

**Τμήμα
Μηχανικών
Πληροφορικής τ.ε.**

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Δυτικής Ελλάδας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Συγκριτική Μελέτη πρωτοκόλλων για Mobile TV”

ΛΥΓΟΥΡΑ ΚΑΤΕΡΙΝΑ

ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΑΚΑΝΙΚΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΑΝΤΙΠΡΙΟ 2014

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Τόπος ,ημερομηνία

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Ονοματεπώνυμο, Υπογραφή

2. Ονοματεπώνυμο, Υπογραφή

3. Ονοματεπώνυμο, Υπογραφή

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ψηφιακή τεχνολογία, αν και με αρκετή καθυστέρηση, ήρθε να επιφέρει σημαντικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται η τηλεόραση. Η ευρυεκπομπή τηλεοπτικών δεδομένων, η μετάδοση δηλαδή τηλεοπτικών σημάτων με ψηφιακό τρόπο είναι πλέον σε θέση να προσφέρει στο ευρύ κοινό την αναβάθμιση της ποιότητας ενός μέσου το οποίο για αρκετά χρόνια δεν είχε παρουσιάσει σημαντικές εξελίξεις.

Τα κυριότερα προβλήματα τα οποία έπρεπε να αντιμετωπιστούν, ήταν το γεγονός συνύπαρξης ψηφιακής και αναλογικής τεχνολογίας (ο τηλεοπτικός δέκτης) και η ανάγκη ανάπτυξης κοινών προτύπων τόσο για τη συμπίεση του ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος, όσο και για τη μετάδοσή του.

Η Mobile TV είναι μία ελκυστική υπηρεσία που βρίσκει πολλές εφαρμογές τόσο ειδικού όσο και γενικού σκοπού. Ωστόσο, το συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον μετάδοσης καθώς και οι υψηλές απαιτήσεις σε ταχύτητα έχουν μετατρέψει την εν λόγω υπηρεσία σε πρόκληση για τους μηχανικούς δικτύου. Τα κυριότερα πρωτόκολλα που έχουν προταθεί έως σήμερα είναι το DVB-H, το MBMS και το ATSC M/H. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται η μελέτη των χαρακτηριστικών των προτύπων DVB-H, MBMS και ATSC M/H. Αναλύονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των προτύπων, περιγράφονται οι υπηρεσίες τους. Τέλος πραγματοποιείτε μία θεωρητική και πειραματική σύγκριση των πρωτοκόλλων αναζητώντας τα κριτήρια για την επιλογή του καταλληλότερου πρωτοκόλλου σε ένα σύστημα Mobile TV.

ABSTRACT

Digital technology, albeit with some delay, he came to bring significant changes in the way in which the TV is used. The Broadcasting television data transmission ie television signals digitally is now able to offer the general public upgrading the quality of an instrument which for several years had made significant developments.

The main problems that needed to be addressed were the fact coexistence of digital and analog technology (the television) and the need for common standards for both the compression of the digital television signals and for transmission.

The Mobile TV is an attractive service that finds many applications both specific and general purpose. However, the constantly changing environment transmission and high speed requirements have turned this service into a challenge for network engineers. The main protocols have been proposed to date is the DVB-H, MBMS and the ATSC M / H. In this thesis we present the study of the characteristics of standards DVB-H, MBMS and ATSC M / H. Analyzes the technical characteristics of the standards, describes the services. Finally make a theoretical and experimental comparison of protocols search criteria for selecting the most appropriate protocol in a system of Mobile TV.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	13
1.DVB-H (DigitalVideoBroadcasting – Handheld)	13
1.1 Εισαγωγή – ΙστορικήΑναδρομή	13
1.2 Γενική Περιγραφή Του DVB-T	14
1.3 Προτυποποίηση (Standardization).....	15
1.4 ΔΟΜΗ DVB-H.....	16
1.5 Αρχιτεκτονική Συστήματος DVB-H.....	17
1.6 ΕΙΔΗ DVB-H.....	18
1.6.1Αργά κινούμενο DVB-H τερματικό	18
1.6.2 Γρήγορα κινούμενο DVB-H τερματικό	18
1.7 Απαιτήσεις Συστήματος.....	19
1.8 Επιδράσεις του περιβάλλοντος και του εξοπλισμού.....	20
1.9 Φάσμα εκπομπής.....	20
1.10 Time-Slicing	21
1.11 Η μετάδοση time-sliced DVB-H υπηρεσιών	23
1.12 Πολυπλεξία	24
1.13 Μεταδόσεις IP υπηρεσιών μέσω του DVB-H	25
1.14 Πρόσβαση σε DVB-H υπηρεσίες	26
1.15 Ιεραρχικά δίκτυα για κλιμακωτή υποβάθμιση ποιότητας υπηρεσίας ή υποστήριξη πολλαπλών format/συσκευών	27
1.16 Κλιμακωτή υποβάθμιση της ποιότητας υπηρεσίας	29
1.17 Κριτήριο υποβάθμισης στο DVB-H	30
1.18 Δίκτυα αποκλειστικά για DVB-H.....	31
1.19 Χρόνοι κατανάλωσης ισχύος στο DVB-H.....	33
ΠΕΡΙΛΗΨΗ 1 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	35
Βιβλιογραφία 1 ^{ου} κεφαλαίου	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	37
2.Multimedia Broadcast Multicast Services.....	37
2.1.Εισαγωγή – ΙστορικήΑναδρομή	37

2.2.ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ MBMS	39
2.3 Παροχή υπηρεσιών MBMS	40
2.3.1 Πανεκπομπή.....	40
2.3.2.Πολυεκπομπή.....	41
2.4 MBMS στο LTE	41
2.4.1.SFN MBMS (Single Fequency Network).....	42
2.5. ΕΙΔΗ MBMS	42
2.5.1e-MBMS	42
2.6. ΟΙ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ MBMS	44
2.6.1.Εγγραφή (Subscription)	45
2.6.2. Ανακοίνωση Υπηρεσιών.....	45
2.6.3.Ένωση συνόδου	45
2.6.4. Έναρξη συνόδου	45
2.6.5.MBMS notification και μεταφορά δεδομένων	46
2.6.6. Στάση συνόδου	46
2.6.7. Έξοδος	46
2.7. Αρχιτεκτονική Συστήματος MBMS	46
2.8.Αποδοτικό Power Control στο MBMS.....	48
2.9. Μέτρηση UE	49
2.10. Μέτρηση ισχύος.....	50
2.11. MBMS session state.....	50
2.12. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ MBMS.	51
2.13 Προκλήσεις	53
ΠΕΡΙΛΗΨΗ 2 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	55
Βιβλιογραφία 2 ^{ου} κεφαλαίου	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.	59
3.ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ISDB ΚΑΙ ATSC	59
3.1. Εισαγωγή-Ιστορική Αναδρομή.....	59
3.2. Υπηρεσίες πολλαπλής μεταφοράς	60
3.3 Υπηρεσίες βίντεο και ήχου	61
3.3.1 SDTV vs HDTV	62
3.3.2 The Monitor Interface	63
3.3.3Bandwidth.....	63

3.4. Διαμόρφωση και μετάδοση.....	64
ΠΕΡΙΛΗΨΗ 3 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	66
Βιβλιογραφία 3 ^{ου} κεφαλαίου	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	67
4.ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ DVB-H,ATSC ΚΑΙ MBMS.....	67
4.1 Επιχειρήματα του DVB-H	68
4.1.1 Συγκριτικοί πίνακες των πρωτοκόλλων DVB-H,MBMS και ATSC.....	70
4.1.2 Πώς το DVB έρχεται σε αντίθεση με τα πρότυπα που θα επιλεγούν για ATSC.....	71
4.1.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ MBMS , ATSC και DVB - H.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	73
5.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ OPNET.....	73
5.1 Ασύρματη Μονάδα (Wireless Module) του OPNET.....	73
5.2 Πειραματική μελέτη του WIMAX και του WIFI στο OPNET	73
5.3 Τοπολογία του δικτύου WIMAX.....	74
5.3.1 Πειραματική σύγκριση από έναν έως ενενήντα χρήστες στο Wimax.....	75
5.4 Τοπολογία του δικτύου WIFI	83
5.4.1 Πειραματική σύγκριση από έναν έως ενενήντα χρήστες στο WiFi.....	84
5.5 Συμπεράσματα μετά από την πειραματική μελέτη των δύο πρωτοκόλλων.	101
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	107
6.Συμπεράσματα.....	107
6.1 Επίλογος και προτάσεις περαιτέρω μελέτης	108

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1 Περιγραφή Του DVB-T	14
ΣΧΗΜΑ 2 προτυποποίηση.....	15
ΣΧΗΜΑ 3 Δομή του τερματικού δέκτη (userequipment).....	17
ΣΧΗΜΑ 4 Μετάδοση Δεδομένων Στον Ατμοσφαιρικό Δίαυλο.....	22
ΣΧΗΜΑ 5 Χωρητικότητα του DVB-T καναλιού	23
ΣΧΗΜΑ 6 Παράδειγμα εισαγωγής DVB-H περιεχομένου σε υπάρχων DVB-T δίκτυο με χρήση πολυπλεξίας.....	24
ΣΧΗΜΑ 7 Μετάδοση IP υπηρεσιών.....	25
ΣΧΗΜΑ 8 QPSK in 64QAM constellation για ιεραρχική διαμόρφωση	28
ΣΧΗΜΑ 9 Κλιμακωτή υποβάθμιση ποιότητας υπηρεσίας με χρήση ιεραρχικής διαμόρφωσης	30
ΣΧΗΜΑ 10 Δίκτυο κοινής χρήσης DVB-T και DVB-H	32
ΣΧΗΜΑ 11 Καταστάσεις Ενέργειας Του Δέκτη	33
ΣΧΗΜΑ 12.Εξέλιξη της MBMSυπηρεσίας.....	38
ΣΧΗΜΑ 13.Παροχή υπηρεσιών MBMS	40
ΣΧΗΜΑ 14.Αρχιτεκτονική του MBMS	43
ΣΧΗΜΑ 15. Οι φάσεις της υπηρεσίας MBMS.....	44
ΣΧΗΜΑ 16 Οντότητες δικτύου	47
ΣΧΗΜΑ 17.Monitor Interface	63
ΣΧΗΜΑ 18.Τοπολογία του δικτύου Wimax	74
ΣΧΗΜΑ 19. Τοπολογία του δικτύου WIFI	83

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Τα επιχειρήματα του DVB-H.....	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.Χαρακτηριστικά DVB-H.....	70
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.Χαρακτηριστικά MBMS	70
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.Χαρακτηριστικά ATSC	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων της προσομοίωσης στο wimax.....	101
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων της προσομοίωσης στο wifi(12Mbps) .	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων της προσομοίωσης στο wifi(54Mbps) .	105

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:

DVB-H: Digital Video Broadcasting-Handheld

DVB-T: Digital Video Broadcasting-Terrestrial

PDA: Personal Digital Assistants

TS: Transport Stream

MPE-FEC: Multi Protocol Encapsulation-Forward Error Correction

SFN: Single Frequency Networks

UHF band: Ultra High Frequency

VHF band: Very High Frequency

GSM: Global System for Mobile

SDTV: Standard Definition TV

HDTV: High Definition TV

AVC: Advanced Video Coding

BAT: Bouquet Association Table

INT: IP/MAC Notification Table

QAM: Quadrature Amplitude Modulation

QPSK: Quadrature Phase Shift Keying

QOS: Quality Of Services

FER: Frame Error Ratio

ΚΕΦΑΛΑΙΟ2:

MBMS: Multimedia Broadcast Multicast Services

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

DMB: Digital Multimedia Broadcasting

IMS: IP Multimedia Subsystem

HSPA: High-Speed Packet Access

LTE: Long Term Evolution

GGSN: Gateway GPRS Support Node

SGSN: Serving GPRS Support Node

RNC: Radio Network Controller

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing

MBSFN: Multimedia Broadcast Single Frequency Network

SINR: Signal to Interference Noise Ratio

PTP: Point to Point

PTM: Point to Multipoint

MCE: Multicast Coordination Entity

PC: Power Control

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:

ATSC: Advanced Television System Committee

ISDB: Integrated Services Digital Broadcasting

FCC: Federal Communications Commission

VSF: Vestigial Side-Band

ARIB: Association of Radio Industries and Businesses

ISDB-S: Integrated Services Digital Broadcasting-Satellite TV

ISDB-C: Integrated Services Digital Broadcasting-Cable

ISDB-T: Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial

TSP: Transport Stream Packet

IFFT: Inverse Fast Fourier Transformation

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

1.DVB-H (DigitalVideoBroadcasting – Handheld)

1.1 Εισαγωγή – Ιστορική Αναδρομή

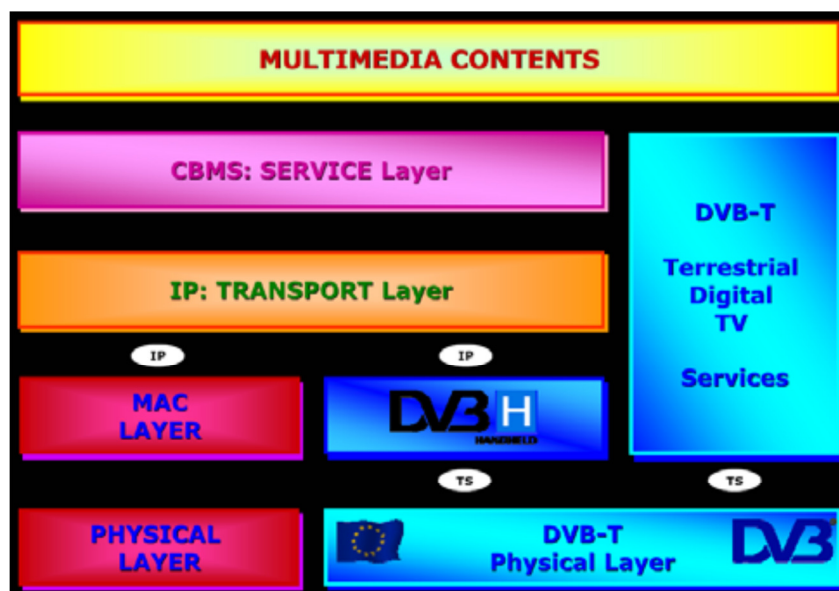
Η ψηφιοποίηση των παραδοσιακών συστημάτων εκπομπής (broadcast systems) παρουσιάζει σημαντική πρόοδο τα τελευταία χρόνια. Η ανάπτυξη αυτή μπορεί να σχετισθεί με την παρουσία του DVB-T που αποτελεί ένα πρότυπο ψηφιακής επίγειας τηλεόρασης και βρίσκεται ήδη σε λειτουργία σε 71 χώρες του πλανήτη. Η επιλογή του DVB-T βασίσθηκε σε σημαντικά χαρακτηριστικά του προτύπου, όπως η δυνατότητα λήψης υπηρεσιών εκπομπής σε φορητές συσκευές και σε αυτοκίνητα.

Εν τω μεταξύ τα πλεονεκτήματα ενός ισχυρού επίγειου συστήματος εκπομπής, όπως το DVB-T, προσέλκυσε το ενδιαφέρον της βιομηχανίας κινητών τηλεπικοινωνιών.

Συγκεκριμένα, η δυνατότητα πρόσβασης κινητών τερματικών μέσω ασύρματων point-to-multipoint συνδέσμων, η ευρεία γεωγραφική κάλυψη και η υψηλή χωρητικότητα μετάδοσης που προσφέρει το DVB-T, αποτελούν στοιχεία που κέντρισαν το ενδιαφέρον της βιομηχανίας. Το διεθνές DVB Project ικανοποίησε αυτό το ενδιαφέρον αναπτύσσοντας ένα νέο πρότυπο, το DVB-H που αποτελεί ένα ψηφιακό πρότυπο εκπομπής (broadcast standard) για τη μετάδοση περιεχομένου σε μικρού μεγέθους φορητές συσκευές όπως πχ. κινητά τηλέφωνα, PDAs κλπ. Η ένταση του πεδίου και η φάση του λαμβανόμενου σήματος διαφέρει από τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του εκπεμπόμενου σήματος, η πολυδιαδρομική διάδοση προκαλεί μεγάλες διαφορές τόσο στην καθυστέρηση όσο και στη λήψη, οι κυψέλες αλλάζουν διαρκώς, τα οποία σημαίνουν ότι στη χειρότερη περίπτωση μέρος των δεδομένων χάνεται κατά τη διάρκεια της αναμετάδοσης. Ο καθορισμός των τεχνικών προδιαγραφών ξεκίνησε το φθινόπωρο του 2002 και ολοκληρώθηκε το Φεβρουάριο του 2004. Τέλος, εκδόθηκε ως πρότυπο από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (ETSI –European Telecommunications Standards Institute), το Νοέμβριο του 2004. Η τεχνολογία DVB-H προέρχεται από το πρότυπο DVB-T και είναι συμβατή με αυτό.

Επιπροσθέτως, λαμβάνει υπόψη ιδιότητες των τυπικών κινητών τερματικών, όπως μέγεθος, βάρος, φορητότητα και κυρίως εξοικονόμηση ενέργειας. Το DVB-H μπορεί να προσφέρει downstream κανάλι με υψηλό data-rate (Mbit/s), ως βελτίωση των δικτύων κινητής τηλεφωνίας, το οποίο είναι προσβάσιμο από τις περισσότερες τυπικές συσκευές. Το κανάλι αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές ροής ήχου και εικόνας, σε file downloading και πολλές άλλες υπηρεσίες. Συνεπώς, το DVB-H γεφυρώνει τα παραδοσιακά συστήματα εκπομπής με τον κόσμο των κυψελωτών δικτύων, εισάγοντας ταυτόχρονα νέους τρόπους παροχής υπηρεσιών σε φορητά τερματικά και παρέχοντας νέες επιχειρηματικές δραστηριότητες στους παρόχους περιεχομένου (contentproviders) και στους διαχειριστές δικτύων (network operators). Ο στόχος του DVB-H να υποστηρίξει κινητή λήψη και να κάνει δυνατή τη μεταφορά του δέκτη σε περιβάλλοντα ασυνήθιστα για τα μέχρι σήμερα επίγεια συστήματα εκπομπής. Το γεγονός αυτό εγείρει ιδιαίτερα θέματα σε σχέση με το σχεδιασμό του δικτύου καθώς οι συνθήκες του ραδιοδιαύλου διαφέρουν ανάλογα με τη θέση του κινητού δέκτη. Επιπλέον οι προσφερόμενες υπηρεσίες πρέπει να είναι ειδικά σχεδιασμένες για κινητά τερματικά, τα οποία τις περισσότερες φορές έχουν συγκριτικά μικρή οθόνη. (Μιχαήλ, 2007)

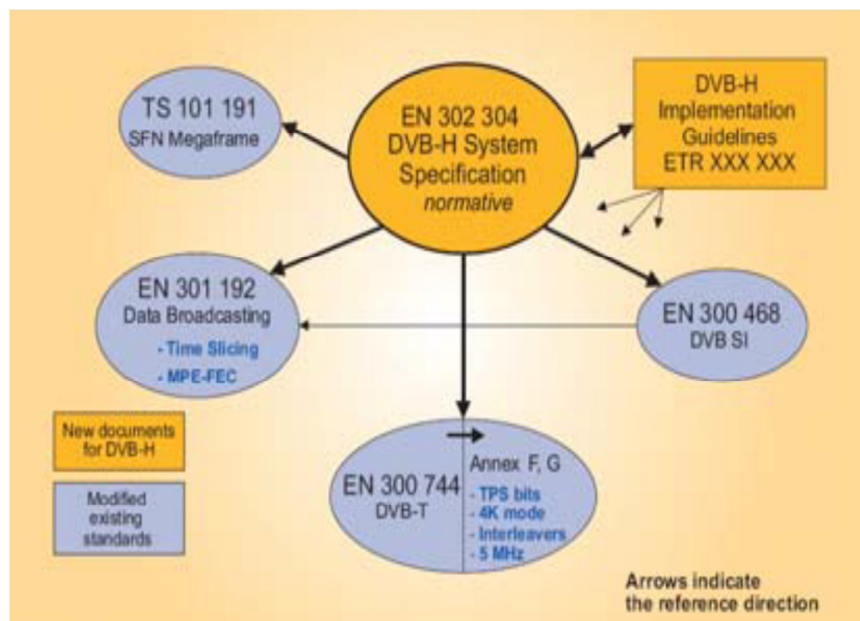
1.2 Γενική Περιγραφή Του DVB-T



ΣΧΗΜΑ 1 Περιγραφή Του DVB-T

Οι παραδοσιακές υπηρεσίες εκπομπής του DVB-T χρησιμοποιούν τη στοίβα πρωτοκόλλων εκπομπής Transport Stream (TS). Το πρότυπο μετάδοσης DVB-H ορίζει στοιχεία στο φυσικό επίπεδο (physical layer) και στο επίπεδο ζεύξης δεδομένων (link/MAC layer). Χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο εξοικονόμησης ενέργειας βασισμένο στη μετάδοση υπηρεσιών με πολύπλεξη χρόνου. Η τεχνική αυτή ονομάζεται timeslicing και επιφέρει αυξημένη εξοικονόμηση ενέργειας και soft handover όταν ο δέκτης μετακινείται σε γειτονική δικτυακή κυψέλη. Σε συνθήκες ανεπαρκούς σήματος, η αξιόπιστη μετάδοση επιτυγχάνεται με το σχήμα MPE-FEC (Multi-Protocol Encapsulation – Forward Error Correction). Επιπλέον, το πρότυπο ορίζει ένα πρόσθετο δικτυακό mode (4K mode), προσφέροντας πρόσθετη ευελιξία στο σχεδιασμό SFNs, δεδομένου ότι τα δίκτυα αυτά ταιριάζουν στη λήψη σήματος από κινητά τερματικά και παρέχουν βελτιωμένο κανάλι σηματοδοσίας και συνεπώς αξιόπιστες υπηρεσίες. (Μιχαήλ, 2007)

1.3 Προτυποποίηση (Standardization)



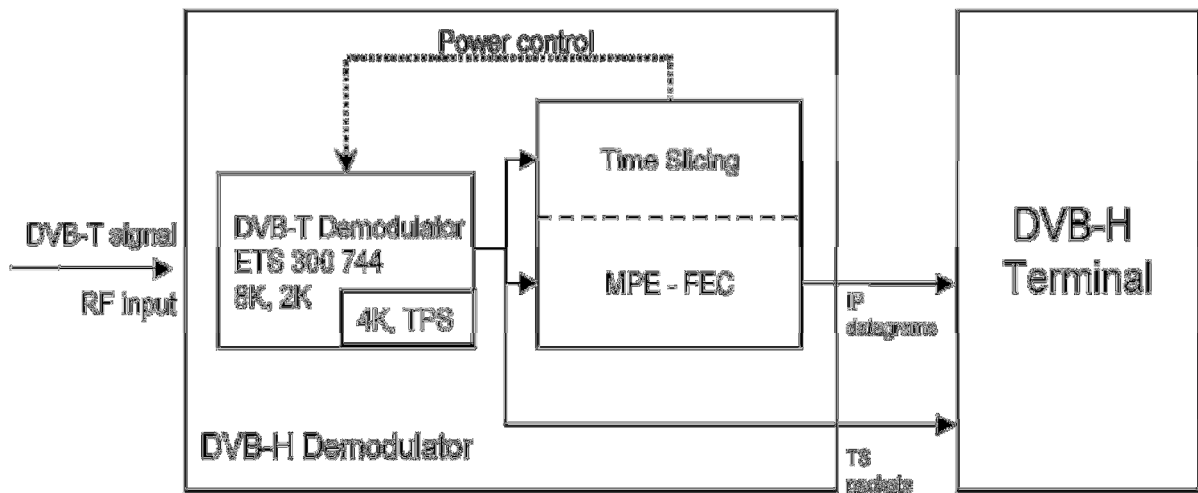
ΣΧΗΜΑ 2 προτυποποίηση

Το πρότυπο DVB-H δεν περιγράφεται από ένα μοναδικό κείμενο αλλά ορίζεται από μια οικογένεια προγενέστερων προτύπων του ETSI, τα οποία χρειάστηκαν τροποποιήσεις ώστε τελικά να σχηματισθεί το νέο σύστημα.

- DVB-H System Specification (Normative): αποτελεί την κεντρική περιγραφή και εκδόθηκε ως νέα Ευρωπαϊκή Νόρμα, περιέχοντας αναφορές προς τα υπόλοιπα πρότυπα.
- DVB-T Standard: ορίζονται οι προδιαγραφές του φυσικού επιπέδου και περιλαμβάνονται (σε παράρτημα) οι αντίστοιχες βελτιώσεις του DVB-H.
- DVB Data Broadcasting: περιγράφονται οι έννοιες time-slicing, MPE-FEC και Multi-Protocol Encapsulation.
- DVB Service Information (SI): ορίζονται οι μέθοδοι σηματοδοσίας (signalling) του DVB-H.
- DVB SFN Megaframe Specification: περιλαμβάνει το συγχρονισμό των Επίγειων Δικτύων Μοναδικής Συχνότητας (Single Frequency Networks -SFNs).
- DVB-H Implementation Guidelines: περιέχει υποδείξεις χρήσης και πρακτικής υλοποίησης του προτύπου. (ΓΕΩΡΓΙΟΣ, 2011)

1.4 ΔΟΜΗ DVB-H

Η δομή του τερματικού δέκτη (user equipment) φαίνεται στο σχήμα παρακάτω. Περιλαμβάνει δέκτη και τερματικό DVB-H. Ο δέκτης αποτελείται από DVB-T demodulator, time slicing module και ένα προαιρετικό MPE-FEC module. Ο DVB-T demodulator ανακτά τα πακέτα των ροών MPEG-2 TSs (Transport Streams) από το ληφθέν DVB-T RF (Radio Frequency) σήμα. Προσφέρονται τρία modes μετάδοσης (2K, 4K, 8K) με την κατάλληλη σηματοδοσία. Το time-slicing module ελέγχει το δέκτη ώστε να αποκωδικοποιήσει (decode) την κατάλληλη υπηρεσία. Τέλος, το MPE FEC module παρέχει μια επιπλέον FEC λειτουργία, βοηθώντας το δέκτη να αντεπεξέρχεται σε δύσκολες καταστάσεις λήψης.



ΣΧΗΜΑ 3 Δομή του τερματικού δέκτη (userequipment)

1.5 Αρχιτεκτονική Συστήματος DVB-H

Τα πιο ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά του DVB-H από τη σκοπιά του σχεδιασμού της υπηρεσίας είναι:

- Ο υψηλός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων σε σύγκριση με τις υπάρχουσες τεχνολογίες, ακόμα και σε συνθήκες κινούμενου περιβάλλοντος.
- Η ταυτόχρονη λήψη της πληροφορίας από όλους τους χρήστες.
- Η δυνατότητα να ικανοποιεί ταυτόχρονα μεγάλες απαιτήσεις σε όγκο δεδομένων χωρίς τον κίνδυνο κορεσμού του δικτύου.
- Η απλότητα στο να απευθυνθεί σε μια κοινότητα χρηστών χάρη στην υποστήριξη multicast πρωτοκόλλων.

1.6 ΕΙΔΗ DVB-H

1.6.1 Αργά κινούμενο DVB-H τερματικό

Το μικρό μέγεθος των DVB-H τερματικών επιτρέπει τη χρησιμοποίηση της υπηρεσίας πρακτικά οπουδήποτε υπάρχει σήμα. Γι' αυτό το λόγο μια διαφορετική προσέγγιση, απ' ότι μέχρι σήμερα, χρειάζεται σε ό,τι αφορά τη σχεδίαση του δικτύου και των υπηρεσιών.

Οι πεζοί χρήστες μπορεί να χρησιμοποιήσουν την υπηρεσία σε σημεία όπου δεν υπάρχει κάλυψη από κάποια κυψέλη. Εξαιτίας της πολύ μικρής κεραίας του τερματικού, η λαμβανόμενη ισχύς ενδέχεται να αποτελεί σημαντικό περιοριστικό παράγοντα, και ιδιαίτερα μέσα σε κτίρια. (ΜΕΤΑΞΑ, 2007)

1.6.2 Γρήγορα κινούμενο DVB-H τερματικό

Υπάρχουν ιδιαίτερες περιπτώσεις όπου το DVB-H τερματικό μπορεί να κινείται εξαιρετικά γρήγορα όπως για παράδειγμα μέσα σε γρήγορα τρέινα ή αυτοκίνητα. Στις περιπτώσεις αυτές το ίδιο το όχημα εξασθενίζει το σήμα που φτάνει στο δέκτη κατά πολύ. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να αντισταθμιστεί τοποθετώντας επαναλήπτες εντός του οχήματος. Όμως η λειτουργία του συστήματος εξαρτάται επίσης από το χρησιμοποιούμενο σχήμα διαμόρφωσης και την επιλεγμένη λειτουργία (2K, 4K ή 8K).

Στους υπολογισμούς για την εκτιμώμενη επιθυμητή στάθμη του σήματος το ύψος της κεραίας για τα παραπάνω σενάρια θεωρείται ίσο με 1,5 m. Καθώς το ύψος της κεραίας του τερματικού μέσα σε αυτοκίνητο είναι μικρότερο από 1,5 m και το αντίστοιχο ύψος για τερματικό μέσα σε τρέινο μεγαλύτερο, η θεώρηση του ύψους στο 1,5 m είναι μια λογική μέση τιμή για τους υπολογισμούς.

