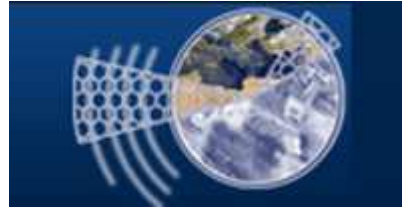




Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

**Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων**



Πτυχιακή εργασία

**Τα πλεονεκτήματα χρήσης της Δορυφορικής
Τεχνολογίας στην εφαρμογή της υπηρεσίας Live
Streaming**

Ζωή Φαρμάκη (Α.Μ. 2782)

Επιβλέπων Καθηγητής: Ανδρέας Βλησίδης

Επιτροπή αξιολόγησης: Στρατάκης Δημήτριος, Παναγιωτάκης Σπύρος

Ημερομηνία παρουσίασης: 22/11/2013

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας κ. Ανδρέα Βλησίδη για την ανάθεση, τη συνεχή επίβλεψη και βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον προϊστάμενο μου κ. Θωμά Καλαμάρη για την πολύτιμη βοήθειά του, τη συνεχή του καθοδήγηση μέσα σε αυτούς τους έξι μήνες της υλοποίησης της πρακτικής μου άσκησης στην εταιρεία HELLAS SAT, διότι χωρίς τη βοήθεια του και τον παρεχόμενο εξοπλισμό δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί αυτή η πτυχιακή εργασία.

Abstract

This thesis deals with the issue of using satellite networks for video streaming. We present some basic principles of communication satellites and data transfers through them, and analyze the DVB standards and their features, as well as the most significant video streaming protocols.

After the theoretical presentation of relevant technologies we provide information for the satellite Hellas Sat 2 and how it was used as part of a network through which experimental measurements were made with various parameters in order to evaluate its performance during video streaming.

Σύνοψη

Αυτή την εργασία ασχολείται με το θέμα της μετάδοσης βίντεο μέσω δορυφορικών δικτύων για την ζωντανή αναμετάδοση βίντεο. Αρχικά παρουσιάζονται κάποιες βασικές αρχές των τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων που χρησιμοποιούνται για την μετάδοση δεδομένων και αναλύονται τα πρότυπα DVB και οι δυνατότητες που προσφέρουν, ενώ επιπλέον παρουσιάζονται και τα σημαντικότερα πρότυπα που χρησιμοποιούνται για το video streaming.

Μετά από τη θεωρητική παρουσίαση των σχετικών τεχνολογιών δίνονται πληροφορίες για τον δορυφόρο Hellas Sat 2 και πως χρησιμοποιήθηκε ως τμήμα ενός δικτύου, μέσω του οποίου έγιναν πειραματικές μετρήσεις με διάφορα δεδομένα για την αξιολόγηση της απόδοσης του κατά την διαδικασία του video streaming.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	2
Abstract	5
Σύνοψη	6
Περιεχόμενα.....	7
Πίνακας εικόνων	9
1 Εισαγωγή.....	10
1.1 Περίληψη.....	10
1.2 Κίνητρο για την διεξαγωγή της εργασίας.....	10
1.3 Σκοπός και στόχοι εργασίας.....	10
1.4 Δομή εργασίας	10
2 Εισαγωγικά στοιχεία δορυφορικών επικοινωνιών.....	11
2.1 Γενικά.....	11
2.2 Τι είναι δορυφόρος	11
2.3 Είδη τροχιών και γεωσύγχρονοι δορυφόροι	11
2.4 Δομή ενός δορυφορικού συστήματος	13
2.4.1 Το Διαστημικό τμήμα (Space segment)	13
2.4.2 Το επίγειο τμήμα (ground segment).....	14
2.5 Δορυφορικό Ραδιοφάσμα.....	15
2.6 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί της χρήσης υψηλών συχνοτήτων.....	17
2.7 Δυσμενείς επιδράσεις της ατμόσφαιρας.....	18
3 Παρουσίαση των προτύπων DVB και DVB – RCS.....	20
3.1 Γενικά.....	20
3.2 Το πρότυπο DVB.....	20
3.2.1 Ορισμός DVB-Digital Video Broadcasting	20
3.2.2 Εισαγωγή στο πρότυπο DVB	20
3.3 Το πρότυπο DVB – RCS.....	22
3.3.1 Γενικά	22
3.3.2 Περιγραφή.....	22
3.3.3 Δορυφορικοί αναμεταδότες	23
4 Ο δορυφόρος Hellas Sat 2.....	25
4.1 Γενικά χαρακτηριστικά για τον Hellas sat 2	25
4.2 Αμφίδρομο δορυφορικό ίντερνετ.....	26
4.2.1 Που απευθύνεται το αμφίδρομο δορυφορικό ίντερνετ.....	26
4.3 Hellas SAT net.....	27

4.3.1	Hellas SAT net! Home.....	28
4.3.2	Hellas SAT net! Business.....	30
4.4	Χάρτης Κάλυψης του Hellas Sat	33
4.4.1	Απεικόνιση γεωγραφικής κάλυψης του Hellas sat	33
5	Live Streaming	38
5.1	Τι είναι Streaming.....	38
5.2	Τι είναι Live Streaming	39
5.2.1	Κύρια πλεονεκτήματα.....	40
5.2.2	Συνήθεις εφαρμογές	41
5.3	Πρωτόκολλο RTP	41
5.3.1	Είδη μετάδοσης (streaming)	41
5.4	Δίκτυα.....	42
5.4.1	Πρώθηση Πακέτων.....	42
5.4.2	Network Protocols.....	43
5.4.3	Αλγόριθμοι συμπίεσης streaming media.....	44
5.4.4	Streaming servers.....	50
5.4.5	Τρόποι μετάδοσης εικονοροών (Reference video streaming).....	51
6	Μετρήσεις απόδοσης υπηρεσίας Live streaming	53
6.1	Εξοπλισμός	53
6.2	Συνδεσμολογία.....	53
6.2.1	Περιγραφικά.....	53
6.3	Μετρήσεις απόδοσης σε πραγματικό χρόνο	54
7	Συμπεράσματα	64
8	Βιβλιογραφία.....	65

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 2-1 Είδη τροχιών.....	12
Εικόνα 2-2 Ένας δορυφόρος σε ελλειπτική τροχιά.....	13
Εικόνα 2-3 Διαφορετικά μήκη κύματος και τα χαρακτηριστικά τους	17
Εικόνα 3-1 Η ροή δεδομένων στο πρωτόκολλο DVB - RCS.....	22
Εικόνα 3-2 Αναπαραγωγικό σύστημα αναμεταδοτών.....	24
Εικόνα 4-1 Το λογότυπο της εταιρείας HellasSAT.....	25
Εικόνα 4-2 Ο ελληνικός δορυφόρος HELLAS –SAT.....	27
Εικόνα 4-3 Δέσμη F1, γεωγραφική κάλυψη για εκπομπή, 12,5 GHz, περιγράμματα EIRP	33
Εικόνα 4-4 Δέσμη F1, γεωγραφική κάλυψη για λήψη, 13,8 GHz, περιγράμματα G/T	34
Εικόνα 4-5 Δέσμη F2, γεωγραφική κάλυψη για εκπομπή, 11 GHz, περιγράμματα EIRP	34
Εικόνα 4-6 Δέσμη F2, γεωγραφική κάλυψη για λήψη, 14 GHz, περιγράμματα G/T	35
Εικόνα 4-7 Δέσμη S1, γεωγραφική κάλυψη για εκπομπή, 12,5 GHz, περιγράμματα EIRP	35
Εικόνα 4-8 Δέσμη S1, γεωγραφική κάλυψη για λήψη, 13,8 GHz, περιγράμματα G/T	36
Εικόνα 4-9 Δέσμη S2, γεωγραφική κάλυψη για εκπομπή, 11 GHz, περιγράμματα EIRP	36
Εικόνα 4-10 Δέσμη S2, γεωγραφική κάλυψη για λήψη, 14 GHz, περιγράμματα G/T	37
Εικόνα 5-1 Απλή Μετάφορα αρχείου μέσω δικτύου.....	38
Εικόνα 5-2 Κατέβασμα ενός αρχείου μέ streaming.....	38
Εικόνα 5-3 Συνδεσμολογία 1.....	40
Εικόνα 5-4 Δίκτυο παράδοσης περιεχομένου	44
Εικόνα 5-5 Συνδεσμολογία 2.....	48
Εικόνα 6-1 Συνδεσμολογία υλοποίησης	53
Εικόνα 6-3 Πρώτη μετάδοση στα 1405 kbps.....	54
Εικόνα 6-4 Flash media live encoder.....	55
Εικόνα 6-5 Stream Details Akamai	56
Εικόνα 6-6 Flash media live encoder / Έλεγχος διάρκειας.....	57
Εικόνα 6-7 Πρώτο γράφημα.....	58
Εικόνα 6-8 Κάνοντας Load το event στην Akamai.....	59
Εικόνα 6-9 Δεύτερη μετάδοση	59
Εικόνα 6-10 Τρίτη μετάδοση	60
Εικόνα 6-11 Τέταρτη μετάδοση	61
Εικόνα 6-12 Flash media live encoder / MacBook	62
Εικόνα 6-13 Flash live media encoder / MacBook 2	63

1 Εισαγωγή

1.1 Περίληψη

Αντικείμενο της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι να επιχειρήσουμε να δείξουμε τα πλεονεκτήματα χρήσης της δορυφορικής τεχνολογίας στην εφαρμογή της υπηρεσίας live streaming. Στην εργασία αυτή θα παρουσιαστούν αρχικά τα διαφορετικά συστατικά της υπηρεσίας αυτής και θα αξιολογηθεί η απόδοση της υπηρεσίας σε διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης σε σχέση με τα διαφορετικά πρωτόκολλα κωδικοποίησης εικόνας.

1.2 Κίνητρο για την διεξαγωγή της εργασίας

Αν και η χρήση των δορυφόρων έφερε επανάσταση στις παγκόσμιες τηλεπικοινωνίες, το δορυφορικό internet δεν έχει γνωρίσει αντίστοιχη διάδοση και αναγνώριση, κυρίως εξαιτίας του μικρού σχετικά χρόνου που είναι διαθέσιμο και των περιορισμών των μέχρι τώρα τεχνολογιών. Όμως με το πέρασμα του χρόνου αυτά τα εμπόδια έχουν ξεπεραστεί και διαδίδεται όλο και περισσότερο, καθιστώντας της μελέτη του μία αρκετά ενδιαφέρουσα άσκηση.

1.3 Σκοπός και στόχοι εργασίας

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η παρουσίαση των βασικών στοιχείων σχετικά με τους δορυφόρους. Έπειτα θα ερευνήσουμε την

1.4 Δομή εργασίας

Αρχικά στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια εισαγωγή στις δορυφορικές επικοινωνίες. Ως βάση, οι γενικοί ορισμοί των δορυφορικών επικοινωνιών μέχρι τις δυσμενείς επιδράσεις τις ατμόσφαιρας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τα βασικά πρότυπα Digital Video Broadcasting και DVB-Return Channel via στα οποία βασίζεται το Live streaming και στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά για τον HELLAS SAT και αναλύονται οι υπηρεσίες του, οι οποίες είναι και εξηγούνται αναλυτικά στο κεφάλαιο 4, Hellas Sat net Business και Hellas Sat net Home.

Έπειτα μετά τις παραπάνω αναλύσεις πραγματοποιείται πλήρως ανάλυση του Live streaming και των χαρακτηριστικών του στο τέταρτο κεφάλαιο.

Έτσι ώστε να περάσουμε στο πρακτικό κομμάτι (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5) στη διεξαγωγή προσομοιώσεων με χρήση του λογισμικού πακέτου "FLASH MEDIA LIVE ENCODER 3.2".

2 Εισαγωγικά στοιχεία δορυφορικών επικοινωνιών

2.1 Γενικά

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα περιγραφούν τα χαρακτηριστικά στοιχεία των δορυφορικών επικοινωνιών. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών διακρίνουμε ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα των τηλεπικοινωνιών στον παγκόσμιο ιστό. Από την εποχή της εύρεσης του Transistor (1947) μέχρι σήμερα η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών έχει περάσει από πολλά διαφορετικά στάδια. Κυριότερη αιτία ήταν η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση των χρηστών για τις προσφερόμενες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες και η απαίτηση της αγοράς για συνεχή βελτίωση των υπηρεσιών αυτών.

Τα δίκτυα δορυφορικών επικοινωνιών και δίκτυα οπτικών ινών παρέχουν σήμερα ένα σημαντικό κομμάτι των βασικών τηλεπικοινωνιακών δικτύων παροχής υπηρεσιών λόγω του σημαντικού εύρους ζώνης που είναι διαθέσιμο. Οι δορυφόροι παρέχουν τη δυνατότητα κάλυψης μεγάλων γεωγραφικών περιοχών δυνατότητα παροχής μιας σειράς από εφαρμογές όπως η τηλεφωνία, η διασύνδεση μεγάλων τηλεπικοινωνιακών κόμβων, οι κινητές επικοινωνίες και άλλες. Για το λόγο αυτό κατά τη διάρκεια των χρόνων αυτών της εμπορικής εκμετάλλευσης των γεωσύγχρονων δορυφόρων για αποστάσεις από ένα άκρο σε άλλο έχει γνωρίσει ραγδαίες εξελίξεις.

Έτσι, τα συστήματα δορυφορικών τηλεπικοινωνιών έχουν αρχίσει να αντιμετωπίζουν έντονο ανταγωνισμό από τα συστήματα οπτικών ινών για επικοινωνίες σημείου-προς-σημείο (point-to-point). Στις περισσότερες αναπτυγμένες χώρες προτιμάται η λύση των ενσύρματων συστημάτων για τις υπηρεσίες κορμού, κάτι που οδηγεί στη δημιουργία ενός πυκνού επίγειου δικτύου επικοινωνιών. Για τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητάς τους, ήταν αναγκαία η ανάπτυξη διάφορων νέων τεχνικών. Η ανάπτυξη της δορυφορικής τεχνολογίας συνεχίζεται με βασικό άξονα την παροχή μοναδικών υπηρεσιών, πολλές από τις οποίες θα αναλυθούν στη συνέχεια. Έπειτα, τα δορυφορικά συστήματα χρησιμοποιούνται συχνά για να συμπληρώσουν και να ενισχύσουν την κάλυψη που παρέχουν τα υπόλοιπα επίγεια δίκτυα, κυρίως σε απομονωμένες περιοχές. Γίνεται λοιπόν σαφέστατο ότι στο προσεχές μέλλον οι δορυφόροι θα συνεχίσουν να κατέχουν σημαντικό ρόλο στις τηλεπικοινωνίες παρέχοντας όσο γίνεται πιο εξειδικευμένες υπηρεσίες αλλά και βελτιωμένες.

