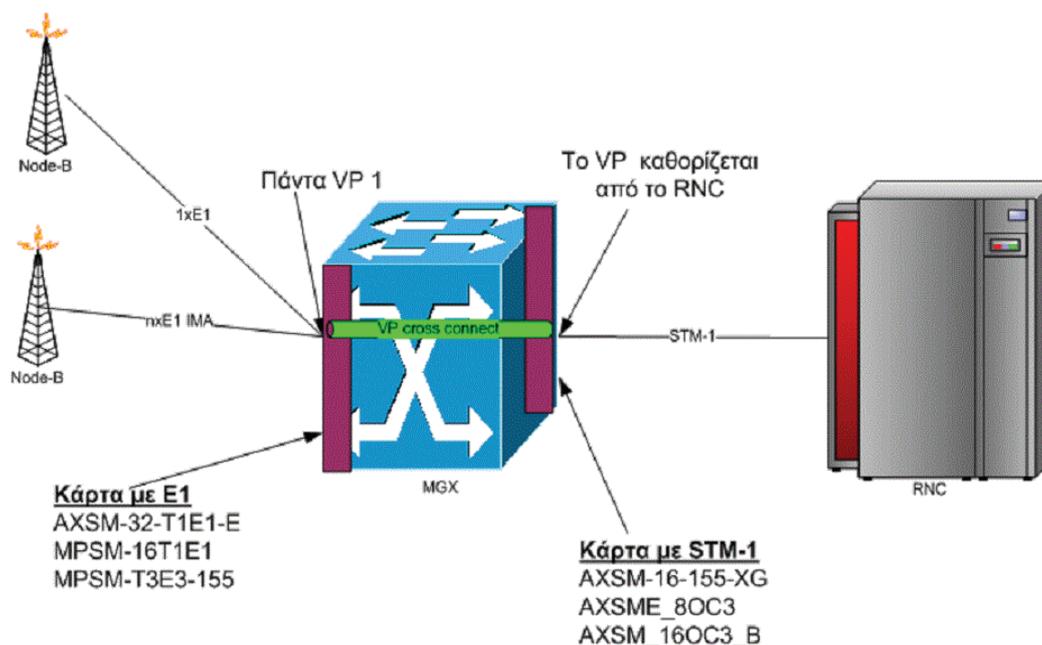
Το Τμήμα Συστημάτων Ευρυζωνικών Δικτύων Πρόσβασης εκδίδει ATCR (ATM Configuration Instruction – RNC) και το Τμήμα Υλοποίησης BSC/RNC εκδίδει Εντολή Εργασίας. Με την παραλαβή του ATCR και της εντολής εργασίας εκδίδουμε με την σειρά μας ως τμήμα σχεδιασμού και υλοποίησης, εντολή εργασίας ενημερώνοντας παράλληλα αρχείο του συστήματος μας σε μορφή excel στο οποίο αποθηκεύουμε ουσιαστικά τον καινούριο σταθμό που ενεργοποιούμε η παρεμετροποιούμε. Χρησιμοποιούμε εργαλείο του συστήματος για να προωθήσουμε τις εντολές εργασίας στο Τμήμα Υποστήριξης Δικτύου Μεταγωγής Πακέτων.

Επομένως οι εντολές εργασίας που εκδίδονται από το τμήμα σχεδιασμού και υλοποίησης για ενεργοποίηση η παρεμετροποίηση σταθμών βάσης αποτελούν την τελική φάση της όλης διαδικασίας στο θέμα του σχεδιασμού του δικτύου. Από εκεί και πέρα αναλαμβάνει άλλο τμήμα σε συνεργασία με το δικό μας να υλοποιήσει στην πράξη τις εντολές εργασίας που εκδόθηκαν από το τμήμα σχεδιασμού και υλοποίησης

Στο παρακάτω σχήμα παρατηρούμε ένα γενικό πλάνο διασύνδεσης μεταξύ των σταθμών βάσης και του RNC τόσο για ERICSSON όσο και για NOKIA τεχνολογία. Όπως έχουμε προαναφέρει το interface που διασύνδεει τους σταθμούς βάσης με τα RNC είναι η iub. Πιο συγκεκριμένα γίνεται διασύνδεση των σταθμών βάσης προς την μια πλευρά του MGX ATM switch, η οποία γίνεται μέσω E1 γραμμών όπου σύμφωνα και με το σχήμα ακολουθούται ένα Virtual path (VP=1) ενώ από την άλλη πλευρά του ATM switch η διασύνδεση προς το RNC γίνεται μέσω STM-1 γραμμών οπότε ακολουθούται Virtual path το οποίο καθορίζεται πάντα από το ίδιο το RNC. Παράλληλα είναι αναγκαίο να διευκρινίσουμε πως μια E1 γραμμή έχει bandwidth που φτάνει τα 2048 Kbit ενώ μια STM-1 γραμμή αντίστοιχα μπορεί να φτάσει τα 155mbit. Τέλος οι τύποι καρτών E1 γραμμών διακρίνονται σε : AXSM-32-

T1E1-E,MPSTM-16T1E1,και MPSTM-T3E3-155 ενώ οι τύποι καρτών STM-1 γραμμών διακρίνονται σε:AXSM-16-155-XG,AXSME-80C3,AXSM-16OC3-B αντίστοιχα.

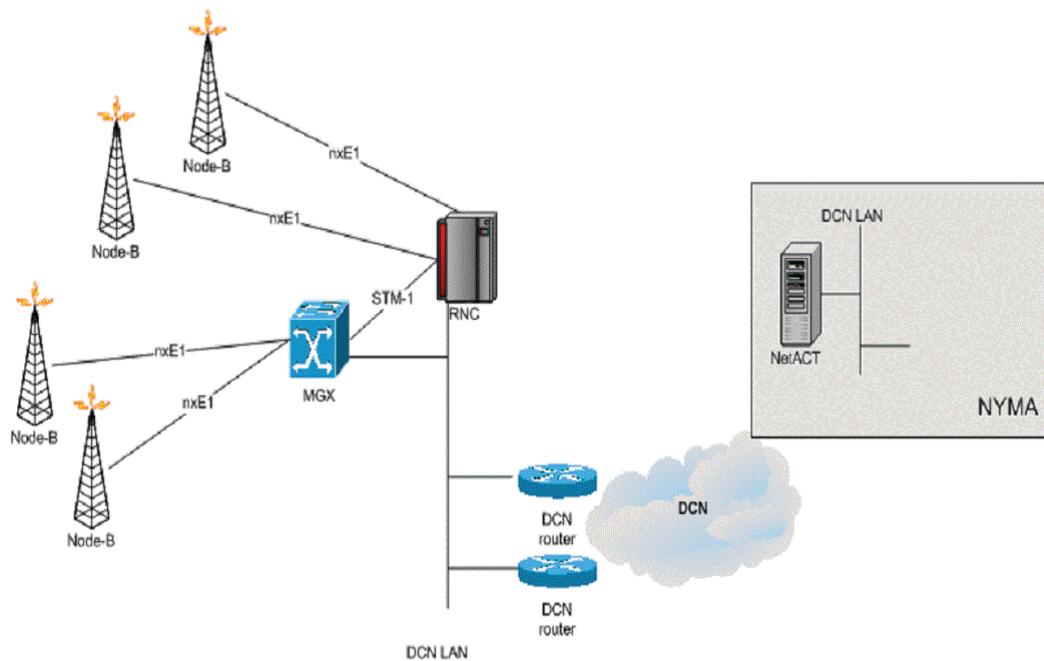
### VP cross connect (NOKIA & Ericsson)



### 4.3 Αρχιτεκτονική Nokia σταθμών βάσης

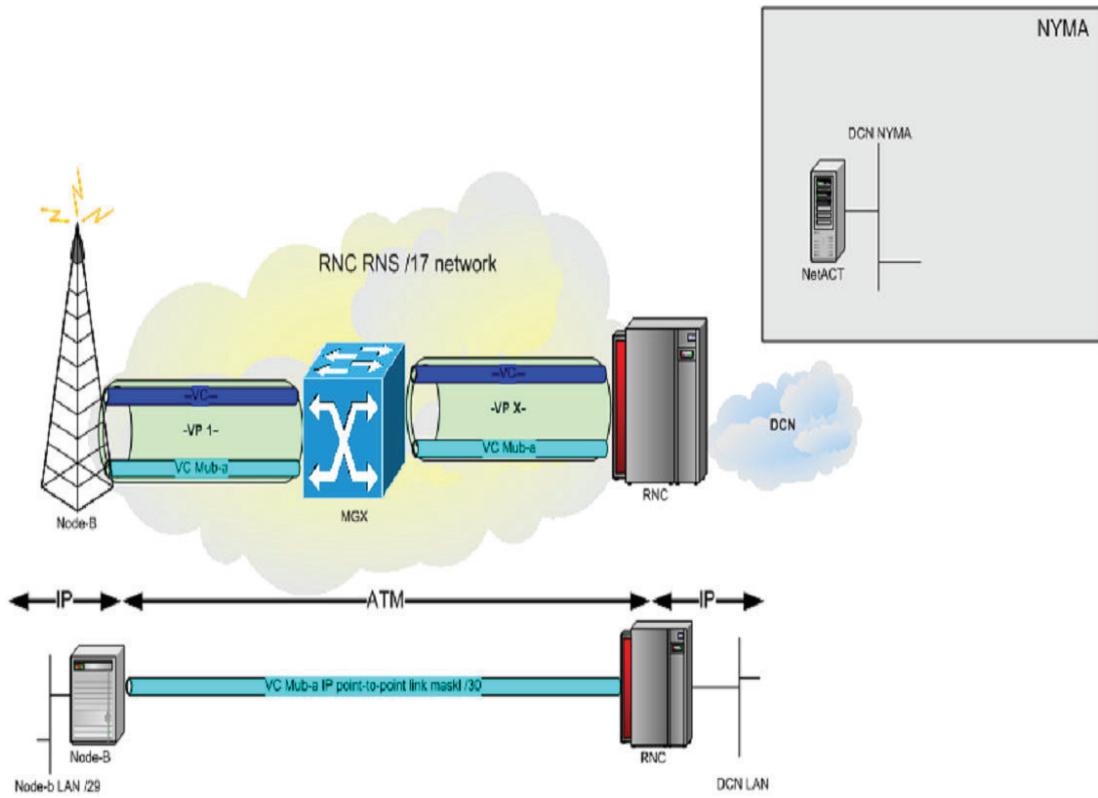
Η αρχιτεκτονική NOKIA αποτελεί μια από τις κλασικές αρχιτεκτονικές διασύνδεσης μεταξύ των σταθμών βάσης και του RNC. Έτσι λοιπόν συνοπτικά περιλαμβάνει τους σταθμούς βάσης, τα E1 Interface που διασύνδεουν τους σταθμούς βάσης με την μια πλευρά του ATM switch καθώς και τα STM-1 interface που διασύνδεουν την άλλη πλευρά του ATM switch με το RNC. Στο παρακάτω σχήμα παρατηρούμε επίσης και DCN routers που έχουν διαχειριστικό ρόλο στο κομμάτι του δικτύου όσο αφορά στοιχεία που είναι χρήσιμα για την κίνηση των δεδομένων. Ενώ τέλος πρέπει να τονίσουμε ότι σε αυτό το κομμάτι του δικτύου η διασύνδεση των σταθμών βάσης και RNC είναι proprietary δηλαδή χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν μηχανήματα της εταιρίας NOKIA.