Η λειτουργία 2K και σε κάποιο βαθμό και η 4K είναι κατάλληλες για μελλοντική χρήση του συστήματος σε περιπτώσεις πολύ υψηλών ταχυτήτων. Επίσης οι λειτουργίες αυτές λειτουργούν σωστά και σε συχνότητες μεγαλύτερες από τις παραδοσιακές συχνότητες εκπομπής. (ΜΕΤΑΞΑ, 2007)

1.7 Απαιτήσεις Συστήματος

Οι απαιτήσεις του συστήματος καθορίστηκαν από το DVB Project το 2002:

- Το DVB-H πρέπει να προσφέρει υπηρεσίες φορητής και κινητής χρήσης, συμπεριλαμβανομένων ροών ήχου και εικόνας με αποδεκτή ποιότητα. Data rate περίπου 10 Mbit/s ανά κανάλι, θεωρείται ικανοποιητικό για το πρότυπο. Τα κανάλια μετάδοσης θα επιμερισθούν στην ζώνη εκπομπής UHF Band. Είναι δυνατόν όμως να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά η VHF Band III αλλά και μη-παραδοσιακές τηλεοπτικές ζώνες εκπομπής.
- Το τυπικό περιβάλλον χρήστη για ένα DVB-H φορητό τερματικό συγκρίνεται με το περιβάλλον κινητής επικοινωνίας. Συνεπώς το DVB-H πιθανόν να πρέπει να καλύψει παρόμοιες γεωγραφικές περιοχές. Ο όρος handheld terminal περιλαμβάνει πολυμεσικά κινητά τηλέφωνα με έγχρωμες οθόνες, PDAs και rocketPCs. Οι συσκευές αυτές έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά: μικρές διαστάσεις και βάρος, καθώς και λειτουργία βάσει μπαταρίας. Αυτές οι ιδιότητες αποτελούν προϋποθέσεις για κινητή χρήση αλλά παράλληλα δημιουργούν περιορισμούς στο σύστημα μετάδοσης. Οι τερματικές συσκευές στερούνται εξωτερικής παροχής ενέργειας και αναγκάζονται να λειτουργούν με περιορισμένο απόθεμα. Η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας είναι συνεπώς απαραίτητη.
- Η κινητικότητα (mobility) είναι μια επιπλέον απαίτηση, καθώς η πρόσβαση σε υπηρεσίες πρέπει να είναι δυνατή σε εσωτερικές (indoor), εξωτερικές (outdoor) τοποθεσίες αλλά και κατά τη διάρκεια κίνησης με υψηλή ταχύτητα. Επίσης το handover μεταξύ γειτονικών DVB-H κυψελών πρέπει να συμβαίνει ανεπαίσθητα (imperceptibly). Όμως τα ταχέως μεταβαλλόμενα κανάλια είναι επιρρεπή σε σφάλματα και η κατάσταση χειροτερεύει διότι οι ενσωματωμένες κεραίες των συσκευών, έχουν μικρές διαστάσεις και δε μπορούν να στοχεύσουν το μεταδότη, σε περίπτωση που η τερματική συσκευή βρίσκεται εν κινήσει. Επίσης, παρεμβολές παρατηρούνται όταν ραδιοσήματα GSM μεταδίδονται και λαμβάνονται από την ίδια συσκευή. Επομένως η διαχείριση του downstreaming αρκετών Mbit/s από φορητές συσκευές αποτελεί απαιτητική υπόθεση.
- Τέλος, το νέο σύστημα πρέπει να είναι συμβατό και να χρησιμοποιεί την υπάρχουσα DVB-T υποδομή, ώστε να επιτυγχάνεται η επαναχρησιμοποίηση του εξοπλισμού μετάδοσης.

1.8 Επιδράσεις του περιβάλλοντος και του εξοπλισμού

Ο στόχος του DVB-H να υποστηρίξει κινητή λήψη κάνει δυνατή τη μεταφορά του δέκτη σε περιβάλλοντα ασυνήθιστα για τα μέχρι σήμερα επίγεια συστήματα εκπομπής. Το γεγονός αυτό εγείρει ιδιαίτερα θέματα σε σχέση με το σχεδιασμό του δικτύου καθώς οι συνθήκες του ραδιοδιαύλου διαφέρουν ανάλογα με τη θέση του κινητού δέκτη. Επιπλέον οι προσφερόμενες υπηρεσίες πρέπει να είναι ειδικά σχεδιασμένες για κινητά τερματικά, τα οποία τις περισσότερες φορές έχουν συγκριτικά μικρή οθόνη.

1.9 Φάσμα εκπομπής

Το DVB – H σκοπεύει να χρησιμοποιήσει το ίδιο φάσμα εκπομπής με αυτό που χρησιμοποιεί το DVB – T . Το φυσικό στρώμα του DVB – H είναι στην πραγματικότητα DVB – T επομένως υπάρχει πλήρης συμβατότητα φάσματος με τις υπηρεσίες DVB – T.

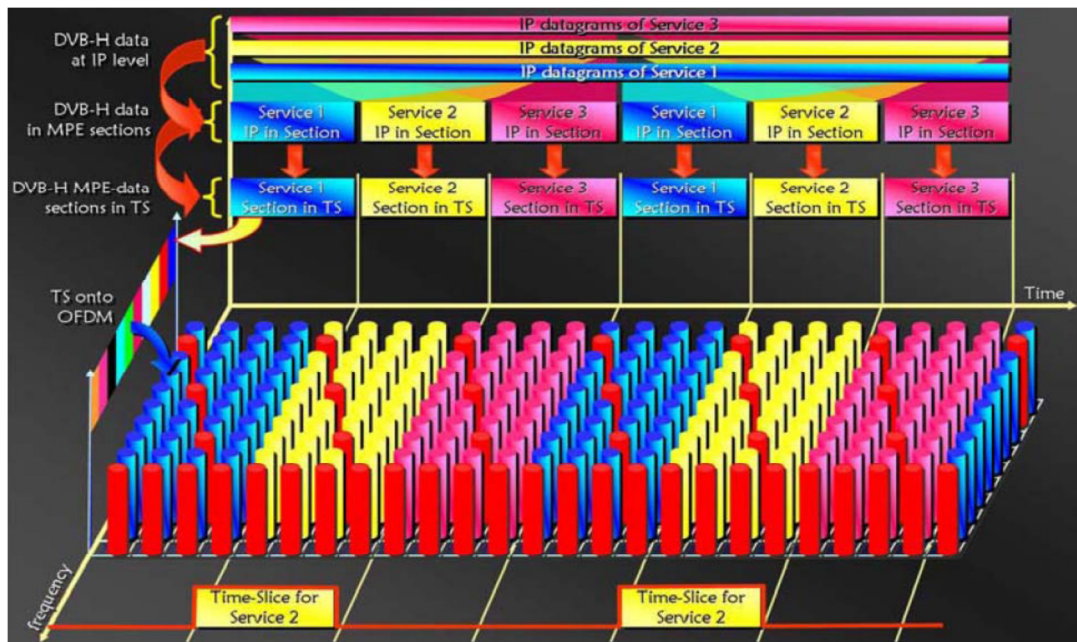
Το DVB – H μπορεί να εισαχθεί είτε σαν αφιερωμένο σε DVB – H δίκτυο ή μοιράζοντας το υπάρχων πολυπλεγμένο σήμα DVB – T μεταξύ των υπηρεσιών DVB– H και DVB – T. Τεχνικά σχεδόν οποιαδήποτε κατανομή ή ανάθεση συχνοτήτων DVB – T μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη και για το DVB – H οι μόνοι περιορισμοί έρχονται από την διαλειτουργικότητα με τον κυβελωτό πομπό GSM 900 στο τερματικό DVB – H. Αν απαιτείται ταυτόχρονη λειτουργία, οι συχνότητες κάτω από περίπου 700-750 MHz ευνοούνται.

Το DVB – H μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα καινούργιο μέσο που παρέχει υπηρεσίες εκπομπής για ένα νέο ενδιαφέρον γκρουπ πελατών, δηλαδή, τους χρήστες κινητής τηλεφωνίας. Εάν αυτό αποδειχτεί αρκετά ενδιαφέρον το φάσμα θα γίνει διαθέσιμο. Σε οποιαδήποτε περίπτωση αναμένεται ότι η κατάσταση θα δρομολογηθεί αφού αρχίσουν να κλείνουν οι υπηρεσίες αναλογικής τηλεόρασης. Θα πρέπει να τονιστεί ακόμη ότι το DVB – H είναι πολύ αποδοτικό από πλευράς φάσματος όταν συγκρίνεται με τις παραδοσιακές υπηρεσίες τηλεόρασης. Ένα κανάλι 8 MHz μπορεί να παραδώσει 30-50 υπηρεσίες videostreaming σε τερματικά μικρής οθόνης. Αυτό είναι δέκα φορές περισσότερο από το standard-definition TV (SDTV) με MPEG-2 ή είκοσι φορές περισσότερο από ότι με high definition TV (HDTV) με AVC.

1.10 Time-Slicing

Ένα σημαντικό πρόβλημα των DVB-H τερματικών είναι η περιορισμένη χωρητικότητα (capacity) της μπαταρίας. Επιπλέον, η συμβατότητα με το DVB-T αποτελεί πρόσθετο φορτίο για τα DVB-H τερματικά, διότι η αποδιαμόρφωση (demodulating) και η αποκωδικοποίηση (decoding) μιας DVB-T ροής με υψηλό datarate, επιφέρει σπατάλη ενέργειας στο δέκτη και στο τμήμα αποδιαμόρφωσης. Η κατανάλωση ενέργειας σε ένα DVB-T τερματικό είναι περίπου 1 Watt και δεν αναμένεται να μειωθεί κάτω από 600mW μέχρι το 2007. Παράλληλα, ο στόχος των 100mW ως μέγιστο όριο (threshold) για ένα DVB-H τερματικό, είναι απρόσιτος στην περίπτωση του DVB-T.

Το DVB-H χρησιμοποιεί την τεχνική Multi-Protocol Encapsulation (MPE) για να εισάγει αυτοδύναμα πακέτα IP (IP datagrams) σε ροές MPEG TS. Δηλαδή, τα αυτοδύναμα πακέτα IP ενθυλακώνονται σε τμήματα MPE (MPE sections) και τα τελευταία κατακερματίζονται και εισάγονται σε πακέτα ροών MPEG TS. Τα τμήματα αυτά δεν μεταδίδονται μόλις είναι διαθέσιμα. Αντίθετα, συσσωρεύονται σε μια εγγραφή (record) μέχρι 191 kbytes και κατόπιν η εγγραφή αυτή μεταδίδεται το ταχύτερο δυνατόν, χρησιμοποιώντας όλους τους διαθέσιμους πόρους που παρέχει το φυσικό επίπεδο. Έτσι τα δεδομένα μιας DVB-H υπηρεσίας μεταδίδονται στον ατμοσφαιρικό δίαυλο με τη μορφή περιοδικών ριπών (bursts).

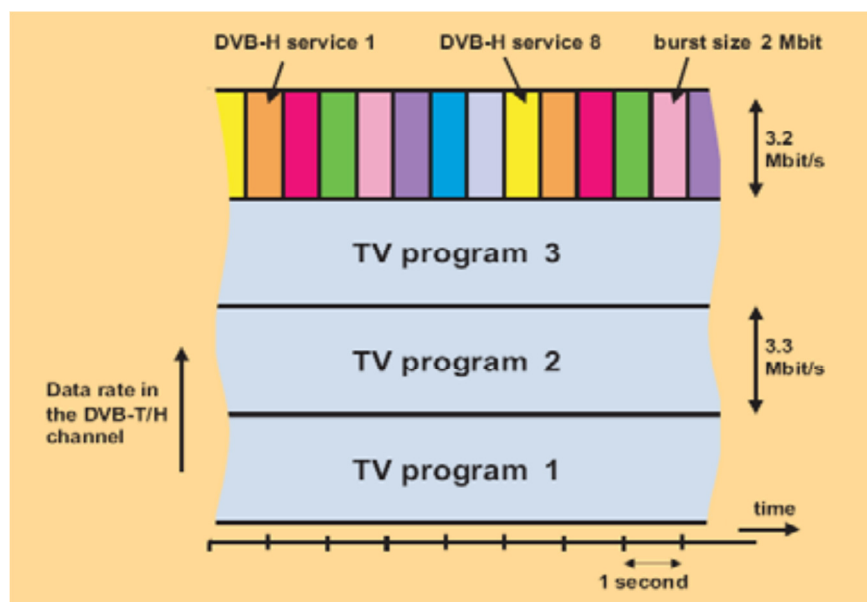


ΣΧΗΜΑ 4 Μετάδοση Δεδομένων Στον Ατμοσφαιρικό Διάυλο.

Τα φορητά τερματικά χαρακτηρίζονται από μικρού μεγέθους οθόνες, οι οποίες μπορούν να αποδώσουν υψηλής ποιότητας εικόνα, μετά την αποκωδικοποίηση μιας MPEG-4 ροής. Για παράδειγμα 500 kbps είναι αρκετά για μια υπηρεσία πολυμεσικού περιεχομένου (ήχου και εικόνας). Όμως το φυσικό επίπεδο επιτρέπει αξιόπιστη λήψη άνω των 10 Mbps. Άρα τουλάχιστον 20 DVB-H υπηρεσίες (500 kbps έκαστη) μπορούν να μεταδοθούν με τη μορφή περιοδικών ριπών των 100 ms, σε χρονικό διάστημα των δύο δευτερολέπτων. Αφού όλα τα δεδομένα μιας υπηρεσίας έχουν ληφθεί μέσα σε μια χρονοθυρίδα των 100 ms, ο δέκτης μπορεί να αποδιαμορφώσει το σήμα (στα 100 ms) και να διακόψει (power-off) τη διαδικασία αποδιαμόρφωσης για 1900 ms, περιμένοντας για την επόμενη ριπή (της ίδιας υπηρεσίας). Ο δέκτης γνωρίζει πότε να εκκινήσει (power-on), προκειμένου να λάβει την επόμενη ριπή. Σε μια συγκεκριμένη ριπή, ο χρόνος έναρξης της επόμενης ριπής (που ανήκει στην ίδια υπηρεσία) σηματοδοτείται μέσω της παραμέτρου Δt , η οποία βρίσκεται σε όλες τις κεφαλίδες των τμημάτων της ριπής. Έτσι, η σηματοδότηση γίνεται πολύ ανθεκτική σε σφάλματα μετάδοσης. Αυτή η τεχνική ονομάζεται time-slicing.

Στο χρόνο αναμονής (1900 ms), άλλες υπηρεσίες μπορούν να μεταδοθούν. Στο παράδειγμα αυτό ο δέκτης διακόπτει τον RF tuner και το τμήμα αποδιαμόρφωσης κατά ένα ποσοστό 18/20 του συνολικού χρόνου, εξασφαλίζοντας εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 90%. Ανάλογα με το ποσοστό χρόνος λειτουργίας/χρόνος διακοπής, η εξοικονόμηση μπορεί να υπερβεί το 90%. Κατά τη διάρκεια της διακοπής, ο αποκωδικοποιητής χρησιμοποιεί τα ενταμιευμένα (buffered) δεδομένα, ώστε ο χρήστης να παρακολουθεί συνεχές τηλεοπτικό σήμα. Εκτιμάται ότι η μέθοδος αυτή μπορεί να παρέχει άνω των τεσσάρων ωρών συνεχούς τηλεοπτικής λήψης σε ένα συμβατικό DVB-H τερματικό. (Μιχαήλ, 2007)

1.11 Η μετάδοση time-sliced DVB-H υπηρεσιών



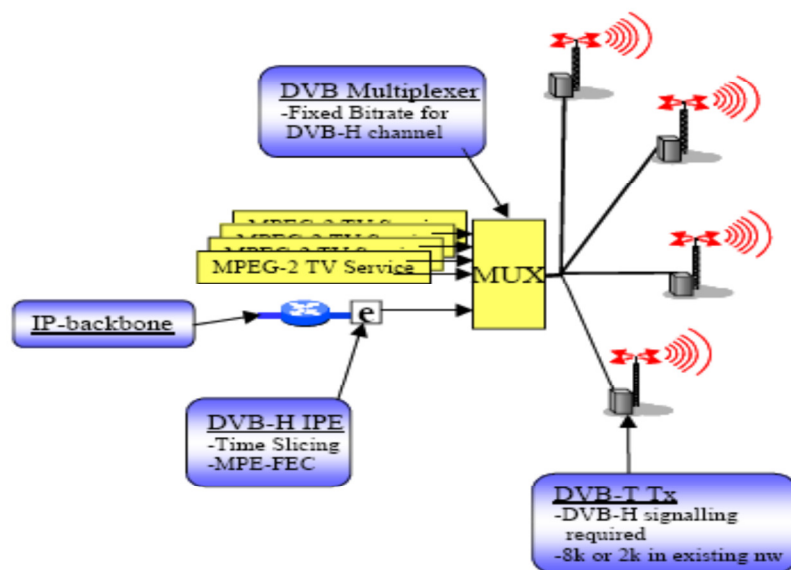
ΣΧΗΜΑ 5 Χωρητικότητα του DVB-T καναλιού

Η μετάδοση time-sliced DVB-H υπηρεσιών μπορεί να γίνει παράλληλα με παραδοσιακές DVB-T υπηρεσίες. Στο παράδειγμα αυτό, ποσοστό 25% της συνολικής χωρητικότητας του DVB-T καναλιού (13,27 Mbit/s) έχει αφιερωθεί σε DVB-H υπηρεσίες, ενώ η υπόλοιπη παραμένει διαθέσιμη σε DVB-T υπηρεσίες. Επομένως είναι δυνατή η συνύπαρξη DVB-H και DVB-T υπηρεσιών στο ίδιο δίκτυο. (Ιωάννης, 2006)

1.12 Πολυπλεξία

Στην περίπτωση εισαγωγής υπηρεσιών IP (DVB-H) στο ρεύμα μετάδοσης μαζί με MPEG-2 (DVB-T) υπηρεσίες με πολυπλεξία τα ακόλουθα βήματα είναι απαραίτητα:

- Ενθυλακωτές με δυνατότητα time-slicing συνδέονται στο last hop πολυπλέκτη του δικτύου και ένας προκαθορισμένος ρυθμός μετάδοσης δεσμεύεται για τις υπηρεσίες DVB-H.
- Οι last hop πολυπλέκτες αναβαθμίζονται για καλύτερη υποστήριξη DVB-H (ομαλοποίηση των επανεισαχθέντων PSI/SI πινάκων και διαχείριση του INT πίνακα). Με την ομαλοποίηση των επανεισαχθέντων PSI/SI συνόδων χρησιμοποιείται ένας σταθερός ρυθμός για τη μετάδοση των PSI/SI, οδηγώντας έτσι σε ακόμη μικρότερο jitter στα βασικά ρεύματα που μεταφέρουν time-sliced υπηρεσίες.
- Αν είναι απαραίτητο δημιουργούνται περισσότερα κελιά, αναβαθμίζονται οι εκπομποί και προστίθενται επαναλήπτες, για τη βελτίωση της κάλυψης του DVB-T δικτύου.

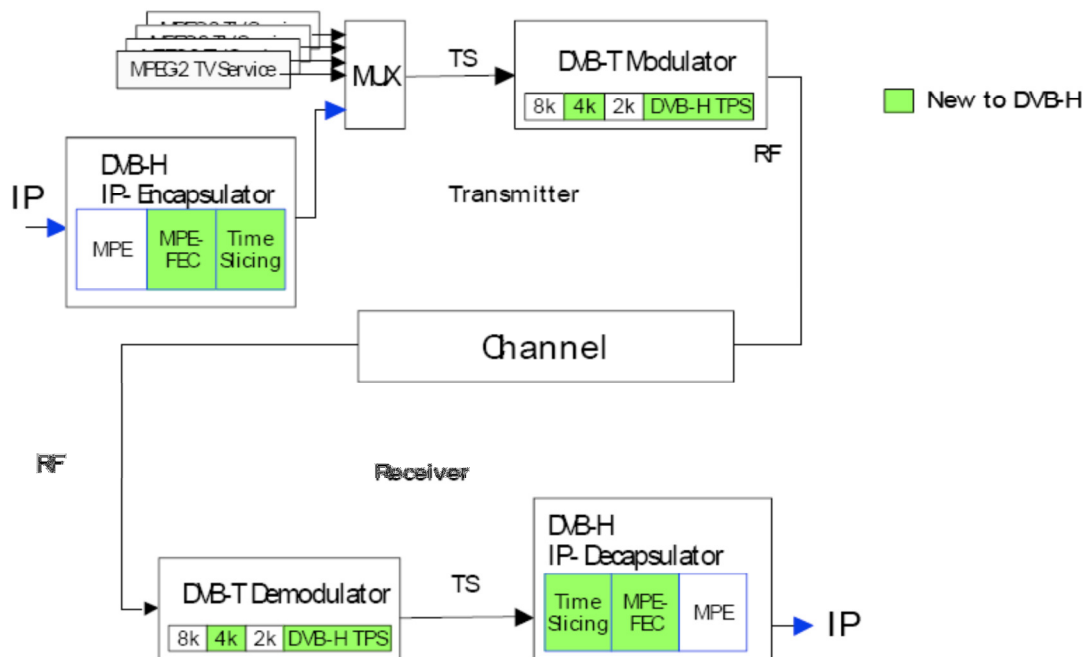


ΣΧΗΜΑ 6 Παράδειγμα εισαγωγής DVB-H περιεχομένου σε υπάρχον DVB-T δίκτυο με χρήση πολυπλεξίας

Το μειονέκτημα της πολυπλεξίας είναι ότι αφενός προσθέτει επιπλέον delta jitter και αυξάνει συνεπώς την κατανάλωση ενέργειας στο δέκτη, και αφετέρου δημιουργεί την απαίτηση στους last hop πολυπλέκτες για ομαλή επανεισαγωγή των PSI/SI συνόδων και διαχείριση του πίνακα INT. Ωστόσο ακόμα και με τους ήδη υπάρχοντες πολυπλέκτες η αύξηση του delta jitter δεν δημιουργεί σημαντικά προβλήματα. (ΜΕΤΑΞΑ, 2007)

1.13 Μεταδόσεις IP υπηρεσιών μέσω του DVB-H

Ένα παράδειγμα μετάδοσης IP υπηρεσιών μέσω του DVB-H απεικονίζεται στο σχήμα 7. Στην περίπτωση αυτή μεταδίδονται ταυτόχρονα παραδοσιακές MPEG-2 τηλεοπτικές υπηρεσίες και time-sliced DVB-H υπηρεσίες, μέσω της ίδιας πολύπλεξης (multiplex). Το φορητό τερματικό αποκωδικοποιεί (χρησιμοποιεί) μόνο τις IP υπηρεσίες.



ΣΧΗΜΑ 7 Μετάδοση IP υπηρεσιών

1.14 Πρόσβαση σε DVB-H υπηρεσίες

Για την πρόσβαση του δέκτη σε κάποια DVB-H υπηρεσία του ρεύματος μεταφοράς είναι απαραίτητοι οι εξής SI (Service Information) πίνακες:

- BAT (Bouquet Association Table)
- INT (IP/MAC Notification Table)
- NIT (Network Information Table)
- PSI (Program Specific Information)

Η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

- Επιλογή ενός από τα διαθέσιμα ρεύματα μεταφοράς.
- Επιλογή μιας από τις διαθέσιμες IP πλατφόρμες. (IP πλατφόρμα = σύνολο ρευμάτων IP datagrams)
- Επιλογή μιας IP υπηρεσίας, δηλαδή ενός ρεύματος IP datagrams.
- Φιλτράρισμα για το επιθυμητό ρεύμα IP.

Η ανίχνευση των διαθέσιμων ρευμάτων μεταφοράς είναι πιθανό να απαιτεί σάρωση συχνοτήτων. Ένας δέκτης που αναζητεί μια time-sliced υπηρεσία μπορεί να βελτιώσει την αναζήτησή του αγνοώντας τα σήματα στα οποία το TPS δεν έχει ένδειξη για υποστήριξη time-slicing. Η ίδια βελτίωση μπορεί να γίνει και κατά την αναζήτηση υπηρεσίας που απαιτεί MPE-FEC (για παράδειγμα λόγω χαμηλής ισχύος σήματος), οπότε ο δέκτης αγνοεί οποιοδήποτε σήμα στο οποίο το TPS δεν έχει ένδειξη για MPE-FEC. Αυτή η βελτίωση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στη μείωση του χρόνου σάρωσης συχνοτήτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρόλο που το SI παρέχει πιο ακριβείς πληροφορίες σχετικά με το time-slicing και το MPE-FEC σε ένα ρεύμα IP, η πρόσβαση στην TPS σηματοδότηση είναι πολύ γρηγορότερη, κι αυτό αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα ιδιαίτερα σε περίπτωση που η πρόσβαση στο σήμα γίνεται για πρώτη φορά.

Μετά την ανίχνευση των ρευμάτων δεδομένων συνήθως επιλέγεται εκείνο με τη μεγαλύτερη ισχύ σήματος.

Όλες οι IP πλατφόρμες που βρίσκονται σε κάποιο ρεύμα μεταφοράς περιέχονται στον πίνακα INT (ή εναλλακτικά στο BAT μέσω του INT). Ο πίνακας INT περιέχει επίσης πληροφορίες σχετικά με τις παραμέτρους πρόσβασης των IP ρευμάτων.

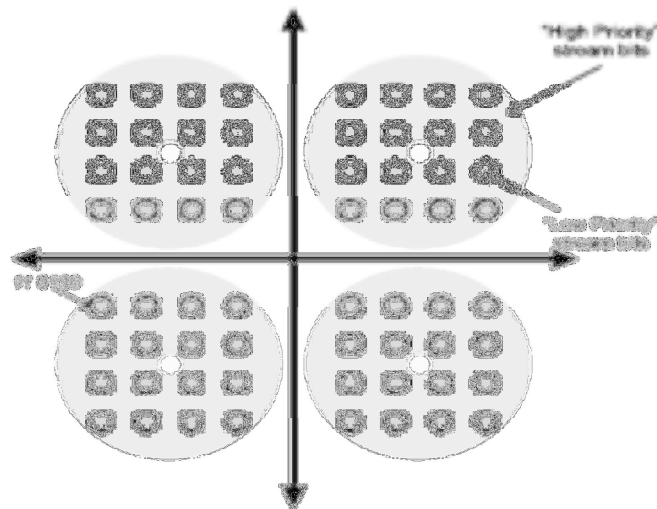
Η επιλογή IP πλατφόρμας γίνεται τυπικά από το χρήστη. Για τη λήψη μιας IP υπηρεσίας ελέγχεται ο υποπίνακας INT της δεδομένης IP πλατφόρμας που υποστηρίζει την υπηρεσία, ώστε να ανιχνευθούν οι παράμετροι των ρευμάτων IP datagrams που μεταφέρουν τη ζητούμενη υπηρεσία. Στη συνέχεια, με τις παραμέτρους αυτές και τον πίνακα PMT, ο δέκτης βρίσκει το βασικό ρεύμα που μεταφέρει το επιθυμητό IP ρεύμα και το φιλτράρει σύμφωνα με τη διεύθυνση IP.

1.15 Ιεραρχικά δίκτυα για κλιμακωτή υποβάθμιση ποιότητας υπηρεσίας ή υποστήριξη πολλαπλών format/συσκευών

Ένα από τα πιο ελκυστικά χαρακτηριστικά του προτύπου DVB-H είναι η δυνατότητα δημιουργίας ιεραρχικών δικτύων. Αυτά τα δίκτυα διαμοιράζουν τον ίδιο RF δίαυλο για δυο ανεξάρτητα σχήματα πολυπλεξίας.

Στην ιεραρχική διαμόρφωση οι πιθανές ψηφιακές καταστάσεις του χρησιμοποιούμενου αστερισμού ερμηνεύονται διαφορετικά απ' ότι στη μη ιεραρχική.

Συγκεκριμένα, δυο διαφορετικά ρεύματα δεδομένων μπορούν να γίνουν διαθέσιμα για μετάδοση. Το πρώτο (υψηλής προτεραιότητας ρεύμα ή HP stream) προσδιορίζεται από τον αριθμό του τεταρτημορίου στο οποίο βρίσκεται (για παράδειγμα ένα QPSK ρεύμα), ενώ το δεύτερο (χαμηλής προτεραιότητας ρεύμα, LP stream) προσδιορίζεται από τη θέση της κατάστασής του μέσα στο τεταρτημόριο (για παράδειγμα ένα 16QAM ή QPSK ρεύμα).



ΣΧΗΜΑ 8 QPSK in 64QAM constellation για ιεραρχική διαμόρφωση

Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχέδιο κατά την μη ιεραρχική ερμηνεία έχουμε ένα 64QAM constellation, ενώ σύμφωνα με την ιεραρχική διαμόρφωση έχουμε ένα συνδυασμό 16QAM και QPSK, το οποίο συχνά αναφέρεται ως «QPSK μέσα σε 64QAM».

Επομένως η ιεραρχική διαμόρφωση επιτρέπει τη μετάδοση δυο ρευμάτων με διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης και επίδοση στο ίδιο RF κανάλι.

Το άθροισμα των ρυθμών μετάδοσης των δυο ρευμάτων είναι ίσο με το ρυθμό μετάδοσης του ρεύματος στη μη ιεραρχική περίπτωση χρησιμοποιώντας την ίδια διαμόρφωση. (Ο ρυθμός μετάδοσης «χρήσιμων» δεδομένων είναι ελαφρώς μικρότερος λόγω της μετάδοσης της επικεφαλίδας του MPEG2 δυο φορές, μια για κάθε ρεύμα).

Σε ό,τι αφορά την επίδοση, το καλύτερα προστατευμένο HP ρεύμα έχει περίπου την ίδια ευαισθησία σε θόρυβο όπως και ένα QPSK ρεύμα, με μια επιπλέον χειρότερηση κατά 1-2 dB λόγω του θορύβου που προκαλεί η παρουσία του LP ρεύματος. Το LP ρεύμα έχει την ίδια ευαισθησία όπως το συνολικό σχήμα στην περίπτωση που η παράμετρος α έχει την τιμή 1 (ομοιόμορφη διαμόρφωση), είτε ελαφρώς χειρότερη για μεγαλύτερες τιμές της παραμέτρου α (μη ομοιόμορφη διαμόρφωση).

Συγκεκριμένα για το DVB-H η τιμή της παραμέτρου α μπορεί να επιλεγεί ίση με 2 για να βελτιώσει την ευαισθησία του HP ρεύματος, υποβαθμίζοντας ταυτόχρονα το LP ρεύμα.

1.16 Κλιμακωτή υποβάθμιση της ποιότητας υπηρεσίας

Οι ψηφιακές εκπομπές χαρακτηρίζονται από πολύ απότομες υποβαθμίσεις του λαμβανόμενου σήματος. Στην περίπτωση του DVB-H το φαινόμενο αυτό εντείνεται περισσότερο. Αυτό κάνει αναγκαία τη χρήση των πιο εύρωστων παραμέτρων και λειτουργιών του DVB-H.

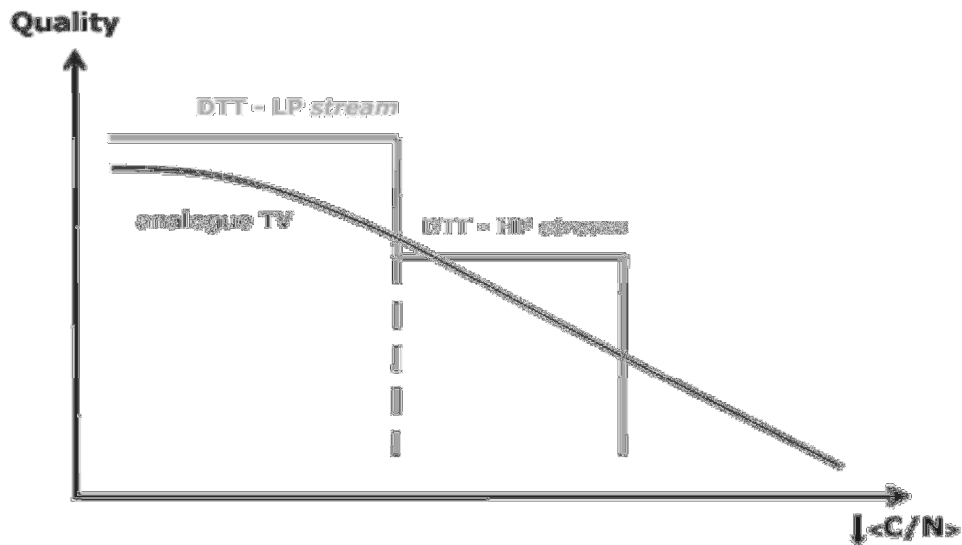
Το τίμημα είναι η μείωση του ρυθμού μετάδοσης. Πολύ χρήσιμο είναι το παράδειγμα που ακολουθεί. Για μια κινητή τηλεφωνική συσκευή οι συνθήκες λήψης είναι ποικίλες. Η συσκευή μπορεί να βρίσκεται στο πρώτο όροφο ενός κτιρίου χωρίς παράθυρα, δηλαδή εξαιρετικά δυσχερείς συνθήκες. Είναι πιθανό επίσης η συσκευή να βρεθεί σε ανοικτό χώρο όπου η ισχύς του πεδίου είναι άριστη.