2.2 Τι είναι δορυφόρος

Δορυφόρος ονομάζεται κάθε ουράνιο σώμα που βρίσκεται σε τροχιά γύρω από ένα μεγαλύτερο σώμα. Η περιφορά γύρω από αυτό γίνεται με περιοδικό τρόπο ως αποτέλεσμα της βαρυτικής έλξης και η τροχιά μπορεί να είναι κυκλική ή ελλειπτική. Μετά την έναρξη της ανθρώπινης δραστηριότητας στο διάστημα υπάρχει διάκριση μεταξύ φυσικών δορυφόρων, όπως η σελήνη, και τεχνητών. Εντούτοις, ο όρος δορυφόρος χρησιμοποιείται πλέον κυρίως για να περιγράψει δορυφόρους κατασκευασμένους από τον άνθρωπο, οι οποίοι εκτοξεύονται ώστε να εκτελέσουν κάποια χρήσιμη αποστολή.

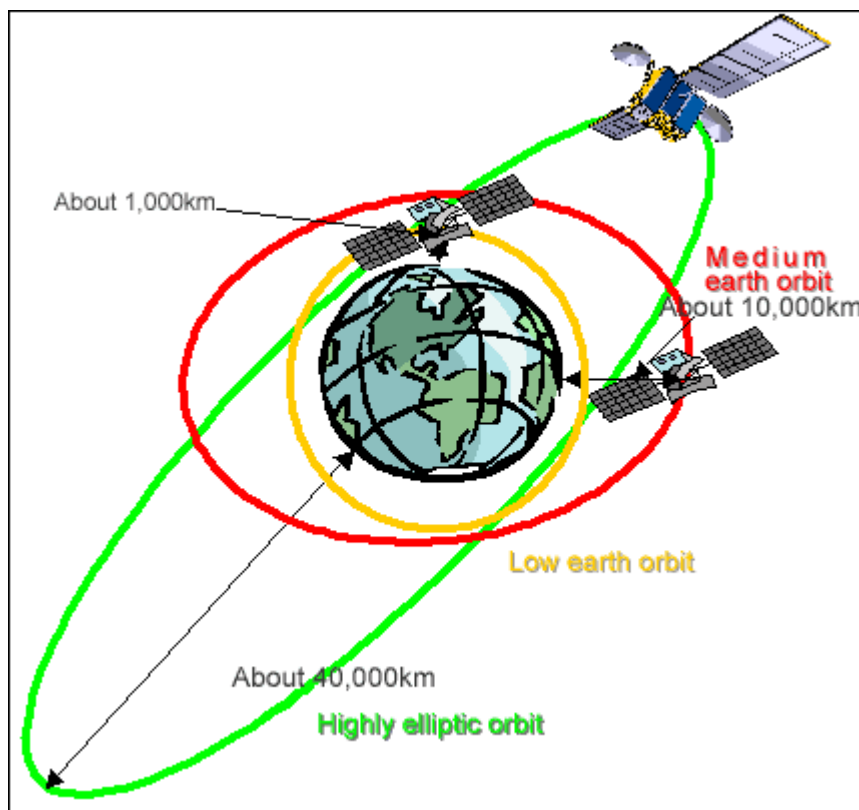
2.3 Είδη τροχιών και γεωσύγχρονοι δορυφόροι

Ανάλογα με την αποστολή ενός δορυφόρου επιλέγεται η κατάλληλη τροχιά περιστροφής του γύρω από τη Γη, ώστε να έχει την μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα σε αυτή. Μία από τις πιο χρησιμοποιούμενες τροχιές είναι η γεωσύγχρονη.

Γεωσύγχρονος (geosynchronous) ονομάζεται ο δορυφόρος του οποίου η ταχύτητα τροχιάς ισούται με την ταχύτητα περιστροφής της γης. Επομένως, η περίοδος περιστροφής

του είναι ίση με την περίοδο περιστροφής της γης (δηλαδή ίση με 24 ώρες). Η τροχιά στην οποία κινείται ένας τέτοιος δορυφόρος ονομάζεται γεωσύγχρονη. Μια κυκλική γεωσύγχρονη τροχιά έχει ακτίνα περίπου ίση με 35.786 km από την επιφάνεια της γης. Στην ειδική περίπτωση που ένας γεωσύγχρονος δορυφόρος βρίσκεται ακριβώς πάνω από τον ισημερινό, ονομάζεται γεωστατικός (geostationary) δορυφόρος και η αντίστοιχη τροχιά γεωστατική (Geostatic Earth Orbit, GEO). Ένας γεωστατικός δορυφόρος φαίνεται να βρίσκεται σε σταθερή θέση ως προς έναν ακίνητο παρατηρητή στη γη, δηλαδή διατηρεί την ίδια θέση σε σχέση με την επιφάνεια της γης.

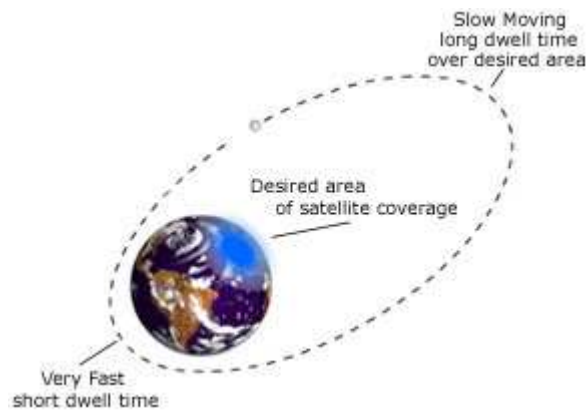
Η γεωστατική τροχιά είναι ιδιαίτερα βολική προκειμένου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές, καθώς η σκόπευση από τις επίγειες κεραιές προς το δορυφόρο είναι σταθερή. Επομένως, μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς την ανάγκη για ακριβό εξοπλισμό παρακολούθησης της κίνησης του δορυφόρου. Επίσης, ένας τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος σε γεωστατική τροχιά καλύπτει περίπου το ένα τρίτο της επιφάνειας της γης. Για να καταστεί λοιπόν δυνατή η παγκόσμια επικοινωνία, απαιτείται η τοποθέτηση μόλις τριών δορυφόρων σε αυτή την τροχιά. Άλλα πλεονεκτήματα των γεωστατικών δορυφόρων είναι η ελαχιστοποίηση του φαινομένου ολίσθησης συχνότητας (Doppler) και η δυνατότητα πρόβλεψης της παρεμβολής από και προς άλλα συστήματα ραδιοσυχνότητας, λόγω της σταθερής τους γεωμετρίας.



Εικόνα 2-1 Είδη τροχιών

Εντούτοις, οι γεωστατικοί δορυφόροι παρουσιάζουν αρκετά σημαντικά εγγενή μειονεκτήματα. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι η απόσβεση που εισάγεται στο ραδιοδιάλυο και η καθυστέρηση διάδοσης που υφίσταται το σήμα εξαιτίας της τεράστιας απόστασης (περίπου 37,000Km). Το πρώτο οδηγεί σε μείωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών. Το δεύτερο δυσχεραίνει τις εφαρμογές που εμφανίζουν ευαισθησία στην καθυστέρηση, ενώ κατά τη διεξαγωγή τηλεφωνικών κλήσεων εισάγει μια

καθυστέρηση στον ήχο, η οποία είναι ενοχλητική για το χρήστη (ο χρόνος καθυστέρησης ή lag). Ένας άλλος σημαντικός περιορισμός είναι η αδυναμία των γεωστατικών δορυφόρων να παρέχουν επαρκή κάλυψη σε περιοχές της γης με γεωγραφικό πλάτος μεγαλύτερο από περίπου 81 μίρες, δηλαδή περιοχών που βρίσκονται κοντά στους πόλους. Επιπλέον, η εκτόξευση δορυφόρων σε γεωστατική τροχιά προϋποθέτει υψηλό κόστος και κίνδυνο απώλειας του δορυφόρου. Βέβαια, για την πλειοψηφία των εφαρμογών, τα πλεονεκτήματα υπερκεράζουν τα μειονεκτήματα, επομένως η γεωστατική τροχιά χρησιμοποιείται για τα περισσότερα υπάρχοντα δορυφορικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα.



Εικόνα 2-2 Ένας δορυφόρος σε ελλειπτική τροχιά

Η προσπάθεια αντιμετώπισης των μειονεκτημάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω οδήγησε στη χρήση εναλλακτικών τροχιών. Άλλες δημοφιλείς τροχιές στις οποίες κινούνται δορυφόροι είναι:

- Ελλειπτικές
- Μεσαίες (Medium Earth Orbits, MEO).
- Χαμηλές (Low Earth Orbits, LEO).

2.4 Δομή ενός δορυφορικού συστήματος

Ένα τυπικό δορυφορικό σύστημα αποτελείται από δυο τμήματα: το διαστημικό και το επίγειο τμήμα. Τα χαρακτηριστικά κάθε τμήματος εξαρτώνται από το είδος των υπηρεσιών που παρέχει το σύστημα (σταθερή ή κινητή υπηρεσία, απευθείας εκπομπής κτλ). Η συνολική διαδρομή την οποία πρέπει να διανύσουν τα ραδιοκύματα από την πηγή μέχρι τον προορισμό μπορεί να χωριστεί σε δυο επιμέρους ζεύξεις: στη ζεύξη επίγειου σταθμού - δορυφόρου (ή προς τα άνω ζεύξη, Uplink) και στη ζεύξη δορυφόρου - επίγειου σταθμού (ή προς τα κάτω ζεύξη, Downlink). Η ποιότητα της ραδιοζεύξης καθορίζεται κυρίως από το λόγο φέροντος προς θόρυβο (carrier to noise ratio, CNR). Η επίδοση της συνολικής ζεύξης, δηλαδή από σταθμό σε σταθμό, αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα για τη σχεδίαση του συστήματος και καθορίζεται από την ποιότητα των δυο επιμέρους ζεύξεων.

2.4.1 Το Διαστημικό τμήμα (Space segment)

Το διαστημικό τμήμα περιέχει το δορυφόρο και όλες τις επίγειες εγκαταστάσεις για τον έλεγχο και την παρακολούθηση του δορυφόρου. Συγκεκριμένα εδώ περιλαμβάνονται οι σταθμοί παρακολούθησης, τηλεμετρίας και ελέγχου (tracking, telemetry & command stations - TT&C), όπως και το κέντρο ελέγχου του δορυφόρου, όπου εκτελούνται όλοι οι χειρισμοί συντήρησης και ελέγχου των λειτουργιών του δορυφόρου.

Ο επίγειος σταθμός εκπέμπει ένα σήμα ελέγχου, το οποίο λαμβάνει από το δορυφόρο. Η ζεύξη αυτή ονομάζεται Uplink (ανοδική διαδρομή της ραδιοζεύξης), έπειτα ο δορυφόρος με τη σειρά του εκπέμπει προς τον επίγειο σταθμό λήψης όπου η ζεύξη αυτή ονομάζεται Downlink (καθοδική διαδρομή).

Ένας δορυφόρος μπορεί να θεωρηθεί κομβικό σημείο ενός δικτύου από την άποψη ότι ένας δορυφόρος αποτελεί σημείο διέλευσης για μια ομάδα ταυτόχρονων ραδιοζεύξεων. Η πρόσβαση στο δορυφόρο, και σε ένα δορυφορικό κανάλι (trasponder) από μερικά φέροντα σήματα, υπονοεί τη χρήση ειδικών τεχνικών που ονομάζονται και τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης (multiple access techniques). Ο τρόπος λειτουργίας αυτών των τεχνικών διαφέρει μεταξύ δορυφόρων με μια κύρια δέσμη εκπομπής – λήψης (multibeam satellites). Ο δορυφόρος περιέχει ένα ωφέλιμο φορτίο (payload) και μια πλατφόρμα (platform). Το ωφέλιμο φορτίο αποτελείται από τις κεραίες εκπομπής και λήψης και από όλο τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό που υποστηρίζει τις μεταδόσεις. Από την άλλη η πλατφόρμα αποτελείται από όλα τα υποσυστήματα που επιτρέπουν την λειτουργία του ωφέλιμου φορτίου. Αυτά συμπεριλαμβάνουν μηχανική κατασκευή, παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, έλεγχο θερμοκρασίας, έλεγχο θέσης και τροχιάς, εξοπλισμό προώθησης και εξοπλισμό παρακολούθησης τηλεμετρίας

Ο δορυφόρος έχει διπλό ρόλο:

- Να ενισχύσει τα σήματα που λαμβάνονται για να ξανά εκπέμπουν στο Downlink. Η ισχύς του φέροντος κύματος στην είσοδο του δέκτη του δορυφόρου είναι της τάξης από 100 pW μέχρι 1 nW. Η ισχύς του φέροντος στην έξοδο του ενισχυτή εκπομπής είναι της τάξης από 10 μέχρι 100 W. Έτσι, η απολαβή ισχύος είναι της τάξης από 100 μέχρι 130 dB.
- Να αλλάζει τη συχνότητα του φέροντος, ώστε να αποφεύγεται η επανεισαγωγή ενός κλάσματος της εκπεμπόμενης ισχύος στο δέκτη. Η ικανότητα απόρριψης των φίλτρων εισόδου στην ίδια συχνότητα του Downlink συνδυάζεται με τις μικρές απολαβές των κεραιών μεταξύ εξόδου του πομπού και εισόδου του δέκτη, για να εξασφαλιστεί απομόνωση της τάξης των 150 Db.