## NOKIA Iub Architecture



Όσο αφορά την αρχιτεκτονική για το management (mub) του δικτυου,απο NOKIA σταθμούς βάσης, χρησιμοποιείται αποκλειστικά ένα virtual channel mub(a) (VC) για να μεταφέρει τα δεδομένα διαχείρισης τα οποία καταλήγουν τελικά στο RNC και από εκεί σε DCN routers.

# NOKIA Management Architecture (Mub)



### 4.3.1 Έκδοση εντολών εργασίας για Nokia σταθμό βάσης

- Όπως περιγράψαμε και πιο πάνω το Τμήμα Συστημάτων Ευρυζωνικών Δικτύων Πρόσβασης εκδίδει ATCR με την παρακάτω μορφή:

Rev	Date	User	ATCR							
1	2/1/2011	xxxxxx								
RNC Name <b>RNC xxxxx</b> IMA Group ID <b>1886 - 33</b> RequiredNoLink 1										
VP Configuration										
ATM Switch	Slot	Line	VPI	VCI	Usage	ATM Traffic Descriptor	AAL2AP/ PathID	AESA Dest	WBTSIDs	
xxxxx MGX	03	2-5-3	1			C13470				
		2-6-1		32	Mub (a)	U13470			1886	
		2-6-2		33	NBAP-C (a)	C235			1886	
				34	NBAP-D (a)	C470			1886	
				35	Q.2630 (a)	C235	b1886	309713911001886	1886	
				36	AAL2Path	C9000	1886001		1886	
				37	AAL2Path	U3000	1886002		1886	
<b>WBTS:</b>										
WBTSID	WBTSName	AESA	IP Address	WAM						
1886	xxxxxxx	309713911001886	10.47.17.192/29							
<b>Traffic Descriptors:</b>										
Traffic Descripto	Conforman	PCR	CDVT	Usage	Notes					
	ce	(/Inaress-	(/Inaress-							
C13470	CBR1	13470	75	VP						
C235	CBR1	235	4256	AAL2 Signalling						
C235	CBR1	235	4256	NBAP-C						
C470	CBR1	470	2128	NBAP-D						
C9000	CBR1	9000	112	AAL2 UP						
U13470	UBR1	13470	11135	O&M						
U3000	UBR1	13470	75	AAL2 UP	MDCR 3000					

- Αντίστοιχα το Τμήμα Υλοποίησης BSC/RNC εκδίδει RNC DATA NodeB Connection Configuration data με την παρακάτω μορφή:

General Parameters				RNC Parameters							AA12 Multiplexing			QoS		Vp capacity (eps)			
RNC ID	RNC Name	WBTS ID	WBTS Name	RNC Card Type	RNC Interface (SEI)	RNC local Interface	Cell ID	Phy IP ID	AA12 ID	AA12 Nodeid (ANI)	RNC VPI	SHAPED VP	ENABLED/DISABLED	WAM Reference No.	RNC A2EA		AA12PREFID	IP network	AA1 ID
1-4095	15 Chars	1-65534	10 Chars	NIP/NS	0-15	1-16	1-65534	1-320	1-588	10 Chars	1-31	Y/N	E/D		AESA			AA1-AA384	
504	RNCxxx	1886	xxxxxx	NIS	10	11	1886	11	11	A01886001	5	Y	E		309713911001886	1886001	10.47.17.192	339	13470

Αρχικά ελέγχουμε εάν ο σταθμός αυτός υπάρχει ήδη στο δίκτυο (αναζήτηση στο excel αρχείο με βάση το Node-B ID)Node-B και εφόσον δεν υπάρχει, εκδίδουμε εντολή εργασίας για την ενεργοποίηση του νέου σταθμού.Εαν υπάρχει, ελέγχουμε τι πρέπει να κάνουμε (μεταφορά σταθμού σε νέα θέση ή επ' αύξηση των E1 του σταθμού) και εκδίδουμε την απαραίτητη εντολή εργασίας.

- Έτσι το τελικό Work Order Που εκδίδεται για να ενεργοποιήσουμε τον nokia σταθμό βάσης είναι το εξής:



### Work Order

Work order number	7641	
Issue Date	3/2/2011	
Concern	xxxxxx_MGX	
To be carried out (Date/time)		
Execution time (Time of day)		
Issued by (Name/phone)	Θεοδωροπουλος Αθανασιος	<i>Sign</i>

Approved by	XXXXXXXXXX	<i>Sign</i>
Authorized by	XXXXXXXXXXX	<i>Sign</i>
Executed by		<i>Sign</i>
Executed date		

**Remarks:**

**Description:**

Δημιουργία του παρακάτω σταθμού NOKIA.

**Implementation Process:**

Xxxxxx\_MGX

**Cc 3**

addimagrp 10 2 1 0 128 1 220

addimalnk 1.1.0:2.5.3 10

addimalnk 1.1.0:2.6.1 10

addimalnk 1.1.0:2.6.2 10

addimaport 253 10 13470 13470 3 1

addpart 253 1 2 1000000 1000000 1000000 1000000 0 255 1 65535 0  
4000

**PCR for connection 13470 cps**

ATM info												
ID	MGX	In				Out				PCR	RBS name	IP address
		I/F(CH STM-1)			VPI	I/F (STM-1)			VPI			
		slot	VC12	Port		slot	Line	port				
1886	XXXX	3	2-5-3	253	1	9	2.2	10	5	13470	XXXX	10.47.17.192/29
1886	XXXX	3	2-6-1	253	1	9	2.2	10	5	13470	XXXX	10.47.17.192/29
1886	XXXX	3	2-6-2	253	1	9	2.2	10	5	13470	XXXX	10.47.17.192/29

Στο τελικό work order που φτιάχνουμε για να ενεργοποιήσουμε τον νέο σταθμό βάσης αρχικά δημιουργούμε ένα imagroup το οποίο ουσιαστικά είναι ένα λογικό γκρουπ με όλες τις γραμμές(E1) και στην προκείμενη περίπτωση του δίνουμε την τιμή 10.Εν συνεχεία φτιάχνουμε τα imalinks δηλαδή προσθέτουμε τις E1 γραμμές που οριστήκαν από το ATCR και στην πράξη είναι οι 2.5.3, 2.6.1 και 2.6.2 όπως επίσης και την τιμή που ορίσαμε ως ima που είναι 10.Δημιουργούμε ένα imaport δηλαδή μια λογική πόρτα όπου θα οριστεί από την πρώτη γραμμή δηλαδή την 2.5.3(253) ενώ ως δεδομένο και maximum bandwidth καταγράφεται το 13470 σύμφωνα με τα δεδομένα που μας δεινούν τα ATCR και RNC data.Τέλος δημιουργούμε το addpart το οποίο δημιουργεί partition ενώ εισάγεται πάλι η πρώτη γραμμή (253) που παίζει ρολό imaport όπως περιγράψαμε πιο πάνω.

Στον τελικό πίνακα παρατηρούμε αρχικά το ID του σταθμού και το MGX ATM switch στο οποίο θα γίνει η συνδεση.Στο in του MGX τώρα παρατηρούμε το slot(κάρτα) που είναι η 3 σ αυτή την περίπτωση τις γραμμές 2-5-3 , 2-6-1 και 2-6-2 το imaport που ορίσαμε (253) και το Virtual path(VP)που είναι πάντα 1.Στο out όπως και στο in παρατηρούμε το slot το οποίο είναι 9 την γραμμή η οποία ορίζεται από το slot και το port και είναι η 2.2 το port που είναι 10 και το virtual path που είναι 5.Το bandwidth που έχει οριστεί είναι 13470 ενώ δίνεται επίσης το όνομα του σταθμού και η ip του. Όλες οι παράμετροι στο τελικό work order ορίζονται με βάση τα αντίστοιχα ATCR και RNC data που εκδίδονται κάθε φορά για την ενεργοποίηση ενός σταθμού βάσης.

### **4.3.2 Έκδοση εντολών εργασίας για παραμετροποίηση Nokia σταθμού βάσης**

Όπως και στην ενεργοποίηση έτσι και στην παραμετροποίηση ενός σταθμού βάσης πρώτα απ όλα ελέγχουμε εάν ο σταθμός αυτός υπάρχει ήδη στο δίκτυο (αναζήτηση στο excel αρχείο με βάση το Node-B ID)Node-B, αφού βεβαιωθούμε ότι ήδη υπάρχει και είναι ενεργοποιημένος μέσω απομακρυσμένης πρόσβασης από γραμμή εντολών στο ίδιο το δίκτυο, τότε εκδίδουμε εντολή εργασίας για την παραμετροποίηση του με βάση την καινούρια κατάσταση που έχει οριστεί από το τμήμα Συστημάτων Ευρυζωνικών Δικτύων Πρόσβασης όπως επίσης και από το τμήμα Υλοποίησης BSC/RNC.

Με βάση λοιπόν τα στοιχεία που μας δίνονται από τα δυο αντίστοιχα τμήματα προσχωρούμε στην δημιουργία Work order στο οποίο είτε θα γίνει επαύξηση των γραμμών E1 για τις ανάγκες του δικτύου είτε θα χρειαστεί να γίνει μεταφορά του ιδίου του σταθμού βάσης σε άλλο MGX ATM switch(split). Πρέπει να τονίσουμε πως και στις δυο καταστάσεις οφείλουμε να ελέγξουμε το δίκτυο σε πρώτη φάση για να δούμε εάν είναι ενεργοποιημένοι ήδη οι σταθμοί βάσης που μας ενδιαφέρουν ώστε να προχωρήσουμε σε περαιτέρω ενέργειες διαγραφής τους και αλλαγής τους σε άλλο MGX η επαύξησης των γραμμών τους, αναλογα με τα data που στέλνονται σε συνεργασία με τα αλλά δυο τμήματα που προαναφέρθηκαν πιο πάνω ,καθώς και να ενημερώσουμε το εκάστοτε αρχείο excel στο οποίο βλέπουμε τους σταθμούς βάσης που ήδη έχουν παραμετροποιητή η ενεργοποιηθεί.