Κατά τη σχεδίαση οποιουδήποτε παραδοσιακού ασύρματου δικτύου θα έπρεπε η κάλυψη να σχεδιαστεί με βάση τη χειρότερη περίπτωση (για το παραπάνω παράδειγμα η λήψη σε κλειστό χώρο χωρίς παράθυρα), χρησιμοποιώντας πολύ εύρωστη λειτουργία και χαμηλό ρυθμό μετάδοσης (π.χ. 128 kbps) με πλεόνασμα πληροφορίας. Απ' εναντίας, χρησιμοποιώντας ιεραρχική διαμόρφωση στο δίκτυο μπορούν παράλληλα να μεταδίδονται δυο υπηρεσίες με διαφορετικούς ρυθμούς: μικρό ρυθμό (π.χ. 128 kbps) στο HP ρεύμα και μεγαλύτερο (π.χ. 384 kbps) στο LP. Η συσκευή έχει τη δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ LP και HP ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στη θέση που βρίσκεται.

Είναι πιθανό να υπάρχει διαφορά της τάξης των 15-20 dB στην ισχύ του λαμβανόμενου σήματος, όπως εξηγήθηκε στο προηγούμενο παράδειγμα, και έτσι ενώ σε ανοικτό χώρο η συσκευή λαμβάνει το LP ρεύμα με καλή ποιότητα εικόνας είναι δυνατή η συνέχιση της λήψης της υπηρεσίας ακόμα και κατά τη μετάβαση στον πρώτο όροφο του κτιρίου λαμβάνοντας πλέον το HP ρεύμα με χειρότερη φυσικά ποιότητα εικόνας.

Χωρίς την ιεραρχική διαμόρφωση η υπηρεσία είτε θα ήταν μη διαθέσιμη στον κλειστό χώρο, είτε θα ήταν παντού διαθέσιμη αλλά με μεγάλη σπατάλη σε πόρους του δικτύου. Με την ιεραρχική διαμόρφωση η σπατάλη αυτή σε πόρους δεν είναι απαραίτητη ενώ παράλληλα η υπηρεσία είναι διαθέσιμη και σε κλειστό και σε ανοικτό χώρο.

Το σχήμα που ακολουθεί παραλληλίζει την υποβάθμιση του λαμβανόμενου σήματος στην αναλογική και στην ψηφιακή περίπτωση με ιεραρχική διαμόρφωση. Η κλιμάκωση αυτή που παρατηρείται δε θα μπορούσε να επιτευχθεί χωρίς ιεραρχική διαμόρφωση.



ΣΧΗΜΑ 9 Κλιμακωτή υποβάθμιση ποιότητας υπηρεσίας με χρήση ιεραρχικής διαμόρφωσης

1.17 Κριτήριο υποβάθμισης στο DVB-H

Αντί του QoS κριτηρίου, το οποίο περιλαμβάνει πολλά υποκειμενικά στοιχεία (όπως π.χ. η απόκρυψη της επεξεργασίας των σφαλμάτων στο δέκτη), ένα αντικειμενικό QoR (Quality of Restitution) κριτήριο χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό του ορίου λειτουργίας στην κινητή λήψη.

Το QEF κριτήριο, το οποίο χρησιμοποιείται στο DVB-T, δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για στιγμιαίες μετρήσεις, εξαιτίας της υψηλής διακύμανσης στους κινητούς διαύλους.

Στην περίπτωση που μεταδίδονται DVB-T υπηρεσίες (υπηρεσίες που μεταδίδονται συνεχώς, όχι σε ριπές) σε κινητούς δέκτες ένα ESR 5% (Erroneous Seconds Ratio) κριτήριο είναι ικανό να περιγράψει την ποιότητα της υπηρεσίας.

Στο DVB-H, όπου οι υπηρεσίες μεταδίδονται με προστασία MPE-FEC σε ριπές, έχουν οριστεί άλλα κριτήρια: το FER (Frame Error Ratio) και το MFER (MPE FER). Το FER είναι ο λόγος των frames που περιέχουν κάποιο λάθος χωρίς να έχουν υποστεί προσπάθεια διόρθωσης από το MPE-FEC προς το συνολικό αριθμό frames.

Το MFER είναι ο λόγος των frames τα οποία παρέμειναν λανθασμένα ακόμα και μετά από τη διόρθωση MPE-FEC προς τα συνολικά frames.

Το MFER5 (5% λανθασμένα frames έπειτα από MPE-FEC διόρθωση) έχει οριστεί ως το σημείο υποβάθμισης των DVB-H υπηρεσιών. Ας σημειωθεί η ποιότητα υπηρεσίας που επιτυγχάνεται στο MFER5 είναι πιθανό να μην πληροί πάντοτε τις απαιτήσεις QoS.

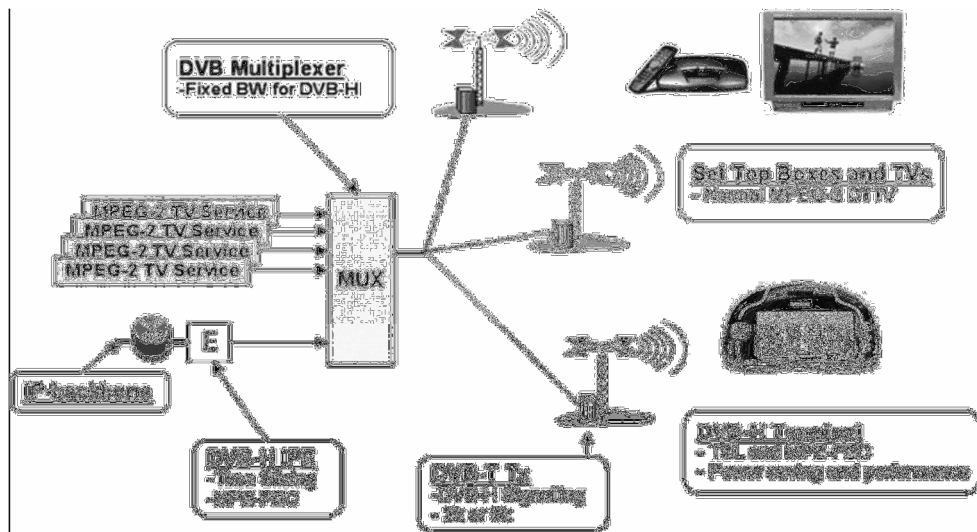
Για εκτίμηση του MFER δεν είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του MPE-FEC. Η εκτίμηση του MFER μπορεί να γίνει μετρώντας γραμμή προς γραμμή τα λανθασμένα bytes, συγκρίνοντας τον αριθμό τους με τον αριθμό των bytes που ο RS κώδικας μπορεί να διορθώσει. Στη συνέχεια τα frames χαρακτηρίζονται ως μη λανθασμένα μόνο αν όλες οι γραμμές τους είναι μη λανθασμένες. Αυτή η μέθοδος απλουστεύει πολύ τη διαδικασία εκτίμησης αλλά και συντομεύει το χρόνο παρατήρησης των frames που χρειάζεται για την εκτίμηση του MFER.

Το κριτήριο FER χρησιμοποιείται όταν δε χρησιμοποιείται το MPE-FEC. Ένα frame θεωρείται λανθασμένο αν οποιοδήποτε πακέτο μέσα στο frame είναι λανθασμένο καθώς δεν υπάρχει εδώ δυνατότητα διόρθωσης λαθών. Το FER5 οδηγεί σε καλύτερη ποιότητα υπηρεσίας από το MFER5, αφού με κριτήριο το FER ένα frame που θεωρείται λανθασμένο μπορεί να περιέχει μόνο λίγα λανθασμένα TS πακέτα, ενώ με το MFER ένα frame που θεωρείται λανθασμένο και δε μπορεί να διορθωθεί σημαίνει πως έχει πολλά λανθασμένα πακέτα. Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι το FER αποτελεί μια μίμηση του DVB-T τρόπου μετάδοσης, ενώ το MFER δείχνει τη σημαντική βελτίωση της μετάδοσης που εισάγει το DVB-H.

1.18 Δίκτυα αποκλειστικά για DVB-H

Τα πλεονεκτήματα ενός δικτύου αποκλειστικά αφιερωμένου για μετάδοση DVB-H υπηρεσιών είναι ότι προσφέρει τη δυνατότητα για κλιμακωτή υποβάθμιση της ποιότητας υπηρεσίας, υποστήριξη για πολλούς τύπους συσκευών και format, ακόμα και την εκμετάλλευση του LP ρεύματος για την αναβάθμιση του περιεχομένου που μεταδίδεται στο HP ρεύμα.

Ένα κοινό δίκτυο μπορεί να μοιάζει με αυτό όπως στην παρακάτω εικόνα:



ΣΧΗΜΑ 10 Δίκτυο κοινής χρήσης DVB-T και DVB-H

Ένα δίκτυο DVB-T πομπών εξυπηρετεί τερματικά και DVB-H και DVB-T. Ωστόσο το υπάρχον DVB-T δίκτυο πρέπει να είναι σχεδιασμένο για φορητή λήψη σε εσωτερικούς χώρους έτσι ώστε να παρέχει ικανοποιητικά υψηλή δύναμη πεδίου για τα φορητά τερματικά μέσα στην επιθυμητή περιοχή υπηρεσίας. Η μόνη απαιτούμενη τροποποίηση στους πομπούς είναι μια ενημέρωση έτσι ώστε τα bits που σηματοδοτούνται από το DVB-H και τα Cell ID bits να προστίθενται στην πληροφορία TPS του πομπού.

Η πραγματική διανομή γίνεται σε επίπεδο πολυπλεγμένου σήματος. Το DVB-H προσφέρει μια πλήρη ελαστικότητα στην επιλογή της μερίδας των υπηρεσιών του πολυπλεγμένου σήματος DVB-H. Το συστατικό κλειδί του DVB-H στο δίκτυο είναι ο ενθυλακωτής IP όπου εφαρμόζονται το MPE των IP δεδομένων, το time slicing, και το MPE-FEC.

Μια άλλη δυνατότητα για τη κοινή χρήση του δικτύου είναι η χρήση της ιεραρχικής διαμόρφωσης DVB-T. Σε αυτή τη περίπτωση το MPEG-2 και οι υπηρεσίες IP του DVB-H θα έχουν τις δικές τους ανεξάρτητες εισαγωγές στο TS στους πομπούς DVB-T. Οι υπηρεσίες DVB-H θα χρησιμοποιούν το ρεύμα υψηλής προτεραιότητας, το οποίο θα προσφέρει αυξημένη ευρωστία σε σχέση με το ρεύμα χαμηλής προτεραιότητας που χρησιμοποιείται μετά για τις κανονικές υπηρεσίες ψηφιακής τηλεόρασης. (Μιχαήλ, 2007)

1.19 Χρόνοι κατανάλωσης ισχύος στο DVB-H

Ο δέκτης έχει συνήθως πέντε καταστάσεις ενέργειας.

Αυτές είναι : RF_ON mode, RF_OFF1 mode, RF_OFF2 mode, RF_OFF3 mode και Sleep mode.

Οι καταστάσεις αυτές περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα. Ο διαχειριστής ενέργειας του συστήματος είναι συνήθως βέλτιστος έτσι ώστε να τροφοδοτούνται και να ανανεώνονται μόνο οι απαραίτητες λειτουργίες. (ΜΕΤΑΞΑ, 2007)

Power mode	Περιγραφή
RF_ON	Το RF τμήμα είναι ενεργό και η αποδιαμόρφωση DVB-H είναι ενεργή. Λαμβάνεται το επιθυμητό timeslicingburst.
RF_OF F1	Το RF τμήμα είναι εκτός λειτουργίας. Ο υπολογισμός του MPE-FEC βρίσκεται σε εξέλιξη. Τα πακέτα IP χωρίς λάθη μπορούν να προωθούνται πριν τελειώσει ο υπολογισμός του MPE-FEC.
RF_OF F2	Ο υπολογισμός του MPE-FEC έχει τελειώσει. Ο δέκτης DVB-H τροφοδοτεί με δεδομένα την μηχανή εφαρμογής.
RF_OF F3	Η μεταφορά δεδομένων στην μηχανή εφαρμογής έχει τελειώσει. Ο δέκτης DVB-H περιμένει για το επόμενο burst.
SLEEP	Η εφαρμογή DVB-H δεν χρησιμοποιείται. Ο δέκτης DVB-H είναι σε κατάσταση 'ύπνου' περιμένοντας την εντολή ξυπνήματος.

ΣΧΗΜΑ 11 Καταστάσεις Ενέργειας Του Δέκτη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 1^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Το DVB-H αποτελεί ένα ψηφιακό πρότυπο για την μετάδοση του περιεχομένου σε μικρού μεγέθους συσκευές. Μπορεί να προσφέρει downstream κανάλι με υψηλό data-rate(Mbit/s) ως βελτίωση των δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Το κανάλι αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές ροής ήχου και εικόνας, σε files,σε downloading και πολλές άλλες υπηρεσίες. Ο στόχος του DVB-H είναι να υποστηρίξει κινητή λήψη και να κάνει δυνατή τη μεταφορά του δέκτη σε περιβάλλοντα ασυνήθιστα για τα μέχρι σήμερα επίγειας συστήματα εκπομπής. Το πρότυπο αυτό ορίζει στοιχεία στο φυσικό επίπεδο και στο επίπεδο ζεύξης. Χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο εξοικονόμησης ενέργειας βασισμένο στη μετάδοση υπηρεσιών με πολύπλεξη χρόνου. Η τεχνική αυτή ονομάζεται timeslicing. Επιπλέον το πρότυπο αυτό ορίζει ένα πρόσθετο δικτυακό mode(4k mode), προσφέροντας πρόσθετη ευελιξία στο σχεδιασμό SFN's και παρέχουν βελτιωμένο κανάλι σηματοδότησης. Το πρότυπο DVB-H δεν περιγράφεται από ένα μοναδικό κείμενο αλλά ορίζεται από προγενέστερα πρότυπα του ETSI. Κάποια από τα χαρακτηριστικά του DVB-H είναι : ο υψηλός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων, η ταυτόχρονη λήψη της πληροφορίας, η ικανοποίηση να εκτελούνται πολλές απαιτήσεις σε όγκο δεδομένων χωρίς να υπάρχει κίνδυνος κορεσμού στο δίκτυο. Ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα του DVB-H προτύπου είναι η περιορισμένη χωρητικότητα της μπαταρίας. Επιπλέον η συμβατότητα με το DVB-Ta αποτελεί πρόσθετο φορτίο για τα DVB-H τερματικά. Το DVB-H χρησιμοποιεί την τεχνική MPE για να εισάγει αυτοδύναμα πακέτα IP σε ροές MPEG TS. Έτσι τα δεδομένα μιας DVB-H υπηρεσίας μεταδίδονται στον ατμοσφαιρικό διάυλο με τη μορφή περιοδικών ριπών. Σε περίπτωση εισαγωγής υπηρεσιών IP (DVB-H) στο ρεύμα μετάδοσης με MPEG-2 (DVB-T) υπηρεσίες με πολυπλεξία έχει ως μειονέκτημα ότι προσθέτει επιπλέον delta jitter και αυξάνει την κατανάλωση ενέργειας στον δέκτη, καθώς και, δημιουργεί την απαίτηση στους last hosts πολυδέκτες για ομαλή επανεισαγωγή των PSI/SI συνόδων και διαχείριση του πίνακα INT. Ωστόσο ακόμα και με τους ήδη υπάρχοντες πολυδέκτες η αύξηση του delta jitter δεν δημιουργεί σημαντικά προβλήματα. Ένα από τα πιο ελκυστικά χαρακτηριστικά του DVB-H προτύπου είναι η δυνατότητα δημιουργίας ιεραρχικών δικτύων. Αυτά τα δίκτυα διαμοιράζουν το ίδιο RF διάυλο για δυο ανεξάρτητα σχήματα πολυπλεξίας. Το πρώτο προσδιορίζεται από τον αριθμό του τεταρτημρίου στο οποίο βρίσκεται ενώ το δεύτερο προσδιορίζεται από την θέση της κατάστασής του μέσα στο τεταρτημόριο. Η ιεραρχική διαμόρφωση επιτρέπει την μετάδοση δυο ρευμάτων με διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης και επίδοσης στο ίδιο RF κανάλι , ενώ στην μη ιεραρχική διαμόρφωση το άθροισμα των ρυθμών μετάδοσης των δυο ρευμάτων είναι ίσο με το ρυθμό μετάδοσης του ρεύματος

χρησιμοποιώντας την ίδια διαμόρφωση. Στο DVB-H, όπου οι υπηρεσίες μεταδίδονται με προστασία MPE-FEC σε ριπές έχουν οριστεί τα κριτήρια : FER και MFER. Το FER είναι ο λόγος των frames που περιέχουν κάποιο λάθος χωρίς να έχουν υποστεί διόρθωση από το MPE-FEC προς το συνολικό αριθμό frames ενώ το MFER είναι ο λόγος των frames τα οποία παρέμειναν λανθασμένα ακόμα και μετά τη διόρθωση MPE-FEC προς τα συνολικά frames. Τέλος, τα πλεονεκτήματα ενός δικτύου αποκλειστικά αφιερωμένου για μετάδοση DVB-H υπηρεσιών είναι ότι προσφέρει: την δυνατότητα για κλιμακωτή υποβάθμιση της ποιότητας υπηρεσίας, υποστήριξη για πολλούς τύπους συσκευών και format και επίσης την εκμετάλλευση του LP ρεύματος για την αναβάθμιση του περιεχομένου που μεταδίδεται στο HP ρεύμα. (ΜΕΤΑΞΑ, 2007)

Βιβλιογραφία 1^{ου} κεφαλαίου

1. ΜΕΤΑΞΑ, Γ. Ι.-Ε. (2007, Οκτώβριος). Μελέτη και σχεδιασμός δικτύου DVB-H στην Αθήνα. Αθήνα.
2. Μιχαήλ, Κ. (2007, ΙΟΥΝΙΟΣ). “Mobile TV”. ΑΘΗΝΑ.
3. Ιωάννης, Α. (2006). DVB(DVB-S,DVB-H,DVB-T,DVB-C). Αθήνα.
4. ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Κ. (2011 , ΜΑΪΟΣ). "Ψηφιακή Τηλεόραση – Πρωτόκολλο DVB-H" Digital TV – Protocol DVB-H. ΧΑΝΙΑ.
5. IEEE, P. O. (2006, JANUARY). DVB-H: Digital Broadcast Services to Handheld Devices.
6. Reimers, M. K. (2005, January). BROADCASTING TO HANDHELDS.
7. Masood, F. (n.d.). A STUDY ON DIGITAL VIDEO BROADCASTING TO A HANDHELD DEVICE (DVB-H), OPERATING IN UHF BAND. Pakistan.
8. wikipedia. (n.d.). DVB-H.
9. Charafeddine, Z. F. (2007, February-June). DVB-H antenna in a small handheld device. Aalborg University.
10. Nandagoban, A. (2011, 30 June). Simulation of video over DVB-H and QoE analyses. Paris.
11. Reimers, M. K. (2005, January). DVB-H the emerging standard for mobile data communication. Technische Universität Braunschweig.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

2.Multimedia Broadcast Multicast Services

2.1.Εισαγωγή – Ιστορική Αναδρομή

Multimedia Broadcast Multicast Services (MBMS) είναι ένα point-to-multipoint προδιαγραφής διεπαφή για τα υπάρχοντα και επερχόμενα 3GPP δίκτυα κινητής τηλεφωνίας , η οποία έχει σχεδιαστεί για να παρέχει αποτελεσματική παροχή της εκπομπής και multicast υπηρεσίες , τόσο στο εσωτερικό ενός κυττάρου, καθώς και εντός του δικτύου πυρήνα. Για μετάδοση σε πολλαπλά κελιά, ορίζει μετάδοση μέσω μονής συχνότητας δικτύου διαμορφώσεις. Στόχος της εφαρμογής είναι να περιλαμβάνουν κινητή τηλεόραση και τις ραδιοφωνικές εκπομπές, καθώς και την παράδοση του αρχείου και ειδοποιήσεις έκτακτης ανάγκης.

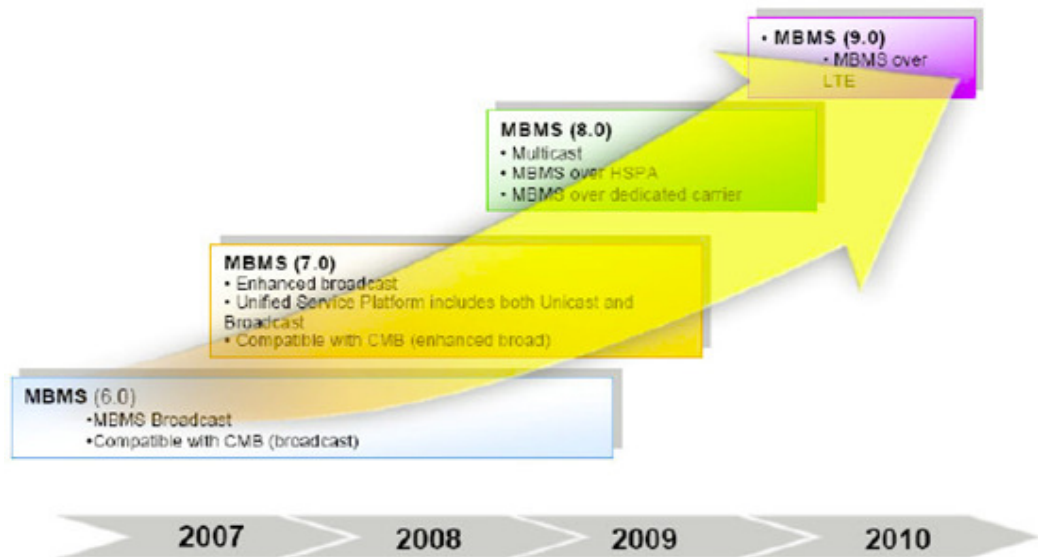
Υπάρχουσες υπηρεσίες πολυεκπομπής επιτρέπουν δεδομένα από μια πηγή δεδομένων να εκπέμπονται σε πολλαπλούς παραλήπτες. Αυτές οι υπηρεσίες αναμένεται να χρησιμοποιηθούν εκτεταμένα πάνω από ασύρματα δίκτυα προκαλώντας ανάγκη στο PLMN να τις υποστηρίξει. Το MBMS θα παρέχει αυτή τη δυνατότητα για τέτοιες υπηρεσίες που θα προσφέρονται διαμέσων παροχής υπηρεσιών (VASP).

Η υπηρεσία MBMS είναι κτισμένη στα ήδη υπάρχοντα ασύρματα 3^{ης} γενιάς δίκτυα UMTS, πετυχαίνει το ίδιο επίπεδο κάλυψης με άλλες υπηρεσίες όπως DVB-H και DMB. Προσφέρει περισσότερο έλεγχο στην εκπομπή πληροφορίας πολυμέσων σε σύγκρισή με το DVB-H και δεν χρειάζεται επιπλέον συχνότητες (ράδιο φάσμα). Συνεπώς δεν υπάρχει ανάγκη για έγκριση αδειών νέου φάσματος και κατασκευής ή αναβάθμισης των πυλώνων ράδιο εκπομπής. Η έρευνα για αποδοτικότερη λειτουργία της υπηρεσίας MBMS θα την κάνει ελκυστικότερη στους χειριστές ασύρματων δικτύων. (Αντρέας, 2006)

Το MBMS είναι μονό κατευθυνόμενη υπηρεσία μετάδοσης σημάτων από ένα σημείο προς πολλά σημεία πρόσβασης. Τέτοια ώστε να μεταφέρει δεδομένα που εκπέμπονται από μια πηγή πληροφορίας σε πολλούς παραλήπτες. Το MBMS επιτρέπει σε εφαρμογές IP πολυμέσου υποσυστήματος (IMS), που εκτελούνται σε ένα εξυπηρετητή, να αποστέλλουν δεδομένα πολυμέσων στο σύνολο των IMS χρηστών χρησιμοποιώντας τα σημεία πρόσβασης του.

Κατά συνέπεια, η υπηρεσία MBMS είναι μία point-to-multipoint υπηρεσία μονής κατεύθυνσης (από τον εξυπηρετητή προς τους χρήστες), η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως broadcast ή ως multicast.

Η Εικόνα 12 απεικονίζει γραφικά το χρονοδιάγραμμα εξέλιξης της MBMS υπηρεσίας στα διαδοχικά πρότυπα του 3GPP standard. Από την εικόνα παρατηρείται ότι η 3GPP θεωρεί την MBMS υπηρεσία κρίσιμη για την εξέλιξη των κινητών δικτύων επόμενης γενιάς, αφού αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι τόσο του HSPA (Release 8) όσο και του μελλοντικού LTE (Release 8). Πιο συγκεκριμένα, όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 12, η μετάδοση «MBMS over HSPA» και «MBMS over LTE» αποτελεί μέρος των εκδόσεων 8.0 και 9.0 του MBMS προτύπου.



ΣΧΗΜΑ 12.Εξέλιξη της MBMS υπηρεσίας

2.2.ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ MBMS

Η 3GPP έχει ορίσει δύο τρόπους λειτουργίας του MBMS, με τους οποίους παρέχει τις υπηρεσίες του:

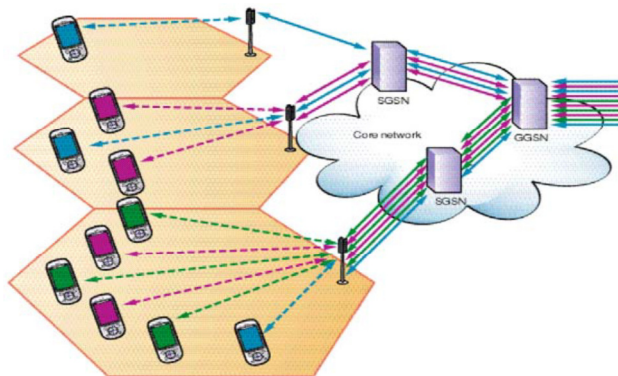
- πανεκπομπή (broadcast)
- πολυεκπομπή (multicast)

Για να παρέχει τις υπάρχουσες λειτουργικές οντότητες υπηρεσιών φορέων MBMS, GGSN, SGSN, RNC/BSC, εκτελεί διάφορες σχετικές με το MBMS λειτουργίες και διαδικασίες, μερικές από τις οποίες είναι συγκεκριμένες για MBMS. Μια συγκεκριμένη λειτουργική οντότητα MBMS είναι το πολλαπλής διανομής κέντρο υπηρεσιών ραδιοφωνικής μετάδοσης (BM-SC) το οποίο υποστηρίζει τις διάφορες συγκεκριμένες υπηρεσίες υπηρεσιών χρηστών MBMS όπως παροχή και παράδοση.

Το BM-SC παρέχει τις λειτουργίες για την παροχή υπηρεσιών χρηστών MBMS. Μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα σημείο εισόδων για τις ικανοποιημένες μεταδόσεις προμηθευτών MBMS, που χρησιμοποιούνται για να εγκρίνουν και να αρχίσουν τις υπηρεσίες φορέων MBMS μέσα στο PLMN και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προγραμματίσει και να παραδώσει τις μεταδόσεις MBMS. Το BM-SC είναι μια λειτουργική οντότητα, η οποία πρέπει να υπάρξει για κάθε υπηρεσία χρηστών MBMS. Αποτελείται από πέντε υπό-λειτουργίες:

- Λειτουργία ιδιότητας μέλους
- Σύνοδος και λειτουργία μετάδοσης
- Λειτουργία πληρεξούσιου και μεταφορών
- Λειτουργία ανακοίνωσης υπηρεσιών
- Λειτουργία ασφάλειας.

2.3 Παροχή υπηρεσιών MBMS



ΣΧΗΜΑ 13. Παροχή υπηρεσιών MBMS

2.3.1 Πανεκπομπή

Η λειτουργία broadcast είναι μία μονής κατεύθυνσης μετάδοση point-to-multipoint. Η μετάδοση αυτή ξεκινά από έναν εξυπηρετητή και κατευθύνεται προς όλους τους χρήστες της περιοχής εξυπηρέτησης. Το περιεχόμενο της μετάδοσης είναι πολυμεσικά δεδομένα, δηλαδή κείμενο, εικόνα, ήχος και video. Ο σκοπός της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι η αποδοτική χρήση των ασύρματων πόρων και γενικότερα των πόρων του δικτύου. Για το λόγο αυτό, η μετάδοση των δεδομένων γίνεται μέσω ενός κοινού ασύρματου καναλιού. Ένα άλλο χαρακτηριστικό της λειτουργίας broadcast είναι ότι εμφανίζει κάποια χαρακτηριστικά προσαρμοστικότητας. Για την ακρίβεια, το δίκτυο έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλει το ρυθμό μετάδοσης ανάλογα με τη διαθεσιμότητα ασύρματων πόρων. Ένα παράδειγμα υπηρεσίας που μπορεί να χρησιμοποιήσει τη λειτουργία broadcast είναι οι διαφημίσεις ή ένα μήνυμα καλωσορίσματος στο δίκτυο. Όλοι οι χρήστες του δικτύου θα μπορούν να λαμβάνουν χωρίς χρέωση τέτοιου είδους μηνύματα. Όμως, επειδή είναι πιθανό να υπάρχουν χρήστες του δικτύου που δεν επιθυμούν τη λήψη σχετικών μηνυμάτων, θα υπάρχει η δυνατότητα για ενεργοποίηση και απενεργοποίηση αυτής της υπηρεσίας broadcast. Κατά συνέπεια, ένα σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι, για τη λειτουργία broadcast του MBMS, δεν απαιτείται συνδρομή στην υπηρεσία. Αντίθετα, όπως θα δούμε στην επόμενη παράγραφο, αυτή η διαδικασία απαιτείται για τη λειτουργία multicast.