Για να ολοκληρωθεί η αποστολή του, ο δορυφόρος μπορεί να έχει την λειτουργία σαν ένα απλό αναμεταδότη. Η αναγκαία μεταβολή στη συχνότητα επιτυγχάνεται μέσω ενός μετατροπέα συχνότητας. Ανάλογα με τις λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στον δορυφόρο, υπάρχει διάκριση στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Διαφανείς δορυφόροι (transparent satelites)
- Αναγεννητικοί δορυφόροι (regenerative)

2.4.2 Το επίγειο τμήμα (ground segment)

Το επίγειο τμήμα ενός δορυφορικού συστήματος αποτελείται από όλους τους επίγειους σταθμούς. Αυτοί συχνά συνδέονται με τον εξοπλισμό του τελικού χρήστη μέσω ενός επίγειου δικτύου ή στην περίπτωση μικρών σταθμών η σύνδεση γίνεται απευθείας στον εξοπλισμό του τελικού χρήστη. Οι σταθμοί διακρίνονται ανάλογα με το μέγεθος τους, το οποίο ποικίλει σε αναλογία με τον όγκο πληροφοριών που πρόκειται αν μεταφέρει η ζεύξη μέσω δορυφόρου και σε αναλογία με τον τύπο πληροφορίας (τηλεφωνικές συνδέσεις, τηλεόραση η δεδομένα). Οι μεγαλύτεροι σταθμοί είναι εξοπλισμένοι με κεραίες διαμέτρου 30m ενώ οι μικρότεροι έχουν κεραίες διαμέτρου 0.6m (σταθμοί λήψεως για δορυφόρους εκπομπής προς το ευρύ κοινό), ή ακόμα μικρότερες κεραίες (κινητοί – φορητοί

– χειρός σταθμοί). Μερικοί σταθμοί μπορεί να κάνουν και λήψη και εκπομπή ενώ άλλοι μπορούν να κάνουν μόνο λήψη. Αυτοί είναι οι λεγόμενοι RCVO- receive only.

2.5 Δορυφορικό Ραδιοφάσμα

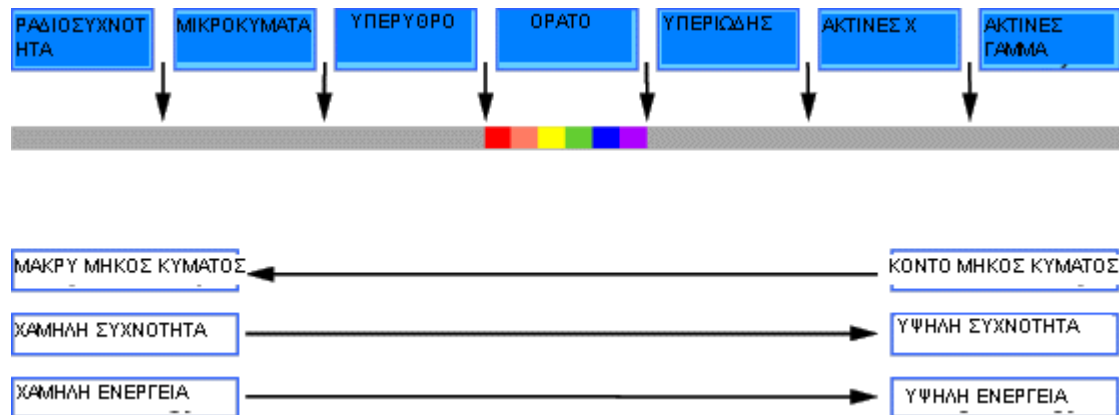
Το ραδιοφάσμα η φάσμα ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequencies, RF) αποτελεί ένα κρίσιμο πόρο για τις τηλεπικοινωνίες για την επικοινωνία μεταξύ απομακρυσμένων σημείων. Εξαιτίας της ποικιλίας των ασύρματων υπηρεσιών (επίγειων και δορυφορικών) και του τεράστιου αριθμού χρηστών, ο πόρος αυτός βρίσκεται πλέον σε ανεπάρκεια. Προκειμένου να γίνεται βέλτιστη εκμετάλλευση του ραδιοφάσματος, η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunications Union, ITU) έχει εκχωρήσει συχνότητες για όλες τις τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες και ειδικότερα το τμήμα ραδιοεπικοινωνιών (radiocommunications sector) με όνομα ITU-R η οποία έχει κατηγοριοποιήσει και έχει θέσει τους γενικούς κανόνες για το σχεδιασμό και τη λειτουργία κάθε δορυφορικής υπηρεσίας. Στον πίνακα 2-1 φαίνονται οι βασικές κατηγορίες τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών που παρέχονται από δορυφορικά συστήματα, καθώς και οι ζώνες συχνοτήτων που αυτές καταλαμβάνουν (καθορισμένες από το Διεθνή Κανονισμό Ραδιοεπικοινωνιών).

Ονομασία Ζώνης Συχνοτήτων	Συχνότητα κάτω ζεύξης	Συχνότητα άνω ζεύξης	Κατηγορίες Τηλεπικοινωνιακών Υπηρεσιών
L-ζώνη	1 GHz	2 GHz	Κινητή υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Mobile Satellite Service, MSS)
			Κινητή υπηρεσία ξηράς μέσω δορυφόρου (Land Mobile Satellite Service, LMSS)
S-ζώνη	2 GHz	4 GHz	Κινητή υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Mobile Satellite Service, MSS)
			Υπηρεσία έρευνας του διαστήματος (Space Research Service)
C-ζώνη	4 GHz	8 GHz	Σταθερή Υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Fixed Satellite Service, FSS)
X-ζώνη	8 GHz	12.5 GHz	Σταθερή Υπηρεσία μέσω δορυφόρου για στρατιωτικούς σκοπούς (Fixed Satellite Service military communication)
Ku-ζώνη	12.5 GHz	18 GHz	Σταθερή Υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Fixed Satellite Service, FSS)
			Υπηρεσία ευρυεκπομπής μέσω δορυφόρου (Broadcast Satellite Service, BSS)
K-ζώνη	18 GHz	26.5 GHz	Σταθερή Υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Fixed Satellite Service, FSS)

			Υπηρεσία ευρυεκπομπής μέσω δορυφόρου (Broadcast Satellite Service, BSS)
Ka-ζώνη	26.5 GHz	30 GHz	Σταθερή Υπηρεσία μέσω δορυφόρου (Fixed Satellite Service, FSS)
			Υπηρεσία ευρυεκπομπής μέσω δορυφόρου (Broadcast Satellite Service, BSS)

Πίνακας 2-1 Δορυφορικές ζώνες συχνοτήτων και αντίστοιχες υπηρεσίες

Από τον πίνακα 2-1 γίνεται φανερή η χρήση διαφορετικών συχνοτήτων για την άνω ζεύξη (γης – δορυφόρου) και την κάτω ζεύξη (δορυφόρου – γης) για όλες τις ζώνες. Συγκεκριμένα η χαμηλότερη συχνότητα διακρίνεται στη κάτω ζεύξη και αυτό συμβαίνει για δύο λόγους. Πρώτον : για να αποφευχθούν οι παρεμβολές ανάμεσα στους δύο δυνατούς τρόπους λειτουργίας του δορυφόρου (ως πομπού και ως δέκτη) και δεύτερον για να προφυλαχθεί η προς τα κάτω ζεύξη από τις μεγαλύτερες αποσβέσεις που συνεπάγεται η διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε υψηλότερες συχνότητες δεδομένου ότι η διαθέσιμη ισχύς του δορυφόρου είναι, εν γένει, μικρότερη.



Εικόνα 2-3 Διαφορετικά μήκη κύματος και τα χαρακτηριστικά τους

2.6 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί της χρήσης υψηλών συχνοτήτων

Στα πρώτα χρόνια ζωής των δορυφορικών υπηρεσιών υπήρχε άφθονο φάσμα, που περιοριζόταν μόνο από φυσικές ή οικονομικές αιτίες. Αργότερα, η διάθεση εύρους ζώνης αποτέλεσε σημείο έντονου ανταγωνισμού ανάμεσα στις διάφορες υπηρεσίες επικοινωνιών. Η απαίτηση για μετάδοση ήχου εικόνας και βίντεο από τις τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές είχε ως αποτέλεσμα μεγάλες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης καναλιού. Η αύξηση του συνολικού αριθμού των χρηστών, αλλά και η ανάγκη για εξυπηρέτηση πολλών χρηστών ταυτόχρονα, έχει ως απαραίτητη την περαιτέρω αύξηση του εύρους ζώνης λειτουργίας του συστήματος. Για να μπορέσουν οι δορυφορικές επικοινωνίες να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις αυτών των συνθηκών, ακολούθησαν μια πολιτική σταδιακής αύξησης των συχνοτήτων λειτουργίας.

Οι πρώτοι δορυφόροι έκαναν χρήση της ζώνης C, αλλά στη συνέχεια έγινε στροφή προς τις ζώνες Ku (12/14GHz) και Ka (20/30GHz) κυρίως για τα δορυφορικά συστήματα εμπορικής χρήσης. Ταυτόχρονα η χρήση ζωνών συχνοτήτων υψηλότερων από τα 10GHz, όπως αυτές των 20/30GHz, έδωσε λύση στο οξύ πρόβλημα της συμφόρησης συχνοτήτων που ανέκυψε στις ζώνες L, S και C, που είναι πλέον κορεσμένες από τον μεγάλο αριθμό δορυφόρων που τις χρησιμοποιεί. Επίσης, δόθηκε λύση στο πρόβλημα των περιορισμένων διαθέσιμων θέσεων στη γεωστατική τροχιά, επί της οποίας έχει ήδη τοποθετηθεί μεγάλος αριθμός δορυφόρων. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η διαρκής αύξηση της ζήτησης για εύρος ζώνης είναι πιθανό να οδηγήσει τελικά στη χρήση συχνοτήτων άνω των 40/50GHz και γενικά σε συχνότητες EHF (Extremely High Frequencies).

Τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από τη χρήση τόσο υψηλών συχνοτήτων έχουν να κάνουν κυρίως με την αύξηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης για κάθε είδους εφαρμογή.

Σημαντικό πλεονέκτημα της λειτουργίας σε υψηλότερες συχνότητες είναι η αποφυγή παρεμβολής με τις επίγειες μικροκυματικές ζεύξεις. Οι τελευταίες λειτουργούν εν γένει σε συχνότητες κάτω των 10GHz. Επίσης, η χρήση υψηλών συχνοτήτων καθιστά δυνατή τη χρήση κεραιών μεγαλύτερης κατευθυντικότητας και μικρότερου μεγέθους (μικρότερης διαμέτρου). Το γεγονός αυτό αυξάνει την εμπορική ανταγωνιστικότητα των δορυφορικών επικοινωνιών, καθώς οι μικρές και φθηνές κεραιές λήψης είναι ιδιαίτερα ελκυστικές για τους χρήστες.

Η μετάβαση, όμως, των δορυφορικών συστημάτων σε υψηλότερες συχνότητες λειτουργίας συνοδεύεται από την εμφάνιση νέων περιορισμών. Η λειτουργία σε υψηλότερη συχνότητα απαιτεί την κατασκευή υψηλής ποιότητας ηλεκτρονικών κυκλωμάτων με βελτιωμένα χαρακτηριστικά λειτουργίας. Έτσι, απαιτείται εξελιγμένος εξοπλισμός (π.χ. για RF ενισχυτές και ζωνοπερατά φίλτρα) για τη διαχείριση και μορφοποίηση των υψίσυχνων σημάτων. Ταυτόχρονα, η αύξηση του εύρους ζώνης έχει δυσμενή επίδραση αναφορικά με το σηματοθορυβικό λόγο του τηλεπικοινωνιακού συστήματος, αφού η ισχύς του θερμικού θορύβου είναι ευθέως ανάλογη του εύρους ζώνης. Επομένως, είναι αναγκαία η προσεκτική σχεδίαση του δορυφορικού συστήματος και τα ηλεκτρονικά αυτά συστήματα πρέπει να χαρακτηρίζονται από μικρή ισοδύναμη θερμοκρασία θορύβου.

Αναφορά πρέπει να γίνει στις απώλειες ελευθέρου χώρου, οι οποίες εισάγουν το μεγαλύτερο μέρος της εξασθένησης του σήματος κατά τη διάδοσή του. Όπως είναι γνωστό, η εξασθένηση της ισχύος του σήματος είναι ανάλογη του τετραγώνου της συχνότητας, επομένως οι υψηλές συχνότητες οδηγούν σε σημαντική υποβάθμιση του σήματος. Για συχνότητες λειτουργίας άνω των 10GHz ο καθοριστικότερος παράγοντας εξασθένησης, εκτός βέβαια των απωλειών ελευθέρου χώρου, είναι οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις. Έτσι, κυρίως για περιοχές λειτουργίας μεταξύ των 10GHz και των 30GHz γίνεται διάκριση της λειτουργίας της ζεύξης υπό συνθήκες “καθαρού ουρανού” (clear sky operation) ή υπό συνθήκες διαλείψεων, όπως επεξηγείται παρακάτω.

Γενικά, η ζώνη συχνοτήτων στην οποία λειτουργεί ένα δορυφορικό σύστημα διαδραματίζει βαρύνοντα ρόλο στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καναλιού και έχει σημαντικές επιπτώσεις στο δορυφορικό σήμα κατά τη μετάδοσή του μέσω της ατμόσφαιρας. Ανάλογα, με τη χρησιμοποιούμενη ζώνη λαμβάνουν χώρα διαφορετικά φαινόμενα διάδοσης, τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαδικασία της σχεδίασης του συστήματος. Τα φαινόμενα αυτά θα αναλυθούν στην επόμενη ενότητα.

2.7 Δυσμενείς επιδράσεις της ατμόσφαιρας

Το μέσο διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων κατά τη διάδοση του δορυφορικού σήματος είναι η ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα της γης αποτελεί ένα ανομοιογενές και απορροφητικό μέσο, το οποίο δημιουργεί ένα αντίξοο περιβάλλον διάδοσης. Τα σχετικά φαινόμενα δημιουργούνται κυρίως στην τροπόσφαιρα και την ιονόσφαιρα. Τα ιονοσφαιρικά φαινόμενα επιδρούν κυρίως σε συστήματα με συχνότητα λειτουργίας κάτω από 3GHz, ενώ τα τροποσφαιρικά φαινόμενα επηρεάζουν αρνητικά συστήματα που λειτουργούν σε συχνότητες άνω των 3GHz. Εφόσον η πλειοψηφία των σύγχρονων δορυφορικών συστημάτων λειτουργεί σε συχνότητες άνω των 3GHz, και συνηθέστερα άνω των 10GHz, τα τροποσφαιρικά φαινόμενα είναι εκείνα που επικρατούν.