- Το Τμήμα Συστημάτων Ευρυζωνικών Δικτύων Πρόσβασης εκδίδει ATCR με την παρακάτω μορφή:

Rev 1	Date 2/3/2011	User xxxxxx	ATCR	
----------	------------------	----------------	------	---

RNC Name RNC xxxx  
 IMA Group ID 1380 - 33  
 RequiredNoLinks 1

VP Configuration									
ATM Switch	Slot	Line	VPI	VCI	Usage	ATM Traffic Descriptor	AAL2AP/ PathID	AESA Dest	WBTSIDs
xxxxxx_MGX	19	2-1-3	1			C35920			
		1-1-1		32	Mub (a)	U35920			1380
		1-1-2		33	NBAP-C (a)	C628			1380
		1-4-3		34	NBAP-D (a)	C1256			1380
		1-5-1		35	Q.2630 (a)	C628	b1380		1380
		1-5-2		36	AAL2Path	C12000	1380001		1380
		1-7-3		37	AAL2Path	C12000	1380002		1380
		2-1-1		38	AAL2Path	U9200	1380003		1380

**WBTS:**

WBTSID	WBTSName	AESA	IP Address	WAM
1380	xxxxxx	309713906021380	10.46.9.96/29	WAM2

**Traffic Descriptors:**

Traffic Descriptor	Conformance Definition	PCR (Ingress-Egress)	CDVT (Ingress-Egress)	Usage	Notes
C12000	CBR1	12000	84	AAL2 UP	
C1256	CBR1	1256	797	NBAP-D	
C35920	CBR1	35920	54	VP	
C628	CBR1	628	1593	AAL2 Signalling	
C628	CBR1	628	1593	NBAP-C	
U35920	UBR1	35920	4175	O&M	
U9200	UBR1	35920	54-28	AAL2 UP	MDCR 9200

- Αντίστοιχα το Τμήμα Υλοποίησης BSC/RNC εκδίδει RNC DATA NodeB Connection Configuration data με την παρακάτω μορφή:

INFO	General Parameters				RNC Parameters								AAL2 Multiplexing			O&M		Vp capacity (cps)	
	RNC ID	RNC Name	WBTS ID	WBTS Name	RNC Card Type	RNC interface (SET)	RNC local interface	CoCo ID	Phy TRF ID	ATM IF ID	AAL2 Node Id (ANI)	RNC VPI	SHAPED VP	ENABLED/DISABLED	WAM Reference No	RNC AZEA	IP network with mask		AA IF ID
	1-4095	15 Chars	1 - 65534	10 Chars	NIP / NIS	0 - 15	1 - 16	1 - 65534	1 - 320	1 - 688	10 Chars	1-63	Y/N	E/D		AESA			AA1-AA364
OLD DATA	505	xxxxxx	1380	xxxxxx	NIS	7	8	1380	8	8		8	Y				10.46.9.96	71	4523
NEW DATA	505	xxxxxx	1380	xxxxxx	NIS	7	8	1380	8	8		8	Y	E	2	309713906021380	10.46.9.96	71	35920

- Έτσι το τελικό Work Order Που εκδίδεται για την παραμετροποίηση του nokia σταθμού βάσης είναι το εξής:



## Work Order

Work order number	7724	
Issue Date	10/02/2011	
Concern	XXXXXXXXXX	
To be carried out (Date/time)		
<b>Execution time (Time of day)</b>		
Issued by (Name/phone)	Θεοδωροπουλος Αθανασιος	<i>Sign</i>
<b>Approved by</b>	xxxxxxx	<i>Sign</i>
Authorized by	xxxxxxx	<i>Sign</i>
Executed by		<i>Sign</i>

Executed date	
---------------	--

**Remarks:**

**Description:**

Δημιουργία του παρακάτω σταθμού NOKIA.

**Implementation Process:**

**Διαγραφή του παλιού configuration:**

**xxxxx MGX**

ATM info												
ID	MGX	In				Out				PCR	RBS name	IP address
		I/F(CH STM-1)			VPI	I/F (STM-1)			VPI			
		slot	VC12	Port		slot	Line	port				
1380	XXXX	29	1-5-2	152	1	10	1.3	3	8	4528	XXXXXX	10.46.9.96/29

**Create:**

**Cc 19**

```

addimagrp 13 2 1 0 128 1 220
addimalnk 1.1.0:1.1.1 13
addimalnk 1.1.0:1.1.2 13
addimalnk 1.1.0:1.4.3 13
addimalnk 1.1.0:1.5.1 13
addimalnk 1.1.0:1.5.2 13
addimalnk 1.1.0:1.7.3 13
addimalnk 1.1.0:2.1.1 13
addimalnk 1.1.0:2.1.3 13
addimaport 111 13 35920 35920 1 1
addpart 111 1 2 1000000 1000000 1000000 1000000 0 255 1 65535 0 4000

```

**PCR for connection 35920 cps**

ATM info												
ID	MGX	In				Out				PCR	RBS name	IP address
		I/F(CH STM-1)			VPI	I/F (STM-1)			VPI			
		slot	VC12	Port		slot	Line	port				
1380	xxxx	19	1-1-1	111	1	10	1.3	3	8	35920	xxxxx	10.46.9.96/29
1380	xxxxx	19	1-1-2	111	1	10	1.3	3	8	35920	xxxxx	10.46.9.96/29
1380	xxxxx	19	1-4-3	111	1	10	1.3	3	8	35920	xxxxx	10.46.9.96/29
1380	xxxxx	19	1-5-1	111	1	10	1.3	3	8	35920	xxxxx	10.46.9.96/29
1380	xxxxx	19	1-5-2	111	1	10	1.3	3	8	35920	xxxxx	10.46.9.96/29
1380	xxxxx	19	1-7-3	111	1	10	1.3	3	8	35920	xxxxx	10.46.9.96/29
1380	xxxxx	19	2-1-1	111	1	10	1.3	3	8	35920	xxxxx	10.46.9.96/29
1380	xxxx	19	2-1-3	111	1	10	1.3	3	8	35920	xxxxxx	10.46.9.96/29

Στο τελικό work order που φτιάχνουμε για να παραμετροποιημένου τον σταθμό βάσης αρχικά διαγράφουμε την υπάρχουσα κατάσταση του και ξανά-δημιουργούμε στην ουσία τον ίδιο σταθμού διαφορετικά data αυτή τη φορά με γνώμονα πάντα τις απαιτήσεις του δικτύου. Έτσι για την παραμετροποίηση του σταθμού βάσης δημιουργούμε από την αρχή ένα imagroup το οποίο ουσιαστικά είναι ένα λογικό γκρουπ με όλες τις γραμμές και στην προκειμένη περίπτωση του δίνουμε την τιμή 13. Εν συνεχεία φτιάχνουμε τα imalinks δηλαδή προσθέτουμε τις E1 γραμμές που οριστήκαν από το ATCR και στην πράξη είναι οι 1-1-1, 1-1-2, 1-4-3, 1-5-1, 1-5-2, 1-7-3, 2-1-1 (επαύξηση γραμμών E1) όπως επίσης και την τιμή που ορίσαμε ως ima που είναι 13. Δημιουργούμε ένα imaport δηλαδή μια λογική πόρτα όπου θα οριστεί από την πρώτη γραμμή δηλαδή την 1.1.1 (111) ενώ ως δεδομένο και maximum bandwidth καταγράφεται ως το 35920 σύμφωνα με τα δεδομένα που μας δίνουν τα ATCR και RNC data. Τέλος δημιουργούμε το addpart το οποίο δημιουργεί partition ενώ εισάγεται πάλι η πρώτη γραμμή (111) που παίζει ρολό imaport όπως περιγράψαμε πιο πάνω.

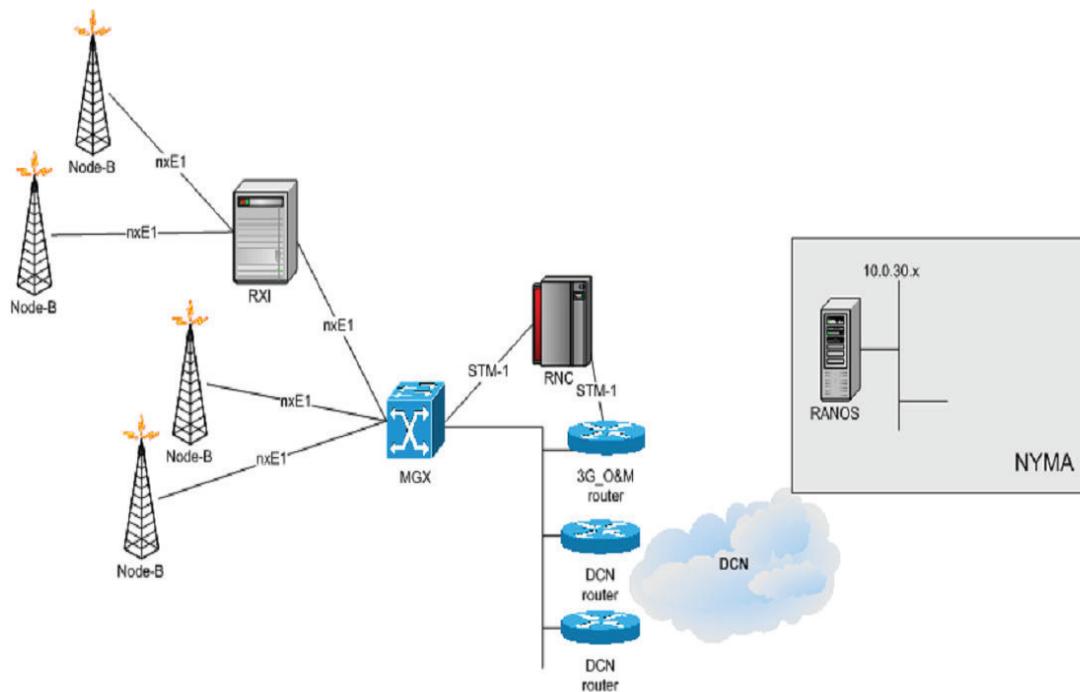
Στον τελικό πίνακα παρατηρούμε αρχικά το ID του σταθμού και το MGX ATM switch στο οποίο θα γίνει η συνδεση. Στο in του MGX τώρα παρατηρούμε το slot (κάρτα) που είναι η 19 σ αυτή την περίπτωση τις γραμμές 1-1-1, 1-1-2, 1-4-3, 1-5-1, 1-5-2, 1-7-3, 2-1-1 το imaport που ορίσαμε (111) και το Virtual path (VP) που

είναι πάντα 1. Στο out όπως και στο in παρατηρούμε το slot το οποίο είναι 10 την γραμμή η οποία ορίζεται από το slot και το port και είναι η 1.3 το port που είναι 3 και το virtual path που είναι 8. Το bandwidth που έχει οριστεί είναι 35920 ενώ δίνεται επίσης το όνομα του σταθμού και η ip του. Όλες οι παράμετροι στο τελικό work order ορίζονται με βάση τα αντίστοιχα ATCR και RNC data που εκδίδονται κάθε φορά για την παραμετροποίηση ενός σταθμού βάσης.