2.3.2. Πολυεκπομπή

Η λειτουργία multicast είναι μία μονής κατεύθυνσης μετάδοση πολυμεσικών δεδομένων, point-to-multipoint. Η μετάδοση αυτή ξεκινά από έναν εξυπηρετητή και κατευθύνεται προς ένα multicast group μίας περιοχής εξυπηρέτησης. Όπως και στη λειτουργία broadcast, στόχος της λειτουργίας multicast είναι η αποδοτική χρήση των πόρων του δικτύου. Επίσης, η συγκεκριμένη λειτουργία παρουσιάζει προσαρμοστικότητα μεταβάλλοντας το ρυθμό μετάδοσης ανάλογα με τη διαθεσιμότητα ασύρματων πόρων στο UTRAN. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της λειτουργίας multicast είναι η δυνατότητα που δίνεται στο δίκτυο να επιλέγει συγκεκριμένες κυψέλες στις οποίες θα μεταδοθεί η πληροφορία. Φυσικά, η πληροφορία θα απευθύνεται στους χρήστες που βρίσκονται στην κυψέλη και οι οποίοι ανήκουν σε ένα multicast group. Αντίθετα με τη λειτουργία broadcast, η λειτουργία multicast απαιτεί μία διαδικασία εγγραφής (Subscription) στο multicast group. Στη συνέχεια, ο χρήστης μπορεί να συμμετάσχει (joining) στο συγκεκριμένο group. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι, αντίθετα με τις υπηρεσίες broadcast, στο μεγαλύτερο ποσοστό των υπηρεσιών multicast, αναμένεται να περιλαμβάνεται χρέωση για το χρήστη.

2.4 MBMS στο LTE

Μια αρχική απαίτηση κατά το σχεδιασμό του LTE ήταν να στηρίζεται μια πιο βελτιωμένη έκδοση του MBMS σε σχέση με το UMTS Release 6. Οι στόχοι που περιλαμβάνονται στην αποτελεσματικότητα του φάσματος σε μια κυψέλη σε αστικό ή προαστιακό περιβάλλον του 1 bps / Hz - που ισοδυναμεί με την υποστήριξη τουλάχιστον 16 καναλιών γύρω στα 300 kbps ανά κανάλι σε έναν μεταφορέα 5 MHz. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο αξιοποιώντας τα ειδικά χαρακτηριστικά της LTE OFDM διεπαφής. Επίσης, η εμπειρία του χρήστη δεν καθορίζεται απλώς από το ρυθμό των δεδομένων που έχει επιτευχθεί, αλλά και από άλλους παράγοντες όπως ο χρόνος διακοπής όταν αλλάζουν τα κανάλια. Αυτό έχει επιπτώσεις για το σχεδιασμό της σηματοδότησης ελέγχου MBMS, το οποίο έχει επίσης επανασχεδιαστεί για το LTE.

2.4.1.SFN MBMS (Single Fequency Network)

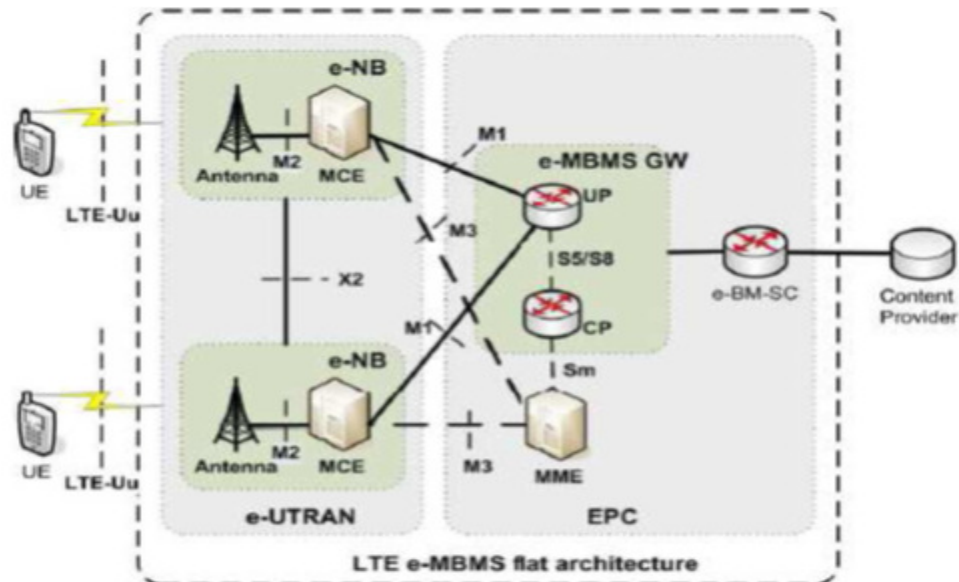
Σε MBSFN λειτουργία, τα MBMS δεδομένα μεταδίδονται ταυτόχρονα πάνω από τον αέρα από πολλαπλές χρονικές συγχρονισμένες κυψέλες. Μια ομάδα από αυτές τις κυψέλες έχουν ως στόχο να λαμβάνουν τα εκπεμπόμενα MBSFN στοιχεία που αποτελούν τη λεγόμενη MBSFN περιοχή. Όλα τα κελιά σε μια περιοχή MBSFN συμβάλλουν στην MBSFN εκπομπή. Ο τρόπος μετάδοσης MBSFN οδηγεί σε σημαντικές βελτιώσεις την φασματική απόδοση σε σύγκριση με το Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) MBMS, καθώς η μετάδοση MBSFN βελτιώνει σημαντικά το σήμα σε Signal to Interference Noise Ratio (SINR). Αυτό είναι εξαιρετικά επωφελής, όπου οι μεταδόσεις μεταφράζονται σε χρήσιμη ενέργεια σήματος και ως εκ τούτου η ισχύς του σήματος που ελήφθη είναι αυξημένη, ενώ, την ίδια στιγμή η ισχύς παρεμβολής είναι μειωμένη αισθητά. Σε γενικές γραμμές η MBSFN προσφέρει καλύτερες επιδόσεις σε σύγκριση με τις κλασικές και μονοκύτταρες point-to-point (PTP) ή point-to-multipoint (PTM) μεταδόσεις. Επιπλέον, η απόδοση της μετάδοσης MBSFN εξαρτάται από τον αριθμό των κυψελών που εκπέμπουν στην MBSFN υπηρεσίας. Συγκεκριμένα, έχει αποδειχθεί ότι οι MBSFN επιδόσεις αυξάνονται δραματικά, όταν εκτός από τις κυψέλες που περιέχουν χρήστες, τα γειτονικά κύτταρα συνδράμουν επίσης κατά τη μετάδοση MBSFN.

2.5. ΕΙΔΗ MBMS

2.5.1e-MBMS

Στο πλαίσιο του Long Term Evolution των συστημάτων 3G το MBMS θα εξελιχθεί στο e-MBMS. Το LTE e-MBMS στοχεύει στην παροχή broadcast και multicast υπηρεσιών που συνδυάζουν την ευελιξία και την υψηλή αποδοτικότητα στην πληρότητα του φάσματος. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω της αύξησης της απόδοσης της διεπαφής αέρα που θα περιλαμβάνει νέο σύστημα μετάδοσης που ονομάζεται Multimedia Broadcast multicast service over a Single Frequency Network (MBSFN). Μέσα στο e-UTRAN (evolved UTRA Network), το e-NBS (evolved Node B ή σταθμό βάσης), είναι οι συλλέκτες των πληροφοριών που πρέπει να διαβιβάζουν στους χρήστες μέσω της διεπαφής αέρος. Η MCE (Multi-cell/multicast Coordination Entity) συντονίζει την διαβίβαση των συγχρονισμένων σημάτων από

διαφορετικά κελιά (e-NBS). Το MCE είναι υπεύθυνο για την κατανομή των ίδιων ραδιοπόρων, που χρησιμοποιούνται από όλους τους e-NBS στον τομέα MBSFN για ολυκυψελωτές MBMS μεταδόσεις. Εκτός από την κατανομή ραδιοπόρων του χρόνου /συχνοτήτων, το MCE είναι επίσης υπεύθυνο για την ράδιο διαμόρφωση π.χ. επιλογή της διαμόρφωσης και σχήματος κωδικοποίησης.

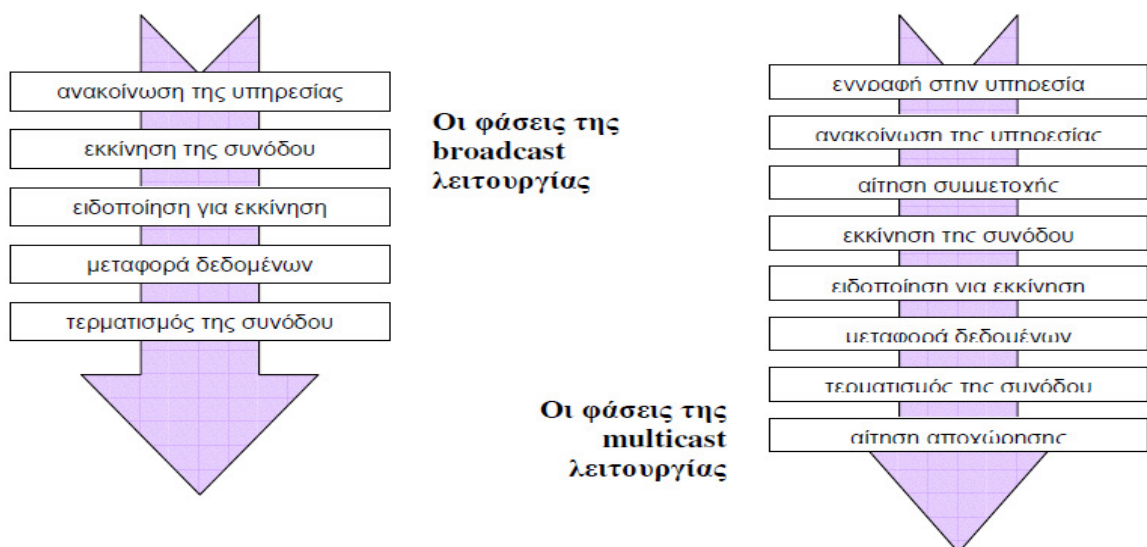


ΣΧΗΜΑ 14. Αρχιτεκτονική του MBMS

Το e-MBMSGW (e-MBMS Gateway) είναι φυσικά τοποθετημένο μεταξύ του e-BM-SC και e-NBS και η αρχή λειτουργίας είναι να προωθήσει τα πακέτα MBMS σε κάθε e-NB μετάδοσης της υπηρεσίας. Επιπλέον, το e-MBMSGW εκτελεί MBMS Συνεδρία Ελέγχου Σηματοδοσίας (Session start/ stop) για το e-UTRAN μέσω MME (Mobility Management Entity). Το e-MBMS GW χωρίζεται σε δύο τομείς. Το πρώτο είναι που σχετίζονται με τον έλεγχο επιπέδου, ενώ το άλλο έχει σχέση με τον επίπεδο χρήστη. Ομοίως, δύο διαφορετικές διεπαφές έχουν οριστεί μεταξύ e-MBMS GW και e-UTRAN δηλαδή M1 για το userplane και M3 για controlplane. Η M1 διεπαφή κάνει χρήση του πρωτοκόλλου IP multicast για την παράδοση των πακέτων στο e-NBS. Η M3 διεπαφή υποστηρίζει τον έλεγχο συνόδου MBMS σηματοδότησης, π.χ. για έναρξης περιόδου λειτουργίας και τερματισμού.

2.6. ΟΙ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ MBMS

Στην παρούσα παράγραφο θα περιγραφούν αναλυτικά οι φάσεις της παροχής της υπηρεσίας MBMS. Η Εικόνα 15 απεικονίζει σχηματικά τις φάσεις της broadcast λειτουργίας και τις αντίστοιχες φάσεις για τη multicast λειτουργία. Η κατεύθυνση του διανύσματος συμβολίζει τη χρονική αλληλουχία, αν και ενδέχεται ορισμένες φάσεις να επαναλαμβάνονται κατά τη διάρκεια μιας MBMS συνόδου. Όπως φαίνεται από τις εικόνες, οι φάσεις για τις δύο λειτουργίες (broadcast και multicast) διαφέρουν μεταξύ τους. Για την ακρίβεια, οι φάσεις της λειτουργίας multicast είναι υπερσύνολο των φάσεων της λειτουργίας broadcast. Επιγραμματικά, οι οκτώ διαφορετικές φάσεις που εμφανίζονται κατά την παροχή της υπηρεσίας MBMS είναι: η Subscription (εγγραφή στην υπηρεσία), η Service Announcement (ανακοίνωση της υπηρεσίας), η Joining (αίτηση συμμετοχής), η Session Start (εκκίνηση της συνόδου), η MBMS Notification (ειδοποίηση για εκκίνηση), η Data Transfer (μεταφορά δεδομένων), η Session Stop (τερματισμός της συνόδου) και η Leaving (αίτηση αποχώρησης). (Αντρέας, 2006)



ΣΧΗΜΑ 15. Οι φάσεις της υπηρεσίας MBMS

2.6.1. Εγγραφή (Subscription)

Καθιερώνει τη σχέση μεταξύ του χρήστη και του παροχέα υπηρεσιών, η οποία επιτρέπει στο χρήστη να λάβει τη σχετική υπηρεσία MBMS. Η συνδρομή υπηρεσιών είναι η συμφωνία ενός χρήστη για να λάβει την υπηρεσία(ες) που προσφέρεται από το χειριστή. Οι πληροφορίες συνδρομής καταγράφονται στο BM-SC.

2.6.2. Ανακοίνωση Υπηρεσιών

Οι μηχανισμοί ανακοίνωσης/ανακαλύψεων υπηρεσιών χρηστών MBMS θα επιτρέψουν στους χρήστες να ζητήσουν ή να ενημερωθούν για τη σωρεία των διαθέσιμων υπηρεσιών χρηστών MBMS. Αυτό περιλαμβάνει τις συγκεκριμένες υπηρεσίες χρηστών MBMS χειριστών καθώς επίσης υπηρεσίες από προμηθευτές έξω από το PLMN. Η ανακοίνωση υπηρεσιών χρησιμοποιείται για να διανείμει στους χρήστες τις πληροφορίες για την υπηρεσία, τις παραμέτρους που απαιτούνται για την ενεργοποίηση υπηρεσιών (π.χ. διεύθυνση πολυεκπομπής IP) και ενδεχομένως άλλες σχετικές με την υπηρεσία παραμέτρους (π.χ. χρόνος έναρξης υπηρεσιών). Οι χειριστές/φορείς παροχής υπηρεσιών μπορούν να εξετάσουν διάφορους μηχανισμούς ανακαλύψεων υπηρεσιών. Αυτό θα μπορούσε να περιλάβει τους τυποποιημένους μηχανισμούς όπως SMS, ή ανάλογα με την ικανότητα του τερματικού, εφαρμογές που ενθαρρύνουν την ερώτηση χρηστών. Η μέθοδος που επιλέγεται για να ενημερώσει τους χρήστες για τις υπηρεσίες χρηστών MBMS στις προσομοιώσεις είναι η μέθοδος που χρησιμοποιεί ο παροχέας της.

2.6.3. Ένωση συνόδου

Η ένωση εισόδου είναι η διαδικασία από την οποία ένας συνδρομητής προσχωρεί σε μια ομάδα πολυεκπομπής, δηλ. ο χρήστης δείχνει στο δίκτυο ότι θέλει να λάβει τα δεδομένα πολυεκπομπής μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας φορέων MBMS. Μια υπηρεσία χρηστών MBMS μπορεί επίσης να διαχειρίζεται από μία ή περισσότερες υπηρεσίες φορέων MBMS αλλά αυτό δεν υλοποιείται στις προσομοιώσεις.

2.6.4. Έναρξη συνόδου

Η έναρξη συνόδου είναι το σημείο στο οποίο το BM-SC αναμένεται να στείλει δεδομένα. Η έναρξη συνόδου μπορεί να εμφανίζεται ανεξάρτητα από την ενεργοποίηση της υπηρεσίας από το χρήστη - δηλ. ένας δεδομένος χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει την υπηρεσία πριν ή μετά από την έναρξη της συνόδου. Στις προσομοιώσεις η έναρξη συνόδου είναι η ώθηση για την καθιέρωση των πόρων φορέων για τη μεταφορά δεδομένων MBMS, θεωρώντας ότι ο χρήστης έχει ήδη ενεργοποιήσει την υπηρεσία.

2.6.5. MBMS notification και μεταφορά δεδομένων

Ενημερώνει τα UEs για προσεχή (και ενδεχομένως για τρέχοντα) δεδομένα πολυεκπομπής MBMS. Η μεταφορά δεδομένων σηματοδοτεί τη χρονική στιγμή που τα δεδομένα αποστέλλονται στα UE.

2.6.6. Στάση συνόδου

Είναι το σημείο στο οποίο το BM-SC καθορίζει ότι δεν θα υπάρξουν άλλα δεδομένα για αποστολή για κάποια χρονική περίοδο - η χρονική περίοδος είναι όση χρειάζεται για να δικαιολογηθεί η αφαίρεση των πόρων φορέων που συνδέονται με τη σύνοδο. Στη στάση συνόδου, οι πόροι φορέων απελευθερώνονται.

2.6.7. Έξοδος

Η αναχώρηση (δηλ. απενεργοποίηση από το χρήστη) είναι η διαδικασία από την οποία ένας συνδρομητής αφήνει την ομάδα πολυεκπομπής που είναι μέλος επειδή δεν θέλει να λαμβάνει πλέον δεδομένα τις ομάδας αυτής.

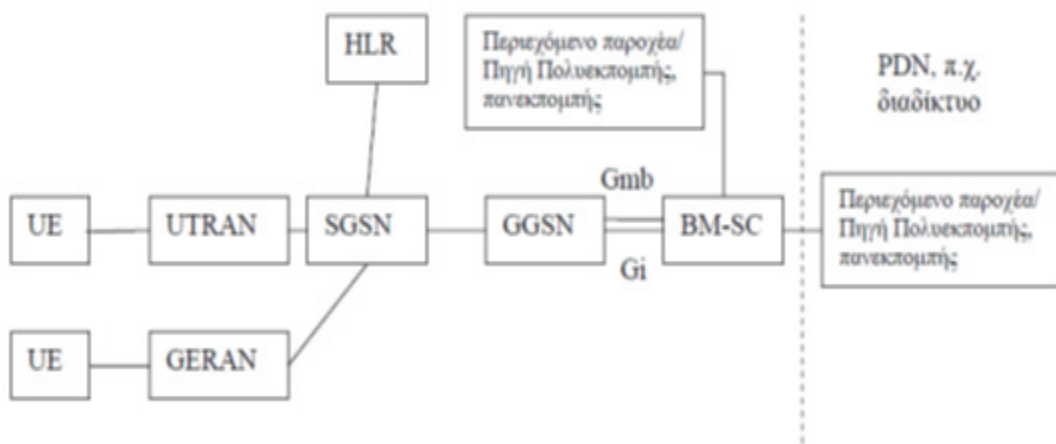
2.7. Αρχιτεκτονική Συστήματος MBMS

Η αρχιτεκτονική του MBMS ενεργοποιεί την αποδοτική χρήση των πόρων του ράδιο δικτύου και του δικτύου κορμού (CN) με έμφαση στη ράδιο διεπαφή. Οι υπάρχουσες λειτουργικές οντότητες (GGSN, SGSN, UTRAN, GERAN and UE) στο πεδίο μετατροπής πακέτων (packet switching) ενισχύονται για να παρέχουν την υπηρεσία κομιστή (bearer) του MBMS.

Το bearer service, προωθεί τα πακέτα IP multicast στο UE χρησιμοποιώντας το Gi με μία συγκεκριμένη ποιότητα υπηρεσίας. Στο πεδίο ελέγχου (controlplane) η υπηρεσία προσφέρει μηχανισμούς για:

- διαχείριση της ενεργοποίησης υπηρεσία κομιστή (bearer) για τον εξοπλισμό χρήστη (UE) του MBMS υπό λειτουργία πολυεκπομπής.
- αποφάσεις έγκρισης μεταφοράς στην υπηρεσία χρηστών MBMS (δηλ. στο BM-SC) (στην περίπτωση της πολυεκπομπής).
- παροχή του ελέγχου της έναρξης/τερματισμού συνόδου από τους πόρους φορέων υπηρεσιών και διαχείρισης χρηστών MBMS για τη διανομή των στοιχείων MBMS (σε multicast και broadcast).

Μια υπηρεσία φορέων MBMS προσδιορίζεται από μια πολλαπλής διανομής διεύθυνση IP και ένα προσδιοριστικό δικτύων APN (Access Point Name). Το όριο της υπηρεσίας φορέων MBMS είναι τα σημεία αναφοράς Gmb και Gi όπως φαίνεται στο σχήμα 15 παρακάτω. Το πρώτο παρέχει την πρόσβαση στις λειτουργίες πεδίου ελέγχου και το τελευταίο στο πεδίο φορέων. Το πολλαπλής διανομής κέντρο υπηρεσιών ραδιοφωνικής μετάδοσης (BM-SC) παρέχει ένα σύνολο λειτουργιών για τις υπηρεσίες χρηστών MBMS. Οι λειτουργίες του BM-SC για τις διαφορετικές υπηρεσίες χρηστών MBMS μπορούν να υποστηριχθούν από τα ίδια ή διαφορετικά φυσικά στοιχεία δικτύων.



ΣΧΗΜΑ 16 Οντότητες δικτύου

Στο σχήμα 16 παρουσιάζονται η οντότητες δικτύου που χρησιμοποιούνται από την υπηρεσία MBMS για εξυπηρέτηση του πελάτη.

Τα κύρια σημεία που αναφέρονται στη 3GPP ότι θα υποστηρίζονται είναι:

- Εξωτερικές πηγές σε IP multicast και IP unicast δεδομένων και για τις δύο λειτουργίες (mode) του MBMS.
- Διαλειτουργικό με το IETF IP Multicast και υποστήριξη των διευθύνσεων του.
- Υποστήριξη πολλαπλών επίπεδων ποιότητας υπηρεσιών.

2.8.Αποδοτικό Power Control στο MBMS

Σε περιβάλλοντα MBMS για αποδοτικότερη λειτουργία του ελέγχου ισχύος χρησιμοποιούμε μηχανισμούς όπως είναι η μέτρηση UE (UE Counting) και αλγόριθμους όπως είναι η μέτρηση ισχύος (Power Counting).

Το PC (Power Control) είναι ο μηχανισμός που ευθύνεται για την διατήρηση των σημάτων παρεμβολής στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο. Το PC διατηρεί το ποσοστό των απορριφθέντων κλήσεων σε αποδεκτά όρια διαβεβαιώνοντας ένα αποδεκτό επίπεδο ποιότητας υπηρεσίας. Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις στις πιο πάνω ενότητες για τα κανάλια του UTRAN και την υπηρεσία MBMS, συμπεραίνουμε ότι η υποστήριξη PC (power control) σε ένα κανάλι είναι σημαντική για την διασφάλιση της επιθυμητής ποιότητας σε streaming εφαρμογές.

Μπορούμε να αναπτύξουμε μηχανισμούς, οι οποίοι θα χρησιμοποιούν τον αριθμό των χρηστών και την ισχύ της κυψελίδας ασύρματης κάλυψης, για επιλογή του καταλληλότερου καναλιού επικοινωνίας πάνω από το οποίο θα αποστέλλουμε δεδομένα μίας streaming εφαρμογής. Μελετώντας τη γενική λειτουργία streaming εφαρμογών, παρατηρούμε ότι η αποστολή δεδομένων είναι πολύ μεγαλύτερη στο DL ενός καναλιού. Θεωρούμε πάντα υπηρεσίες MBMS για τη διεκπεραίωση streaming εφαρμογών όπου οι χρήστες θέλουν να λαμβάνουν δεδομένα της υπηρεσίας. Αφού όλοι οι χρήστες θέλουν να λαμβάνουν τα δεδομένα της ίδιας υπηρεσίας δημιουργείται σαφώς η ανάγκη χρήσης ενός κοινού καναλιού επικοινωνίας. Δηλαδή πολυεκπομπή (multicasting) πάνω στη ράδιο επαφή του ασύρματου/κινητού δικτύου. Το δίκτυο προσφέρει τρία κανάλια μεταφοράς δεδομένων. Το DCH, FACH και το DSCH.

Στο UMTS WCDMA downlink, το Node B έχει περιορισμένη ισχύ μετάδοσης και περιορισμένο αριθμό από ορθογώνιους κώδικες καναλιών διαθέσιμους. Η σωστή διαχείριση των δύο αυτών πόρων είναι κρίσιμη και πολύ σημαντική. Τυπικά χρησιμοποιείται κανάλι DCH για μεταφορά των δεδομένων του χρήστη. Κάθε DCH κανάλι έχει το δικό του OSVF κωδικό που ανταποκρίνεται σε ένα κατάλληλο spreading factor ο οποίος συνήθως ορίζεται για όλη τη διάρκεια μιας σύνδεσης. Όμως αν ο αριθμός των χρηστών που ζητούν DCH γίνει μεγάλος τότε, ειδικότερα για μικρά spreading factors, δημιουργείται έλλειψη κωδικών με αποτέλεσμα να υπάρχει πιθανότητα κάποιοι χρήστες να φραγούν. Για υπηρεσίες οι οποίες

έχουν ογκώδης κυκλοφορία, η χρήση DCH καναλιού για όλη τη διάρκεια μιας σύνδεσης συνεπάγεται σπατάλη πόρων που υποβαθμίζει την απόδοση του συστήματος και αυξάνει τη φραγή κλήσεων.

Μια καλύτερη προσέγγιση στο πρόβλημα έλλειψης αυτών των κωδικών είναι να αναθέσουμε τον ίδιο κωδικό καναλιού σε διάφορους χρήστες πακέτων δεδομένων και να εκμεταλλευτούμε τα χαρακτηριστικά της ογκώδης κυκλοφορίας τους έτσι ώστε να εξυπηρετήσουμε αποδοτικότερα τους χρήστες.

Το κανάλι DSCH μας προμηθεύει με ένα αποδοτικότερο τρόπο διαμοιρασμού της ισχύς και των κωδικών, υπερβαίνοντας την έλλειψη και βελτιώνοντας την χωρητικότητα και την απόδοση του συστήματος. Στο DSCH βάζουμε με χρονοπρογραμματισμό πολλούς χρήστες πάνω στο ίδιο φυσικό κανάλι. Συνεπώς το DSCH προσφέρει σε πολλούς χρήστες που χαρακτηρίζονται από χαμηλή δραστηριότητα και λήψη ογκώδης κυκλοφορίας να διαμοιράζονται ένα κανάλι μεγάλου ρυθμού μετάδοσης με κοινό κωδικό καναλιού σε χαμηλά spread factors.

Εντούτοις παρατηρήσαμε ότι το FACH κανάλι αποστέλλει ένα πακέτο μόνο μία φορά προς τα UEs εξοικονομώντας εύρος ζώνης στη κυψελίδα ασύρματης κάλυψης. Στο FACH όμως η ισχύ μετάδοσης είναι όση χρειάζεται για αποστολή του μέχρι την άκρη της κυψελίδας ασύρματης κάλυψης. Όποτε σε περίπτωση που τα UEs βρίσκονται κοντά στο Node B γίνεται σπατάλη ισχύος. Εάν χρησιμοποιήσουμε DCH κανάλι για κάθε UE τότε η ισχύς μετάδοσης είναι μόνο η αναγκαία.

2.9. Μέτρηση UE

Ο μηχανισμός μέτρησης UE αντιμετωπίζει το πρόβλημα της σπατάλης ισχύος και περιορισμού της χωρητικότητας μιας κυψελίδας ασύρματης κάλυψης, που δημιουργείται χρησιμοποιώντας FACH με εναλλαγή του καναλιού δυναμικά.

Η εναλλαγή του καναλιού γίνεται βάση της ποσότητας των UEs στη κυψελίδα ασύρματης κάλυψης. Γι αυτό το σκοπό χρησιμοποιείται ένα όριο στον αριθμό χρηστών στη κυψελίδα ασύρματης κάλυψης. Τα UEs στη κυψελίδα ασύρματης κάλυψης ξεκινούν χρησιμοποιώντας DCH κανάλι και όταν ξεπεραστεί το όριο κατά μία υστέρηση τότε γίνεται η αλλαγή του καναλιού σε FACH. Αντιστρόφως όταν φύγουν κάποια UEs από τη κυψελίδα ασύρματης

κάλυψης τότε γίνεται εναλλαγή από FACH σε DCH. Η χρήση της υστέρησης εξυπηρετεί στην αποφυγή φαινομένων ring-pong, εναλλαγών από το ένα κανάλι.

Αν και το Node B γνωρίζει ακριβώς την ισχύ εκπομπής για κάθε χρήστη το RNC δεν έχει αυτή τη πληροφορία και έτσι πρέπει να γνωρίζει πόσες point to point συνδέσεις αντιστοιχούν με μία point to multipoint σύνδεση σε ισχύ . Δεν υπάρχει μοναδικό όριο αλλά εξαρτάται από το σενάριο και το transmission time interval. (Αντρέας, 2006)

2.10. Μέτρηση ισχύος

Ο αλγόριθμος μέτρησης ισχύος αποτελεί βελτιστοποίηση του μηχανισμού μέτρησης UE. Για εναλλαγή του καναλιού δεν λαμβάνεται υπόψη ο αριθμός των χρηστών αλλά η ισχύς που θα επικρατεί στο κελί εάν τοποθετηθεί ο επόμενος χρήστης σε κανάλι FACH ή DCH, ανάλογα με το τρέχον κανάλι που μπορεί να είναι FACH ή DCH

2.11. MBMS session state

Το MBMS session state του RNC process modeler περιλαμβάνει κυρίως το Radio Access Network Application Part (RANAP) για την υπηρεσία MBMS. Το RANAP χρησιμοποιείται σε ένα UMTS σύστημα πάνω από τη διεπαφή Iu και είναι υπεύθυνο για τη σηματοδότηση μεταξύ του CN και του RNC συμπεριλαμβανομένης και της εγκατάστασης των Radio Access Bearers (RAB).

Η λειτουργίες που υλοποιούνται στη κατάσταση MBMS session state είναι [6]:

- UMTS MBMS RANAP UE LINKING REQUEST
- UMTS MBMS RANAP UE DE-LINKING REQUEST
- UMTS MBMS RANAP SESSION STOP
- UMTS MBMS RANAP SESSION START
- UMTS MBMS RNC RB SETUP COMPLETE
- UMTS MBMS RNC RB RELEASE COMPLETE

2.12. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ MBMS.