Η τροπόσφαιρα θεωρείται ότι είναι η περιοχή της ατμόσφαιρας που είναι πλησίον της γήινης επιφάνειας (το εγγύτερο στρώμα της ατμόσφαιρας) και εκτείνεται μέχρι το ύψος των 10km περίπου. Τα σημαντικότερα τροποσφαιρικά φαινόμενα που επηρεάζουν τα

συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών για συχνότητες άνω των 10GHz συνοψίζονται ακολούθως:

- Απόσβεση (attenuation) ή διαλείψεις (fading) λόγω υδρομετεωριτών.
- Απορρόφηση από αέρια (gaseous absorption)
- Αποπόλωση του σήματος (signal depolarization)
- Τροποσφαιρικοί σπινθηρισμοί (tropospheric scintillations)

Τέλος, κατά τη διάδοση των κυμάτων λαμβάνουν χώρα και άλλα φαινόμενα, λιγότερο σημαντικά. Σε αυτά ανήκει η απόσβεση λόγω νεφώσεων (cloud attenuation), η οποία οφείλεται στην περιεκτικότητα των νεφών σε υγρασία, και η απόσβεση του στρώματος τήξης (melting layer attenuation). Το στρώμα αυτό βρίσκεται σε συγκεκριμένο ύψος από την επιφάνεια του εδάφους και είναι το σημείο στο οποίο το χιόνι και ο πάγος μετατρέπονται σε βροχή.

Συνοψίζοντας, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η χρήση της ατμόσφαιρας ως μέσο διάδοσης των ραδιοκυμάτων εισάγει πληθώρα φαινομένων, τα οποία υποβαθμίζουν το μεταδιδόμενο σήμα. Μάλιστα, η συχνότητα των 10GHz μπορεί να θεωρηθεί ως σημείο καμπής κάτω από το οποίο οι ατμοσφαιρικές συνθήκες για τη διάδοση κυμάτων χαρακτηρίζονται ως περισσότερο ευνοϊκές. Αντίθετα, για μεγαλύτερες συχνότητες οι συνθήκες διάδοσης γίνονται ιδιαίτερα δυσχερείς και τα σήματα παρουσιάζουν μεγάλες αποσβέσεις, βαθιές διαλείψεις και είναι ευαίσθητα σε αποπόλωση. Η βροχή μειώνει την ποιότητα των δορυφορικών ζεύξεων, ενώ τα προβλήματα γίνονται πολύ έντονα στις περιπτώσεις παροξυσμικής βροχής (δηλαδή καταιγίδας), οι οποίες είναι συχνές στις τροπικές περιοχές.

3 Παρουσίαση των προτύπων DVB και DVB – RCS

3.1 Γενικά

Σε αυτή την ενότητα θα περιγράψουμε αναλυτικά τις προδιαγραφές DVB και DVB – RCS.

3.2 Το πρότυπο DVB

3.2.1 Ορισμός DVB-Digital Video Broadcasting

Ο στόχος του Digital Video Broadcasting είναι να καθιερώσει ένα πλαίσιο για την εισαγωγή των ψηφιακών υπηρεσιών εκπομπής που βασίζονται στο MPEG-2. Η ψηφιακή τηλεόραση συμπιέζει την πληροφορία, την οποία ο θεατής δεν μπορεί να δει ή να ακούσει μέσω μιας απλής αναλογικής TV. Η ψηφιακή συμπίεση διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο για τη μετάδοση βίντεο στα σύγχρονα συστήματα επικοινωνιών. Τα κύρια πλεονεκτήματα που προέρχονται από τη χρήση της είναι:

- Ελαχιστοποίηση του απαιτούμενου εύρους ζώνης μετάδοσης, γεγονός που οδηγεί στη μείωση του κόστους στο διαστημικό τμήμα και τη μείωση της ισχύος που απαιτείται για τη μετάδοση σήματος αποδεκτής ποιότητας.
- Περισσότερα κανάλια διαθέσιμα ανά δορυφόρο, κάτι που αυξάνει δραματικά την ποικιλία από διαθέσιμα προγράμματα ανά τροχιακή θέση.
- Η προοπτική χρήσης ενός κοινού σχήματος για δορυφορική τηλεόραση απευθείας-στην-οικία (Direct-To-Home, DTH), καλωδιακή τηλεόραση και επίγεια εκπομπή.
- Υποστήριξη Ψηφιακής Τηλεόρασης Υψηλής Ευκρίνειας (High Definition TeleVision, HDTV), καθώς ο αριθμός ψηφίων ανά δευτερόλεπτο ενός συμπιεσμένου HDTV σήματος είναι μικρότερος από αυτόν που απαιτούνταν παλιότερα για ένα συμβατικό τηλεοπτικό σήμα με ποιότητα ανάλογη των σημάτων εκπομπής.

3.2.2 Εισαγωγή στο πρότυπο DVB

Το DVB (Digital Video Broadcasting) αναφέρεται στη μετάδοση ψηφιακού βίντεο. Αναπτύχθηκε για να προσφέρει υπηρεσίες ψηφιακής εκπομπής υιοθετώντας το MPEG- 2. Το συγκεκριμένο με την σειρά του συμπιέζει τον ήχο καθώς και την κινούμενη εικόνα (ώστε να απαιτούν μικρότερο εύρος ζώνης χωρίς βέβαια να χάνεται η ποιότητα τους) την οποία οι θεατές δεν μπορούν να παρακολουθήσουν. Η ψηφιακή συμπίεση διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο για τη μετάδοση βίντεο στα σύγχρονα συστήματα επικοινωνιών. Επίσης, Η τεχνολογία DVB, Digital Video Broadcasting μπορεί να εξηγηθεί ως :

- Digital: Η τεχνολογία DVB είναι απόλυτα ψηφιακή. Τα συστήματα ψηφιακής επικοινωνίας δεν διαφοροποιούνται σε σχέση με τους διάφορους τύπους πληροφορίας που μεταφέρουν. Έτσι, το DVB μπορεί να μεταφέρει οποιαδήποτε πληροφορία που μπορεί να ψηφιοποιηθεί, είτε αυτή είναι τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας, HDTV, είτε ευρυζωνικές και προηγμένες διαδραστικές υπηρεσίες (ηλεκτρονικούς οδηγούς προγράμματος, internet, εκπομπή δεδομένων και εξελιγμένη διαδραστική τηλεόραση).
- Video: Αφενός, το DVB αφορά στην τηλεόραση. Όμως, σκοπός του είναι να εφαρμοστεί σε υψηλότερες δορυφορικές τηλεπικοινωνιακές συχνότητες, προκειμένου να διευρυνθεί περαιτέρω η ικανότητά του για ευρυζωνικές

υπηρεσίες. Η τεχνολογία DVB χρησιμοποιεί συμπίεση video-MPEG-2 και συμπίεση ήχου-MPEG Layer II. Αυτό σημαίνει ότι σε ένα κανάλι ίδιας χωρητικότητας, μπορεί να περιληφθεί περισσότερη ψηφιακή TV σε σχέση με την αναλογική.

- **Broadcasting:** Αφετέρου, Η τεχνολογία DVB είναι σχεδιασμένη ως μια υπηρεσία εκπομπής προς ένα σύνολο χρηστών.

Το DVB project έχει δημιουργήσει πολλά διαφορετικά πρότυπα, που δημοσιεύονται στο ETSI (European Telecommunications Standards Institute) και αφορούν διαφορετικού τύπου μεταδόσεις. Τα κυριότερα από αυτά παρουσιάζονται παρακάτω.

3.2.2.1 DBV-S

Το δορυφορικό σύστημα DVB -S (Digital Video Broadcasting - Satellite) το οποίο είναι το παλαιότερο και πιο διαδεδομένο από την οικογένεια των DVB. Αφορά την ψηφιακή τηλεοπτική μετάδοση από τον δορυφόρο και σχεδιάστηκε για την πλήρη εκμετάλλευση του εύρους ζώνης των δορυφορικών τηλεοπτικών αναμεταδοτών. Χρησιμοποιεί ρυθμό μεταφοράς 54 Mbps και διαμόρφωση QPSK.

3.2.2.2 DVB-S2

Το DVB-S2 είναι η τελευταία τεχνολογική εξέλιξη του DVB, που αφορά στις δορυφορικές μεταδόσεις. Το DVB-S2 παρέχει 30% μεγαλύτερη επάρκεια από το DVB-S, συνδυάζει το DVB-S για οικιακές και DVB-DSNG (DSNG, Digital Satellite News Gathering) για επαγγελματικές εφαρμογές και παρέχει υψηλές τεχνικές κωδικοποίησης, που εκμεταλλεύονται σε μέγιστο βαθμό τους πόρους του transponder. Το DVB-S2 μπορεί να χρησιμοποιήσει 4 τύπους διαμόρφωσης QPSK και 8PSK για εφαρμογές broadcast και 16APSK ή 32APSK για επαγγελματικές εφαρμογές και διαθέτει προηγμένο σύστημα FEC (Forward Error Correction).

3.2.2.3 DVB-C

Το καλωδιακό σύστημα DVB - C (Digital Video Broadcasting -Cable) το οποίο έχει πολλές τεχνικές ομοιότητες με το DVB -S. Αυτό το πρότυπο περιγράφει τα πρότυπα της καλωδιακής τηλεόρασης. Η διαφορά του είναι ότι χρησιμοποιεί αποδοτικότερη διαμόρφωση 64 QAM από ότι της QPSK και μεταφέρει δεδομένα με ταχύτητα 38.5 Mbits/s περίπου. Βασίζεται στην φιλοσοφία των δορυφορικών συστημάτων, ώστε να διευκολύνεται η διασύνδεση με καλωδιακά δίκτυα.

3.2.2.4 DVB-T

Το επίγειο σύστημα DVB -T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial) καθορίζει τα πρότυπα της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης. Χρησιμοποιεί διαμόρφωση βασισμένη στην OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) η οποία διαμορφώνει με τρεις διαφορετικούς τρόπους QPSK, 16QAM ή 64QAM. Αυτό εξυπηρετεί στο κατανέμεται ομοιόμορφα η πληροφορία στο φάσμα και σε συνδυασμό με την κατάλληλη κωδικοποίηση απόκτα δύναμη και είναι λιγότερο ευάλωτο σε φαινόμενα μεγάλων μεταδόσεων και ισχυρών διαλείψεων.

3.2.2.5 DVB-H

Το DVB-H(digital video broadcasting-handheld) δημιουργήθηκε το Νοέμβριο του 2004 με σκοπό τη μετάδοση ψηφιακού βίντεο σε συσκευές χειρός. Είναι η νεώτερη τεχνική ψηφιακής μετάδοσης του πρότυπου DVB. Η τεχνολογία του DVB-H ουσιαστικά βασίζεται στην τεχνολογία του συστήματος DVB-T, ειδικά όμως τροποποιημένη για χρήση σε

φορητούς δέκτες μπαταρίας. Λειτουργεί στις μπάντες VHF-III(174-230MHZ),UHF-IV/UHF-V(470-830MHZ)και L(1.452-1.492GHZ)και προσφέρει ένα μονόδρομο κανάλι (μόνο εμείς κατεβάζουμε δεδομένα) υψηλής ταχύτητας.

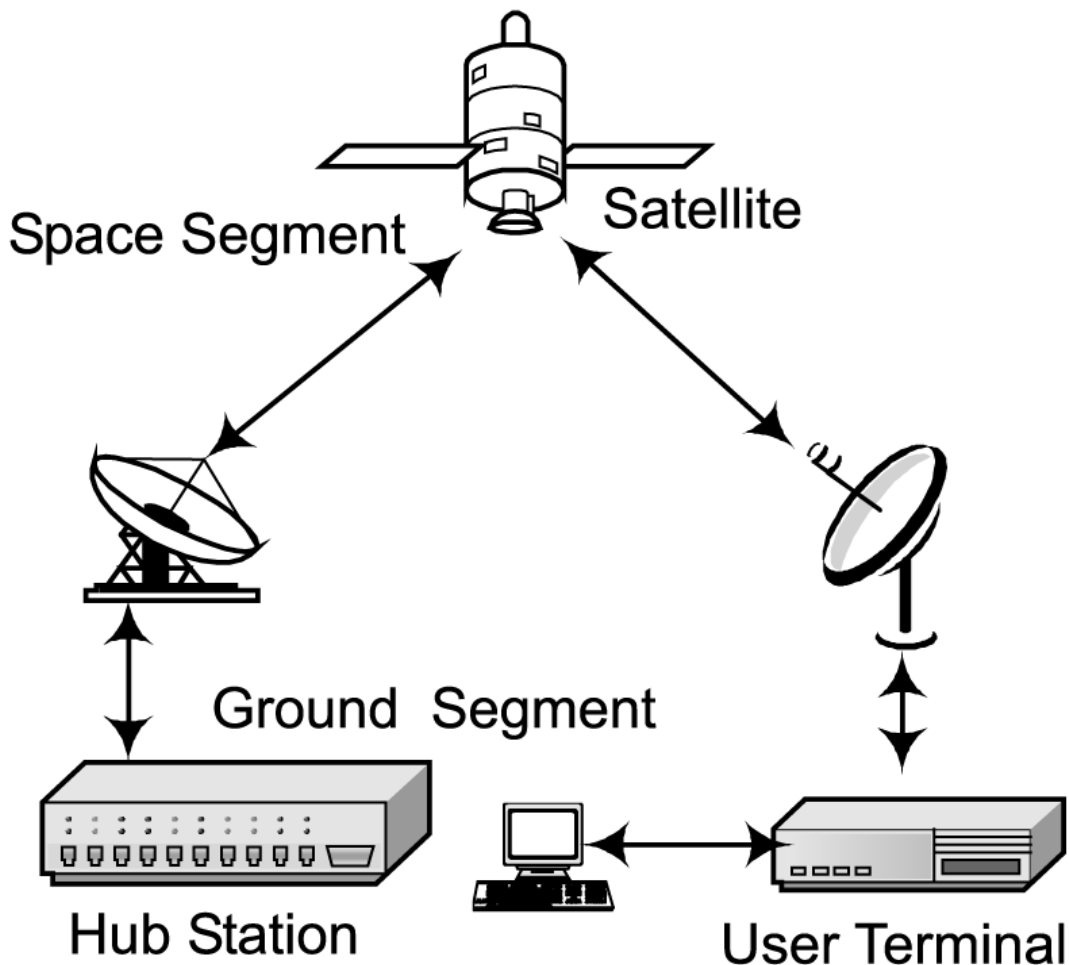
3.3 Το πρότυπο DVB – RCS

3.3.1 Γενικά

Το πρότυπο DVB – RCS ορίζει το πώς μπορεί να υλοποιηθεί μια επίγεια μετάδοση δεδομένων και προσφέρει υψηλού επιπέδου διαδραστικές ψηφιακές υπηρεσίες μέσω δορυφόρου.