#### **4.4 Αρχιτεκτονική Ericsson σταθμών βάσης**

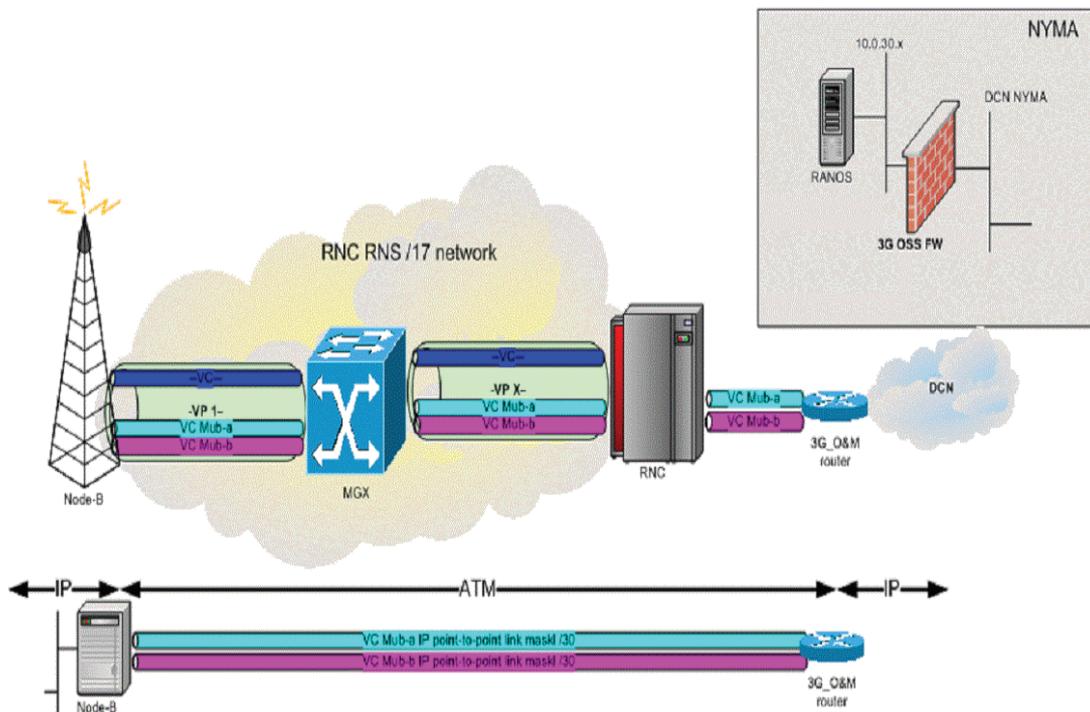
Η αρχιτεκτονική ERICSSON αποτελεί μια ακόμη αρχιτεκτονική διασύνδεσης μεταξύ των σταθμών βάσης και του RNC. Έτσι λοιπόν συνοπτικά περιλαμβάνει τους σταθμούς βάσης, τα E1 Interface που διασύνδεουν τους σταθμούς βάσης είτε πρώτα μέσω RXI (μηχάνημα το οποίο παίζει τον ίδιο ρολό με το MGX) και μετά με την μια πλευρά του ATM switch είτε απευθείας με την μια πλευρά του ATM switch καθώς και τα STM-1 interface που διασύνδεουν την άλλη πλευρά του ATM switch με το RNC. Στο παρακάτω σχήμα παρατηρούμε επίσης DCN και O&M routers που έχουν διαχειριστικό ρολό στο κομμάτι του δικτύου όσο αφορά στοιχεία που είναι χρήσιμα για την κίνηση των δεδομένων. Ενώ τέλος πρέπει να τονίσουμε ότι σε αυτό το κομμάτι του δικτύου η διασύνδεση των σταθμών βάσης και RNC είναι proprietary δηλαδή χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν μηχανήματα της εταιρίας Ericsson.

## Ericsson Iub Architecture



Όσο αφορά την αρχιτεκτονική για το management (mub) του δικτύου από ERICSSON σταθμούς βάσης, χρησιμοποιούνται δυο virtual channel mub(a) και (b) (VC) δηλαδή 2 paths που αποτελούν παραμέτρους στο interface ενώ υπάρχουν για να μεταφέρουν τα δεδομένα διαχείρισης τα οποία καταλήγουν τελικά στο RNC και από εκεί σε O&M routers. Πρέπει να πούμε ότι ο λόγος που είναι δυο τα paths είναι η περίπτωση που ένα από τα δυο χαθεί όποτε χρησιμοποιείται το άλλο.

## Ericsson Management Architecture (Mub)



### 4.4.1 Έκδοση εντολών εργασίας για Ericsson σταθμό βάσης

Όπως και στους Nokia σταθμούς βάσης έτσι και στους Ericsson το Τμήμα Συστημάτων Ευρυζωνικών Δικτύων Πρόσβασης εκδίδει ATCR. Αντίστοιχα το Τμήμα Υλοποίησης BSC/RNC εκδίδει RNC data. Ελέγχουμε εάν ο σταθμός αυτός υπάρχει ήδη στο δίκτυο (αναζήτηση στο excel αρχείο με βάση το Node-B ID) Node-B connections file. Εφόσον δεν υπάρχει, εκδίδουμε εντολή εργασίας για την

ενεργοποίηση του νέου σταθμού.Εαν υπάρχει, ελέγχουμε τι πρέπει να κάνουμε (μεταφορά σταθμού σε νέα θέση ή επ' αύξηση των E1 του σταθμού) και εκδίδουμε την απαραίτητη εντολή εργασίας.

- Όπως περιγραψαμε και πιο πανω το Τμήμα Συστημάτων Ευρυζωνικών Δικτύων Πρόσβασης εκδίδει ATCR με την παρακατω μορφη:

Rev	Date	User	ATCR									
1	25/1/2011	xxxx										

RNC Name **RNC xxxx**  
 IMA Group ID **2559 - 1-1-ima1**  
 RequiredNoLinks **6**

VP Configuration											
ATM Switch	Slot	Line	VPI	VCI	Usage	ATM Traffic Descriptor	AAL2AP/ PathID	AAL2 Classes	AAL2 QoS Profile	AESA Dest	RBSIDs
xxxx.MGX	28	2-7-3	1			C1P26400					
		3-1-1		32	Mub (a)	U4					2559
		3-1-2		33	Mub (b)	U4					2559
		3-1-3		36	NBAP-C (a)	U3P1000M160					2559
		3-2-1		37	NBAP-D (a)	U3P1000M160					2559
		3-2-2		38	Q.2630 (a)	U3P1000M160	b2559			309713903002559	2559
				39	AAL2Path	C2P10000	1	CLASS A B	ad10bd20		2559
				40	AAL2Path	U42	2	CLASS C D	ad10bd20		2559
				43	NBAP-C (b)	U3P1000M160					2559
				44	NBAP-D (b)	U3P1000M160					2559
				45	Q.2630 (b)	U3P1000M160				309713903002559	2559
				46	AAL2Path	C2P10000	3	CLASS A B	ad10bd20		2559

**RBS:**

RBSID	RBSName	AESA	IP Address	Group
2559	xxxx	309713903002559	10.41.44.177	17

**Traffic Descriptors:**

Traffic Descriptor	QoS	PCR	MCR	Max SDU Size	Notes
C1P26400	1	26400			
C2P10000	2	10000			
U3P1000M160	3	1000	160	2048	
U4	4			1508	
U42	4				

- Αντιστοιχα το Τμήμα Υλοποίησης BSC/RNC εκδίδει RNC data NodeB Connection Configuration data με την παρακατω μορφη:

xxxxxx	2559	ES2	ES2-27-2	20	<b>New</b>	32	Mub	Mub (a)	U4				ADD	MS-27-2	117	Mub	Mub(a)	ADD
					33	Mub	Mub (b)	U4				ADD						
					36	lub	NBAP-C (a)	U3P1000M160				ADD						
					37	lub	NBAP-D (a)	U3P1000M160				ADD						
					38	lub	Q.2630 (a)	U3P1000M160	b2559			ADD						
					39	lub	AAL2Path	C2P10000	1	CLASS A B	ad10bd20	ADD						
					39	lub	AAL2Path	U42	2	CLASS C D	ad10bd20	ADD						
					43	lub	NBAP-C (b)	U3P1000M160				ADD						
					44	lub	NBAP-D (b)	U3P1000M160				ADD						
					45	lub	Q.2630 (b)	U3P1000M160				ADD						
					46	lub	AAL2Path	C2P10000	3	CLASS A B	ad10bd20	ADD						

- Έτσι το τελικό Work Order Που εκδίδεται για να ενεργοποιήσουμε τον Ericsson σταθμό βάσης είναι το εξής:



## Work Order

Work order number	7645	
Issue Date	3/02/2011	
Concern	Xxxxxx	
To be carried out (Date/time)		
<b>Execution time (Time of day)</b>		
Issued by (Name/phone)	Θεοδωροπουλος Αθανασιος	<i>Sign</i>
<b>Approved by</b>	xxxxxx	<i>Sign</i>
Authorized by	xxxxxx	<i>Sign</i>
Executed by		<i>Sign</i>
Executed date		

Remarks:

## Description:

## Implementation Process:

### Δημιουργία του παρακάτω:

#### Cc 28

```
addimagrp 11 2 8 0 128 1 220
addimalnk 1.1.0:2.7.3 11
addimalnk 1.1.0:3.1.1 11
addimalnk 1.1.0:3.1.2 11
addimalnk 1.1.0:3.1.3 11
addimalnk 1.1.0:3.2.1 11
addimalnk 1.1.0:3.2.2 11
addimaport 273 11 26940 26940 1 1
addpart 273 1 2 1000000 1000000 1000000 1000000 0 255 1 65535 0 4000
```

#### **PCR for connection 26400 cells/sec**

ATM info										IP info					
In				Out				Notes	Mub-a	Mub-b	router				
I/F (E1)			VPI	I/F (STM-1)			VPI	RBS name	VPI=2	VPI=2	Mub-a		Mub-b	O&M IP address	
Slot	Line	port		slot	line	port			VCI	VCI					
28	2-7-3	273	1	10	1.6	6	20	XXXX	117	117	10.41.44.161	10.41.44.165	10.41.44.177		
28	3-1-1	273	1	10	1.6	6	20	XXXX	117	117	10.41.44.161	10.41.44.165	10.41.44.177		
28	3-1-2	273	1	10	1.6	6	20	XXXX	117	117	10.41.44.161	10.41.44.165	10.41.44.177		
28	3-1-3	273	1	10	1.6	6	20	XXXX	117	117	10.41.44.161	10.41.44.165	10.41.44.177		
28	3-2-1	273	1	10	1.6	6	20	XXXX	117	117	10.41.44.161	10.41.44.165	10.41.44.177		
28	3-2-2	273	1	10	1.6	6	20	XXXX	117	117	10.41.44.161	10.41.44.165	10.41.44.177		

Στο τελικό work order που φτιάχνουμε για να ενεργοποιήσουμε τον νέο σταθμό βάσης αρχικά δημιουργούμε ένα imagroup το οποίο ουσιαστικά είναι ένα λογικό γκρουπ με όλες τις γραμμές και στην προκειμένη περίπτωση του δίνουμε την τιμή 11.Εν συνεχεία φτιάχνουμε τα imalinks δηλαδή προσθέτουμε τις E1 γραμμές που οριστήκαν από το ATCR και στην πράξη είναι οι 2-7-3, 3-1-1, 3-1-2, 3-1-3, 3-2-1, 3-2-2 όπως επίσης και την τιμή που ορίσαμε ως ima που είναι 11.Δημιουργούμε ένα imaport

δηλαδή μια λογική πόρτα όπου θα οριστεί από την πρώτη γραμμή δηλαδή την 2.7.3(273) ενώ ως δεδομένο και maximum bandwidth καταγράφεται το 26400 σύμφωνα με τα δεδομένα που μας δίνουν τα ATCR και RNC data. Τέλος δημιουργούμε το addpart το οποίο δημιουργεί partition ενώ εισάγεται πάλι η πρώτη γραμμή (273) που παίζει ρόλο import όπως περιγράψαμε πιο πάνω.