Η χρήση της υπηρεσίας MBMS σε ένα δίκτυο εισάγει νέες προκλήσεις σχετικά με την ασφάλεια των επικοινωνιών. Εκτός από τη μόνιμη απειλή των υποκλοπών, η οποία ενυπάρχει στις παραδοσιακές point-to-point υπηρεσίες, δημιουργούνται νέες απειλές ασφάλειας. Για την ακρίβεια, είναι πιθανό το ενδεχόμενο ορισμένοι έγκυροι συνδρομητές να παρακάμψουν διαδικασίες ασφάλειας, καταπατώντας τα δικαιώματα ιδιωτικού απορρήτου και εμπιστευτικότητας των τηλεπικοινωνιών των υπολοίπων συνδρομητών του multicast group. Ένα σχετικό παράδειγμα είναι η διάχυση των κλειδιών αποκρυπτογράφησης από έγκυρους συνδρομητές. Σε μία τέτοια περίπτωση, δίνεται η δυνατότητα σε χρήστες που δεν ανήκουν στο multicast group, να προσπελάσουν δεδομένα που παρέχει η υπηρεσία. Αντιμετωπίζοντας αυτή την απειλή, το σύστημα θα πρέπει να ανανεώνει συχνά τα κλειδιά αποκρυπτογράφησης ώστε αυτά να μην μπορούν να προβλεφθούν από τους συνδρομητές. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη θέματα αποδοτικής χρήσης των ασύρματων πόρων. Οι επιθέσεις που μπορούν να απειλήσουν την ασφάλεια της υπηρεσίας MBMS, μπορούν να εκδηλωθούν σε διάφορα σημεία του δικτύου. Όμως, υπάρχουν κάποια σημεία του δικτύου τα οποία είναι πιο «ευαίσθητα» σε επιθέσεις. Όσον αφορά στις πιθανές απειλές, αυτές μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Λήψη δεδομένων από χρήστες εκτός multicast group:** Πρόκειται για μία επίθεση κατά την οποία χρήστες που δεν ανήκουν σε κάποιο multicast group, λαμβάνουν δεδομένα που απευθύνονται σε αυτό. Αυτό μπορεί να γίνει είτε μέσω υποκλοπών είτε μέσω της διάδοσης των κλειδιών αποκρυπτογράφησης. Υπάρχουν πολλοί πιθανοί τρόποι μέσω των οποίων τα κλειδιά αυτά μπορούν να φτάσουν στους κακόβουλους χρήστες. Για παράδειγμα, κάποιο έγκυρο μέλος του group μπορεί να εντοπίσει και να αποκαλύψει τα δικά του κλειδιά ή κάποιος κακόβουλος χρήστης μπορεί να διαθέτει κλειδιά από πρόσφατη συμμετοχή στο group.
- **Αλλοίωση της ακεραιότητας των δεδομένων:** Κατά το ενδεχόμενο αυτό, σε κάποια διεπαφή του δικτύου (ασύρματη ή ενσύρματη) υπάρχει τροποποίηση του περιεχομένου που μεταδίδεται από την υπηρεσία. Μπλοκάρισμα της υπηρεσίας: Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ένα ή περισσότερα τμήματα του δικτύου υφίστανται συμφόρηση, προκειμένου να διαταραχθεί η ομαλή μετάδοση των δεδομένων.

- **Παραβίαση ιδιωτικού απορρήτου:** Σε αυτή την ενδεχόμενη επίθεση, ορισμένα δεδομένα που εντάσσονται στο ιδιωτικό απόρρητο των multicast χρηστών, διαρρέουν προς τον εξωτερικό πάροχο της υπηρεσίας.

2.13 Προκλήσεις

Το MBMS αντιμετωπίζει με επιτυχία κάποιους από τους περιορισμούς της IP πολυεκπομπής, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο. Επίσης προσδοκεί να κατακτήσει ένα σημαντικό κομμάτι της αγοράς, έστω και αν ανταγωνίζεται το DVB-H. Αρχικά πρέπει όμως να αντιμετωπισθούν κάποιες τεχνικές και επιχειρηματικές προκλήσεις.

Καθώς το MBMS εισάγει πολυπλοκότητα στα UMTS δίκτυα, πρέπει να αποφέρει οφέλη τα οποία θα αντισταθμίζουν τα κόστη. Δεδομένου ότι ο πιο σημαντικός πόρος σε ένα UMTS δίκτυο αποτελεί η ενέργεια μετάδοσης, οι MBMS υπηρεσίες πρέπει να χρησιμοποιούν ένα μοναδικό PtM bearer ώστε να εξυπηρετούν μεγάλο πλήθος χρηστών, με σταθερό κόστος. Καθώς όμως οι PtM bearers εξυπηρετούν τους UEs που βρίσκονται στα άκρα της κυψέλης, περιορίζουν σημαντικά τη διαθέσιμη ενέργεια για τις υπόλοιπες UMTS υπηρεσίες. Προκειμένου να μειωθούν οι απαιτήσεις ενέργειας των PtM bearers, το MBMS μπορεί να χρησιμοποιήσει macro-diversity τεχνικές, όπου ο Node-B κόμβος μεταδίδει τα δεδομένα με λιγότερη ενέργεια, από ότι χρειάζεται ώστε να προσεγγισθούν αξιόπιστα τα άκρα της κυψέλης. Αυτό συμβαίνει υποθέτοντας ότι οι UEs θα συνδυάζουν τις μεταδόσεις γειτονικών Node-Bs και κατόπιν θα επανακατασκευάζουν τα μεταδιδόμενα δεδομένα. Από την πλευρά του δικτύου απαιτείται συγχρονισμός των MBMS μεταδόσεων διαφορετικών κυψελών, ώστε να είναι εφικτός ο συνδυασμός τους. Όσο αφορά τον UE, απαιτείται η δυνατότητα λήψης και αποκωδικοποίησης ομοίων περιεχομένων από πολλαπλούς μεταδότες ταυτόχρονα, είτε με επιλεκτικό συνδυασμό (selective combining) δηλαδή ανεξάρτητη αποκωδικοποίηση των bits από κάθε μετάδοση, ή με soft combining δηλαδή ενοποιημένη αποκωδικοποίηση των bits κάθε μετάδοσης. Οι macro-diversity τεχνικές υπόσχονται πολλά ως προς τη μείωση απαιτήσεων ενέργειας των PtM bearers. Ο σημαντικότερος παράγοντας επιτυχίας του MBMS είναι επιχειρηματικός και σχετίζεται με το ερώτημα κατά πόσο δημοφιλείς θα είναι οι MBMS υπηρεσίες. Για μη-δημοφιλείς υπηρεσίες θα χρησιμοποιηθούν PtP bearers. Έτσι αντί εξοικονόμησης ενέργειας, η πολύπλοκη MBMS σηματοδότηση θα οδηγήσει σε επιπλέον δικτυακό φόρτο, από ότι μια απλή unicast υπηρεσία. Ακόμα και αν μια υπηρεσία είναι δημοφιλής ώστε να εγγυάται τη χρήση PtM bearers, η χρησιμοποιούμενη macrodiversity πολλών κυψελών θα χρειάζεται μετάδοση του ίδιου περιεχομένου με PtM τεχνική. Ως αποτέλεσμα, μόνο οι πολύ δημοφιλείς MBMS υπηρεσίες θα μπορούν να μειώσουν το κόστος των PtM bearers και της MBMS σηματοδότησης μεταξύ πολλών UEs.

Τέλος, σημαντική θεωρείται η δυνατότητα χρήσης του καναλιού επιστροφής (return channel). Η δυνατότητα αυτή μπορεί να προωθήσει σημαντικά το MBMS σε σχέση με το DVB-H. Ένα παράδειγμα χρήσης του καναλιού επιστροφής είναι η αποστολή αναβαθμίσεων λογισμικού σε κινητές συσκευές. Μόνο συγκεκριμένες συσκευές θα ενδιαφέρονται για αναβαθμίσεις και θα χρειάζεται ασφαλώς το κανάλι επιστροφής για την επιδιόρθωση των κατεστραμμένων τμημάτων δεδομένων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 2^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Το MBMS πρότυπο είναι ένα point-to-multipoint προδιαγραφής διεπαφή για τα υπάρχουσα και επερχόμενα 3GPP δίκτυα κινητής τηλεφωνίας. Για μετάδοση σε πολλαπλά κελιά, ορίζει μετάδοση μέσω μονής συχνότητας δικτύου διαμόρφωσης. Οι υπάρχουσες υπηρεσίες πολυεκπομπής επιτρέπουν δεδομένα από μια πηγή δεδομένων να εκπέμπονται σε πολλαπλούς παραλήπτες. Η υπηρεσία MBMS είναι κτισμένη στα ήδη υπάρχοντα ασύρματα δίκτυα UMTS, πετυχαίνει το ίδιο επίπεδο κάλυψης με άλλες υπηρεσίες όπως το DVB-H και το DMB. Προσφέρει περισσότερο έλεγχο στην εκπομπή πληροφορίας πολυμέσων σε σύγκριση με το DVB-H και δεν χρειάζεται επιπλέον συχνότητες. Το πρότυπο MBMS μεταφέρει δεδομένα που εκπέμπονται από μια πηγή πληροφορίας σε πολλούς παραλήπτες. Ακόμα, επιτρέπει σε εφαρμογές IP πολυμέσου υποσυστήματος (IMS) που εκτελούνται σε έναν επεξεργαστή, να αποστέλλουν δεδομένα πολυμέσων στο σύνολο των IMS χρηστών χρησιμοποιώντας τα σημεία πρόσβασης του. Κατά συνέπεια, η υπηρεσία MBMS είναι μια point-to-multipoint υπηρεσία μονής κατεύθυνσης, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως broadcast ή ως multicast. Η 3GPP ορίζει δύο τρόπους λειτουργίας του MBMS: την πανεκπομπή και την πολυεκπομπή. Μία συγκεκριμένη λειτουργική οντότητα του MBMS είναι το πολλαπλής διανομής κέντρο υπηρεσιών ραδιοφωνικής μετάδοσης (BM-SC), το οποίο υποστηρίζει τις διάφορες υπηρεσίες υπηρεσιών χρηστών MBMS όπως η παροχή και η παράδοση. Το BM-SC πρέπει να υπάρχει για κάθε υπηρεσία χρηστών MBMS και έχει πέντε υπό-λειτουργίες: την λειτουργία ιδιότητας μέλους, τη σύνοδο και τη λειτουργία μετάδοσης, τη λειτουργία πληρεξουσίου και μεταφορών, την λειτουργία ανακοίνωσης υπηρεσιών και την λειτουργία ασφαλείας. Η MBSFN λειτουργία, αφορά τα MBMS δεδομένα που μεταδίδονται ταυτόχρονα πάνω από τον αέρα από πολλαπλές χρονικές συγχρονισμένες κυψέλες. Μια ομάδα από αυτές τις κυψέλες έχουν στόχο να λαμβάνουν τα εκπεμπόμενα MNSFN στοιχεία. Ο τρόπος μετάδοσης UMTS, καθώς η μετάδοση MBSFN βελτιώνει το SINR. Αυτό είναι πολύ επωφελές, όπου οι μεταδόσεις μεταφράζονται σε χρήσιμη ενέργεια σήματος, και ως εκ τούτου η ισχύς του σήματος που ελήφθη είναι αυξημένη, ενώ την ίδια στιγμή η ισχύς παρεμβολής είναι πολύ μειωμένη. Με λίγα λόγια η MBSFN προσφέρει καλύτερες επιδόσεις σε σύγκριση με τις μονοκύτταρες PTP ή PTM μεταδόσεις. Το e-MBMS είναι ένα εξελιγμένο είδος του MBMS, που στοχεύει στην παροχή broadcast και multicast υπηρεσιών που συνδυάζουν την ευελιξία και την υψηλή αποδοτικότητα στην

πληρότητα του φάσματος. Οι φάσεις της υπηρεσίας MBMS διαφέρουν με βάση αν έχουν broadcast ή multicast λειτουργία. Οι φάσεις της broadcast λειτουργίας επιγραμματικά είναι: η ανακοίνωση της υπηρεσίας, η εκκίνηση της συνόδου, η ειδοποίηση της εκκίνησης, η μεταφορά δεδομένων και ο τερματισμός της συνόδου. Οι φάσεις της multicast λειτουργίας είναι: η εγγραφή της υπηρεσίας, η ανακοίνωση της υπηρεσίας, η αίτηση συμμετοχής, η εκκίνηση της συνόδου, η ειδοποίηση της εκκίνησης, η μεταφορά δεδομένων, ο τερματισμός της συνόδου και η αίτηση αποχώρησης. Η αρχιτεκτονική του MBMS ενεργοποιεί την αποδοτική χρήση των πόρων του ραδιοδικτύου και του δικτύου κορμού (CN) με έμφαση στη ραδιο διεπαφή. Οι υπάρχουσες λειτουργικές οντότητες (GGSN,SGSN,UTRAN,GERAN και UE) στο πεδίο μετατροπής πακέτων ενισχύονται για να παρέχουν την υπηρεσία κομιστή του MBMS. Σε περιβάλλοντα MBMS για την αποδοτικότερη λειτουργία του ελέγχου ισχύος χρησιμοποιούμε μηχανισμούς όπως όπως η μέτρηση UE και αλγορίθμους όπως η μέτρηση ισχύος POWER COUNTING (PC). Το PC είναι ο μηχανισμός που ευθύνεται για την διατήρηση των σημάτων παρεμβολής στο πιο χαμηλό επίπεδο. Η μέτρηση UE αντιμετωπίζει το πρόβλημα της σπατάλης ισχύος και του περιορισμού της χωρητικότητας μιας κυψελίδας ασύρματης κάλυψης που δημιουργείται χρησιμοποιώντας FACH με εναλλαγή του καναλιού δυναμικά. Η χρήση της υπηρεσίας MBMS φέρει νέες προκλήσεις στην ασφάλεια των επικοινωνιών. Εκτός από την μόνιμη απειλή των υποκλοπών δημιουργούνται νέες απειλές όπως το ενδεχόμενο έγκυροι συνδρομητές να παρακάμψουν διαδικασίες ασφαλείας, καταπατώντας τα δικαιώματα ιδιωτικού απορρήτου και εμπιστευτικότητας των συνδρομητών του multicast group. Υπάρχουν κάποια πιο «ευαίσθητα» σημεία του δικτύου σε επιθέσεις. Κάποιες πιθανές απειλές κατηγοριοποιούνται σε: 1)λήψη δεδομένων από χρήστες εκτός multicast group, 2)αλλοίωση της ακεραιότητας των δεδομένων, 3) παραβίαση ιδιωτικού απορρήτου.

Βιβλιογραφία 2^{ου} κεφαλαίου

1. Μιχαήλ, Κ. (2007, ΙΟΥΝΙΟΣ). “Mobile TV”. ΑΘΗΝΑ.
2. Αντρέας, Σ. (2006, Ιούνιος). DCH, FACH και DSCH για υποστήριξη PtP και PtM σε περιβάλλοντα MBMS. ΚΥΠΡΟ.
3. free encyclopedia, w. (n.d.). Multimedia Broadcast Multicast Service.
4. George Xylomenos, V. V. (2008). The multimedia broadcast/multicast service. Αθήνα.
5. Lucidarme, P. L. (n.d.). Broadcast and Multicast Service for LTE and Advanced, LTE and SAE Evolution .
6. Horn, M. B. (n.d.). Mobile broadcast/multicast in mobile networks.
7. Ngoc-Duy Nguyen, R. K. (n.d.). Implementation and Validation of Multimedia Broadcast Multicast Service for LTE/LTE-Advanced in OpenAirInterface Platform. France.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.



Advanced Television Systems Committee

3.ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ISDB ΚΑΙ ATSC

3.1. Εισαγωγή-Ιστορική Αναδρομή

Όπως ήταν φυσικό, το πρότυπο DVB δεν μπορούσε να γίνει παγκοσμίως αποδεκτό. Έτσι, παράλληλα με το ευρωπαϊκό πρότυπο DVB, αναπτύχθηκαν κι άλλα δύο πρότυπα τα οποία έχουν γίνει κι αυτά αποδεκτά, αλλά σε διαφορετικές ηπείρους.

Αυτά είναι τα εξής δύο:

- το Advanced Television Systems Committee (ATSC)
- το Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB)

Το ATSC αναπτύχθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής από την ομόθυμη επιτροπή και καθιερώθηκε το 1996 από την Federal Communications Commission (FCC) με σκοπό την αντικατάσταση του ήδη υπάρχοντος αναλογικού συστήματος τηλεοπτικής μετάδοσης NTSC. Η τεχνική μετάδοσης που χρησιμοποιεί είναι η 8-Level Vestigial Side-Band (8-VSB). Στον τομέα του ήχου χρησιμοποιεί το format AC-3 τεχνολογίας Dolby Digital που δημιουργήθηκε από την Dolby Laboratories. Έτσι είναι σε θέση να προσφέρει πολυκαναλικό ήχο (5.1). Το πρότυπο αυτό εκτός από τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, έγινε αποδεκτό και από άλλες χώρες όπως ο Καναδάς, το Μεξικό και η Νότια Κορέα.(ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, 2006)

3.2. Υπηρεσίες πολλαπλής μεταφοράς

Το σύστημα ATSC χρησιμοποιεί το πρότυπο MPEG-2, υπηρεσία μεταφοράς (TS) για σύνταξη στο πακετάρισμα και πολυπλεξία του βίντεο, ήχου, και σήματα δεδομένων για τα συστήματα ψηφιακής μετάδοσης. Το MPEG-2 TS αναπτύχθηκε για εφαρμογές όπου το εύρος ζώνης του καναλιού ή η ικανότητα εγγραφής των μέσων ενημέρωσης είναι περιορισμένη και η απαίτηση για έναν αποτελεσματικό μηχανισμό μεταφοράς είναι υψίστης σημασίας. Παρέχει την κρίσιμη πληροφορία χρονισμού για να μπορεί ο δέκτης να εκτελέσει συγχρονισμό βίντεο και ήχου. Η TS αποτελείται από πακέτα μεταφοράς ροής (Transport Stream Packets – TSPs) των 188 bytes έκαστος. Κατόπιν, τα προσαρτημένα null bytes μπορούν να αντικατασταθούν από bits ισοτιμίας (paritybits) με κωδικοποίηση Reed Solomon. Στη φάση της ιεραρχικής μετάδοσης, η προκύπτουσα ροή μπορεί να διαιρεθεί σε ομάδες πακέτων και οι ομάδες αυτές να εισαχθούν σε τρία συστήματα παράλληλης επεξεργασίας. Η διαδικασία αυτή καλείται ιεραρχικός διαχωρισμός (hierarchical separation). Η διαδικασία παράλληλης επεξεργασίας εκκινεί, εκτελώντας διασκορπισμό ενέργειας (energy dispersal), byte interleaving και άλλες επεξεργασίες, αποσκοπώντας στη μείωση συσχέτισης του ψηφιακού σήματος, ως προς το χρόνο και τη συχνότητα. Κατόπιν εκτελεί κωδικοποίηση καναλιού ανάλογα με τις επιλεγόμενες παραμέτρους, ώστε να ικανοποιήσει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά μετάδοσης, όπως το μορφότυπο λήψης. Οι παράμετροι αυτές περιλαμβάνουν το σχήμα διόρθωσης σφαλμάτων και το σχήμα ψηφιακής διαμόρφωσης πχ. QPSK. Το σύστημα αποθηκεύει προσωρινά τα δεδομένα σε ενταμιευτές (buffers), διότι τα ιεραρχικά επίπεδα λόγω της παράλληλης επεξεργασίας, έχουν διαφορετικούς ρυθμούς πληροφοριών (information bitrates). Κατόπιν τα δεδομένα ανακτώνται σε ομάδες συμβόλων σύμφωνα με ένα ρολόι που λαμβάνει δείγματα με χρήση του Inverse Fast Fourier Transformation (IFFT). Η διαδικασία αυτή ονομάζεται σύνθεση επιπέδων (layer synthesis) και μετατροπή ρυθμού (rate conversion). Ειδικές πληροφορίες MPEG-2 δεδομένων που προσδιορίζουν ποια μέρη του ρεύματος των μεταφορών ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα μεταφέρονται σε έναν αριθμό PSI. Ο PSI φέρεται με τη μορφή μιας δομής πίνακα. Κάθε δομή του πίνακα χωρίζεται σε τμήματα και μπορεί να επεκτείνεται σε πολλαπλά πακέτα μεταφοράς. Τα δεδομένα PSI δεν πρόκειται ποτέ να είναι κωδικοποιημένα, έτσι ώστε ο αποκωδικοποιητής στο άκρο λήψης να μπορεί να προσδιορίσει εύκολα τις ιδιότητες του ρεύματος. Οι ενότητες που περιλαμβάνει το PAT, είναι CAT και TDT πίνακες που συνδέονται με προκαθορισμένες PIDs. Επίσης μία

τυπική μέθοδος μετάδοσης δεδομένων στοιχειώδους ρεύματος από ένα βίντεο ή ήχου κωδικοποιητή είναι να δημιουργήσετε πρώτα PES πακέτα από τα στοιχειώδη δεδομένα ρεύματος και στη συνέχεια να ενσωματωθούν αυτά τα 2 πακέτα μέσω μεταφοράς πακέτων Stream (TS) ή ροή του προγράμματος (PS). Τα πακέτα TS μπορεί στη συνέχεια να πολυπλεχθούν και να μεταδίδονται με τη χρήση τεχνικών μετάδοσης, όπως αυτές που χρησιμοποιούνται σε μία ATSC και DVB. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι δέσμες PES δεν χρειάζεται να τροποποιηθούν κατά την εκτέλεση τέτοιων μετατροπών. Οι δέσμες PES μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερες από το μέγεθος ενός ρεύματος μεταφορών.

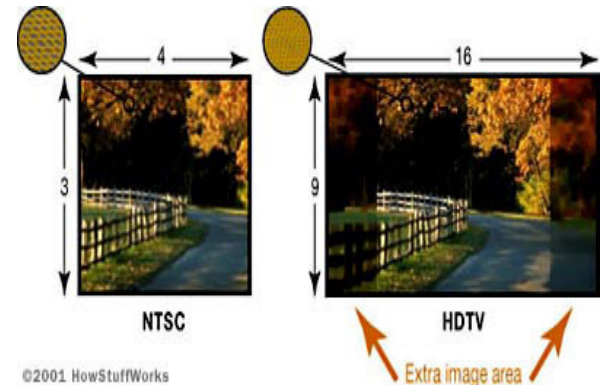
3.3 Υπηρεσίες βίντεο και ήχου

Η ATSC καθορίζει τις μορφές βίντεο για την τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας και SDTV. Οι ATSC δέκτες των καταναλωτών είναι σχεδιασμένοι για να αποκωδικοποιήσουν όλα τα ρεύματα HDTV και SDTV παροχής υπηρεσιών του προγράμματος με τη μέγιστη δυνατή ευελιξία. Ο όρος «βοηθητικά δεδομένα» χρονολογείται από την αρχική διατύπωση A/53 και είναι ένας ευρύς όρος που περιλαμβάνει τα στοιχεία του ελέγχου και συμπληρωματικά στοιχεία, συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων που σχετίζονται με το πρόγραμμα ήχου και υπηρεσιών βίντεο. Τα δεδομένα που παραδίδονται ως ξεχωριστό ωφέλιμο φορτίο μπορεί να παρέχουν ανεξάρτητες υπηρεσίες, καθώς και τα στοιχεία των δεδομένων που σχετίζονται με ένα ακουστικό ή με μια υπηρεσία βίντεο. Επίσης, ο οργανισμός Atib που χρησιμοποιείται κυρίως για προϊόντα και μελέτες υλοποιεί υπηρεσίες για εκπομπές με μικροκύματα και radio spectrum μεταδόσεις, έχει δημιουργήσει πολλά σάνταρ τα οποία είναι παρόμοια με τον τομέα της ψηφιακής τηλεόρασης συμπεριλαμβανομένης και της κωδικοποίησης βίντεο και ήχου.

3.3.1 SDTV vs HDTV

Η ATSC έχει δημιουργήσει 18 μορφές ψηφιακής μετάδοσης για βίντεο που χρησιμοποιούνται συνήθως. Στην ψηφιακή μορφή η χαμηλότερη ποιότητα είναι περίπου η ίδια με την υψηλότερη ποιότητα της αναλογικής τηλεόρασης που μπορεί να εμφανίσει. Οι ουσιαστικότερες διαφορές είναι:

- **Aspect ratio:** Η αναλογική τηλεόραση έχει αναλογία 4:3 - έχει τέσσερις μονάδες πλάτους τρεις μονάδες σε υψηλά επίπεδα. Η HDTV έχει αναλογία 16:9, και μοιάζει περισσότερο σαν μια οθόνη κινηματογράφων.
- **Resolution:** Η χαμηλότερη τυπική ανάλυση (SDTV) θα είναι περίπου η ίδια με την αναλογική τηλεόραση και θα πάει μέχρι και 704 x 480 pixels. Η υψηλότερη ανάλυση υψηλής ευκρίνειας είναι 1920 x 1080 pixels. ΗDTV μπορεί να εμφανίσει περίπου δέκα φορές περισσότερα pixels ως ένα αναλογικό τηλεόραση.
- **Frame rate:** περιγράφει πόσες φορές δημιουργεί μια πλήρη εικόνα στην οθόνη κάθε δευτερόλεπτο



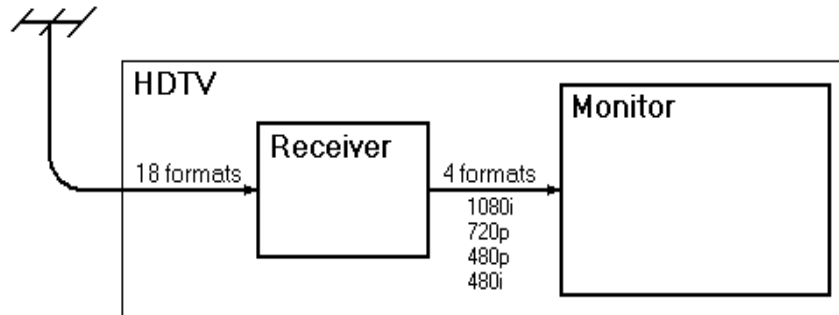
The 18 Primary DTV Standards

	Resolution	Aspect Ratio	Frame Rate (i = Interlaced, p = Progressive)
HDTV	1920 x 1080	16:9	24p, 30p, 60i
	1280 x 720	16:9	24p, 30p, 60p
SDTV	704 x 480	16:9	24p, 30p, 60i, 60p
	704 x 480	4:3	24p, 30p, 60i, 60p
	640 x 480	4:3	24p, 30p, 60i, 60p

© 2006 HowStuffWorks

3.3.2 The Monitor Interface

Ο δέκτης μειώνει τις 18 μορφές σε 4. Η οθόνη ενδείξεων μπορεί να ασχοληθεί με το πολύ τέσσερις μορφές. Οι περισσότεροι δέκτες μας επιτρέπουν να επιλέξουμε τη μορφή εξόδου, το οποίο θα πρέπει να ταιριάζει με ό, τι η οθόνη έχουμε.



ΣΧΗΜΑ 17. Monitor Interface

Ορίζονται μόνο τέσσερις μορφές διεπαφής: α) 480i, β) 480p, γ) 720p, και δ) 1080i. Θα μπορούσαν να υπάρχουν περισσότερα, και μπορεί να υπάρχουν οθόνες που μπορούν να επωφεληθούν από κάτι άλλο. (Wilson)

3.3.3 Bandwidth

Το εύρος ζώνης για το NTSC είναι πάντα 6 MHz . Χωρίς συμπίεση δεδομένων , το εύρος ζώνης για 1080i θα είναι 300 MHz . Με MPEG - 2 συμπίεση δεδομένων το εύρος ζώνης ποικίλλει ανάλογα με το πόσο γρήγορα γίνονται οι αλλαγές της εικόνας . Για 480i το εύρος ζώνης πηγαίνει σπάνια πάνω από 1 MHz . Για 1080i και 720p το εύρος ζώνης σπάνια πηγαίνει πάνω από το 3 MHz .

Έτσι, είναι δυνατόν να τεθούν έξι προγράμματα 480i ή δύο προγράμματα 1080i σε ένα κανάλι 6 MHz . Η FCC το επιτρέπει αυτό . Έτσι οι επίγειοι σταθμοί DTV έχουν υπο - κανάλια . Εναπόκειται στους διαχειριστές του σταθμού πόσα υπο-κανάλια να έχουν και τι προγραμματισμό θα μεταδώσουν σε αυτά τα υπο-κανάλια . Σημειώστε ότι ένα υπο-κανάλι δείχνει μια στατική εικόνα (π.χ. ένας χάρτης καιρού ή πίνακα ανακοινώσεων) δεν απαιτεί σχεδόν κανένα bandwidth παρά το γεγονός ότι βρίσκεται σε υψηλή ανάλυση . (Wilson)

3.4. Διαμόρφωση και μετάδοση

Τα σήματα ATSC έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιούν το ίδιο εύρος ζώνης 6 MHz ως αναλογικά τηλεοπτικά κανάλια NTSC. Μόλις τα ψηφιακά σήματα βίντεο και ήχου συμπεστούν και πολυπλεχθούν, το ρεύμα μεταφοράς μπορεί να διαμορφωθεί με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με τη μέθοδο της μεταφοράς.

Επίγειοι (τοπικοί) ραδιοτηλεοπτικοί φορείς χρησιμοποιούν 8VSB διαφοροποίηση που μπορεί να μεταφέρει σε ένα μέγιστο ποσοστό 19,39 Mbit / s, αρκεί να φέρει πολλά βίντεο και ήχου προγράμματα και τα metadata.

Σταθμοί καλωδιακής τηλεόρασης μπορούν γενικά να λειτουργούν σε υψηλότερο λόγο σήματος-προς-θόρυβο και μπορεί να χρησιμοποιούν είτε το 16VSB όπως ορίζεται στο ATSC ή 256-QAM που ορίζεται στο SCTE, για να επιτευχθεί μια απόδοση των 38,78 Mbit / s, χρησιμοποιώντας το ίδιο κανάλι 6 MHz .

Επί του παρόντος, η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών απαιτεί από τους φορείς καλωδιακής στις Ηνωμένες Πολιτείες να πραγματοποιήσει την αναλογική ή ψηφιακή μετάδοση ενός επίγειου ραδιοτηλεοπτικού φορέα , όταν του ζητηθεί από τον ραδιοτηλεοπτικό οργανισμό . Η Καναδική Επιτροπή Ραδιοτηλεόρασης και Τηλεπικοινωνιών δεν έχει παρόμοιους κανόνες που ισχύουν σε σχέση με την άσκηση ATSC σημάτων.

Ωστόσο, οι φορείς εκμετάλλευσης της καλωδιακής έχουν ακόμα αργήσει να προσθέσουν ATSC κανάλια για λόγους νομικούς , εγκαταστάσεων & εξοπλισμού. Ένα από τα κύρια τεχνικά και ρυθμιστικά θέματα είναι το σύστημα διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται για το καλώδιο: οι φορείς καλωδιακής τηλεόρασης στις ΗΠΑ (και σε μικρότερο βαθμό, ο Καναδάς) μπορούν να καθορίσουν τη δική τους μέθοδο διαφοροποίησης . Υπάρχουν πολλά πρότυπα στη βιομηχανία: η SCTE ορίζει 256-QAM ως σχήμα διαμόρφωσης για το καλώδιο. ANSI / SCTE 07 2006: Ψηφιακό πρότυπο μετάδοσης για την καλωδιακή τηλεόραση. Ως εκ τούτου, περισσότεροι είναι στη Βόρεια Αμερική οι φορείς εκμετάλλευσης καλωδιακής τηλεόρασης που αναζητούν πρόσθετη χωρητικότητα στο σύστημα καλωδίων. Έχουν μετακινηθεί σε 256-QAM από 64-QAM διαμόρφωση που χρησιμοποιούσε στο εργοστάσιο τους, κατά προτίμηση με το 16VSB πρότυπο που προτάθηκε αρχικά από ATSC.