3.3.2 Περιγραφή

Το πρότυπο DVB-RCS (interactive digital broadcasting with return channel via satellite) θεωρείται ως η μακροπρόθεσμη έκδοση των πολύ επιτυχημένων και ευρέως διαδεδομένων WLAN (Wireless Local Area Network) συστημάτων. Το σύστημα DVB-RCS βασίζεται στο πολύ επιτυχημένο σύστημα DVB-S (digital TV broadcasting system via satellite). Πιο συγκεκριμένα, το πρότυπο DVB-RCS διαμορφώνει τις προδιαγραφές για την παροχή ενός καναλιού αλληλεπίδρασης μεταξύ των δικτύων των γεωστατικών δορυφόρων και των τερματικών σταθερού δορυφορικού καναλιού (fixed return channel satellite terminals, RCST).



Εικόνα 3-1 Η ροή δεδομένων στο πρωτόκολλο DVB - RCS

Ο βασικός στόχος των RCS συστημάτων είναι η παροχή υπηρεσιών διαδικτύου. Τα συστήματα RCS παρέχουν πρόσβαση ευρείας ζώνης ανεξαρτήτως της τοπικής υποδομής και συνεπώς η πρόσβαση είναι παγκοσμίως διαθέσιμη. Επίσης, βασιζόμενα στο πρότυπο DVB-S, παρέχουν τρόπους να συνδυαστεί η παροχή ψηφιακής τηλεόρασης και υπηρεσιών διαδικτύου σε μία μοναδική πύλη.

Οι DVB-RCS προδιαγραφές αναπτύχθηκαν σε απάντηση στα αιτήματα από διάφορα δορυφορικά και στους φορείς εκμετάλλευσης δικτύων που ήθελαν να ξεκινήσουν μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη των συστημάτων αυτών και ο οποίος θεωρούσε απαραίτητο να υπάρχει ένα ανοιχτό πρότυπο, προκειμένου να μετριάσουν τους κινδύνους που συνδέονται με το να συνδέεται με ένα και μόνο προμηθευτή. Τα πρότυπα που αναπτύχθηκαν με τη χρήση state-of-the-art, που επιτρέπουν μια βελτιστοποιημένη trade-off μεταξύ απόδοσης και κόστους. Ως συναίνεση με βάση τα πρότυπα, οι προδιαγραφές DVB έχουν επίσης ένα ελεγχόμενο εξελικτικό μέλλον, εξασφαλίζοντας από την παγκόσμια εισφορές στο σύστημα βάσει μιας συμφωνημένης και ανοικτό πλαίσιο.

Το πρότυπο DVB-RCS παρέχει αμφίδρομη ευρυζωνική επικοινωνία μέσω του δορυφόρου HELLAS SAT 2 όπου οι χρήστες ανταλλάσσουν εφαρμογές πραγματικού χρόνου βασισμένους σε διάφορους τύπους δεδομένων όπως ήχος, εικόνα, φωνή και βίντεο. Στο DVB-RCS όμως, και οι δυο ροές επικοινωνίας μεταφέρονται μέσω δορυφόρου.

Η τεχνολογία DVB-RCS χαρακτηρίζεται από δύο κανάλια που συνδέουν τον πάροχο υπηρεσιών και τον τελικό χρήστη: Το κανάλι εκπομπής Broadcast Channel), από τον φορέα υπηρεσιών προς τους χρήστες, παρέχει μια υπηρεσία ενός σημείου προς πολλά σημεία (point-to-multipoint) και περιλαμβάνει εφαρμογές βίντεο, ήχου και εικόνας. Το αμφίδρομο διαδραστικό κανάλι (Interaction Channel) εγκαθίσταται μεταξύ του φορέα υπηρεσιών και των χρηστών και αποτελείται από δύο μονοπάτια, το ευθύ (Forward Interaction Path) και το μονοπάτι επιστροφής (Return Interaction Path), από τα οποία και προκύπτουν τα δυο κανάλια που περιγράφονται παρακάτω.

3.3.2.1 Return Interaction Path (Return Channel)

Αυτή η διαδρομή καθιερώνεται από τον χρήστη προς τον φορέα παροχής υπηρεσιών. Χρησιμοποιείται για να υποβάλει αιτήματα στον πάροχο υπηρεσιών / χρήστη, να απαντά σε ερωτήσεις ή να μεταφέρει δεδομένα.

3.3.2.2 Forward Interaction Path

Αυτή η διαδρομή καθιερώνεται από τον φορέα παροχής υπηρεσιών προς τον χρήστη. Χρησιμοποιείται για να παρέχει πληροφορία από τον πάροχο υπηρεσιών / χρήστη προς το χρήστη(ες) και για οποιαδήποτε άλλη απαιτούμενη επικοινωνία για την παροχή διαδραστικών υπηρεσιών. Αυτή η διαδρομή μπορεί να εμπεριέχεται στο κανάλι εκπομπής. Είναι πιθανό αυτό το κανάλι να μη χρειάζεται σε συγκεκριμένες εφαρμογές που κάνουν χρήση του Broadcast Channel ως φορέα δεδομένων προς το χρήστη.

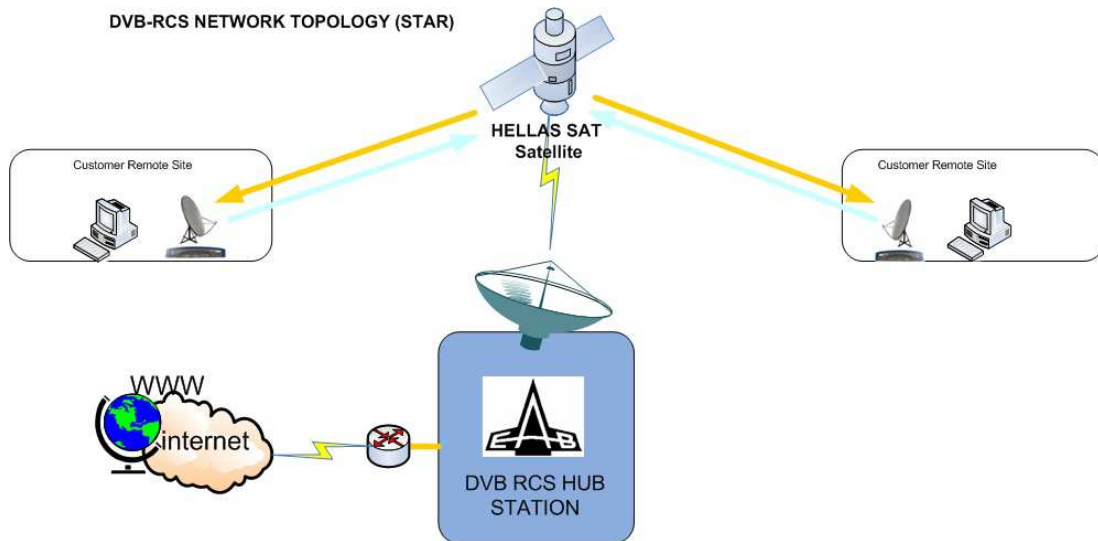
3.3.3 Δορυφορικοί αναμεταδότες

Ο δορυφόρος είναι βασικό συστατικό υλοποίησης της τεχνολογίας DVB-RCS. Οι μπάντες των συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι η Ku (12-18GHz) και /ή η Ka (18-30 GHz).

Ένας αναμεταδότης σε έναν δορυφόρο επικοινωνιών στη γεωστατική τροχιά ενεργεί όπως οι αναμεταδότες σε επίγειους μικροκυματικούς σταθμούς: λαμβάνει ένα σήμα μικροκυμάτων Uplink από τη γη, αλλάζει την συχνότητά του, το ενισχύει και το

αναμεταδίδει στην κατιούσα, Downlink, σύνδεση στη γη. Οι αναμεταδότες έχουν συνήθως στο στάδιο RF εύρος ζώνης 33, 36 ή 72 MHz και σχεδόν πάντα χρησιμοποιούν ενισχυτές μετάδοσης κύματος TWT.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αναμεταδοτών, ο διαφανής, transparent, και ο αναπαραγωγικός, regenerative. Ο διαφανής αναμεταδότης είναι ο απλούστερος των δύο τύπων. Μετατρέπει τη συχνότητα των εισερχόμενων σημάτων και τα ενισχύει, αλλά δεν κάνει σχεδόν τίποτε άλλο. Καλείται "διαφανής" επειδή ενισχύει όλα τα σήματα της ζεύξης uplink, τόσο τα επιθυμητά σήματα όσο και τον ανεπιθύμητο θόρυβο. Σχεδόν όλοι οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι σήμερα χρησιμοποιούν αυτού του είδους αναμεταδότη.



Εικόνα 3-2 Αναπαραγωγικό σύστημα αναμεταδοτών

Ο αναπαραγωγικός αναμεταδότης έχει όλες τις λειτουργίες του διαφανούς αναμεταδότη, αλλά επιπρόσθετα προσφέρει αποδιαμόρφωση, επεξεργασία και εκ νέου διαμόρφωση των σημάτων που φέρει. Αυτή η διαδικασία έχει δύο πλεονεκτήματα. Κατ' αρχάς, ο θόρυβος κατά την uplink ζεύξη αφαιρείται και δεν επαναμεταδίδεται στην κατιούσα σύνδεση, βελτιώνοντας με τον τρόπο αυτό τη γενική ποιότητα των καναλιών μέσω του δορυφόρου. Δεύτερον, επιτρέπει το συνδυασμό πολλών απλών καναλιών άνω ζεύξης ανά φέρον (SCPC) ή TDMA καναλιών σε ένα μοναδικό TDM (Time Division Multiplex) κανάλι κάτω ζεύξης. Έτσι, αποφεύγεται η ανάγκη για πολυπλεξία πολλών σημάτων DVB στη γη. Αντ' αυτού, υλικό προγράμματος από διάφορες πηγές, όπως μεμονωμένοι σταθμοί TV ή πολλαπλοί μικροί φορείς παροχής υπηρεσιών, συνδυάζεται στο δορυφόρο σε μία ενιαία μετάδοση.

Το μειονέκτημα των αναπαραγωγικών αναμεταδοτών είναι ότι είναι πιο καινούριοι, λιγότερο δοκιμασμένοι σε πρακτικές εφαρμογές και πιο σύνθετοι από τους διαφανείς αναμεταδότες. Συνεπώς, οι περισσότεροι από τους αναμεταδότες των παγκόσμιων δορυφορικών επικοινωνιών είναι διαφανείς. Εν τούτοις, τα ελκυστικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα των αναπαραγωγικών συστημάτων αποτελούν εγγύηση για την μελλοντική χρήση της τεχνολογίας.

4 Ο δορυφόρος Hellas Sat 2

4.1 Γενικά χαρακτηριστικά για τον Hellas sat 2

Hellas Sat ονομάζεται η θυγατρική εταιρία του ΟΤΕ, η οποία έχει στην ιδιοκτησία της και διαχειρίζεται τον ελληνοκυπριακό τηλεπικοινωνιακό δορυφόρο HELLAS SAT 2. Η έδρα της εταιρείας βρίσκεται στην Κοφίνου στην Κύπρο και τα γραφεία της θυγατρικής της στην Ελλάδα βρίσκονται στο Διοικητικό μέγαρο του ΟΤΕ. Ο δορυφόρος Hellas Sat 2, μια κοινή πρωτοβουλία Ελλάδας και Κύπρου. Διευθύνων Σύμβουλος της εταιρίας είναι ο Χριστόδουλος Πρωτοπαπάς.



Εικόνα 4-1 Το λογότυπο της εταιρείας HellasSAT

Ο Hellas-Sat-2 είναι ο δορυφόρος που βρίσκεται σήμερα υπό την ιδιοκτησία, εμπορική εκμετάλλευση και έλεγχο της εταιρίας. Εκτοξεύτηκε από το Ακρωτήριο Κανάβεραλ, στη Φλόριντα των ΗΠΑ στις 14 Μαΐου 2003. Μετά από την επιτυχημένη εκτόξευση που είχε, τέθηκε επιτυχώς στη γεωστατική τροχιά 39E (δηλαδή βρίσκεται μόνιμα σε γεωγραφικό μήκος 39° ανατολικά του Γκρίνουιτς και πλάτος 0°, δηλαδή επί του ισημερινού) συγκεκριμένα πάνω από την περιοχή της Κένυας. Πρόκειται για το μοντέλο Eurostar E2000+ της γαλλικής εταιρίας Astrium. Την ευθύνη εκτόξευσης του Hellas Sat 2 είχαν οι εταιρείες Lockheed Martin και ILS (International Launch Services), ενώ τον ελληνικό δορυφόρο μετέφερε στο Διάστημα ο νέας γενιάς πύραυλος Atlas V. Πρέπει να σημειωθεί ότι μεταξύ των σχεδιαστών του πυραύλου είναι και ο ελληνικής καταγωγής Γιάννης Καράς, υψηλόβαθμο στέλεχος της Lockheed Martin.

Ο δορυφόρος Hellas Sat-2 διαθέτει δύο σταθερές δέσμες με 18 αναμεταδότες για την κάλυψη της Ευρώπης και δύο κινητές δέσμες με 12 αναμεταδότες για την κάλυψη της Μέσης Ανατολής, της Αφρικής, και της Νοτιοανατολικής - Κεντρικής Ασίας.

Η εταιρεία HELLAS SAT θεωρείται μια από τις πιο επιτυχημένες δορυφορικές εταιρείες του κόσμου, αφού χρησιμοποιούν σήμερα το δορυφόρο πάνω από 100 πελάτες σε 32 χώρες. Τα κέρδη της εταιρείας μεσούσης της οικονομικής κρίσης το 2010 ήταν 8,6 εκατομμύρια ευρώ ενώ για το 2011 αναμένεται σημαντική αύξηση.

Η εταιρεία δραστηριοποιείται διεθνώς πολύ έντονα και έχει σημαντικό διεθνές κύρος. Ο Διευθύνων Σύμβουλος της Χριστόδουλος Πρωτοπαπάς εξελέγη δύο φορές Πρόεδρος της Ένωσης Ευρωπαϊκών Δορυφορικών Οργανισμών και πρωτοστάτησε στην προστασία του δορυφορικού φάσματος στο τελευταίο συνέδριο της ITU που πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο του 2007 στη Γενεύη.

Η HELLAS SAT ήταν από τις πρώτες εταιρείες στην Ευρώπη που εισήγαγε την υπηρεσία του δορυφορικού ίντερνετ η οποία χρησιμοποιείται για τη γεφύρωση του ψηφιακού χάσματος στις απομακρυσμένες περιοχές. Σημαντικά έργα που ανέλαβε ήταν η εγκατάσταση ίντερνετ σε 300 σχολεία της Αλβανίας, η εγκατάσταση δωρεάν υπηρεσίας ίντερνετ σε 153 απομακρυσμένες κοινότητες της Κύπρου και το πρόγραμμα RURAL WINGS μέσω του οποίου προσφέρεται τηλεεκπαίδευση σε δεκάδες σχολεία της Ευρώπης.