Στον τελικό πίνακα παρατηρούμε αρχικά το ID του σταθμού και το MGX ATM switch στο οποίο θα γίνει η συνδεσαστε in του MGX τώρα παρατηρούμε το slot(κάρτα) που είναι η 28 σ αυτή την περίπτωση τις γραμμές 2-7-3, 3-1-1, 3-1-2, 3-1-3, 3-2-1, 3-2-2 το import που ορίσαμε (273) και το Virtual path(VP) που είναι πάντα 1. Στο out όπως και στο in παρατηρούμε το slot το οποίο είναι 10 την γραμμή η οποία ορίζεται από το slot και το port και είναι η 1.6 το port που είναι 6 και το virtual path που είναι 20. Δίνεται επίσης το όνομα του σταθμού η mub(a),(b) τιμή που ορίζεται για αυτά , η mub(a),(b) ip του όπως επίσης και η O&M ip του. Όλες οι παράμετροι στο τελικό work order ορίζονται με βάση τα αντίστοιχα ATCR και RNC data που εκδίδονται κάθε φορά για την ενεργοποίηση ενός σταθμού βάσης.

#### **4.4.2 Έκδοση εντολών εργασίας για παραμετροποίηση Ericsson σταθμό βάσης**

Όπως και στην ενεργοποίηση έτσι και στην παραμετροποίηση ενός σταθμού βάσης τύπου Ericsson πρώτα απ όλα ελέγχουμε εάν ο σταθμός αυτός υπάρχει ήδη στο δίκτυο (αναζήτηση στο excel αρχείο με βάση το Node-B ID) Node-B, αφού βεβαιωθούμε ότι ήδη

υπάρχει και είναι ενεργοποιημένος μέσω απομακρυσμένης πρόσβασης από γραμμή εντολών στο ίδιο το δικτυο,τοτε εκδίδουμε εντολή εργασίας για την παραμετροποίηση του με βάση την καινούρια κατάσταση που έχει οριστεί από το τμήμα

Συστημάτων Ευρυζωνικών Δικτύων Πρόσβασης όπως επίσης και από το τμήμα Υλοποίησης BSC/RNC.

Με βάση λοιπόν τα στοιχεία που μας δίνονται από τα δυο αντίστοιχα τμήματα προχωρούμε στην δημιουργία Work order στο οποίο είτε θα γίνει επαύξηση των γραμμών E1 για τις ανάγκες του δικτύου είτε θα χρειαστεί να γίνει μεταφορά του ιδίου του σταθμού βάσης σε άλλο MGX ATM switch(split).

Πρέπει να τονίσουμε πως και στις δυο καταστάσεις οφείλουμε να ελέγξουμε το δίκτυο σε πρώτη φάση για να δούμε εάν είναι ενεργοποιημένοι ήδη οι σταθμοί βάσης που μας ενδιαφέρουν ώστε να προχωρήσουμε σε περαιτέρω ενέργειες διαγραφής τους και αλλαγής τους σε άλλο MGX η επαύξησης των γραμμών τους,αναλογα με τα data που στέλνονται σε συνεργασία με τα αλλά δυο τμήματα που προαναφέρθηκαν πιο πάνω καθώς και να ενημερώσουμε το εκάστου αρχείο excel στο οποίο βλέπουμε τους σταθμούς βάσης που ήδη έχουν παραμετροποιητή η ενεργοποιηθεί.

- Όπως περιγράψαμε και πιο πάνω το Τμήμα Συστημάτων Ευρυζωνικών Δικτύων Πρόσβασης εκδίδει ATCR με την παρακάτω μορφή:

Rev 1	Date 17/12/2010	User xxxx	ATCR	
----------	--------------------	--------------	------	---

RNC Name **RNC xxxx**  
 IMA Group ID **3610 - 1-2-ima1**  
 RequiredNoLinks **8**

VP Configuration											
ATM Switch	Slot	Line	VPI	VCI	Usage	ATM Traffic Descriptor	AAL2AP/ PathID	AAL2 Classes	AAL2 QoS Profile	AESA Dest	RBSIDs
xxxxx-MGX	30	3-4-1	1			C1P35200					
		3-4-2		32	Mub (a)	U4					3610
		3-4-3		33	Mub (b)	U4					3610
		3-5-1		36	NBAP-C (a)	U3P1000M160					3610
		3-5-2		37	NBAP-D (a)	U3P1000M160					3610
		3-5-3		38	Q.2630 (a)	U3P1000M160	b3610			309713902003610	3610
		3-6-1		39	AAL2Path	C2P10000	1	CLASS A B	ad10bd20		3610
		3-6-2		40	AAL2Path	U42	2	CLASS C D	ad10bd20		3610
				43	NBAP-C (b)	U3P1000M160					3610
				44	NBAP-D (b)	U3P1000M160					3610
				45	Q.2630 (b)	U3P1000M160				309713902003610	3610
				46	AAL2Path	C2P10000	3	CLASS A B	ad10bd20		3610
				47	AAL2Path	C2P10000	4	CLASS A B	ad10bd20		3610

**RBS:**

RBSID	RBSName	AESA	IP Address	Group
3610	xxxx	309713902003610	10.40.135.113	11

**Traffic Descriptors:**

Traffic Descriptor	QoS	PCR	MCR	Max SDU Size	Notes
C1P35200	1	35200			
C2P10000	2	10000			
U3P1000M160	3	1000	160	2048	
U4	4			1508	
U42	4				

- Αντίστοιχα το Τμήμα Υλοποίησης BSC/RNC εκδίδει RNC data NodeB Connection Configuration data με την παρακάτω μορφή:

Current	32	Mub	Mub (a)	U4															
C1P4528	33	Mub	Mub (b)	U4															
	36	lub	NBAP-C (a)	U3P1000M160															
	37	lub	NBAP-D (a)	U3P1000M160															
	38	lub	Q.2630 (a)	U3P1000M160	b3610														
C1P35200	39	lub	AAL2Path	C2P10000	1	CLASS A B	ad10bd20												
	40	lub	AAL2Path	U42	2	CLASS C D	ad10bd20												
	43	lub	NBAP-C (b)	U3P1000M160															
	44	lub	NBAP-D (b)	U3P1000M160															
	45	lub	Q.2630 (b)	U3P1000M160															
	46	lub	AAL2Path	C2P10000	3	CLASS A B	ad10bd20												
	47	lub	AAL2Path	C2P10000	4	CLASS A B	ad10bd20												

- Έτσι το τελικό Work Order Που εκδίδεται για να παραμετροποιησουμε τον Ericsson σταθμό βάσης είναι το εξής:



## Work Order

Work order number	7515	
Issue Date	19/01/2011	
Concern	xxxxx	
To be carried out (Date/time)		
Execution time (Time of day)		
Issued by (Name/phone)	Θεοδωροπουλος Αθανασιος	<i>Sign</i>
Approved by	xxxxx	<i>Sign</i>
Authorized by	xxxxx	<i>Sign</i>
Executed by		<i>Sign</i>
Executed date		

Remarks:

Description:

Implementation Process:

Delete:

ATM info										IP info				
ID	In (xxxxx)			VPI	Out (xxxx)			VPI	Notes	Mub-a	Mub-b	router		
	I/F (E1)				I/F (STM-1)					VPI=2	VPI=2	Mub-a	Mub-b	O&M IP address
	Slot	Line	port	slot	line	port	VCI	VCI						
3610	13	3-7-1	371	1	10	1.4	4	15	Xxxxx	779		10.40.135.97		10.40.135.113

Δημιουργία του παρακάτω :

Cc 30

addimagrp 2 2 8 0 128 1 220

addimalnk 1.1.0:3.4.1 2

addimalnk 1.1.0:3.4.2 2

addimalnk 1.1.0:3.4.3 2

addimalnk 1.1.0:3.5.1 2

addimalnk 1.1.0:3.5.2 2

addimalnk 1.1.0:3.5.3 2

addimalnk 1.1.0:3.6.1 2

addimalnk 1.1.0:3.6.2 2

addimaport 341 2 35920 35920 1 1

addpart 341 1 2 1000000 1000000 1000000 1000000 0 255 1 65535 0 4000

PCR for connection 35200 cells/sec

ATM info											IP info			
ID	In (xxxx)				Out (xxxx)				Notes	Mub-a	Mub-b	router		
	I/F (E1)			VPI	I/F (STM-1)			VPI	RBS name	VPI=2	VPI=2	Mub-a	Mub-b	O&M IP address
	Slot	Line	port		slot	line	port			VCI	VCI			
3610	30	3-4-1	341	1	10	1.4	4	15	xxxxx	779		10.40.135.97		10.40.135.113
3610	30	3-4-2	341	1	10	1.4	4	15	xxxxx	779		10.40.135.97		10.40.135.113
3610	30	3-4-3	341	1	10	1.4	4	15	xxxxx	779		10.40.135.97		10.40.135.113
3610	30	3-5-1	341	1	10	1.4	4	15	xxxxx	779		10.40.135.97		10.40.135.113
3610	30	3-5-2	341	1	10	1.4	4	15	xxxxx	779		10.40.135.97		10.40.135.113
3610	30	3-5-3	341	1	10	1.4	4	15	xxxxx	779		10.40.135.97		10.40.135.113
3610	30	3-6-1	341	1	10	1.4	4	15	xxxxx	779		10.40.135.97		10.40.135.113
3610	30	3-6-2	341	1	10	1.4	4	15	xxxxx	779		10.40.135.97		10.40.135.113

Στο τελικό work order που φτιάχνουμε για να παραμετροποιημένου τον σταθμό βάσης αρχικά διαγράφουμε την υπάρχουσα κατάσταση του και ξανά-δημιουργούμε στην ουσία τον ίδιο σταθμό με διαφορετικά data αυτή τη φορά με γνώμονα πάντα τις

απαιτήσεις του δικτύου .Έτσι για την παραμετροποίηση του σταθμού βάσης δημιουργούμε ένα imagroup το οποίο ουσιαστικά είναι ένα λογικό γκρουπ με όλες τις γραμμές και στην προκειμένη περίπτωση του δίνουμε την τιμή 2.Εν συνεχεία φτιάχνουμε τα imalinks δηλαδή προσθέτουμε τις E1 γραμμές που οριστήκαν από το ATCR και στην πράξη είναι οι 3-4-1, 3-4-2 ,3-4-3, 3-5-1, 3-5-2, 3-5-3, 3-6-1, 3-6-2 όπως επίσης και την τιμή που ορίσαμε ως ima που είναι 2.Δημιουργούμε ένα imaport δηλαδή μια λογική πόρτα όπου θα οριστεί από την πρώτη γραμμή δηλαδή την 3.4.1(341) ενώ ως δεδομένο και maximum bandwidth καταγράφεται το 35200 σύμφωνα με τα δεδομένα που μας δεινούν τα ATCR και RNC data.Τέλος δημιουργούμε το addpart το οποίο δημιουργεί partition ενώ εισάγεται πάλι η πρώτη γραμμή (341) που παίζει ρόλο imaport όπως περιγράψαμε πιο πάνω.