Υπάρχει επίσης ένα πρότυπο για τη μετάδοση ATSC μέσω δορυφόρου. Ωστόσο, αυτό χρησιμοποιείται μόνο από την τηλεόραση δικτύων. Το ATSC σύστημα δορυφορικής μετάδοσης δεν χρησιμοποιείται για την άμεση μετάδοση δορυφορικών συστημάτων. Στη Βόρεια Αμερική αυτά έχουν από καιρό χρησιμοποιήσει είτε ένα DVB-S (στο πρότυπο ή τροποποιημένη μορφή) ή ένα ιδιόκτητο σύστημα, όπως DSS ή Digi Cipher 2.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 3^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Το ATSC πρότυπο αναπτύχθηκε με σκοπό την αντικατάσταση του ήδη υπάρχοντος αναλογικού συστήματος τηλεοπτικής μετάδοσης (NTSC). Η τεχνική μετάδοσης που χρησιμοποιεί είναι η 8-LEVEL VSB. Είναι σε θέση να προσφέρει πολυκαναλικό ήχο και αυτό γιατί χρησιμοποιεί το format AC-3 τεχνολογίας Dolby Digital. Το σύστημα ATSC χρησιμοποιεί το πρότυπο MPEG-2, υπηρεσία μεταφοράς (TS) και σύνταξη στο πακετάρισμα και πολυπλεξία του βίντεο, ήχου και σήματα δεδομένων για τα συστήματα ψηφιακής μετάδοσης. Το MPEG-2 TS αναπτύχθηκε για εφαρμογές όπου το εύρος ζώνης καναλιού ή η ικανότητα εγγραφής των μέσων ενημέρωσης είναι περιορισμένη και η απαίτηση για έναν αποτελεσματικό μηχανισμό μεταφοράς είναι υψηλής σημασίας. Στη φάση της ιεραρχικής μετάδοσης η ροή μπορεί να διαιρεθεί σε ομάδες πακέτων και οι ομάδες αυτές να εισαχθούν σε τρία συστήματα παράλληλης επεξεργασίας. Η διαδικασία αυτή λέγεται ιεραρχικός διαχωρισμός. Η διαδικασία παράλληλης επεξεργασίας εκκινεί εκτελώντας διασκορπισμό ενέργειας, αποσκοπώντας στη μείωση συσχέτισης του ψηφιακού σήματος ως προς τον χρόνο και τη συχνότητα. Οι παράμετροι αυτοί έχουν το σχήμα διόρθωσης σφαλμάτων και το σχήμα διαμόρφωσης QPSK. Μια τυπική μέθοδος μετάδοσης δεδομένων ρεύματος από ένα βίντεο ή ήχου κωδικοποιητή είναι να δημιουργηθούν πρώτα PES πακέτα από τα δεδομένα ρεύματος και στη συνέχεια να ενσωματωθούν αυτά τα δύο πακέτα μέσω μεταφοράς πακέτων Stream (TS) ή ροή του προγράμματος (PS). Τα σήματα ATSC έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιούν το ίδιο εύρος ζώνης 6MHz ως αναλογικά τηλεοπτικά κανάλια NTSC. Μόλις τα σήματα βίντεο και ήχου συμπίεστούν και πολυπλεχθούν το ρεύμα μεταφοράς μπορεί να διαμορφωθεί με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με τη μέθοδο μεταφοράς. Επίσης υπάρχει ένα πρότυπο για την μετάδοση ATSC μέσω δορυφόρου ωστόσο αυτό χρησιμοποιείται μόνο από την τηλεόραση δικτύων.

Βιβλιογραφία 3^{ου} κεφαλαίου

1. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, Φ. (2006, ΙΟΥΛΙΟΣ). ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ DVB-T ΑΠΟ ALLOTMENT ΣΕ ASSIGNMENTΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΤΟΥ CHESTER 97 ΚΑΙ RRC 04, RRC 06. ΑΘΗΝΑ .
2. wikipedia. (n.d.). Advanced Television Systems Committee standards.
3. wikipedia. (n.d.). ATSC-M/H.
4. Wilson, T. V. (n.d.). How HDTV Works.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

4.ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ DVB-H,ATSC ΚΑΙ MBMS.

Οι μεταδόσεις της κινητής εκπομπής μπορούν να εξυπηρετούνται μέσω των επίγειων μέσων όπως ένα επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης πρότυπο όπως είναι το DVB - T στην Ευρώπη , ATSC στις ΗΠΑ , και ISDB - T στην Ιαπωνία . Ωστόσο , δεν μπορούν να εφαρμοστούν τα εν λόγω πρότυπα απευθείας στην κινητή τηλεόραση , λόγω της μικροσκοπικής οθόνης , την περιορισμένη κατανάλωση ενέργειας , καθώς και τα χαρακτηριστικά της κινητικότητας . Για την επίλυση αυτών των προβλημάτων , πολλά πρότυπα έχουν αναπτυχθεί σε πολλές χώρες, όπως το DVB - H στην Ευρώπη που βασίζεται στο DVB - T , το DMB στην Κορέα και την Κίνα με βάση το DAB , το OneSeg στην Ιαπωνία με βάση το ISDB - T , και πρόσφατα το ATSC -M / H σε ΗΠΑ που βασίζεται στο ATSC . Όλα αυτά τα κινητά συστήματα έχουν παρόμοιες δομές που αποτελούνται από audio / video encoding , multiplex και συστήματα μετάδοσης. Ωστόσο , κάθε πρότυπο που αναπτύχθηκε έχει τις δικές του τεχνολογίες για να παρέχει πιο αποτελεσματικά bit rate , λιγότερο κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας , και καλύτερη κινητικότητα .

4.1 Επιχειρήματα του DVB-H

Στον πίνακα παρακάτω θα δούμε ποια είναι τα επιχειρήματα του DVB-H

Παράμετρος	Επιχείρημα
Απόδοση δέκτη	Το DVB-H καταναλώνει 60% λιγότερη ενέργεια, βάσει της τεχνικής time-slicing. Το DVB-H πλεονεκτεί κατά 3 – 6 dB C/N απόδοση, λόγω του σχήματος διαμόρφωσης (QPSK), της τεχνικής διόρθωσης σφαλμάτων (MPE-FEC) και της αντοχής στο φαινόμενο flat fading (δεδομένου του μεγαλύτερου εύρους ζώνης που χρησιμοποιεί)
Κόστος υλοποίησης δικτύων	Το DVB-H προσφέρει 3 – 4 φορές μεγαλύτερη χωρητικότητα, με παρόμοια δικτυακή επένδυση, λόγω της καλύτερης C/N απόδοσης και του υψηλότερου gain (κεραίας) στην UHF ζώνη συχνοτήτων. Τα DVB-T δίκτυα αποτελούν βέλτιστο σημείο εκκίνησης για τις DVB-H υπηρεσίες, δεδομένου ότι η VHF III ζώνη χρησιμοποιείται ήδη από DAB και DVB-T υπηρεσίες και η χρήση των L-band δικτύων είναι σπάνια.
Εκχώρηση φάσματος	Το διαθέσιμο φάσμα για T-DMB υπηρεσίες είναι μικρότερο, διότι υπάρχουν ήδη περισσότεροι ενεργοί DAB χρήστες, απ' ότι αντίστοιχοι DVB-H. Η εκχώρηση φάσματος είναι αποτελεσματικότερη στην περίπτωση του

	DVB-H, λόγω των σχημάτων διαμόρφωσης 16QAM και 64QAM.
Διαθεσιμότητα δεκτών και δικτυακού εξοπλισμού	Περισσότεροι κατασκευαστές υλοποιούν DVB-Ητεματικά,διαμορφωτές, επαναλήπτες κλπ.
Διαθεσιμότητα δικτυακών πόρων	Οι DVB-H δικτυακοί πόροι (φυσικού επιπέδου και συστήματα διαχείρισης υπηρεσιών) είναι ήδη διαθέσιμα.
Προτυποποίηση	Το DVB-H έχει προτυποποιηθεί από τον Οκτώβριο 2004 και έχουν ορισθεί προδιαγραφές για διάφορα θέματα όπως ESG(ElectronicServiceGuide),προστασία αντιγραφής περιεχομένου, συστήματα αγοράς υπηρεσιών κλπ.
Εύρος ζώνης	Το DVB-H αποτελεί broadband σύστημα εκπομπής (8 MHz) σε αντίθεση με το T-DMB (1,7 MHz) και συνεπώς παρέχει αντοχή στο flat fading.
Χωρητικότητα (ρυθμός δεδομένων) ανά πολύπλεξη (κάλυψη)	Το DVB-H προσφέρει ευελιξία και υψηλότερη χωρητικότητα και κλιμάκωση, χρησιμοποιώντας εξελιγμένα σχήματα διαμόρφωσης (QPSK, 16QAM, 64QAM).
Στοιβά πρωτοκόλλων	Το DVB-H χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο IP και συνεπώς χαρακτηρίζεται από ευελιξία και προσαρμοστικότητα σε μελλοντικές εξελίξεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Τα επιχειρήματα του DVB-H

4.1.1 Συγκριτικοί πίνακες των πρωτοκόλλων DVB-H, MBMS και ATSC.

DVB-H

	DVB-H
Εύρος ζώνης	VHF-III(170-230 MHz) VHF-IV/V(470-862 MHz) L(1,452-1,492 GHz)
Modulation	OFDM
Bandwidth	5-8 MHz
Constellation	QPSK, 16 QAM, 64 QAM
Data Rate	10 Mbit/s ανα κανάλι
Φυσικό Επίπεδο	DVB-T
Διαμόρφωση	16 QAM
Φάσμα	UHF

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Χαρακτηριστικά DVB-H

MBMS

	MBMS
Εύρος ζώνης	2 GHz
Modulation	WCDMA
Bandwidth	5 MHz
Constellation	QPSK
Data Rate	256 Kbit/s
Φυσικό Επίπεδο	DVB-H, -SH και -NGH
Διαμόρφωση	16 QAM
Φάσμα	UHF

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Χαρακτηριστικά MBMS

ATSC

	ATSC
Εύρος ζώνης	6 MHz
Modulation	OFDM,MIMO,CODES
Bandwidth	917Kbit/από το εύρος ζώνης του ATSC
Constellation	QPSK
Data Rate	38.8 Mbit/s
Φυσικό Επίπεδο	MPH
Διαμόρφωση	16 VSB στο ATSC ή 256 QAM στο SCTE
Φάσμα	UHF

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.Χαρακτηριστικά ATSC

4.1.2 Πώς το DVB έρχεται σε αντίθεση με τα πρότυπα που θα επιλεγούν για ATSC

- Ήχος : MPEG 1 ήχου εναντίον Dolby AC - 3
- Λόγος διαστάσεων οθόνης : 4:3 εναντίον 16:09
- Σχήμα διαμόρφωσης : COFDM (που χρησιμοποιείται σε DVB - T) έναντι VSB (για ΗΠΑ επίγεια μετάδοση)
- Κάθετη ανάλυση γραμμής : Το DVB διευκρινίζει 1152 , ενώ το ATSC διευκρινίζει 1080 κατ 'ανώτατο όριο

COFDM είναι ένα σχήμα διαμόρφωσης που βασίζεται σε ορθογώνια πολύπλεξη διαίρεσης συχνότητας.

OFDM μεταδίδει πολλές ροές δεδομένων ταυτόχρονα, με το κάθε ένα καταλαμβάνει μόνο ένα μικρό τμήμα του συνολικού εύρους ζώνης.

VSB σημαίνει υποτυπώδη πλευρική band. Το πρότυπο ATSC ATV είναι 8 – VSB για την επίγεια μετάδοση, με ένα ενισχυμένο 16 - VSB μόνο για δεδομένα εφαρμογών.

4.1.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ MBMS , ATSC και DVB - H

Είναι τρεις διαφορετικές τεχνολογίες με παρόμοιες εφαρμογές που ανταγωνίζονται μεταξύ τους για την ίδια ομάδα-στόχο .

- DVB - H (H - για φορητές) είναι μια επέκταση του προτύπου τηλεόρασης DVB – T για την υποδοχή σε φορητές μονάδες . Το πρότυπο έχει σχεδιαστεί ως μια μετάδοση μόνο υπηρεσιών για τις εθνικές ή περιφερειακές περιοχές κάλυψης . Λόγω της βελτιστοποίησης που ορίζεται στο πρότυπο , η κατανάλωση ενέργειας του εξοπλισμού λήψης μπορεί να ελαχιστοποιηθεί . Οι υποδομές του DVB - T είναι ήδη διαθέσιμες , δεν είναι αναγκαίο να εγκατασταθούν πρόσθετα συστήματα πομπού .
- MBMS , αντιθέτως , είναι μια επέκταση του UMTS κυψελοειδούς κινητού ραδιοφώνου προτύπου το οποίο μπορεί να αντιμετωπίσει μεμονωμένα κύτταρα , όπως περιοχές κάλυψης στο δίκτυο και έτσι καλύπτει μικρές τοπικές ομάδες χρηστών . Μπορεί επίσης να παρέχει υπηρεσίες που υπερβαίνουν την απλή μετάδοση . Τα τεμαχικά που απαιτούνται για το MBMS , δεν χρειάζεται να είναι εξοπλισμένα με πρόσθετους δέκτες γιατί επαναχρησιμοποιεί τις υπάρχουσες φυσικές διεπαφές του UMTS
- ATSC, είναι το μέλλον για τα κινητά (πρότυπο τηλεόρασης). Η ATSC -M / H παροχή χρησιμοποιεί 8VSB (8 - επίπεδο Vestigial Sideband) διαφοροποίηση. Αυτή η διαφοροποίηση δεν παρέχει ευρωστία έναντι παρεμβολών πολλαπλών διαδρομών και τη μετατόπιση συχνότητας Doppler . Το πλεονέκτημα της ATSC -M / H είναι ότι η HDTV και η κινητή τηλεόραση μπορούν να εξυπηρετούνται ταυτόχρονα, χρησιμοποιώντας ίδιες υποδομές και περιεχόμενο , χωρίς επιπλέον κόστος , έτσι ώστε η υπηρεσία ATSC -M / H μπορεί να είναι δωρεάν, ενώ η ανταγωνιστική τεχνολογία , MediaFLO ,είναι συνδρομητική βάση .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ OPNET

5.1 Ασύρματη Μονάδα (Wireless Module) του OPNET

Η Ασύρματη Μονάδα του OPNET επιτρέπει τη μοντελοποίηση ασύρματων δικτύων ραδιοεπικοινωνιών. Μέσω αυτής είναι δυνατή η κατασκευή μοντέλων για Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα, Κυβελωτά Συστήματα Ραδιοεπικοινωνιών, Δίκτυα Δορυφόρων κλπ.

Πέρα από τους σταθερούς κόμβους του OPNET, με τη βοήθεια του Wireless Module μπορούν να οριστούν κινητοί ή δορυφορικοί κόμβοι. Η τροχιά κίνησης των κόμβων αυτών μπορεί να οριστεί από τον ίδιο το χρήστη. Αντίστοιχα με τους κινητούς και δορυφορικούς κόμβους, μπορούν να κατασκευαστούν και κινητά ή δορυφορικά υποδίκτυα.

Τόσο οι σταθεροί όσο και οι κινητοί και οι δορυφορικοί κόμβοι μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ραδιοδιαύλων. Τα χαρακτηριστικά ή ακόμα και η διαθεσιμότητα των ραδιοδιαύλων μπορούν να μεταβάλλονται δυναμικά κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης, καθώς εξαρτώνται από παράγοντες όπως η κίνηση των κόμβων, οι ιδιότητες των πομποδεκτών τους και οι εισαγόμενες παρεμβολές.

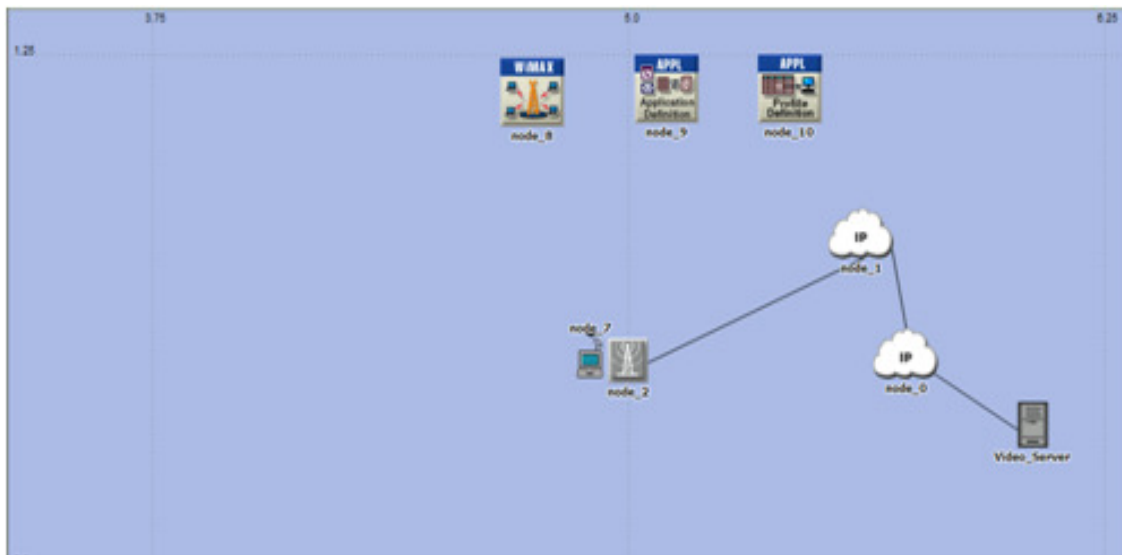
5.2 Πειραματική μελέτη του WIMAX και του WIFI στο OPNET

Σε αυτή την παράγραφο θα αναλύσουμε επιγραμματικά την πειραματική μελέτη του wifi και του wimax με την χρήση του opnet. Το πείραμα αφορά την μελέτη από έναν έως ενενήντα χρήστες αυξανόμενοι ανά πέντε στο κάθε σενάριο αντίστοιχα (1,5,15,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90). Θα μελετήσουμε και θα συγκρίνουμε τα ακόλουθα στατιστικά: throughput (ρυθμαπόδοση), delay (καθυστέρηση), load (φορτίο).

Παρακάτω θα παρακολουθήσουμε 5 σενάρια διαφορετικών χρηστών (5,15,30,60 και 90) που επιλέχθηκαν ενδεικτικά στο wimax και στο wifi και των δύο προσομοιώσεων με ταχύτητα 12Mbps και με ταχύτητα 54Mbps ώστε να παρακολουθήσουμε τις διαφορές στο delay, στο load και στο throughput με την αύξηση των χρηστών και στις τρεις προσομοιώσεις.

5.3 Τοπολογία του δικτύου WIMAX

Το δίκτυό μας αποτελείται από ένα application config όπου ορίζεται η εφαρμογή που θα υλοποιήσουμε στο δίκτυό μας, ένα profile config όπου σαυτό ορίζεται το προφίλ των χρηστών και του server και τέλος το wimax config όπου παραμετροποιείται το πρωτόκολλο wimax. Ακόμα αποτελείται από έναν application server (PPP server_adv), δύο internet(IP32_cloud_adv), μία κεραία (wimax_bs_atm8_Ethernet8_Fr8_slip8_router) και ένα χρήστη (wimax_cs_wkstn). Ο Server συνδέεται με το IP32_cloud με μια γραμμή (PPP_DS3). Το IP32_cloud του server συνδέεται με το IP32_cloud της κεραίας με μια γραμμή (PPP_SONET_OC12), όπως και η κεραία συνδέεται με το IP32_cloud με μια γραμμή (PPP_DS3). Τέλος ο χρήστης συνδέεται ασύρματα με την κεραία.

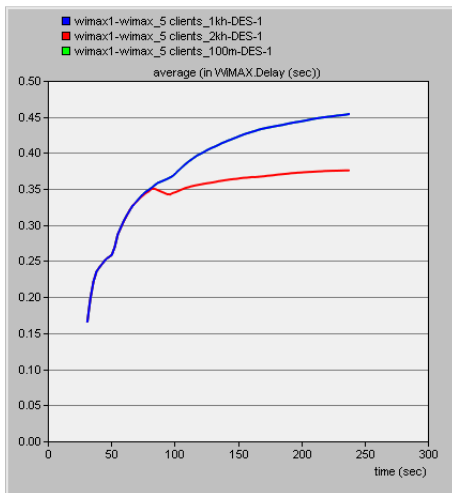


ΣΧΗΜΑ 18. Τοπολογία του δικτύου Wimax

Η τεχνολογία wimax υποστηρίζει πολλαπλές αρχιτεκτονικές συστημάτων, όπως Point-to-Point, Point-to-Multipoint και ευρεία κάλυψη. Το wimax είναι βασισμένο σε ένα ανοιχτό, παγκόσμιο πρωτόκολλο. Η τεχνολογία wimax υποστηρίζει το AES (Advanced Encryption Standard) και το 3DES (Triple DES, όπου DES είναι το Data Encryption Standard). Με την κρυπτογράφηση των συνδέσεων μεταξύ του σταθμού βάσης και του σταθμού υπηρεσίας, το wimax παρέχει στους χρήστες ιδιωτικότητα και ασφάλεια και στο ασύρματο ευρυζωνικό μέσο αλληλεπίδρασης (interface). Η ασφάλεια επίσης παρέχει στους υπεύθυνους υψηλή προστασία εναντίον της κλοπής υπηρεσιών. Το wimax επίσης έχει ενσωματωμένη υποστήριξη VLAN, η οποία παρέχει υποστήριξη για δεδομένα που εκπέμπονται από διαφορετικούς χρήστες στον ίδιο σταθμό βάσης.

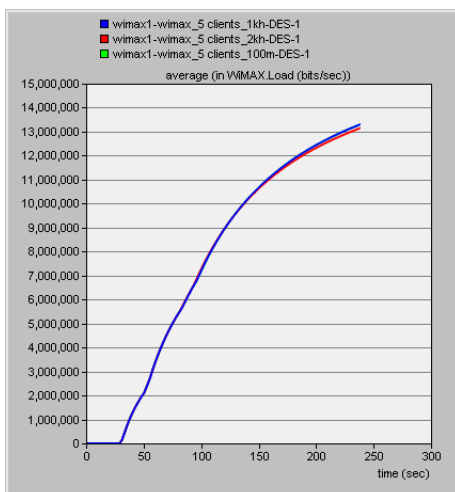
5.3.1 Πειραματική σύγκριση από έναν έως ενενήντα χρήστες στο Wimax.

Τοπολογία wimax με πέντε χρήστες στις αποστάσεις 100m,1km,2km.



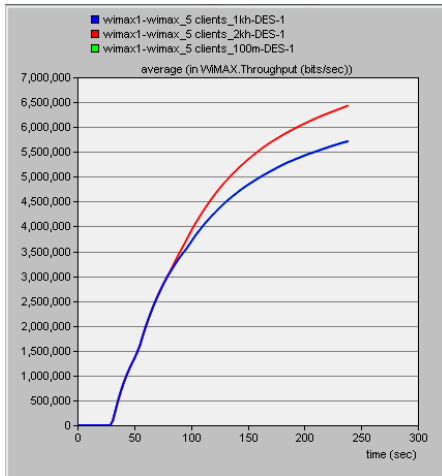
Εικόνα 1 Delay 5 χρηστών

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 5 χρηστών. Στην τιμή 40 δευτερόλεπτα παρατηρούμε ότι το delay και στις 3 αποστάσεις είναι ίδιο και ξεκινάει από 0,16 και αυξάνεται. Τη χρονική στιγμή 80 δευτερολέπτων παρατηρούμε ότι σε απόσταση 2 km το delay είναι λιγότερο σε σύγκριση με τις άλλες δυο αποστάσεις.



Εικόνα 2 Load 5 χρηστών

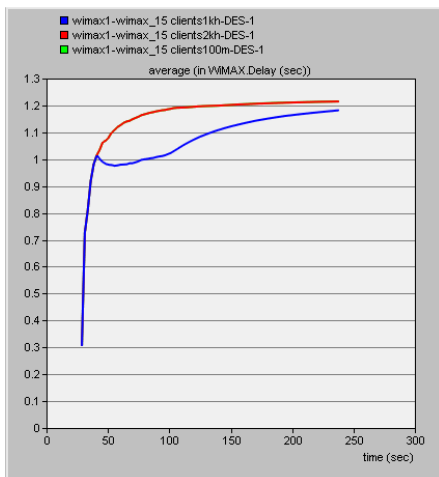
Στην γραφική παράσταση παρατηρούμε το load των 5 χρηστών. Από 0 sec έως 40 sec βλέπουμε το load μηδενικό και για τις 3 αποστάσεις και μετά παρατηρούμε από τα 40 sec μια ραγδαία αύξηση του φορτίου μέχρι τα 150 sec για τις αποστάσεις 100 m και 1 km και βλέπουμε μια μικρή μείωση για το φορτίο της απόστασης 2 km.



Εικόνα 3 Throughput 5 χρηστών

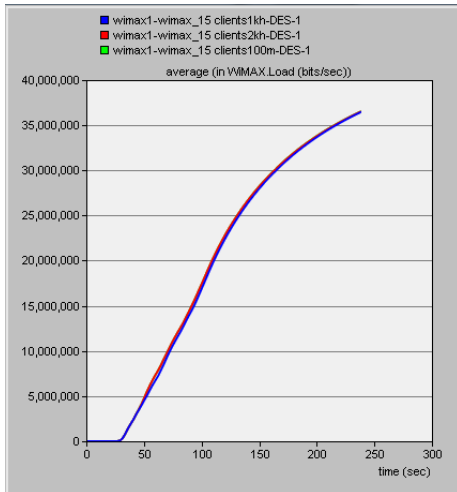
Στο παραπάνω γράφημα παρατηρούμε τη ρυθμαπόδοση του συστήματος για 5 χρήστες. Από 0-30 sec είναι μηδενική η ρυθμαπόδοση ενώ αμέσως μετά παρατηρούμε κοινή αύξηση μέχρι την χρονική στιγμή 80 sec και μετά βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση του συστήματος για τις αποστάσεις 100 m και 1 km να έχει τιμή 5.700.000 bits, σε αντίθεση με τη ρυθμαπόδοση του συστήματος με απόσταση 2 km που είναι στα 6.500.000 bits.

Τοπολογία wimax με δεκαπέντε χρήστες στις αποστάσεις 100m,1km,2km.



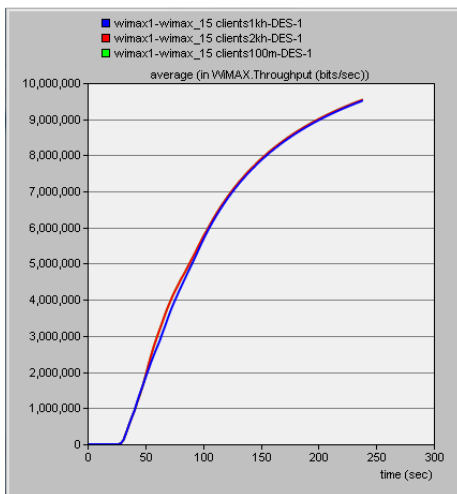
Εικόνα 4 Delay 15 χρηστών

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 15 χρηστών. Στα 40 sec υπάρχει καθυστέρηση 0,3 sec και για τις 3 αποστάσεις μέχρι την χρονική στιγμή 35 sec όπου βλέπουμε διαφοροποίηση των καθυστερήσεων όπου για τις αποστάσεις 100m και 1 km το delay είναι κοινό ενώ για την απόσταση 2km το delay είναι περισσότερο με μέγιστη τιμή 1,2 sec.



Εικόνα 5 Load 15 χρηστών

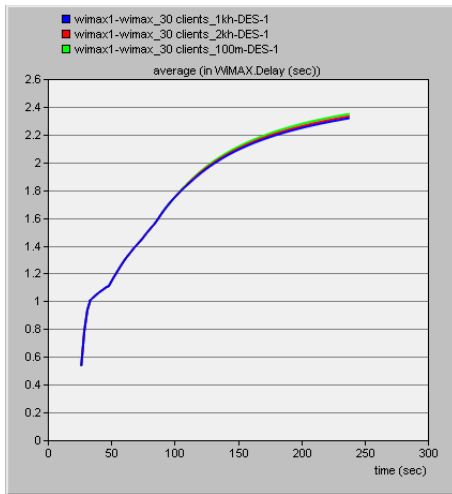
Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το load των 15 χρηστών όπου παρατηρούμε ότι το φορτίο είναι κοινό και για τις τρεις διαφορετικές αποστάσεις από 0-30 είναι μηδενικό και μετά αυξάνεται με μέγιστο φορτίο 36.000.000 bits.



Εικόνα 6 Throughput 15 χρηστών

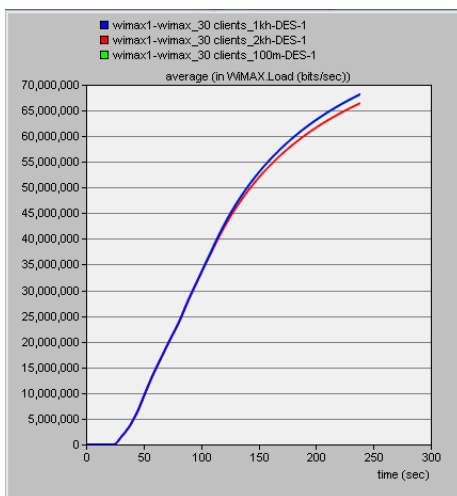
Στην παραπάνω γραφική παράσταση βλέπουμε το throughput των 15 χρηστών όπου παρατηρούμε ότι η ρυθμαπόδοση του συστήματος είναι κοινή και για τις τρεις διαφορετικές αποστάσεις η οποία είναι μηδενική από 0-30 και αυξάνεται από 30-240 με μέγιστη τιμή ρυθμαπόδοσης του συστήματος 9.500.000 bits.

Τοπολογία wimax με τριάντα χρήστες στις αποστάσεις 100m,1km,2km.