4.2 Αμφίδρομο δορυφορικό ίντερνετ

Ο ΟΤΕ στα πλαίσια της ανάπτυξης της ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα και εξυπηρετώντας το βασικό του εταιρικό στόχο παροχής ολοκληρωμένων ευρυζωνικών λύσεων σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη του Ελλαδικού χώρου, διαθέτει, σε συνεργασία με τη θυγατρική του εταιρία Hellas Sat, την υπηρεσία του αμφίδρομου δορυφορικού internet.

Το αμφίδρομο δορυφορικό Internet Hellas Sat net είναι το ιδανικό μέσο διασύνδεσης με το internet για απομακρυσμένες γεωγραφικές περιοχές και ο μοναδικός τρόπος παροχής ευρυζωνικών υπηρεσιών (broadband) με υψηλές ταχύτητες σε περιοχές όπου δεν υπάρχει επίγεια υποδομή.

Προσφέρει υψηλές ταχύτητες που φτάνουν μέχρι τα 2Mbps και τη δυνατότητα πρόσβασης σε νέες, προηγμένες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας με χαμηλό κόστος (τηλεφωνία μέσω internet, τηλεργασία, ηλεκτρονικό εμπόριο, Static IP, emails, web hosting προσωπικών ιστοσελίδων της μορφής: <http://users.hellas-sat.net/yourname/> πρόσβαση σε διαδικτυακές υπηρεσίες ψυχαγωγίας).

Σήμερα το Internet έχει εξελιχθεί σε ένα απαραίτητο εργαλείο για κάθε εργασία, μία αστείρευτη πηγή ψυχαγωγίας και ένα πραγματικό παράθυρο επικοινωνίας με φίλους και συνεργάτες σε όλο τον κόσμο. Το γρήγορο internet βρίσκεται σε κάθε σπίτι, σε κάθε επιχείρηση, σχεδόν σε κάθε γωνιά του κόσμου. Ωστόσο, κάποιες φορές οι επίγειες υποδομές τηλεπικοινωνίας δεν είναι διαθέσιμες ή δεν επαρκούν για την κάλυψη εξειδικευμένων αναγκών.

Η υπηρεσία Hellas SAT net! είναι η πιο ολοκληρωμένη υπηρεσία παροχής δορυφορικού Internet στην Ελλάδα χωρίς περιορισμούς! Επιλέξτε το πακέτο της υπηρεσίας που καλύπτει τις ανάγκες σας και συνδεθείτε στο διαδίκτυο με γρήγορες ταχύτητες όπου και αν βρίσκεστε. Ανεξάρτητα της ύπαρξης επίγειας τηλεπικοινωνιακής υποδομής, είστε συνέχεια on-line.

Χωρίς εξαίρεση, κάθε υπηρεσία Hellas Sat net! προσφέρει απεριόριστη χρήση χωρίς χρονικούς περιορισμούς και ογκοχρέωση αποφεύγοντας το FUP που εφαρμόζει η πλειοψηφία των πάροχων αντίστοιχων δορυφορικών υπηρεσιών παγκοσμίως. Σκεφτείτε διπλά πριν αγοράσετε μια τέτοια υπηρεσία!

4.2.1 Που απευθύνεται το αμφίδρομο δορυφορικό ίντερνετ

Η υπηρεσία απευθύνεται κυρίως σε πελάτες που χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο πολύ χρόνο καθημερινά και απαιτούν υψηλές ταχύτητες, βρίσκονται όμως σε περιοχές όπου δεν υπάρχει επίγεια υποδομή από τον ΟΤΕ. Το αμφίδρομο δορυφορικό internet είναι το ιδανικό μέσο διασύνδεσης με το internet σε υψηλές ταχύτητες για απομακρυσμένες γεωγραφικές περιοχές όπου δεν υπάρχει επίγεια υποδομή.

Ενδεικτικά, αναφέρονται κάποιοι τομείς πελατών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τις υπηρεσίες του δορυφορικού internet:

- Ξενοδοχεία, ενοικιαζόμενα δωμάτια (>20), Κάμπινγκ σε ορεινές και νησιωτικές περιοχές
- Τεχνικές -Κατασκευαστικές εταιρείες
- Μεταλλεία, λατομεία
- Αιολικά Πάρκα – Φωτοβολταϊκά - Υδροηλεκτρικά (εναλλακτικές πηγές ενέργειας)
- Ιχθυοκαλλιέργειες
- Τράπεζες για διασύνδεση υποκαταστημάτων ATMs
- Εταιρείες με ευρύ δίκτυο υποκαταστημάτων
- Εταιρείες που είναι εγκαταστημένες σε Βιομηχανικές Περιοχές
- Ιδιώτες με ειδικές απαιτήσεις



Εικόνα 4-2 Ο ελληνικός δορυφόρος HELLAS –SAT

4.3 Hellas SAT net

Οι υπηρεσίες δορυφορικού Internet αποτελούν την ιδανική λύση για ευρυζωνική πρόσβαση στο Internet σε απομακρυσμένες και δύσβατες περιοχές, ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή όχι επίγειων τηλεπικοινωνιακών υποδομών. Η υπηρεσία HellasSAT έχει

πιστοποιηθεί από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (ΕΟΔ) να παρέχει δορυφορική πρόσβαση στο Internet, με ευρυζωνικές ταχύτητες και χωρίς ογκοχρέωση (χωρίς FUP). Η δορυφορική υπηρεσία πρόσβασης υψηλών ταχυτήτων σας επιτρέπει να είστε μόνιμα συνδεδεμένοι στο Internet και να απολαμβάνετε υψηλές ταχύτητες ως και 2Mbps χωρίς κανένα γεωγραφικό περιορισμό κάτω από την κάλυψη.net!

Σήμερα το Internet έχει εξελιχθεί σε ένα απαραίτητο εργαλείο για κάθε εργασία, μία αστείρευτη πηγή ψυχαγωγίας και ένα πραγματικό παράθυρο επικοινωνίας με φίλους και συνεργάτες σε όλο τον κόσμο.

Το γρήγορο internet βρίσκεται σε κάθε σπίτι, σε κάθε επιχείρηση, σχεδόν σε κάθε γωνιά του κόσμου. Ωστόσο, κάποιες φορές οι επίγειες υποδομές τηλεπικοινωνίας δεν είναι διαθέσιμες ή δεν επαρκούν για την κάλυψη εξειδικευμένων αναγκών.

Η υπηρεσία Hellas SAT net! είναι η πιο ολοκληρωμένη υπηρεσία παροχής δορυφορικού Internet στην Ελλάδα χωρίς περιορισμούς! Επιλέξτε το πακέτο της υπηρεσίας που καλύπτει τις ανάγκες σας και συνδεθείτε στο διαδίκτυο με γρήγορες ταχύτητες όπου και αν βρίσκεστε. Ανεξάρτητα της ύπαρξης επίγειας τηλεπικοινωνιακής υποδομής, είστε συνέχεια on-line.

Χωρίς εξαίρεση, κάθε υπηρεσία Hellas Sat net! προσφέρει απεριόριστη χρήση χωρίς χρονικούς περιορισμούς και ογκοχρέωση αποφεύγοντας το FUP που εφαρμόζει η πλειοψηφία των παρόχων αντίστοιχων δορυφορικών υπηρεσιών παγκοσμίως. Σκεφτείτε διπλά πριν αγοράσετε μια τέτοια υπηρεσία!

Τα πακέτα υπηρεσιών Hellas SAT net! Home αποτελούν την ιδανική λύση για απεριόριστη πρόσβαση στο Internet σε απομακρυσμένες ή δύσβατες περιοχές όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμες επίγειες υποδομές τηλεπικοινωνίας.

Ο HELLAS SAT NET χωρίζεται σε δύο υπηρεσίες την hellas sat home και την hellas sat business

- Hellas set net home
- Hellas sat net business

4.3.1 Hellas SAT net! Home

Οι υπηρεσίες δορυφορικού Internet αποτελούν την ιδανική λύση για ευρυζωνική πρόσβαση στο Internet σε απομακρυσμένες και δύσβατες περιοχές, ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή όχι επίγειων τηλεπικοινωνιακών υποδομών.

Με το πακέτο δορυφορικών υπηρεσιών Hellas SAT net! HOME 500 απολαμβάνετε απεριόριστη και πλήρη πρόσβαση στο Internet, με ταχύτητες έως 512kbps και με σταθερή μηνιαία χρέωση ενώ με το Hellas Sat net ! Home 1000 απολαμβάνετε απεριόριστη πρόσβαση στο Internet, με ταχύτητες έως 1024kbps και με σταθερή μηνιαία χρέωση.

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ Home	ΠΑΡΟΧΕΣ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
<p>Hellas sat net ! Home 500</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Μόνιμη σύνδεση στο internet, χωρίς ογκοχρέωση και περιορισμούς • Μία μόνο χρέωση και ένα μόνο λογαριασμό • Δεν απαιτείται η σύνδεση με σταθερή τηλεφωνική γραμμή 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Download – 512Kbps ✓ Upload – 62Kbps ✓ IP – 1 Static ✓ Όγκος μεταφοράς δεδομένων – Απεριόριστη ✓ Αριθμός email account – 2 ✓ Τύπος email διεύθυνσης - yourname@users.hellas-sat.net ✓ Email aliases ✓ Προώθηση email ✓ POP3 ✓ Email Antispam protection ✓ Email Antivirus protection ✓ Web mail ✓ Χώρος φιλοξενίας προσωπικών σελίδων - 50MB ✓ Προσωπικές ιστοσελίδες της μορφής - http://users.hellas-sat.net/yourname/
<p>Hellas sat net ! Home 1000</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Μόνιμη σύνδεση στο Internet, χωρίς ογκοχρέωση και περιορισμούς • Μία μόνο χρέωση και ένα μόνο λογαριασμό • Δεν απαιτείται η σύνδεση με σταθερή τηλεφωνική γραμμή 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Download – 1024Kbps ✓ Upload – 128Kbps ✓ IP – 1 Static ✓ Όγκος μεταφοράς δεδομένων – Απεριόριστη ✓ Αριθμός email account – 4 ✓ Τύπος email διεύθυνσης - yourname@users.hellas-sat.net ✓ Email aliases ✓ Προώθηση email ✓ POP3 ✓ Email Antispam protection ✓ Email Antivirus protection ✓ Web mail ✓ Χώρος φιλοξενίας προσωπικών σελίδων - 100MB ✓ Προσωπικές ιστοσελίδες της μορφής - http://users.hellas-sat.net/yourname/

Πίνακας 4-1 Τα πακέτα δορυφορικού internet της Hellas SAT.

4.3.2 Hellas SAT net! Business

Τα πακέτα υπηρεσιών Hellas SAT net! Business αποτελούν την ιδανική λύση για απεριόριστη πρόσβαση στο Internet σε απομακρυσμένες ή δύσβατες περιοχές όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμες επίγειες υποδομές τηλεπικοινωνίας.

ΥΠΗΡΕΣΙΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ
Hellas SAT net! BUSINESS 500	512kbps
Hellas SAT net! BUSINESS 1000	1024kbps
Hellas SAT net! BUSINESS 1000+	1024kbps
Hellas SAT net! BUSINESS 2000	2048lbps

Πίνακας 4-2 Οι ταχύτητες των πακέτων Hellas SAT net! Business

Με την υπηρεσία Hellas SAT net! BUSINESS 500 και BUSINESS 1000 εξασφαλίζετε απεριόριστη δορυφορική πρόσβαση στο Internet με ταχύτητες που αναγράφονται παρακάτω και σταθερή μηνιαία χρέωση. Η διαφορά με την υπηρεσία Hellas SAT net! BUSINESS 1000+ είναι ανεξάρτητα από τον όγκο των δεδομένων και πως το πακέτο Hellas SAT net! BUSINESS 1000+ είναι ιδανικό για τις αυξημένες απαιτήσεις των μεσαίων ή μεγάλων επιχειρήσεων, προσφέροντας 50 διευθύνσεις email και πληθώρα επιπρόσθετων χαρακτηριστικών. Με την υπηρεσία Hellas SAT net! BUSINESS 2000 η διαφορά είναι ιδανικό για τις αυξημένες απαιτήσεις των μεσαίων ή μεγάλων επιχειρήσεων, προσφέροντας απεριόριστες διευθύνσεις email και πληθώρα επιπρόσθετων χαρακτηριστικών.