Στον τελικό πίνακα παρατηρούμε αρχικά το ID του σταθμού και το MGX ATM switch στο οποίο θα γίνει η συνδεση.Στο in του MGX τώρα παρατηρούμε το slot(κάρτα) που είναι η 28 σ αυτή την περίπτωση τις γραμμές 3-4-1, 3-4-2 ,3-4-3, 3-5-1, 3-5-2, 3-5-3, 3-6-1, 3-6-2 το imaport που ορίσαμε (341) και το Virtual path(VP)που είναι πάντα 1.Στο out όπως και στο in παρατηρούμε το slot το οποίο είναι 10 την γραμμή η οποία ορίζεται από το slot και το port και είναι η 1.4 το port που είναι 4 και το virtual path που είναι 15. Δίνεται επίσης το όνομα του σταθμού η mub(a) τιμή που ορίζεται γι αυτά ,η mub(a), ip του όπως επίσης και η O&M ip του. Όλες οι παράμετροι στο τελικό work order ορίζονται με βάση τα αντίστοιχα ATCR και RNC data που εκδίδονται κάθε φορά για την παραμετροποίηση ενός σταθμού βάσης.

## 4.5 Βασικές εντολές MGX

Η απομακρυσμένη πρόσβαση αποτελεί κύριο κομμάτι έλεγχου του δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούμε διαφορές εντολές έλεγχου με σκοπό να επιβλέπουμε ανά τακτά χρονικά διαστήματα ένα από τα κομμάτια του δικτύου και να επεμβαίνουμε αν χρειαστεί σε διαφορές περιπτώσεις που θα υπάρξει κάποιο πρόβλημα.

Στο κομμάτι του έλεγχου περιλαμβάνεται η διαδικασία της παραμετροποίησης, δηλαδή εάν θέλουμε να δούμε ότι όντως είναι ενεργοποιημένοι ήδη οι σταθμοί βάσης που μας ενδιαφέρουν στο δίκτυο ώστε να προχωρήσουμε σε περαιτέρω ενέργειες διαγραφής τους και αλλαγής τους σε άλλη θέση ή επαύξησης των γραμμών τους, (ανάλογα με τα data που στέλνονται σε συνεργασία με τα αλλά δυο τμήματα που προαναφέρθηκαν πιο πάνω) όπως επίσης και για την ενεργοποίηση θέλουμε να επιβεβαιώσουμε πως δεν υπάρχει ήδη ο σταθμός βάσης που πρόκειται να ενεργοποιησουμε. Όλα τα παραπάνω επομένως επιτυγχάνονται πληκτρολογώντας εντολές έλεγχου μέσω απομακρυσμένης πρόσβασης προς το MGX ATM switch. Οι πιο σημαντικές απ αυτές είναι οι εξής:

### **nyma\_3G.7.PXM.a**

όπου:

- nyma\_3G -> είναι το hostname
- 7 -> slot number
- PXM -> ο τύπος της κάρτας (card type)
- a -> card state (a: active, s: standby)

Για παράδειγμα:

```
nyma_3G.13.MPSM155[ATM].a >  
nyma_3G.5.AXSME.a >  
nyma_3G.14.MPSM155.S >
```

**cc <number>** Αλλάζει το session προς την κάρτα που δηλώνουμε (number)

Για παράδειγμα:

```
nyma_3G.7.PXM.a > cc 1
(session redirected)
nyma_3G.1.AXSME.a >
```

**dsp εντολές** (Display εντολές) και **cnf εντολές** (Configure εντολές).Στις configure εντολές δίνεται έμφαση καθώς το MGX δεν έχει write memory και κάθε εντολή που δίνουμε εκτελείται και αποθηκεύεται άμεσα.

**dspcds** Δείχνει ποιες κάρτες και σε ποιο slot είναι εγκατεστημένες στο MGX

Για παράδειγμα:

```
nyma_3G.7.PXM.a > dspcds
nyma_3G                System Rev: 05.02  Feb. 17, 2009 23:48:51 GMT
Chassis Serial No:  SCA073100CC Chassis Rev: C1   GMT Offset: 2
                        Node Alarm: CRITICAL
Card Front/Back      Card      Alarm  Redundant  Redundancy
Slot Card State      Type        Status  Slot      Type
-----
01  Active/Active    AXSM-32-T1E1-E  CRITICAL  NA        NO
REDUNDANCY
02  Active/Active    AXSM-32-T1E1-E  CRITICAL  NA        NO
REDUNDANCY
03  Active/Active    AXSM-32-T1E1-E  NONE      04        PRIMARY SLOT
04  Standby/Active   AXSM-32-T1E1-E  NONE      03        SECONDARY
SLOT
05  Active/Active    AXSME_16T3E3    CRITICAL  NA        NO
REDUNDANCY
06  Active/Active    AXSM_16OC3_B    MAJOR     NA        NO
REDUNDANCY
```

07	Active/Active	PXM45B	NONE	08	PRIMARY SLOT
08	Standby/Active	PXM45B	NONE	07	SECONDARY SLOT
09	Active/Active	AXSM_16OC3_B	CRITICAL	NA	NO REDUNDANCY
--- output omitted					
13	Active/Active	MPSM-T3E3-155	CRITICAL	14	PRIMARY SLOT
14	Standby/Active	MPSM-T3E3-155	NONE	13	SECONDARY SLOT
15	Empty	---	---	---	---
16	Empty	---	---	---	---
29	Standby/Active	MPSM-T3E3-155	NONE	30	PRIMARY SLOT
30	Active/Active	MPSM-T3E3-155	CRITICAL	29	SECONDARY SLOT
31	Empty	---	---	---	---
32	Empty	---	---	---	---

**dsplns** Δείχνει το status των E1 γραμμων(Up/Down/Clear/Critical) σε κάρτες AXSM-32-T1E1-E(32xE1) και MPSM-16T1E1(16XE1)

Για παράδειγμα :

nyma\_3G.7.PXM.a > dspcds

nyma\_3G.1.AXSME.a > dsplns

Line	Line	Line	Line	Valid	Alarm
------	------	------	------	-------	-------

Num	State	Type	Lpbk	Intvls	State
-----	-------	------	------	--------	-------

-----

1.1	Down	dsx1E1CRCMF	NoLoop	0	Clear
-----	------	-------------	--------	---	-------

--output omitted--

1.4	Up	dsx1E1CRCMF	NoLoop	96	Clear
-----	----	-------------	--------	----	-------

--output omitted--

1.5	Up	dsx1E1CRCMF	NoLoop	96	Critical
-----	----	-------------	--------	----	----------

1.15	Up	dsx1E1CRCMF	NoLoop	96	Clear
------	----	-------------	--------	----	-------

```

1.16 Down dsx1E1CRCMF NoLoop 0 Clear
2.1 Up dsx1E1CRCMF NoLoop 96 Clear
--output omitted--
2.7 Up dsx1E1CRCMF NoLoop 96 Critical
--output omitted--
2.16 Up dsx1E1CRCMF NoLoop 96 Clear

```

**dsppaths -all** Δείχνει το status των E1 γραμμών(Up/Down/Clear/Critical) σε κάρτες MPSM-T3E3-155(63XE1)

Για παράδειγμα:

```
Nyuma_3G.13.MPSM155[ATM].a > dsppaths -all
```

```

Path Path Admin Path Path Alarm Oper
Type Status Payload width Status State
.....
1.1.0 sts up vtStructured 3 Clear up

```

```

Path Path Admin Path Alarm Oper
Type Status width Status State
.....
1.1.0:1.1.1 vt up 2-vt2 Clear up
1.1.0:1.1.2 vt up 2-vt2 Clear up
1.1.0:1.1.3 vt up 2-vt2 Clear up
1.1.0:1.2.1 vt up 2-vt2 Clear up
1.1.0:1.2.2 vt Down 2-vt2 Uknown Down

```

**dspcons** Δείχνει τα ATM connections που έχουν δημιουργηθεί στην κάρτα(σε όλες τις κάρτες των MGX)

Για παραδειγμα:

Nyma\_3G.1.AXSME.a >dspcons

Record	Identifier	Type	Srvctype	M/S	Upld	Admn	Alarm
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1	02 0001 00000	VPC	cbr1	M	000001c8	UP	none
0	04 0001 00000	VPC	cbr1	M	000001d0	UP	none
4	05 0001 00000	VPC	cbr1	M	00000197	UP	if fail
--- output omitted ---							
6	23 0001 00000	VPC	cbr1	M	0000019d	UP	if fail
3	24 0001 00000	VPC	cbr1	M	000001d5	UP	none

**addimagrp** Δημιουργεί ένα νέο IMA group

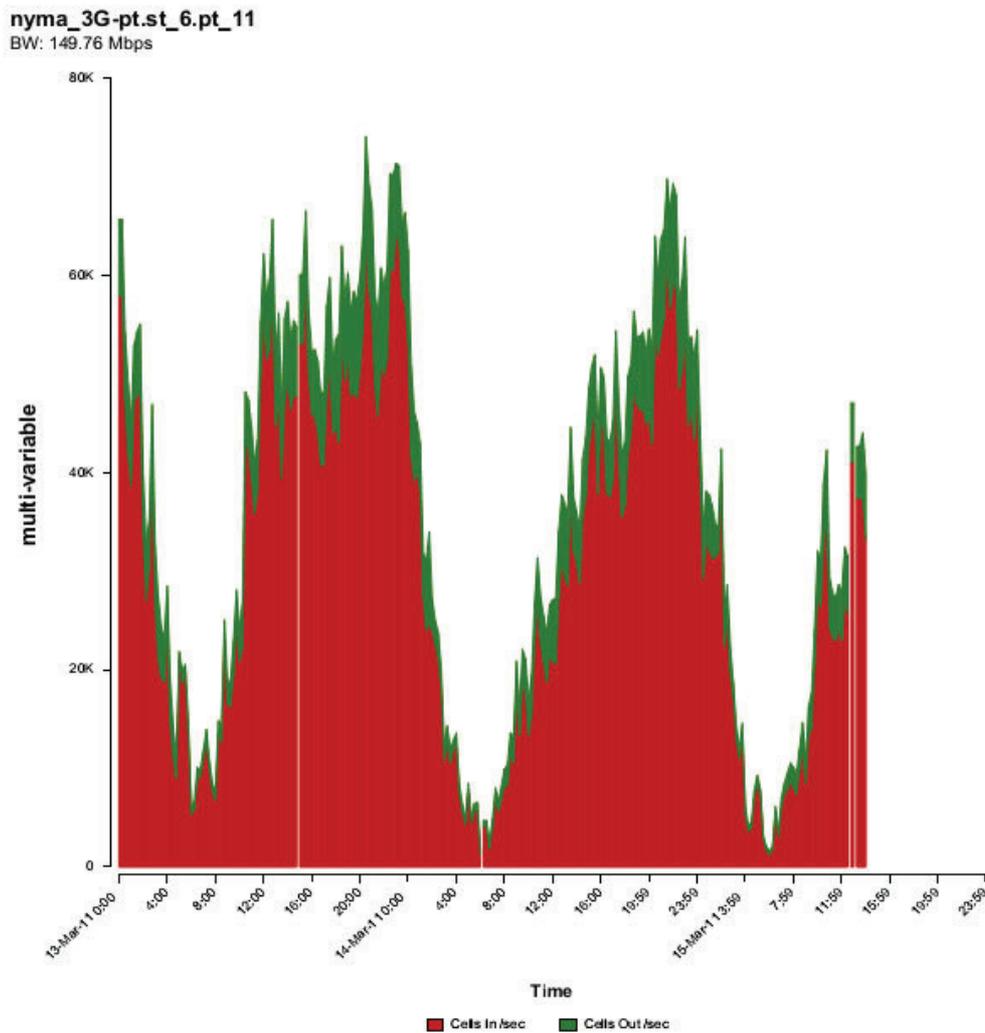
**addimalink** Προσθέτει μια E1 σε ένα υπάρχον IMA group

**addimaport** Δημιουργεί μια λογική πόρτα

**addpart** Δημιουργεί ένα partition

## 4.6 Διαγραμματικές απεικονίσεις κίνησης του δικτύου

Οι διαγραμματικές απεικονίσεις συγκεκριμένα αποτελούν την κατανομή της iub κίνησης (φωνή data) που τερματίζουν σε RNC από συγκεκριμένα RBS κατά την διάρκεια της ημέρας.