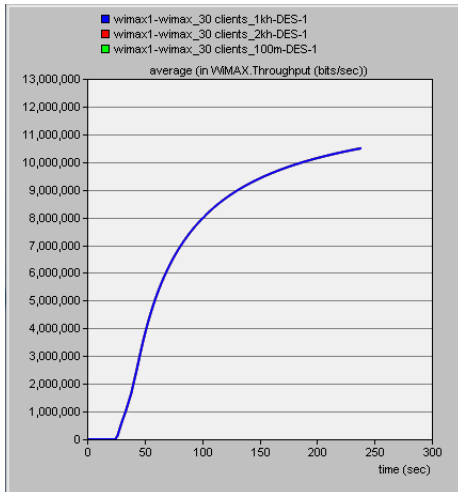
Εικόνα 7 Delay 30 χρηστών

Στην γραφική παράσταση παρατηρούμε τις καθυστερήσεις των 30 χρηστών. Στα 40 sec υπάρχει καθυστέρηση 0,5 sec και για τις 3 αποστάσεις μέχρι την χρονική στιγμή 120 sec όπου βλέπουμε μια μικρή διαφοροποίηση των καθυστερήσεων με υψηλότερη καθυστέρηση στα 100m αμέσως μετά ακολουθούν τα 2km και το 1 km με πολύ μικρές διαφοροποιήσεις.



Εικόνα 8 Load 30 χρηστών

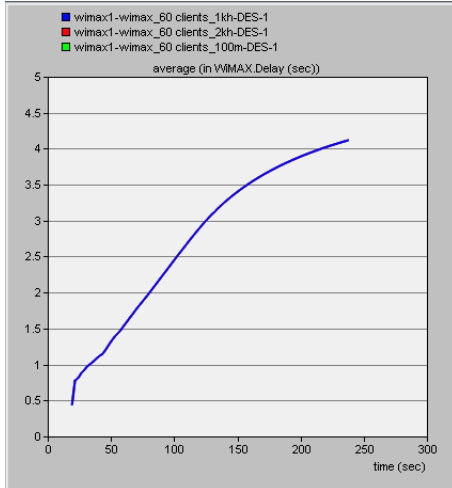
Στην γραφική παρατηρούμε το load των 30 χρηστών όπου βλέπουμε από την χρονική στιγμή 0 – 30sec το φορτίο είναι μηδενικό και αμέσως μετά αύξηση μέχρι την χρονική στιγμή 120 sec όπου βλέπουμε μια μείωση φορτίου στην απόσταση 2km.



Εικόνα 9 Throughput 30 χρηστών

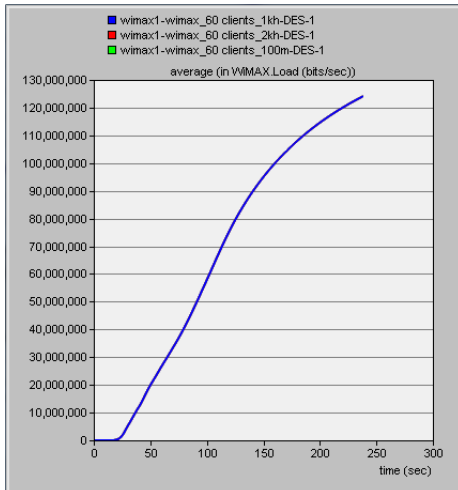
Στο παραπάνω γράφημα βλέπουμε το throughput των 30 χρηστών όπου από 0-30 sec είναι μηδενικό και μετά αυξάνεται μέχρι τη χρονική στιγμή 240 sec με μέγιστη τιμή ρυθμαπόδοσης του συστήματος 10.500.000 bits.

Τοπολογία wimax με εξήντα χρήστες στις αποστάσεις 100m,1km,2km.



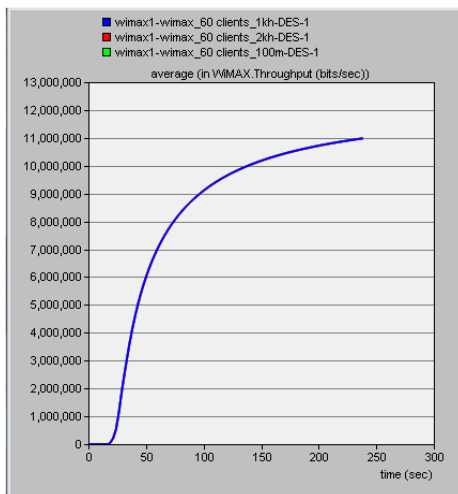
Εικόνα 10 Delay 60 χρηστών

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 60 χρηστών όπου στα 30 sec το delay έχει τιμή 0,4 sec και καθώς αυξάνεται φτάνουμε στα 240 sec όπου και εκεί το delay έχει τη μέγιστη τιμή του στα 4,1 sec κοινή και για τις 3 αποστάσεις.



Εικόνα 11 Load 60 χρηστών

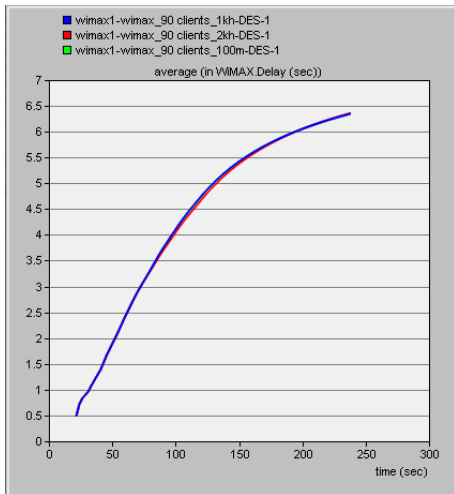
Στη γραφική παράσταση βλέπουμε το φορτίο των 60 χρηστών το οποίο είναι κοινό και για τις 3 αποστάσεις. Τη χρονική στιγμή 25 sec ξεκινάει η αύξηση του φορτίου μέχρι τα 240 sec όπου το φορτίο φθάνει στην κορύφωση του με τιμή 125.000.000 bits.



Εικόνα 12 Throughput 60 χρηστών

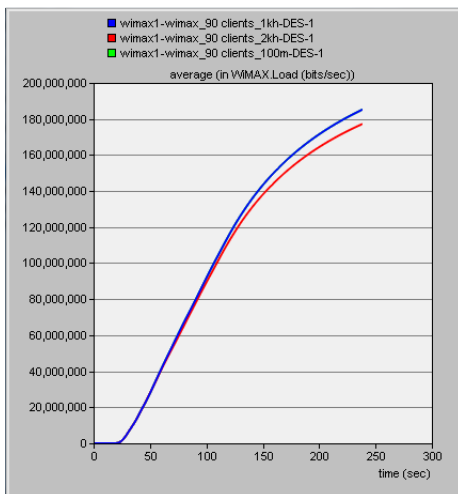
Στο παραπάνω γράφημα βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση των 60 χρηστών όπου από 0-30 sec είναι μηδενική και στις 3 αποστάσεις και από 30-240 sec φθάνει στη μέγιστη τιμή 11.000.000 bits.

Τοπολογία wimax με ενενήντα χρήστες στις αποστάσεις 100m,1km,2km.



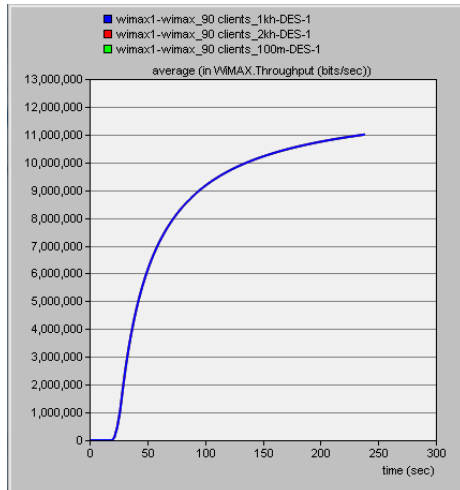
Εικόνα 13 Delay 90 χρηστών

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 90 χρηστών με κοινή πορεία και στις 3 αποστάσεις με αύξηση από 30-240 sec από 0,5sec έως 6,4 sec μέγιστη τιμή καθυστέρησης.



Εικόνα 14 Load 90 χρηστών

Στη γραφική παράσταση βλέπουμε το φορτίο των 90 χρηστών με μηδενικό φορτίο από 0 έως 30 sec και μετά αύξηση από 30 sec μέχρι τα 110 sec και για τις 3 αποστάσεις κα αμέσως μετά παρατηρούμε μια μείωση στο φορτίο της απόστασης των 2 km.

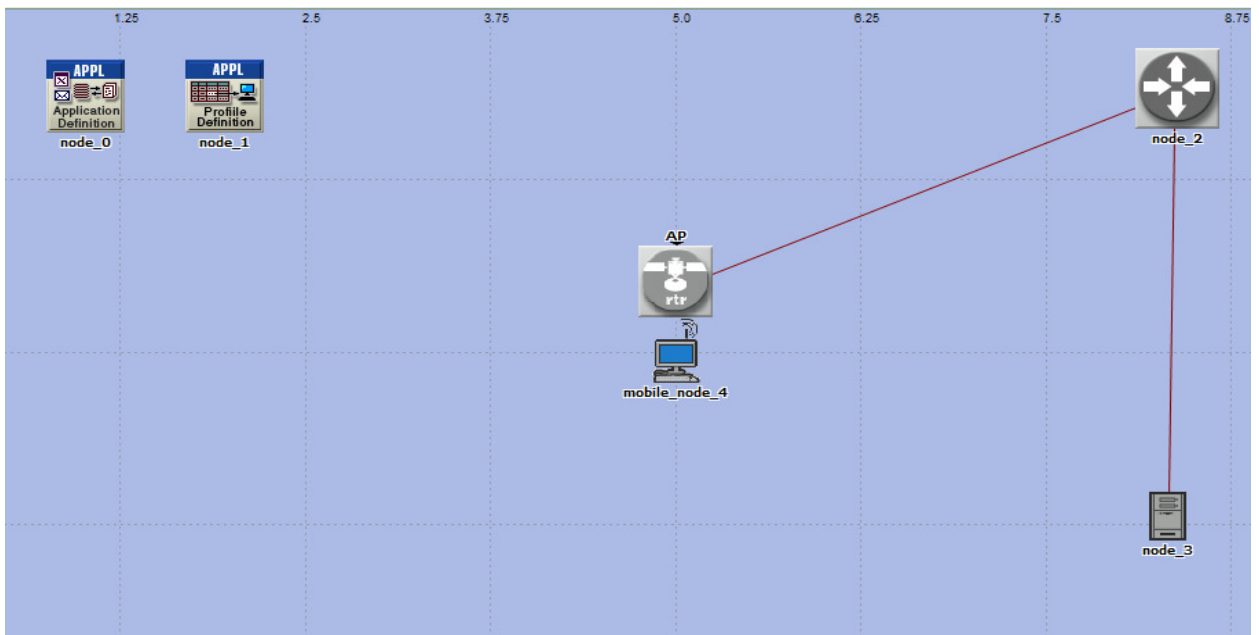


Εικόνα 15 Throughput 90 χρηστών

Στο παραπάνω γράφημα βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση του συστήματος των 90 χρηστών κοινή και στις 3 αποστάσεις μηδενική από 0-30 sec και αυξανόμενη από 30-240 sec με μέγιστη τιμή 11.000.000 bits.

5.4 Τοπολογία του δικτύου WIFI

Σε αυτή την περίπτωση η τοπολογία μας αποτελείται από ένα application config όπου ορίζεται η εφαρμογή που θα υλοποιήσουμε στο δίκτυό μας, ένα profile config όπου ορίζεται το προφίλ των χρηστών και του server. Επίσης από έναν application server (Ethernet_server), έναν router τύπου (Ethernet4_slip8_gtwy) , ένα access point τύπου (wlan_ethernet_slip4_adv) και ένα χρήστη (wlan_wkstn). Ο router συνδέεται με το router με μία γραμμή 100 base T καθώς και ο router με το access point. Ο χρήστης συνδέεται ασύρματα με το access point.



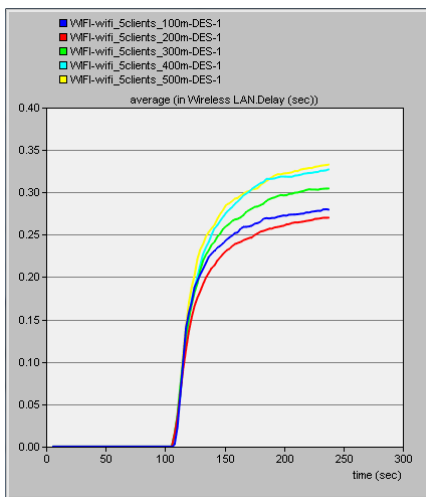
ΣΧΗΜΑ 19. Τοπολογία του δικτύου WIFI

Το 802.11 υποστηρίζει δύο τρόπους λειτουργίας: ομότιμα, όπου δεν υπάρχει κάποιος κεντρικός σταθμός βάσης-σημείο πρόσβασης, οι κόμβοι είναι ισότιμοι και η πρόσβαση στο κοινό μέσο ρυθμίζεται από κάποιο καταναμημένο πρωτόκολλο όπως το CSMA και ο άλλος τρόπος με σημείο πρόσβασης, έναν κεντρικό κόμβο του τοπικού δικτύου δηλαδή -συνήθως συνδεδεμένο σε ενσύρματο δίκτυο κορμού (π.χ. στο Internet) ο οποίος αναλαμβάνει τον έλεγχο πρόσβασης στο κοινό μέσο και δρα ως αμφίδρομος επαναλήπτης. Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων στο 802.11 εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ των κόμβων. Όσο πιο μακριά βρίσκεται η ασύρματη συσκευή από το σημείο πρόσβασης, τόσο χαμηλότερη είναι η ταχύτητα.

5.4.1 Πειραματική σύγκριση από έναν έως ενενήντα χρήστες στο WiFi.

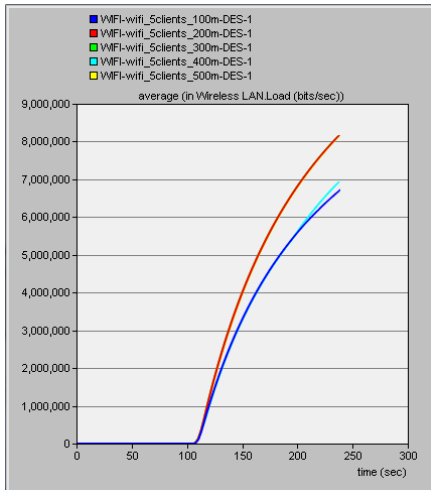
Στο wifi έχουμε να παρατηρήσουμε 2 διαφορετικές προσομοιώσεις με 2 διαφορετικές ταχύτητες. Η μια ταχύτητα είναι στα 12 Mbps και η άλλη στα 54 Mbps. Η κάθε μια προσομοίωση θα έχει επίσης τις περιπτώσεις από 1 έως 90 χρήστες για τις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m.

Τοπολογία wifi με πέντε χρήστες στις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m με ταχύτητα 12 Mbps.



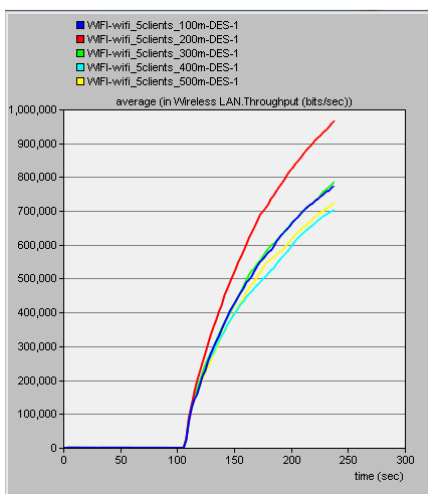
Εικόνα 16 Delay 5 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 5 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps να είναι μηδενικό από 0-110 sec. Παρατηρούμε ότι μέγιστη καθυστέρηση έχουν τα 500 m, ακολουθούν τα 400 m, αμέσως μετά τα 300 m, ύστερα τα 100 m και τέλος τα 200 m.



Εικόνα 17 Load 5 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

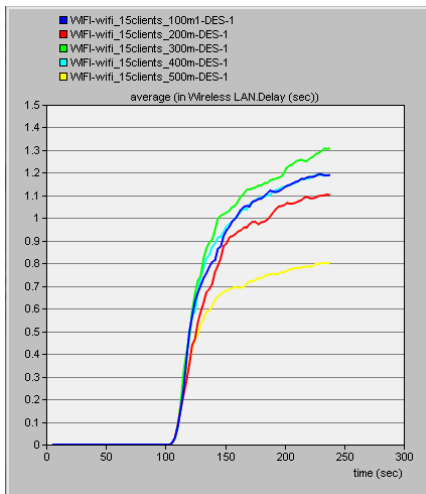
Στη γραφική παράσταση βλέπουμε το φορτίο των 5 χρηστών όπου είναι μηδενικό από 0-110 και μετά βλέπουμε μια αύξηση από 110 έως 240 όπου οι αποστάσεις 500 m, 200m και 300 m έχουν κοινό φορτίο με μέγιστη τιμή 8.000.000 bits, στα 400 m μέγιστη τιμή 7.000.000 bits και τέλος στα 100 m μέγιστη τιμή 6.800.000 bits.



Εικόνα 18 Throughput 5 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

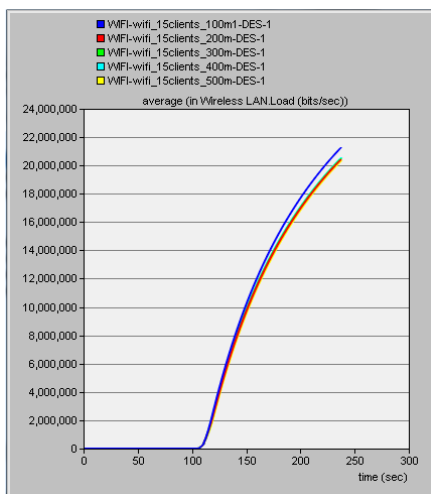
Στο παραπάνω γράφημα παρατηρούμε τα ρυθμαπόδοση των 5 χρηστών όπου είναι μηδενικό από 0-110 και μετά έχουμε αύξηση με χαμηλότερη ρυθμαπόδοση τα 400 m λίγο μεγαλύτερη είναι στα 500 m ,αμέσως μετά ακολουθούν τα 100 m και τα 300 και με μεγαλύτερη αύξηση το throughput στα 200 m.

Τοπολογία wimax με δεκαπέντε χρήστες στις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m με ταχύτητα 12 Mbps.



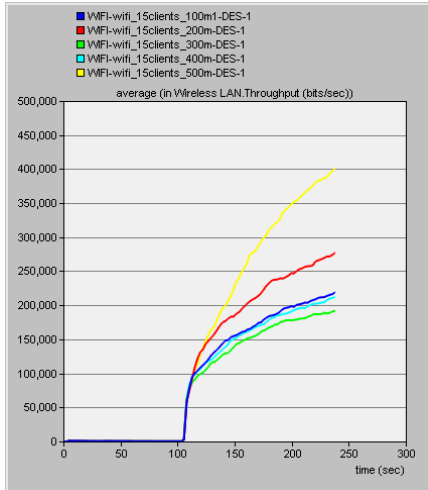
Εικόνα 19 Delay 15 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 15 χρηστών να είναι μηδενικό από 0-110 sec. Παρατηρούμε ότι μέγιστη καθυστέρηση έχουν τα 300 m, ακολουθούν τα 400 m κι τα 100 m, αμέσως μετά τα 200 m και τέλος τα 500 m.



Εικόνα 20 Load 15 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

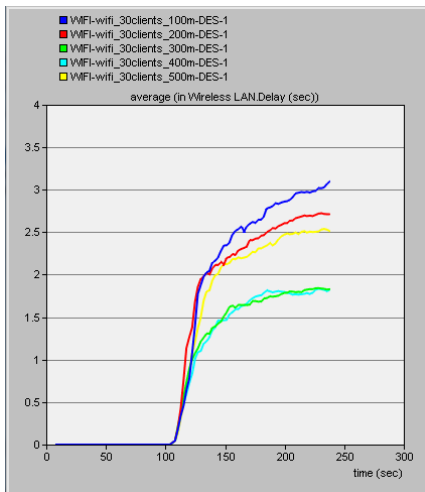
Στη γραφική παράσταση βλέπουμε το φορτίο των 15 χρηστών να είναι μηδενικό από 0-110sec και αυξανόμενο από 110-240sec κοινό για τις αποστάσεις 200,300,400 και 500 m και μεγαλύτερο το φορτίο των 100 m.



Εικόνα 21 Throughput 15 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

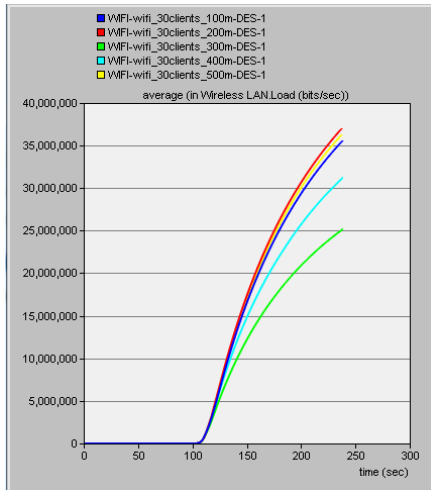
Στην παραπάνω γραφική παράσταση βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση των 15 χρηστών όπου είναι μηδενική από 0-110 sec και μετά παρατηρούμε το μεγαλύτερο throughput έχουν τα 500 m με τιμή 400.000 bits αμέσως μετά ακολουθούν τα 200 m, τα 100 m, τα 400 m και τέλος τα 300 m.

Τοπολογία wimax με τριάντα χρήστες στις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m με ταχύτητα 12 Mbps.



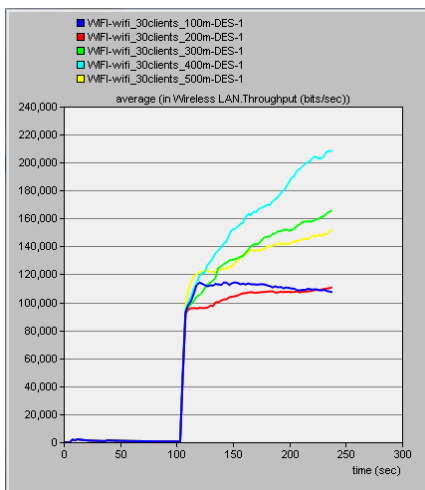
Εικόνα 22 Delay 30 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 30 χρηστών να είναι μηδενικό από 0-110 sec. Παρατηρούμε ότι μέγιστη καθυστέρηση έχουν τα 200 m, ακολουθούν τα 500 m ύστερα τα 100 m, αμέσως μετά με μεγαλύτερη μείωση τα 400 m και τα 300 m.



Εικόνα 23 Load 30 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

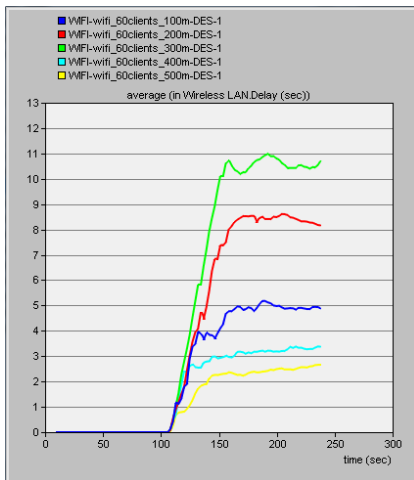
Στη γραφική παράσταση βλέπουμε το φορτίο των 30 χρηστών να είναι μηδενικό από 0-110sec και αυξανόμενο από 110-240sec κοινό για τις αποστάσεις 200,100,500 με τιμή 36.000.000 bits και ακολουθεί με λιγότερο φορτίο η απόσταση 400 m με τιμή 32.000.000 bits και αμέσως μετά το φορτίο των 300 m με τιμή 25.000.000 bits.



Εικόνα 24 Throughput 30 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

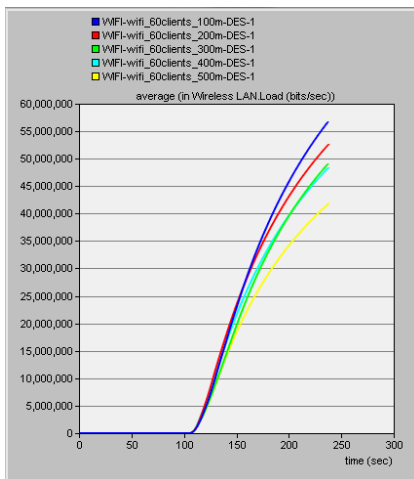
Στην παραπάνω γραφική παράσταση βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση των 30 χρηστών όπου είναι μηδενική από 0-110 sec και μετά παρατηρούμε το μεγαλύτερο throughput έχουν τα 400 m με τιμή 210.000 bits αμέσως μετά ακολουθούν τα 300 m με τιμή 165.000 bits, τα 500 m με τιμή 152.000 bits, τα 100 m και τέλος τα 200 m με τιμή 110.000 bits.

Τοπολογία wimax με εξήντα χρήστες στις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m με ταχύτητα 12 Mbps.



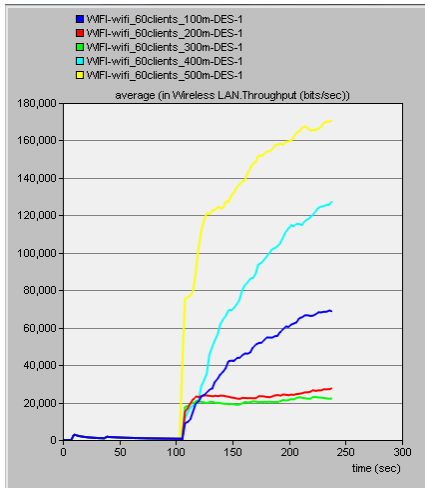
Εικόνα 25 Delay 60 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 60 χρηστών να είναι μηδενικό από 0-110 sec. Παρατηρούμε ότι μέγιστη καθυστέρηση έχουν τα 300 m στα 11 sec, ακολουθούν τα 200 m με τιμή 8 sec ύστερα τα 100 m με τιμή 5 sec, αμέσως μετά τα 400 m με τιμή 3,2 sec και τέλος τα 500 m με τιμή 2,7 sec.



Εικόνα 26 Load 60 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

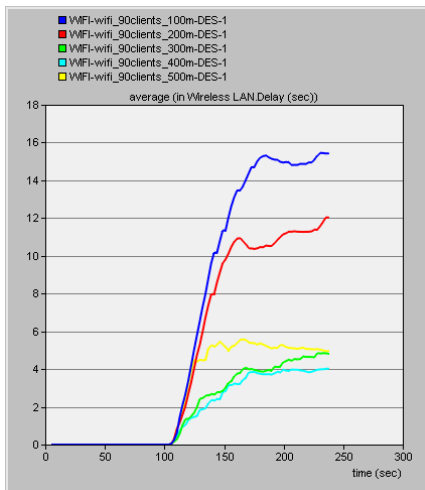
Στη γραφική παράσταση βλέπουμε το φορτίο των 60 χρηστών να είναι μηδενικό από 0-110sec και αυξάνεται με υψηλότερο φορτίο την απόσταση 100 m με τιμή 57.000.000 bits και ακολουθεί με λιγότερο φορτίο η απόσταση 200 m με τιμή 53.000.000 bits και αμέσως μετά το φορτίο των 300 m και 400 m με τιμή 48.000.000 bits και τέλος χαμηλότερο φορτίο παρατηρούμε στα 500 m με τιμή 42.000.000 bits.



Εικόνα 27 Throughput 60 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

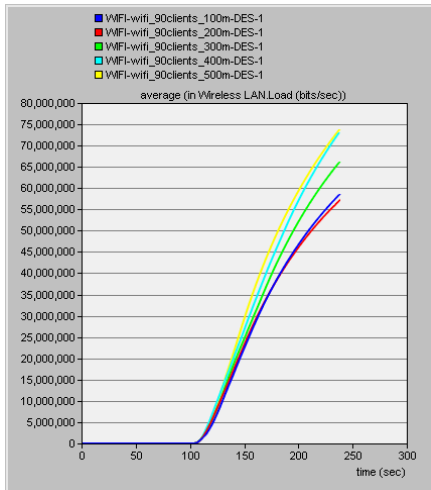
Στην παραπάνω γραφική παράσταση βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση των 60 χρηστών όπου είναι μηδενική από 0-110 sec και μετά παρατηρούμε το μεγαλύτερο throughput να έχουν τα 500 m με τιμή 170.000 bits αμέσως μετά ακολουθούν τα 400 m με τιμή 130.000 bits, μετά τα 100 m με τιμή 70.000 bits, ύστερα τα 200 m και με ελάχιστη μείωση τα 300 m με τιμή 25.000 bits.

Τοπολογία wimax με ενενήντα χρήστες στις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m με ταχύτητα 12 Mbps.



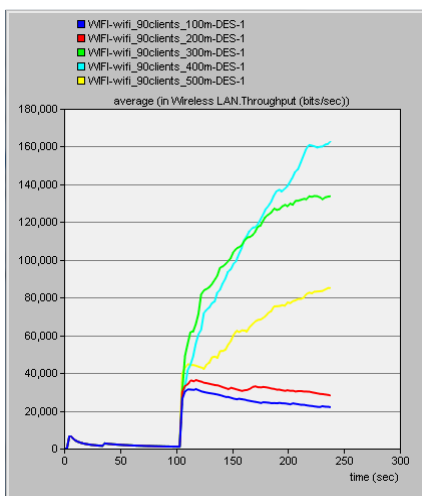
Εικόνα 28 Delay 90 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 90 χρηστών να είναι μηδενικό από 0-110 sec. Παρατηρούμε ότι μέγιστη καθυστέρηση έχουν τα 100 m στα 15 sec, ακολουθούν τα 200 m με τιμή 12 sec ύστερα τα 500 m και τα 300 m με τιμή 5 sec, αμέσως μετά τα 400 m με τιμή 4 sec.



Εικόνα 29 Load 90 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

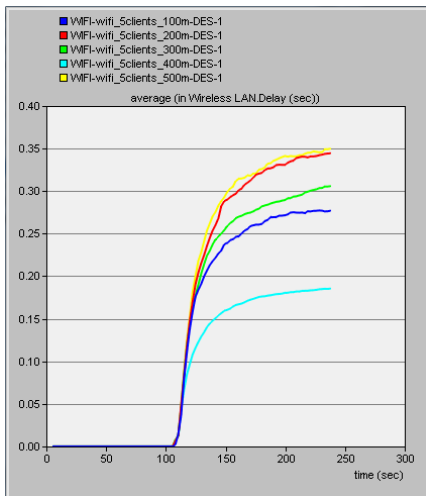
Στη γραφική παράσταση βλέπουμε το φορτίο των 90 χρηστών να είναι μηδενικό από 0-110sec και αυξάνεται με υψηλότερο φορτίο την απόσταση 500 m και τα 400 m με τιμή 74.000.000 bits και ακολουθεί με λιγότερο φορτίο η απόσταση 300 m με τιμή 66.000.000 bits και αμέσως μετά το φορτίο των 100 m και 200 m με τιμή 57.000.000 bits



Εικόνα 30 Throughput 90 χρηστών με ταχύτητα 12 Mbps

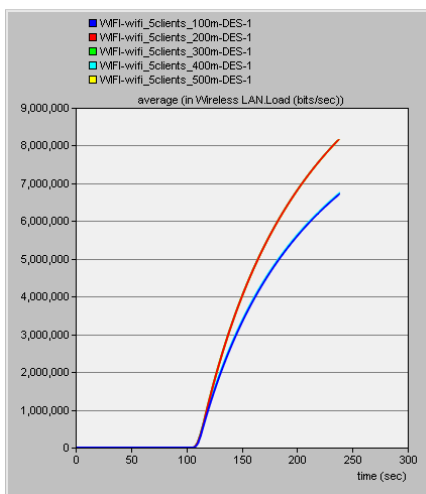
Στην παραπάνω γραφική παράσταση βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση των 90 χρηστών όπου είναι σχεδόν μηδενική από 0-110 sec και μετά παρατηρούμε το μεγαλύτερο throughput να έχουν τα 400 m με τιμή 160.000 bits αμέσως μετά ακολουθούν τα 300 m με τιμή 135.000 bits, μετά τα 500 m με τιμή 87.000 bits, ύστερα τα 200 m με τιμή 30.000 bits και μετά τα 100 m με τιμή 21.000 bits.