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ Business	ΠΑΡΟΧΕΣ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Hellas sat net ! Business 500	<ul style="list-style-type: none"> • Μόνιμη σύνδεση στο Internet, χωρίς ογκοχρέωση και περιορισμούς • Μία μόνο χρέωση και ένα μόνο λογαριασμό • Δεν απαιτείται η σύνδεση με σταθερή τηλεφωνική γραμμή 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Download – 512Kbps ✓ Upload – 256Kbps ✓ Όγκος μεταφοράς δεδομένων – Απεριόριστη ✓ Αριθμός email account – 5 ✓ Τύπος email διεύθυνσης - yourname@users.hellas-sat.net ✓ Email aliases ✓ Προώθηση email ✓ POP3 ✓ Email Antispam protection ✓ Email Antivirus protection ✓ Web mail ✓ Χώρος φιλοξενίας προσωπικών σελίδων - 100MB ✓ Προσωπικές ιστοσελίδες της μορφής - http://users.hellas-sat.net/yourname/
Hellas sat net ! Business 1000		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Download – 1024Kbps ✓ Upload – 512Kbps ✓ IP – 1 Static

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Όγκος μεταφοράς δεδομένων – Απεριόριστη ✓ Αριθμός email account – 50 ✓ Τύπος email διεύθυνσης - yourname@users.hellas-sat.net ✓ Email aliases ✓ Προώθηση email ✓ POP3 ✓ Email Antispam protection ✓ Email Antivirus protection ✓ Web mail ✓ Χώρος φιλοξενίας προσωπικών σελίδων - 500MB ✓ Προσωπικές ιστοσελίδες της μορφής - http://users.hellas-sat.net/yourname/
<p>Hellas sat net ! Business 1000+</p>		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Download – 1024Kbps ✓ Upload – 512Kbps ✓ IP – 1 Static ✓ Όγκος μεταφοράς δεδομένων – Απεριόριστη ✓ Αριθμός email account – 50 ✓ Τύπος email διεύθυνσης - yourname@users.hellas-sat.net ✓ Email aliases ✓ Προώθηση email ✓ POP3 ✓ Email Antispam protection ✓ Email Antivirus protection ✓ Web mail ✓ Χώρος φιλοξενίας προσωπικών σελίδων - 500MB <p>Προσωπικές ιστοσελίδες της μορφής - http://users.hellas-sat.net/yourname/</p>

<p>Hellas sat net ! Business 2000</p>		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Download – 2048Kbps ✓ Upload – 512Kbps ✓ IP – 1 Static ✓ Όγκος μεταφοράς δεδομένων – Απεριόριστη ✓ Αριθμός email account – Απεριόριστο ✓ Τύπος email διεύθυνσης - yourname@users.hellas-sat.net ✓ Email aliases ✓ Προώθηση email ✓ POP3 ✓ Email Antispam protection ✓ Email Antivirus protection ✓ Web mail ✓ Χώρος φιλοξενίας προσωπικών σελίδων – 1GB ✓ Προσωπικές ιστοσελίδες της μορφής - http://users.hellas-sat.net/yourname/
---	--	---

Πίνακας 4-3 των πακέτων Hellas SAT net! Business

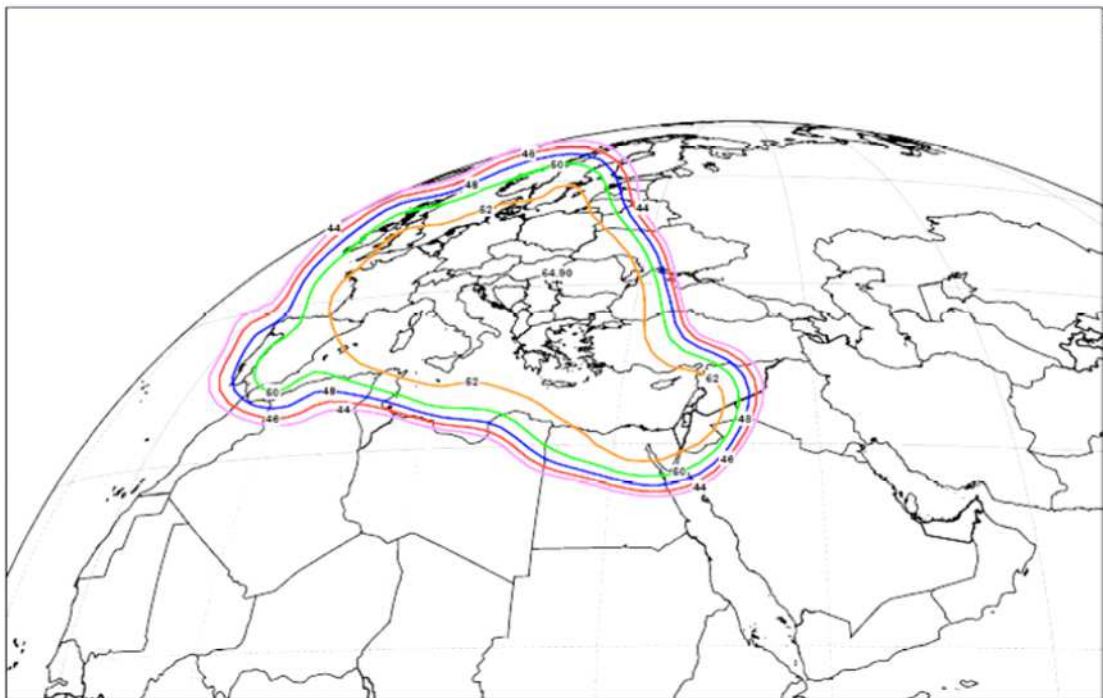
4.4 Χάρτης Κάλυψης του Hellas Sat

Ο δορυφόρος Hellas sat 2 παρέχει 4 κεραίες λήψης. Οι κεραίες F1 και F2 διαφέρουν μόνο στο σχήμα των κύριων ανακλαστήρων. Στη πράξη παρέχουν περίπου την ίδια κάλυψη πάνω από την Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή και τη Βόρεια Αμερική. Οι ρυθμιζόμενες κεραίες S1 και S2 για παράδειγμα, να καλύπτουν τη Νότια Αφρική και τη Μέση Ανατολή/Ανατολική Ευρώπη αντίστοιχα. Όσο αναφορά τις κεραίες μετάδοσης ο Hellas sat 2 παρέχει 4 κεραίες μετάδοσης ενώ για τις περιοχές κάλυψης ισχύει ότι για τις κεραίες λήψης.

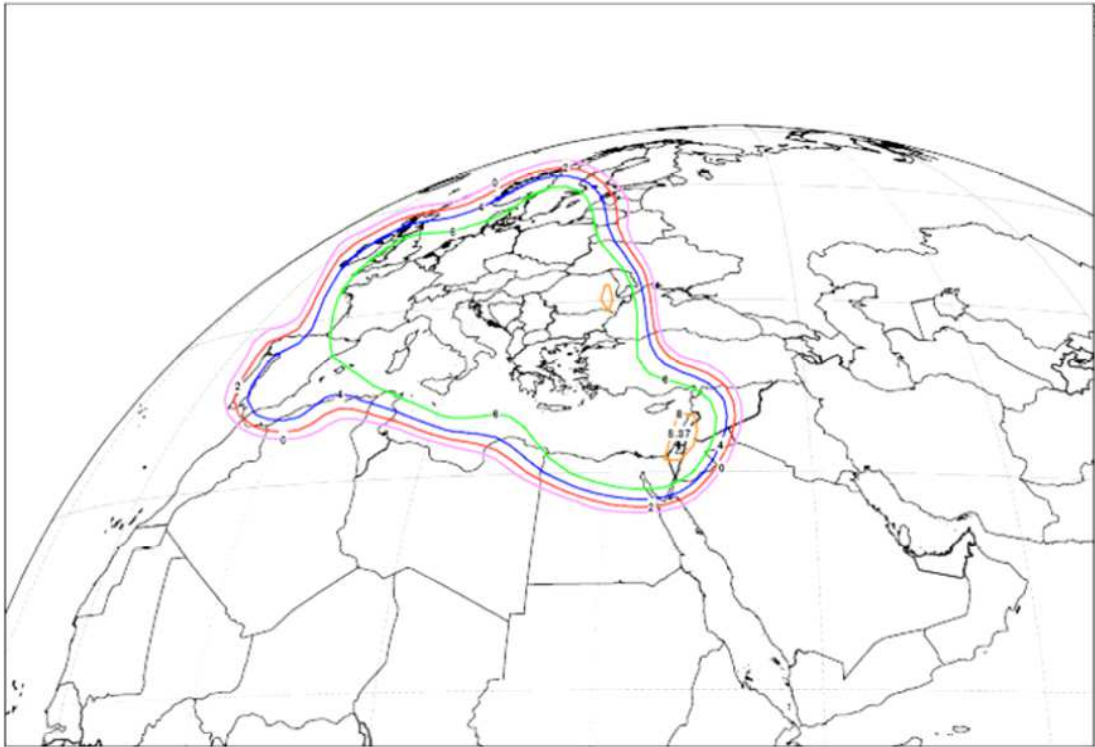
4.4.1 Απεικόνιση γεωγραφικής κάλυψης του Hellas sat

Οι περιοχές γεωγραφικής κάλυψης δίνονται σε σχέση με τα περιγράμματα που προκύπτουν από το λόγο κέρδους κεραίας δορυφόρου προς θερμοκρασία θορύβου G/T και από την ισχύ κορεσμού της αδιαμόρφωτης πλευρικής φέρουσας EIRP. Όλα τα περιγράμματα δεν λαμβάνουν υπόψη το σφάλμα στόχευσης της κεραίας. Τα περιγράμματα G/T έχουν προκύψει από το συνδυασμό θεωρητικής πληροφορίας και πληροφορίας μέτρησης.

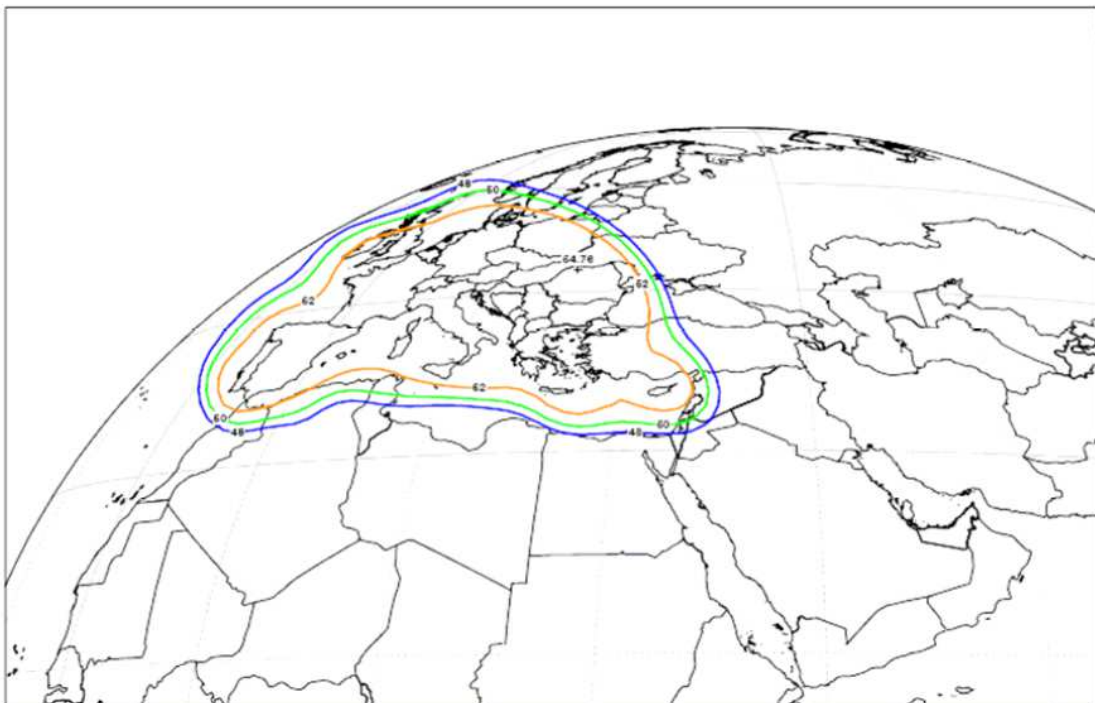
Παρακάτω εμφανίζονται οι περιοχές γεωγραφικής κάλυψης και για τις τέσσερις κεραίες του δορυφόρου σε περιγράμματα G/T και EIRP (για διαφορετικές τιμές τους σε dbw) για λήψη και μετάδοση αντίστοιχα.



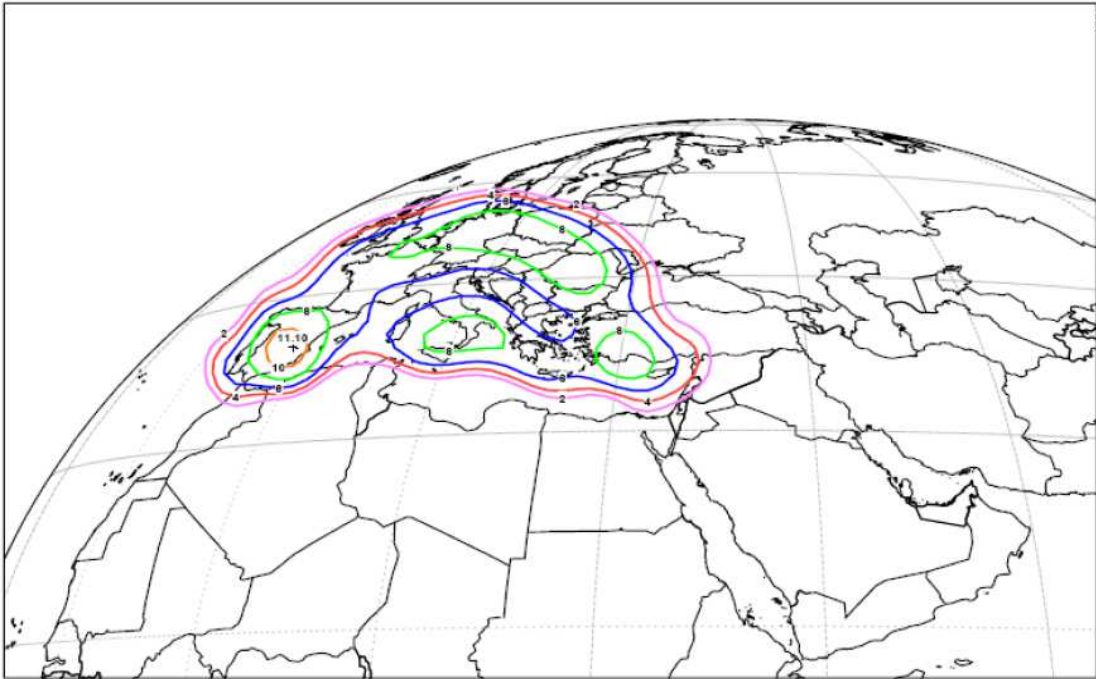
Εικόνα 4-3 Δέση F1, γεωγραφική κάλυψη για εκπομπή, 12,5 GHz, περιγράμματα EIRP



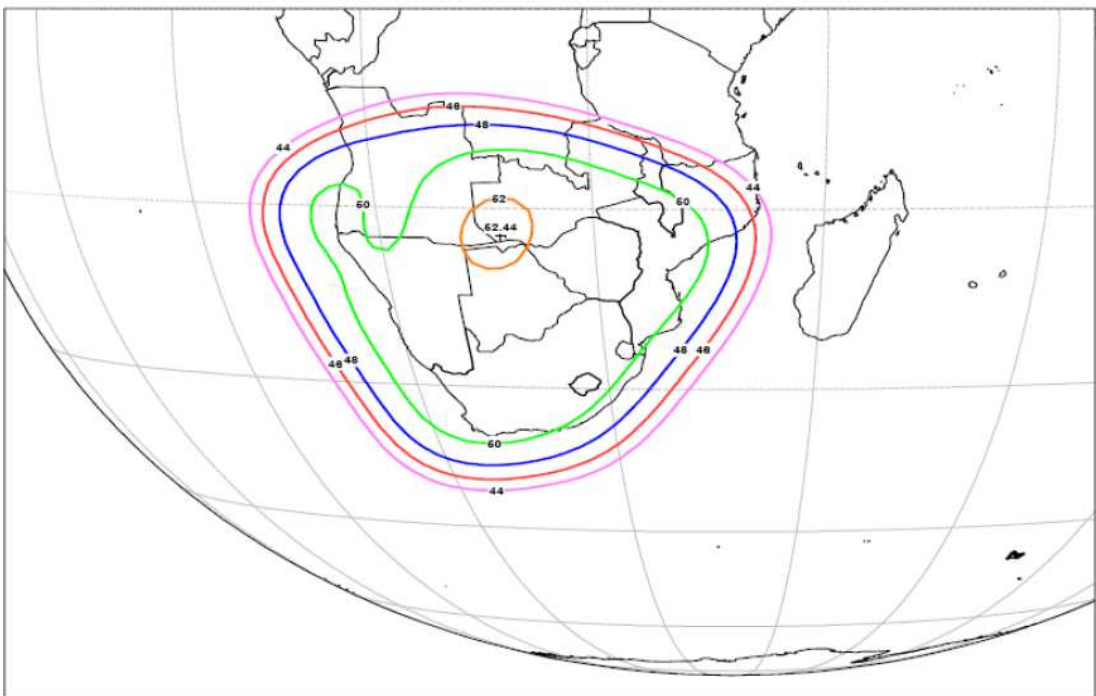
Εικόνα 4-4 Δέσμη F1, γεωγραφική κάλυψη για λήψη, 13,8 GHz, περιγράμματα G/T