Note: K=1,000, M=1,000,000, etc.

## Cells in/cells out

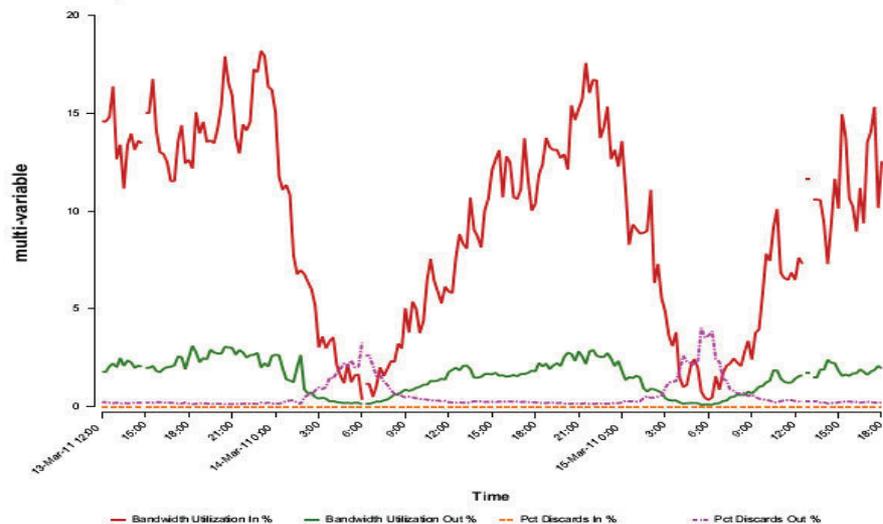
Η διασύνδεση μεταξύ του ATM\_switch με το RNC γίνεται μέσω STM-1(155 Mbps). Το RNC αναλόγως και με την χωρητικότητα έχει περισσότερες της μιας STM-1 διασύνδεσης με το αντίστοιχο ATM switch. Σε αυτή την περίπτωση είναι το άθροισμα της κίνησης από όλες τις STM-1. Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε την iub κίνηση που πηγαίνει/έρχεται από και προς κάποιο συγκεκριμένο RNC κατά την διάρκεια συγκεκριμένης ημέρας και ποιο συγκεκριμένα την 13<sup>η</sup> Μαρτίου 2011 από τις 00.00 έως τις 23.59. Το bandwidth της γραμμής είναι 149.76 Kbps.

Παρατηρούμε λοιπόν στο αρχικό διάγραμμα ότι η κίνηση στο in (στέλνονται data φωνής, δεδομένων και management των σταθμών) από το RNC προς τους σταθμούς βάσης φτάνει μέχρι τα 70.000 cells και επομένως δεσμεύει το 19% της χωρητικότητας της γραμμής. Αυτό βγαίνει εάν ξέρουμε ότι το 1 cell ισούται με 53bytes και το 1 byte με 8bit τότε έχουμε  $70.000 * 53 = 3710$  bytes δηλαδή  $3710 \text{ bytes} * 8 \text{ bit} = 29.680 \text{ Kbit}$  ή αλλιώς 29.6 mbit που αν το διαιρέσουμε με το bandwidth της γραμμής δηλαδή  $29.6 / 150 \text{ Mbit} = 0.19$  ή 19%. Αντίστοιχα η κίνηση στο out δηλαδή από τους σταθμούς βάσης προς το RNC φτάνει μέχρι τα 78.000 cells δηλαδή δεσμεύει το 22% της χωρητικότητας της γραμμής. Έτσι υπολογίζοντας τα Cells in δείχνουμε ότι η χωρητικότητα δεν υπερβαίνει τα 29,6Mbit όταν συνολικά διαθέτουμε 150Mbit χωρητικότητα ενώ επίσης το ίδιο μας δείχνει και το ποσοστό χρήσης της γραμμής που δεν ξεπερνά το 19%

## Trend Report

Data Networks Section  
Divide by Time

nyma\_3G-pt.st\_6.pt\_11  
BW: 149.76 Mbps



\* Some variables not supported by the selected element.

### Summary Statistics

	Mean	Standard		Minimum	Size of Range	Median	Percentile			Number of Samples
		Deviation	Maximum				99th	95th	90th	
Bandwidth Utilization In%	9.15	4.97	18.21	0.35	17.86	10.12	17.92	16.39	15.08	212
Bandwidth Utilization Out%	1.55	0.84	3.12	0.10	3.01	1.67	3.04	2.78	2.64	212
Pct Discards In%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212
Pct Discards Out%	0.27	0.29	4.03	0.14	3.90	0.25	3.64	2.30	1.75	212
Pct Errors In%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212
Pct Errors Out%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212

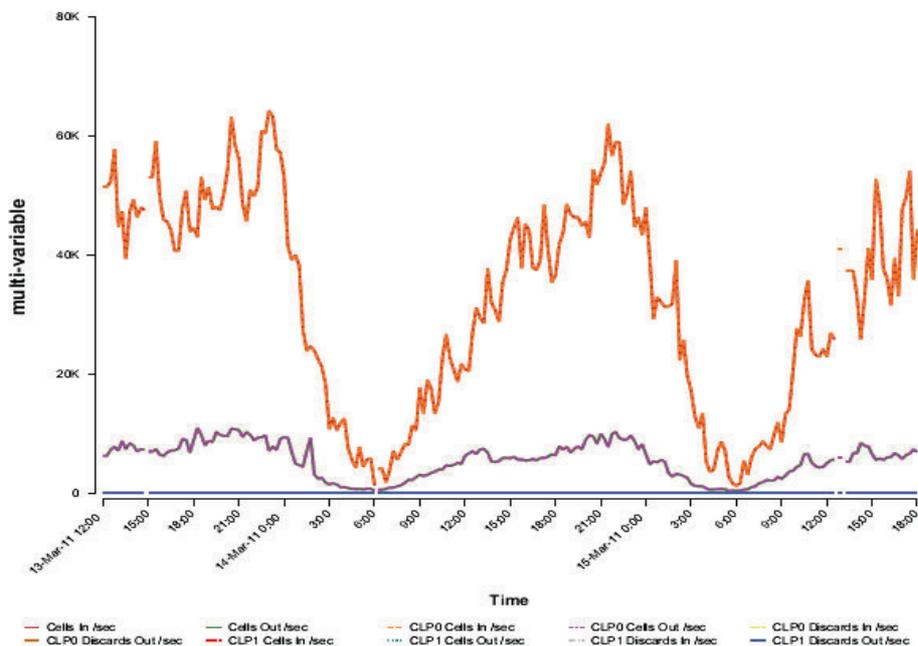
Note: K=1,000, M=1,000,000, etc.

Ένα δεύτερο διάγραμμα απεικονίζει κατά την διάρκεια της ημέρας βασικές τιμές που είναι χρήσιμες για την κίνηση όπως το bandwidth utilization in /out, τα packet discards in/out, καθώς και τα packet errors in/out, με το συνολικό bandwidth γραμμής να είναι 149.76 Mbps. Δίνονται η μέση τιμή η απόκλιση οι maximum και minimum τιμές καθώς και κάποιες άλλες πληροφορίες όπως είναι το εύρος ο αριθμός δειγμάτων κλπ. Έτσι αρχικά αυτό που μας ενδιαφέρει και πρέπει να παρατηρήσουμε είναι η max τιμή για το bandwidth Utilization in που είναι 18,21% και για το bandwidth utilization out που είναι 3.12%. Η αμέσως επόμενη τιμή που μας ενδιαφέρει είναι το Pct Discard όπου στο in είναι 0% ενώ στο out είναι 4,03% και το Pct errors που είναι 0% και στο in και στο out.

# Trend Report

Data Networks Section  
Divide by Time

nyma\_3G-pt.st\_6.pt\_11  
BW: 149.76 Mbps



## Summary Statistics

	Standard		Maximum	Minimum	Range	Median	Percentile			Number of Samples
	Mean	Deviation					99th	95th	90th	
Cells In/sec	32.33 K	17.56 K	64.32 K	1.25 K	63.07 K	35.74 K	63.30 K	57.91 K	53.20 K	212
Cells Out/sec	5.46 K	2.98 K	11.01 K	368.30	10.64 K	5.91 K	10.74 K	9.81 K	9.33 K	212
CLP0 Cells In/sec	32.33 K	17.56 K	64.32 K	1.25 K	63.07 K	35.74 K	63.30 K	57.91 K	53.20 K	212
CLP0 Cells Out/sec	5.46 K	2.98 K	11.01 K	368.30	10.64 K	5.91 K	10.74 K	9.81 K	9.33 K	212
CLP0 Discards In/sec	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212
CLP0 Discards Out/sec	14.85	0.01	14.88	14.83	0.04	14.85	14.88	14.87	14.87	212
CLP1 Cells In/sec	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212
CLP1 Cells Out/sec	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212
CLP1 Discards In/sec	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212
CLP1 Discards Out/sec	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	212

Note: K=1,000, M=1,000,000, etc.

Στο τελικό διάγραμμα έχουμε συγκεντρώσει το σύνολο των παραμέτρων που καθορίζουν την ATM κίνηση. Περιγράφονται λοιπόν οι παράμετροι cells in/out cells-in/out clp0 και cells in/out clp1 και clp1 discards in/out. Όσο αφορά τα cells in παρατηρούμε ότι η maximum τιμή τους είναι 64,32 K δηλαδή  $64320 * 53 \text{ bytes} = 3408.96 * 8 \text{ bit} = 27271.68 \text{ Kbps}$  ή 27.2 mbps. Παράλληλα για το Cells out έχουμε την maximum τιμή 11,010K δηλαδή  $1101 * 53 = 583.53 \text{ bytes}$  και  $583.53 * 8 \text{ bit} = 4668.24 \text{ kbps}$  ή 4.6 Mbps. Τα clp-0 και clp-1 (cell loss priority) είναι τεχνικές που χρησιμοποιούνται από το δίκτυο σε περίπτωση που καταλάβει ότι υπάρχει κάποιο congestion όπου τότε μαρκάρει πακέτα και τα κάνει drop. Παράλληλα η τιμή του clp-0 είναι επιλεγμένη by default ενώ παρατηρούμε πως οι τιμές του clp0 discards in/out είναι αμελητέες έως και μηδαμινές. Όποτε η κυριότερη παρατήρηση που έχουμε να κάνουμε στο διάγραμμα μας είναι ότι η τιμή

του  $clp-1$  cells in/out και discards in/out είναι 0 γιατί πολύ απλά έχει οριστεί να μην γίνονται πακέτα drop με αυτή την τιμή( $Clp=1$ ).