Τοπολογία wimax με πέντε χρήστες στις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m με ταχύτητα 54 Mbps.



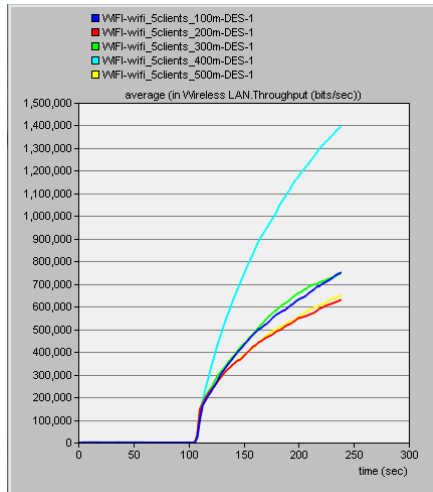
Εικόνα 31 Delay 5 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 5 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps να είναι μηδενικό από 0-110 sec. Παρατηρούμε ότι μέγιστη καθυστέρηση έχουν τα 500 m και τα 200 m, αμέσως μετά τα 300 m, ύστερα τα 100 m και τέλος τα 400 m.



Εικόνα 32 Load 5 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

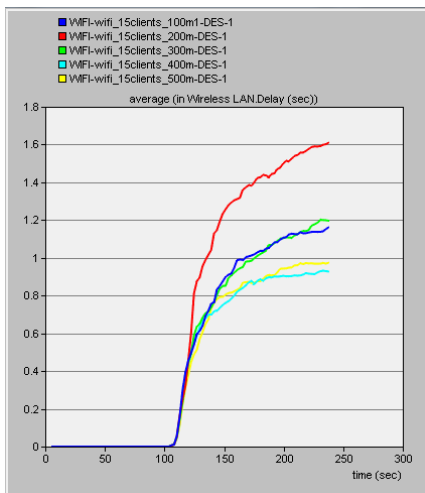
Στη παράσταση βλέπουμε το φορτίο των 5 χρηστών όπου είναι μηδενικό από 0-110 sec και μετά βλέπουμε αύξηση με μέγιστο φορτίο έχουν οι αποστάσεις 100m και 400m με τιμή 6.800.000 bits και με εμφανή μειωμένο φορτίο ακολουθούν οι αποστάσεις 200m, 300m και 500m με τιμή 8.000.000 bits.



Εικόνα 33 Throughput 5 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

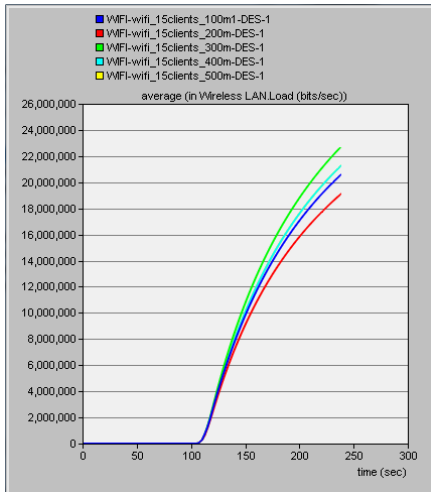
Στην γραφική παράσταση βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση των 5 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps. Μεγαλύτερο throughput έχει η απόσταση 400 m με τιμή 1.400.000 bits, με μεγάλη μείωση ακολουθούν οι αποστάσεις 300 m και 100 m με τιμή 750.000 bits και τέλος οι αποστάσεις 500 m και 200 m με τιμή 650.000 bits.

Τοπολογία wimax με δεκαπέντε χρήστες στις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m με ταχύτητα 54 Mbps.



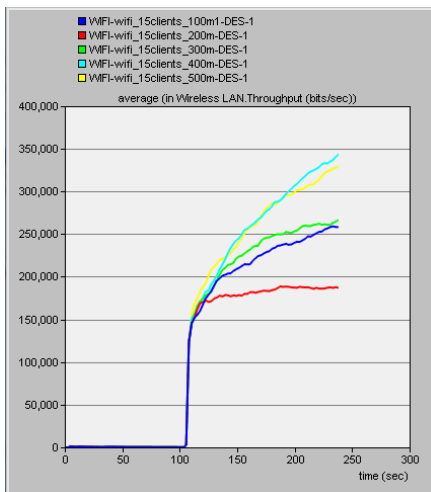
Εικόνα 34 Delay 15 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 15 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps να είναι μηδενικό από 0-110 sec. Παρατηρούμε ότι μέγιστη καθυστέρηση έχουν τα 200 m, αμέσως μετά τα 300 m και τα 100 m, ύστερα τα 500 m και τέλος τα 400 m.



Εικόνα 35 Load 15 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

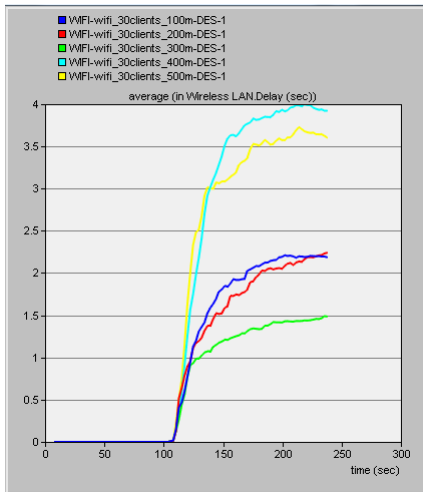
Στην γραφική παράσταση παρατηρούμε το φορτίο των 15 χρηστών όπου είναι μηδενικό από 0-110 sec και αμέσως μετά αυξάνεται με υψηλότερο φορτίο να έχει η απόσταση 300 m, αμέσως μετά οι αποστάσεις 400 m και 100 m και με χαμηλότερο φορτίο τα 200 m.



Εικόνα 36 Throughput 15 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

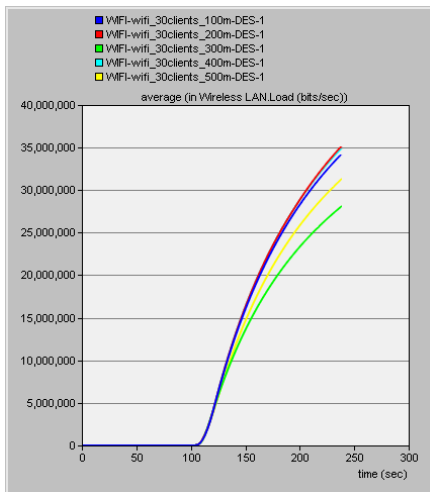
Στην γραφική παράσταση βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση των 15 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps. Μεγαλύτερο throughput έχει η απόσταση 400 m και 500 m με τιμή 340.000 bits, με μεγάλη μείωση ακολουθούν οι αποστάσεις 300 m και 100 m με τιμή 260.000 bits και τέλος η απόσταση 200 m με τιμή 190.000 bits.

Τοπολογία wimax με τριάντα χρήστες στις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m με ταχύτητα 54 Mbps.



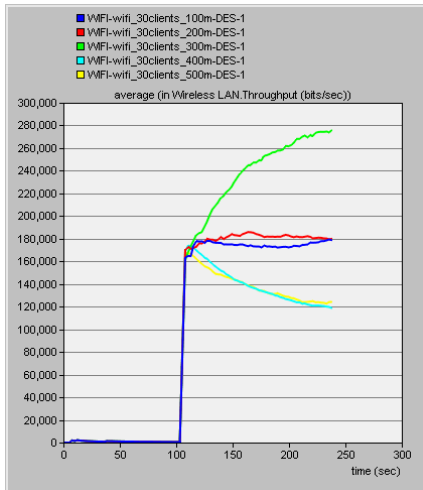
Εικόνα 37 Delay 30 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 30 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps να είναι μηδενικό από 0-110 sec. Παρατηρούμε ότι μέγιστη καθυστέρηση έχουν τα 400 m, αμέσως μετά τα 500 m μεγάλη απόκλιση ακολουθούν τα 100 m και τα 200 m και τέλος είναι τα 300 m.



Εικόνα 38 Load 30 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

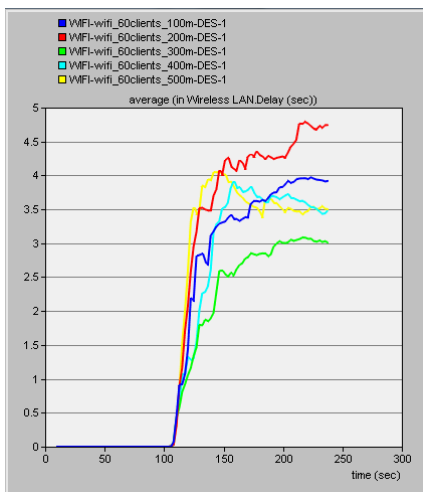
Στην γραφική παράσταση παρατηρούμε το φορτίο των 30 χρηστών όπου είναι μηδενικό από 0-110 sec και αμέσως μετά αυξάνεται με υψηλότερο φορτίο να έχει η απόσταση 200 m, ακολουθούν τα 400 και τα 100 m, αμέσως μετά οι αποστάσεις 500 m και τέλος με χαμηλότερο φορτίο είναι τα 300 m.



Εικόνα 39 Throughput 30 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

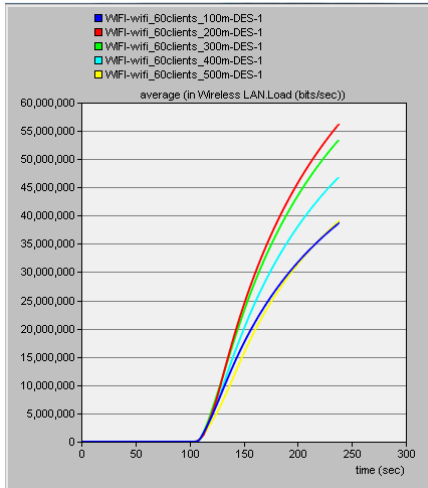
Στην παραπάνω γραφική παράσταση βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση των 30 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps. Μεγαλύτερο throughput έχει η απόσταση 300 m τιμή 280.000 bits, με μεγάλη μείωση ακολουθούν οι αποστάσεις 200 m και 100 m με τιμή 180.000 bits και τέλος οι αποστάσεις 400 m και 500 m με τιμή 120.000 bits.

Τοπολογία wimax με εξήντα χρήστες στις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m με ταχύτητα 54 Mbps.



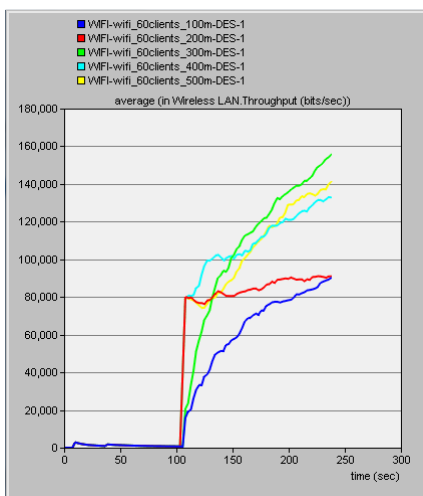
Εικόνα 40 Delay 60 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 60 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps να είναι μηδενικό από 0-110 sec. Παρατηρούμε ότι μέγιστη καθυστέρηση έχουν τα 200 m, αμέσως μετά τα 100 m ακολουθούν τα 400 m και τα 500 m και τέλος είναι τα 300 m.



Εικόνα 41 Load 60 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

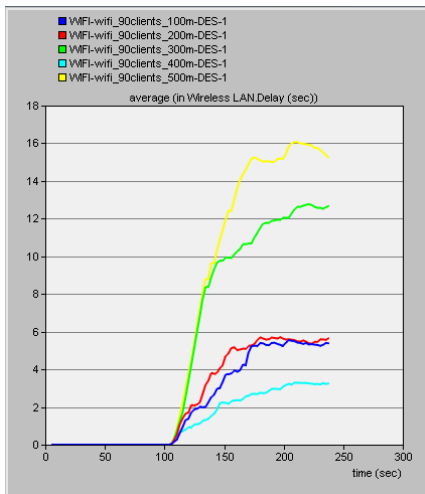
Στην γραφική παράσταση παρατηρούμε το φορτίο των 60 χρηστών όπου είναι μηδενικό από 0-110 sec και αμέσως μετά αυξάνεται με υψηλότερο φορτίο να έχει η απόσταση 200 m, ακολουθούν τα 300 και τα 400 m και τέλος με χαμηλότερο φορτίο είναι τα 100 m και 500 m.



Εικόνα 42 Throughput 60 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

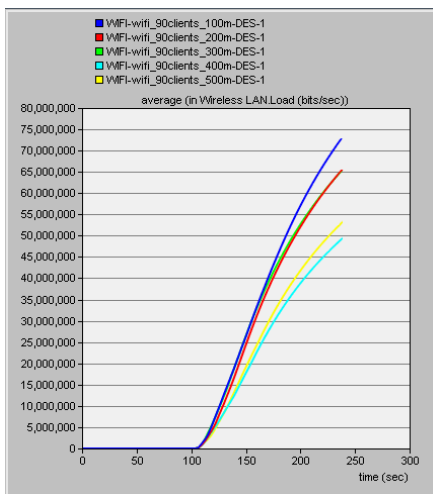
Στην παραπάνω γραφική παράσταση βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση των 60 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps. Μεγαλύτερο throughput έχει η απόσταση 300 m τιμή 155.000 bits, ακολουθούν οι αποστάσεις 500 m με τιμή 140.000 bits και 400 m με τιμή 130.000 bits και τέλος οι αποστάσεις 200 m και 100 m με τιμή 90.000 bits.

Τοπολογία wimax με ενενήντα χρήστες στις αποστάσεις 100m,200m,300m,400m,500m με ταχύτητα 54 Mbps.



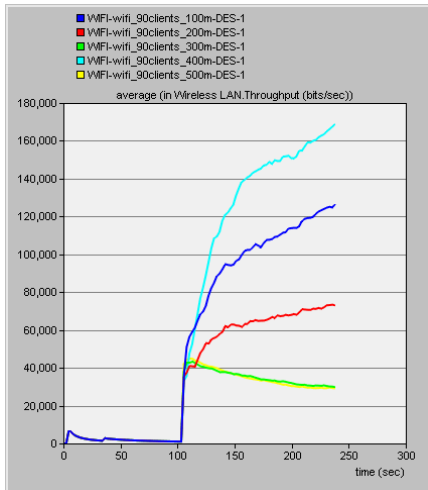
Εικόνα 43 Delay 90 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

Στην γραφική παράσταση βλέπουμε το delay των 90 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps να είναι μηδενικό από 0-110 sec. Παρατηρούμε ότι μέγιστη καθυστέρηση έχουν τα 500 m, αμέσως μετά τα 300 m ακολουθούν με μεγάλη μείωση τα 200 m και τα 100 m και τέλος είναι τα 400 m.



Εικόνα 44 Load 90 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

Στην γραφική παράσταση παρατηρούμε το φορτίο των 90 χρηστών όπου είναι μηδενικό από 0-110 sec και αμέσως μετά αυξάνεται με υψηλότερο φορτίο να έχει η απόσταση 100 m, ακολουθούν τα 200 και τα 300 m και τέλος με χαμηλότερο φορτίο είναι τα 500 m και 400 m.



Εικόνα 45 Throughput 90 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps

Στην παραπάνω γραφική παράσταση βλέπουμε τη ρυθμαπόδοση των 90 χρηστών με ταχύτητα 54 Mbps. Μεγαλύτερο throughput έχει η απόσταση 400 m τιμή 170.000 bits, ακολουθούν οι αποστάσεις 100 m με τιμή 125.000 bits και 200 m με τιμή 70.000 bits και τέλος οι αποστάσεις 300 m και 500 m με τιμή 30.000 bits.

5.5 Συμπεράσματα μετά από την πειραματική μελέτη των δύο πρωτοκόλλων.

Παρακάτω κατασκευάσαμε για την κάθε προσομοίωση συγκριτικούς πίνακες με τα αποτελέσματα.

WIMAX			
ΧΡΗΣΤΕΣ	DELAY	LOAD	THROUGHPUT
	100 => 0,45	100 => 13.300.000	100 => 5.700.000
5	1 => 0,45	1 => 13.300.000	1 => 5.700.000
	2 => 0,37	2 => 13.300.000	2 => 6.500.000
	100 => 1,19	100 => 36.000.000	100 => 9.500.000
15	1 => 1,19	1 => 36.000.000	1 => 9.500.000
	2 => 1,20	2 => 36.000.000	2 => 9.500.000
	100 => 2,3	100 => 67.000.000	100 => 10.500.000
30	1 => 2,3	1 => 67.000.000	1 => 10.500.000
	2 => 2,3	2 => 66.000.000	2 => 10.500.000
	100 => 4,2	100 => 125.000.000	100 => 11.000.000
60	1 => 4,2	1 => 125.000.000	1 => 11.000.000
	2 => 4,2	2 => 125.000.000	2 => 11.000.000
	100 => 6,4	100 => 185.000.000	100 => 11.000.000
90	1 => 6,4	1 => 185.000.000	1 => 11.000.000
	2 => 6,4	2 => 180.000.000	2 => 11.000.000

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων της προσομοίωσης στο wimax

Στον πίνακα 5 αυτό που παρατηρούμε είναι τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα από τις προσομοιώσεις που πραγματοποιήσαμε στο πρόγραμμα OPNET για το Wimax. Έχουμε επιλέξει τις ακόλουθες προσομοιώσεις: 5, 15, 30, 60, 90 χρήστες. Κάθε μια από αυτές τις προσομοιώσεις έχει τρεις διαφορετικές αποστάσεις. Τα 100 m τα 1 km και 2 km.

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι όσο αυξάνονται οι χρήστες τόσο αυξάνεται το delay και αυτό γιατί όσο αυξάνονται οι χρήστες υπάρχει ζήτηση περισσότερης πληροφορίας που αυτό έχει ως αποτέλεσμα να στέλνονται περισσότερα πακέτα.

Επίσης όσο αυξάνεται η απόσταση από την κεραία αυξάνεται η καθυστέρηση του συστήματος και αυτό γιατί απαιτείται περισσότερος χρόνος ώστε να φθάσουν τα πακέτα στον τελικό αποδέκτη.

Ακόμα παρατηρούμε ότι το φορτίο (load) αυξάνεται όσο αυξάνονται και οι χρήστες, και αυτό γιατί όσο περισσότερους χρήστες έχουμε στο δίκτυό μας τόσο περισσότερη ζήτηση πληροφορίας υπάρχει και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μετάδοση περισσότερων πακέτων άρα και την υπερφόρτωση του συστήματος.

Όσον αφορά τις αποστάσεις το load δεν επηρεάζεται και ο λόγος είναι ότι σε όποια απόσταση και αν βρίσκονται οι χρήστες θα ζητηθεί ο ίδιος φόρτος πληροφορίας.

Τέλος το throughput (ρυθμικόδοση) του συστήματος αυξάνεται όσο αυξάνονται οι χρήστες και αυτό γιατί υπάρχει περισσότερη κινητικότητα πακέτων στο δίκτυο.

Όσον αφορά τις αποστάσεις το throughput δεν επηρεάζεται και ο λόγος είναι ότι σε όποια απόσταση και αν βρίσκονται οι χρήστες θα σταλεί ο ίδιος αριθμός πακέτων.

WIFI				
ΧΡΗΣΤΕΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	DELAY	LOAD	THROUGHPUT
		100 => 0,28	100 => 6.800.000	100 => 780.000
		200 => 0,27	200 => 8.000.000	200 => 980.000
5	12	300 => 0,30	300 => 8.000.000	300 => 780.000
		400 => 0,32	400 => 7.000.000	400 => 700.000
		500 => 0,33	500 => 8.000.000	500 => 700.000
		100 => 1,2	100 => 21.000.000	100 => 220.000
		200 => 1,1	200 => 20.000.000	200 => 280.000
15	12	300 => 1,3	300 => 20.000.000	300 => 190.000
		400 => 1,2	400 => 20.000.000	400 => 220.000
		500 => 0,8	500 => 20.000.000	500 => 400.000
		100 => 3,1	100 => 35.000.000	100 => 110.000
		200 => 2,7	200 => 37.000.000	200 => 110.000
30	12	300 => 1,8	300 => 25.000.000	300 => 1650.000
		400 => 1,8	400 => 31.000.000	400 => 210.000
		500 => 2,5	500 => 36.000.000	500 => 150.000
		100 => 5	100 => 57.000.000	100 => 70.000
		200 => 8	200 => 53.000.000	200 => 25.000
60	12	300 => 11	300 => 48.000.000	300 => 25.000
		400 => 3,2	400 => 48.000.000	400 => 130.000
		500 => 2,8	500 => 42.000.000	500 => 170.000
		100 => 15	100 => 57.000.000	100 => 21.000
		200 => 12	200 => 57.000.000	200 => 30.000
90	12	300 => 5	300 => 66.000.000	300 => 135.000
		400 => 4	400 => 74.000.000	400 => 160.000
		500 => 5	500 => 74.000.000	500 => 87.000

ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων της προσομοίωσης στο wifi(12Mbps)

Στον πίνακα 6 αυτό που παρατηρούμε είναι τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα από τις προσομοιώσεις που πραγματοποιήσαμε στο πρόγραμμα OPNET για το Wifi. Έχουμε επιλέξει τις ακόλουθες προσομοιώσεις: 5, 15, 30, 60, 90 χρήστες.

Η ταχύτητα που έχουμε επιλέξει σε αυτήν την προσομοίωση είναι 12 Mbps η οποία είναι ίδια με την ταχύτητα της προσομοίωσης του Wimax.

Επίσης κάθε μια από αυτές τις προσομοιώσεις έχει πέντε διαφορετικές αποστάσεις. Τα 100 m, 200 m, 300 m, 400 m και τα 500 m.

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι όσο αυξάνονται οι χρήστες τόσο αυξάνεται το delay, το load καθώς και το throughput.

WIFI				
ΧΡΗΣΤΕΣ	TAXYTHTA	DELAY	LOAD	THROUGHPUT
		100 => 0,27	100 => 6.800.000	100 => 750.000
		200 => 0,35	200 => 8.000.000	200 => 620.000
5	54	300 => 0,30	300 => 8.000.000	300 => 750.000
		400 => 0,18	400 => 6.800.000	400 => 1.400.000
		500 => 0,35	500 => 8.000.000	500 => 620.000
		100 => 1,19	100 => 20.500.000	100 => 260.000
		200 => 1,6	200 => 19.000.000	200 => 190.000
15	54	300 => 1,2	300 => 23.000.000	300 => 260.000
		400 => 1	400 => 21.000.000	400 => 3400.000
		500 => 0,9	500 => 23.000.000	500 => 330.000
		100 => 2,2	100 => 34.000.000	100 => 180.000
		200 => 2,2	200 => 35.000.000	200 => 180.000
30	54	300 => 1,5	300 => 28.000.000	300 => 280.000
		400 => 4	400 => 34.000.000	400 => 120.000
		500 => 3,7	500 => 32.000.000	500 => 120.000
		100 => 4	100 => 39.000.000	100 => 90.000
		200 => 4,7	200 => 56.000.000	200 => 90.000
60	54	300 => 3	300 => 54.000.000	300 => 155.000
		400 => 3,5	400 => 47.000.000	400 => 130.000
		500 => 3,6	500 => 39.000.000	500 => 140.000
		100 => 5,8	100 => 73.000.000	100 => 125.000
		200 => 5,8	200 => 65.000.000	200 => 70.000
90	54	300 => 13	300 => 65.000.000	300 => 30.000
		400 => 3,5	400 => 50.000.000	400 => 170.000
		500 => 15	500 => 54.000.000	500 => 30.000

ΠΙΝΑΚΑΣ 7. Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων της προσομοίωσης στο wifi(54Mbps)

Στον πίνακα 7 αυτό που παρατηρούμε είναι τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα από τις προσομοιώσεις που πραγματοποιήσαμε στο πρόγραμμα OPNET για το Wifi. Έχουμε επιλέξει τις ακόλουθες προσομοιώσεις: 5, 15, 30, 60, 90 χρήστες.

Η ταχύτητα που έχουμε επιλέξει σε αυτήν την προσομοίωση είναι 54 Mbps.

Επίσης κάθε μια από αυτές τις προσομοιώσεις έχει πέντε διαφορετικές αποστάσεις. Τα 100 m, 200 m, 300 m, 400 m και τα 500 m.

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι όσο αυξάνονται οι χρήστες τόσο αυξάνεται το delay, το load καθώς και το throughput.

Όσον αφορά τις αποστάσεις όσο πιο πολύ απομακρύνεται ο χρήστης τόσο μικραίνει το φορτίο και ο λόγος είναι επειδή υπάρχει σύγκρουση πακέτων και λόγω απόστασης το πακέτο κάνει επανεκπομπή.

Οι επανεκπομπές πιθανόν να κρίνονται αναγκαίες εξαιτίας της συμπεριφοράς απωλειών του ασύρματου μέσου.

Σαν λύση σε αυτά τα προβλήματα, το πρωτόκολλο 802.16 παρέχει αναβαθμισμένες τεχνικές ελέγχου της ισχύος και το φυσικό στρώμα για λειτουργία στα 2-11 GHz μπορεί να βασιστεί στο OFDM.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.Συμπεράσματα

Κοιτάζοντας τα αποτελέσματα της προσομοίωσης στις παραπάνω γραφικές παραστάσεις και στους πίνακες, μπορούμε να παρατηρήσουμε 3 διαφορετικές περιπτώσεις ως προς την καθυστέρηση, το φορτίο και τη ρυθμαπόδοση.

Καταρχήν γνωρίζουμε ότι το Wimax είναι ένα δίκτυο πολύ πιο γρήγορο από το Wifi.

Αυτό που μπορούμε να παρατηρήσουμε με βάση τα αποτελέσματα παραπάνω είναι ότι μεγαλύτερες καθυστερήσεις έχουμε στο σενάριο του Wifi με ταχύτητα 12 Mbps. Μικρότερες καθυστερήσεις παρατηρούμε στο σενάριο του Wifi με ταχύτητα 54 Mbps και το Wimax. Αυτό συμβαίνει γιατί και τα δύο αυτά σενάρια έχουν πολύ γρήγορες ταχύτητες με αποτέλεσμα το σύστημά μας να μην δέχεται πολλές καθυστερήσεις. Μπορούμε να πούμε ότι το Wimax δίκτυο σε σύγκριση με τα άλλα δυο παρέχει την υψηλότερη ποιότητα υπηρεσίας με τις μικρότερες χρονοκαθυστερήσεις με αποτέλεσμα να έχουμε συνεχόμενη ροή εικόνας και ήχου χωρίς διακοπές τις οποίες θα είχαμε στο δίκτυο του Wifi.

Το Wimax παρουσιάζει την καλύτερη επίδοση ως προς την καθυστέρηση του πακέτου και γι' αυτό το λόγο αποτελεί την πιο κατάλληλη λύση για γρήγορη ασύρματη σύνδεση στο διαδίκτυο.

Επίσης όσον αφορά το load έχουμε να παρατηρήσουμε με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα ότι στο Wimax έχουμε περισσότερο φορτίο αλλά το Wimax χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο του πρωτοκόλλου 802.16 όπου είναι αρκετά σταθερός ακόμα και όταν το δίκτυο είναι υπερφορτωμένο και ο αριθμός των συνδεδεμένων συνδρομητών είναι πολύ μεγάλος αντίθετα με το 802.11 που χρησιμοποιεί το Wifi. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για την ρυθμαπόδοση του συστήματος.

Με πρακτικούς όρους, το Wimax λειτουργεί παρόμοια με το Wifi, αλλά σε υψηλότερους ρυθμούς, σε μεγαλύτερες αποστάσεις και για ένα μεγαλύτερο αριθμό χρηστών.

Τέλος όλα αυτά τα ασύρματα τοπικά δίκτυα αποτελούν μια πολύ χρήσιμη τεχνολογία που συνδυάζει μικρές εξασθενήσεις, μικρές καθυστερήσεις, υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης και για το λόγο αυτό αποτελούν μια διαδεδομένη λύση στις ασύρματες επικοινωνίες με το μειονέκτημα μόνο ότι δεν μπορούν να καλύψουν ικανοποιητικά τις αποστάσεις που καλύπτουν τα Wimax δίκτυα.

6.1 Επίλογος και προτάσεις περαιτέρω μελέτης

Τελειώνοντας αυτήν την εργασία μπορούμε να πούμε ότι γνωρίσαμε και κατανοήσαμε σε μεγάλο βαθμό πάρα πολλά για τις ασύρματες επικοινωνίες, ωστόσο το πιο σημαντικό ήταν η εξοικείωσή μας με το πρόγραμμα Ornet με το οποίο καταφέραμε να βγάλουμε τα δικά μας συμπεράσματα κατά τη διάρκεια της μελέτης μας στον τομέα των δικτύων.

Κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της πτυχιακής ασχοληθήκαμε με μερικές από τις κυριότερες τεχνολογίες ασύρματων επικοινωνιών που χρησιμοποιούνται σήμερα. Αναλύσαμε σε μεγάλο βαθμό τις τρεις υπηρεσίες την καθυστέρηση, το φορτίο και τη ρυθμαπόδοση του συστήματος για κάθε τύπο δικτύου που τις υιοθέτησε.

Η παρούσα εργασία μπορεί να αποτελέσει μια βάση για περαιτέρω έρευνα στις ασύρματες επικοινωνίες ώστε να προσεγγίσουμε πολύ περισσότερο την λειτουργία των πραγματικών δικτύων. Επίσης θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να δημιουργηθεί ένα νέο προγραμματιστικό περιβάλλον στο οποίο θα μπορούσε να γίνει η ενοποίηση όλων των ασύρματων τεχνολογιών.