## 4.7 Συμπέρασμα

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία έγινε μια αναλυτική περιγραφή της αρχιτεκτονικής του UMTS, ενώ κυριότερος στόχος της ήταν η περιγραφή της διασύνδεσης των σταθμών βάσης με RNC μέσω του  $iub$  interface στο UTRAN. Στα πρώτα τρία κεφάλαια παρουσιάστηκε το θεωρητικό υπόβαθρο ξεκινώντας από μία εισαγωγική αναφορά στα συστήματα κινητής τηλεφωνίας. Στην συνέχεια έγινε αναφορά σε βασικές έννοιες κυψελοειδούς επικοινωνίας, ενώ τέλος έγινε πλήρης περιγραφή της δομής του UMTS συστήματος.

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο έγινε περιγραφή του αντικείμενου που θέλαμε να εμβαθύνουμε σε αυτή την εργασία το οποίο ήταν πιο συγκεκριμένα ο σχεδιασμός και παραμετροποίηση Σταθμών Βάσης τεχνολογίας Ericsson – NOKIA στο δίκτυο UMTS. Έτσι λοιπόν παρουσιάστηκαν οι αρχιτεκτονικές των δυο εταιριών όπως επίσης η περιγραφή έκδοσης εντολών ενεργοποίησης και παραμετροποίησης τους, ενώ στο τέλος παρουσιάστηκαν διαγραμματικές συμπεριφορές της  $iub$  κίνησης στο συγκεκριμένο κομμάτι του δικτύου που μας έδωσε πολλά ενδιαφέροντα στοιχεία για την υπάρχουσα κατάσταση του δικτύου όπως επίσης και ενδείξεις για μελλοντική βελτίωση σύμφωνα με τις ανάγκες των συνδρομητών της εκάστου εταιρίας.

Έτσι λοιπόν με κύριο γνώμονα τις ανάγκες των χρηστών η τεχνολογία στις κινητές επικοινωνίες εξελίσσεται δημιουργώντας ένα καινούριο σύστημα επικοινωνιών το οποίο ονομάζεται LTE. Ποιο συγκεκριμένα ο όρος LTE (Long Term Evolution) εκφράζει το επόμενο σημαντικό βήμα στις κινητές ραδιοεπικοινωνίες, και θα εισαχθεί στην έκδοση 8 (Release 8) της 3GPP (3rd Generation Partnership Project). Μεγάλο μέρος των προτύπων 3GPP Release 8 προσανατολίζονται γύρω από την αναβάθμιση του UMTS στο 4G και την μεταμόρφωση της αρχιτεκτονικής δικτύου από ιεραρχική σε επίπεδη, βασισμένη στο πρωτόκολλο IP.

Το LTE στοχεύει στην εκπλήρωση των απαιτήσεων των δικτύων επόμενης γενεάς συμπεριλαμβανομένων των μέγιστων downlink ταχυτήτων (peak rates) 100Mbps, 50 Mbps στο uplink και roundtrip χρόνος λιγότερο από 10ms στο δίκτυο πρόσβασης (RAN). Το LTE υποστηρίζει τα εύκαμπτα ραδιοευρυζωνικά σχήματα (flexible carrier bandwidths) από 1.4MHz μέχρι 20MHz καθώς επίσης και τα γνωστά ντούμπλεξ σχήματα FDD και TDD . Οι στόχοι LTE περιλαμβάνουν τη βελτίωση της φασματικής αποδοτικότητας, που χαμηλώνει τις δαπάνες, βελτιώνοντας τις υπηρεσίες, που χρησιμοποιούν το νέο φάσμα και τις ευκαιρίες του refarmed φάσματος, και η καλύτερη ενσωμάτωση με άλλα ανοικτά πρότυπα.

Εντούτοις η δομή του LTE αποτελείται από καινούργιες αρχιτεκτονικές/τεχνολογίες RAN και core δικτύου και δεν είναι συμβατές με τις προηγούμενες παρούσες τεχνολογίες και εκδόσεις των συστημάτων UMTS. Έτσι Το LTE έχει κάνει γενναία βήματα στην υποστήριξη των κινητών ευρυζωνικών υπηρεσιών. Επιπλέον, το επιπεδωμένο δίκτυο (flat architecture) θα το καταστήσει πιο εύχρηστο και λιγότερο ακριβό στη διατήρηση (opex). Το γεγονός ότι στηρίζεται (τελικά) σε μια κοινή αρχιτεκτονική/ πρωτόκολλο (ip) υπονοεί ότι μπορεί τελικά να ευθυγραμμισθεί με τα roadmaps των IP βασισμένων δικτύων συμπεριλαμβανομένου και του σταθερού δικτύου (που υπονοεί μια ενδεχόμενη τεχνική σύγκλιση σε ένα κοινό κεντρικό δίκτυο για τα σταθερά/κινητά συστήματα).



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: Βιβλιογραφία

- [1] Korhonen, J. Introduction to 3G Mobile Communications. 2<sup>nd</sup> edition, Artech House, 2003.
- [2] Holma, H. and Toskala, A. WCDMA for UMTS: Radio Access for Third Generation Mobile Communications. 3rd edition, John Wiley & Sons, 2004.
- [3] Tachikawa, K., W-CDMA: Mobile Communications System. John Wiley & Sons, 2002.
- [4] Andersson, C. GPRS and 3G Wireless Applications. John Wiley & Sons, 2001.
- [5] Walke, B., Seidenberg, P., Althoff, M., P., UMTS The Fundamentals. John Wiley & Sons, 2001.
- [6] Λουβρος Σπυριδων,Κουγιας Ιωαννης. Το δικτυο κινητης τηλεφωνιας GSM. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2010.
- [7] Jordi Perez-Romero, Oriol Sallet, Ramon Agusti, ‘‘RADIO RESOURCE MANAGEMENT STRATEGIES IN UMTS’’, John Wiley & Sons Ltd., 2005
- [8] M.R. Karim, Mohsen Sarraf, W-CDMA and CDMA2000 for 3G mobile networks,McGraw-Hill, 2002
- [9] <http://www.umtsworld.com>
- [10] ALTRAN SDB, Consultores en Altas Tecnologias, UMTS OVERVIEW.
- [11] [ccs-cabling.com/pdf/atm.pdf](http://ccs-cabling.com/pdf/atm.pdf)
- [12][http://www.radio-electronics.com/info/telecommunications\\_networks/e-carrier/e1-link-circuit.php](http://www.radio-electronics.com/info/telecommunications_networks/e-carrier/e1-link-circuit.php)
- [13] Javvin technologies, inc. Network Dictionary

[14] 3GPP. Radio interface protocol architecture. Technical specification, TS25.301, version 0.3.0.

[15] Perez-Romero, J., Sallent, O., Agusti, R., Diaz-Guerra, M., Radio Resource Management Strategies in UMTS. John Wiley & Sons, 2005.

[16] GSM-UMTS Network Evolution Positioning Paper. Nortel, 20

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: Σύντομογραφίες**

**AM** Acknowledged Mode

**AuC** Authentication Center

**AAL** ATM Adaptation Layer

**ATM** Asynchronous Transfer Mode

**ADSL** Asymmetric Digital Subscriber Line

**AMPS** Advanced Mobile Phone Service

**BCH** Broadcast Channel

**BMC** Broadcast/Multicast Control

**BCCH** Broadcast Control Channel

**CN** Core Network

**CS** Circuit Switched

**CIF** Common Interchange Format

**CCCH** Common Control Channel

**CCSA** China Communications Standards Associations

**CDMA** Code Division Multiple Access

**CPCH** Common Packet Channel

**CRNC** Controlling RNC

**CTCH** Common Traffic Channel

**CNAME** Canonical Name

**DCH** Dedicated Channel

**DCCH** Dedicated Control Channel

**DRNC** Drift RNC

**DSCH** Downlink Shared Channel

**DTCH** Dedicated Traffic Channel

**EDGE** Enhanced Data Rates for GSM Evolution

**ETSI** European Technical Standards Institute  
**FDD** Frequency Division Duplex  
**FDM** Frequency Division Multiplexing  
**FACH** Forward Access Channel  
**FEC** Forward Error Correction  
**FDMA** Frequency Division Multiple Access  
**GSM** Global System for Mobile communication  
**GTP** GPRS Tunneling Protocol  
**GGSN** Gateway GPRS Support Node  
**GMSC** Gateway Mobile Services Switching Center  
**GPRS** General Packet Radio Service  
**HLR** Home Location Register  
**HSCSD** High Speed Circuit Switched Data  
**HSDPA** High Speed Downlink Packet Access  
**HS-DSCH** High Speed Downlink Shared Channel  
**IP** Internet Protocol  
**IS-136** Interim Standard 136  
**IMT-2000** International Mobile Telecommunications  
**ITU** International Telecommunications Union  
**ISDN** Integrated Services Digital Network  
**MAC** Medium Access Control  
**MSC** Mobile Services Switching Center  
**MTP3** Message Transfer Part Level 3  
**M3U** AMTP3 User Adaptation Layer  
**NMT** Nordic Mobile Telephony  
**NADC** North American Digital Cellular  
**OSI** Open Systems Interconnection  
**PS** Packet Switched  
**PES** Packetised Elementary Stream  
**PCH** Paging Channel

**PDA** Personal Digital Assistant  
**PDC** Pacific Digital Cellular  
**PDN** Packet Data Network  
**PDP** Packet Data Protocol  
**PDU** Protocol Data Unit  
**PCCH** Paging Control Channel  
**PDCP** Packet Data Convergence Protocol  
**PSTN** Public Switched Telephone Network  
**QoS** Quality of Service  
**RR** Receiver's Report  
**RLC** Radio Link Control  
**RNC** Radio Network Controller  
**RNS** Radio Network Sub-system  
**RACH** Random Access Channel  
**SMS** Short Messaging Service  
**SCCP** Signaling Connection Control Part  
**SGSN** Serving GPRS Support Node  
**SRNC** Serving RNC  
**SRNS** Serving Radio Network Subsystem  
**TDD** Time Division Duplex  
**TACS** Total Access Communication System  
**TDMA** Time Division Multiple Access  
**UE** User Equipment  
**UMTS** Universal Mobile Telecommunications System  
**USDC** US Digital Cellular  
**UTRAN** Universal Terrestrial Radio Access Network  
**VLR** Visitor Location Register  
**VoIP** Voice over Internet Protocol  
**W-CDMA** Wideband Code Division Multiple Access  
**WAP** Wireless Application Protocol

**WLAN** Wireless Local Area Network

**2G** Second Generation

**3G** Third Generation

**3GPP** Third Generation Partnership Project