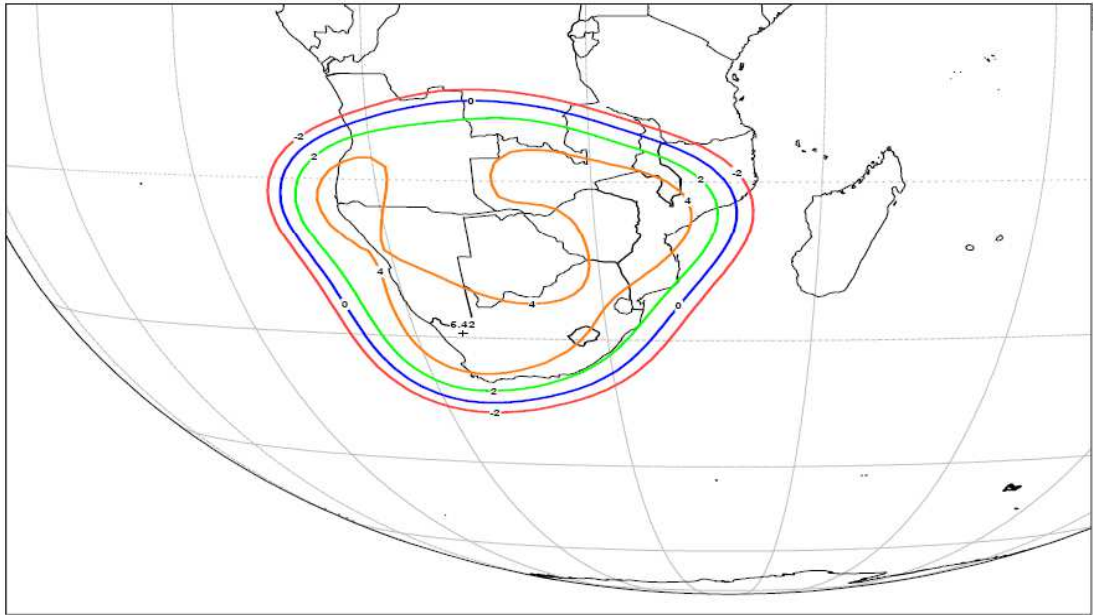
Εικόνα 4-5 Δέσμη F2, γεωγραφική κάλυψη για εκπομπή, 11 GHz, περιγράμματα EIRP



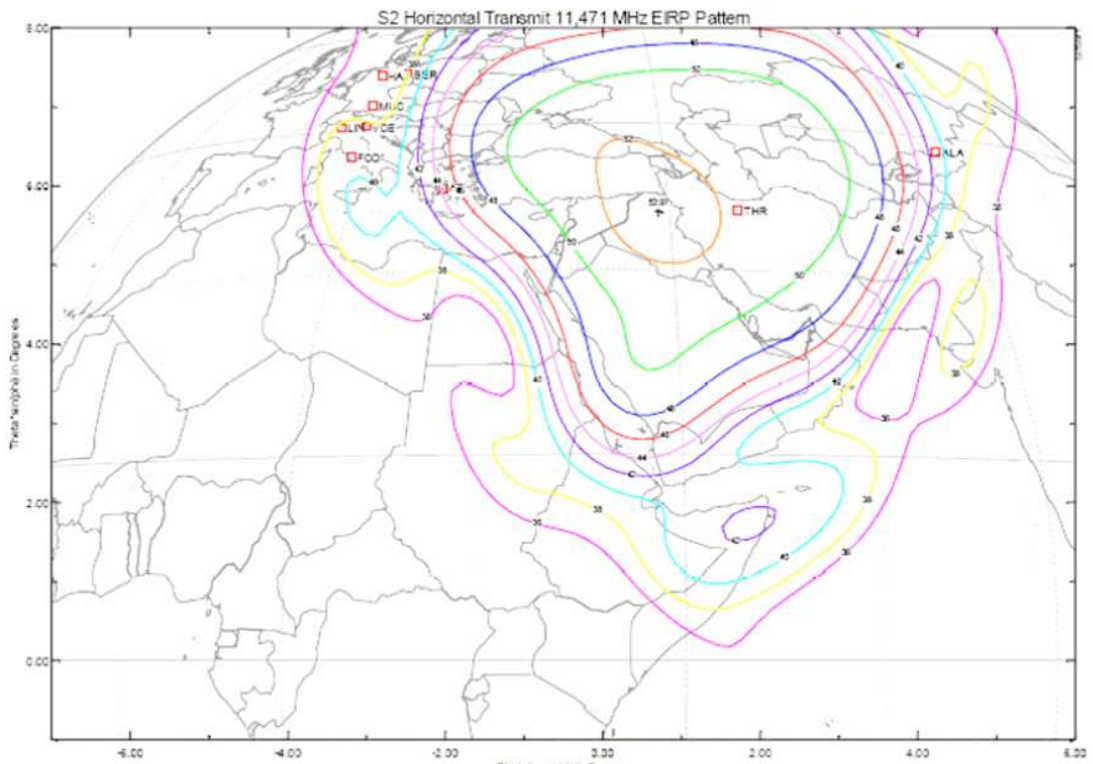
Εικόνα 4-6 Δέσμη F2, γεωγραφική κάλυψη για λήψη, 14 GHz, περιγράμματα G/T



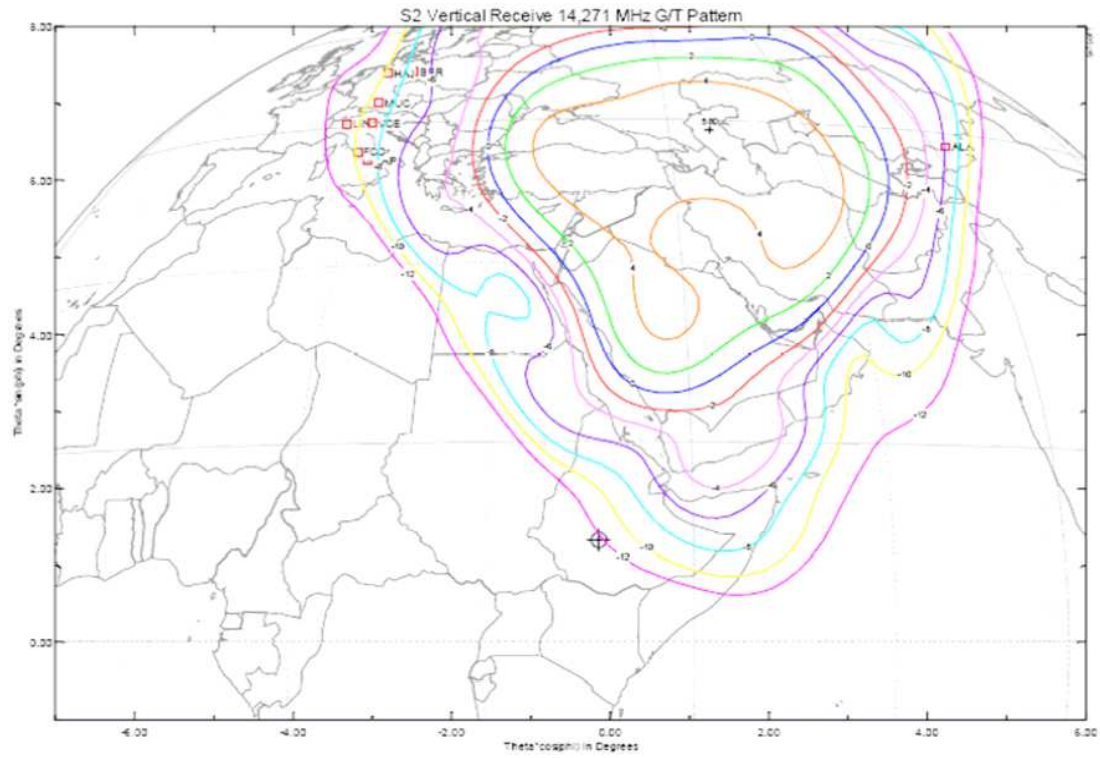
Εικόνα 4-7 Δέσμη S1, γεωγραφική κάλυψη για εκπομπή, 12,5 GHz, περιγράμματα EIRP



Εικόνα 4-8 Δέσμη S1, γεωγραφική κάλυψη για λήψη, 13,8 GHz, περιγράμματα G/T



Εικόνα 4-9 Δέσμη S2, γεωγραφική κάλυψη για εκπομπή, 11 GHz, περιγράμματα EIRP

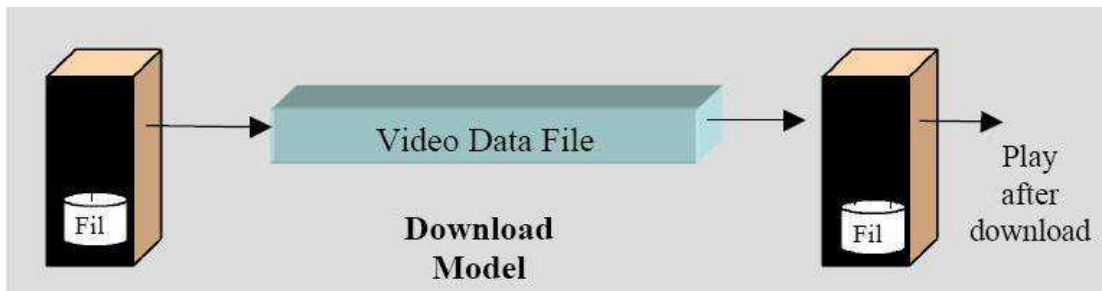


Εικόνα 4-10 Δέσμη S2, γεωγραφική κάλυψη για λήψη, 14 GHz, περιγράμματα G/T

5 Live Streaming

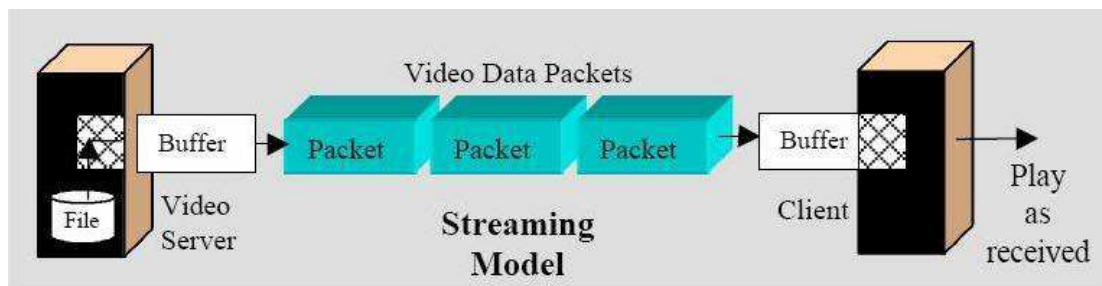
5.1 Τι είναι Streaming

Έως σήμερα, τα πολυμεσικά δεδομένα όπως video και ήχος διανεμόνταν μέσω του διαδικτύου χρησιμοποιώντας κοινές μεθόδους ανταλλαγής αρχείων. Οι χρήστες έπρεπε αρχικά να κατεβάσουν το αρχείο στον προσωπικό μας υπολογιστή και έπειτα να το αναπαράγουν. Η πρακτική έχει το μειονέκτημα ότι συνεπάγεται σε μεγάλο χρόνο καθυστερήσεων (αναμονής) για τη μεταφορά του αρχείου. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα αναπτύχθηκε η τεχνολογία Live Streaming η οποία αποσκοπεί στη δυνατότητα να διανεμόνται τα δεδομένα με ταχύτερους ρυθμούς και πιο αποδοτικά.



Εικόνα 5-1 Απλή Μετάφορα αρχείου μέσω δικτύου

Η λειτουργία του Streaming μπορεί να εξηγηθεί και ως ακολούθως: Ο εξυπηρετητής κωδικοποιεί ορισμένα δεδομένα που συνήθως είναι video ή ήχος και τα στέλνει στον εξυπηρετούμενο με σταθερό ρυθμό μετάδοσης. Ο εξυπηρετούμενος πρέπει να συλλέγει τα κωδικοποιημένα δεδομένα, να τα επεξεργάζεται και να αναπαράγει το video ή τον ήχο που έστειλα ο εξυπηρετητής. Σε περίπτωση που ο εξυπηρετούμενος λαμβάνει περισσότερα δεδομένα από όσα χρειάζεται την δεδομένη στιγμή τα αποθηκεύει σε ένα προσωρινό αποθηκευτικό χώρο ενώ σε περίπτωση που δεν λαμβάνει αρκετά δεδομένα, η παρουσίαση εμφανίζει διακοπές και προβλήματα.



Εικόνα 5-2 Κατέβασμα ενός αρχείου μέ streaming

Το streaming χρησιμοποιεί τεχνολογίες συμπίεσης video και ήχου καθώς και προηγμένα πρωτόκολλα μετάδοσης πολυμεσικών δεδομένων μέσω του διαδικτύου. Με την χρήση της τεχνολογίας αυτής ελαχιστοποιείται ο χρόνος αναμονής του χρήστη που θέλει να έχει πρόσβαση στο περιεχόμενο ενώ δεν απαιτείται η ύπαρξη μεγάλου αποθηκευτικού χώρου στον υπολογιστή του για την αποθήκευση των δεδομένων. Επιπρόσθετα, υπάρχουν λιγότερα προβλήματα όσον αφορά τα δικαιώματα του περιεχομένου καθώς οι χρήστες δεν κρατούν πλήρη αντίγραφα.

5.2 Τι είναι Live Streaming

Οι υπηρεσίες ζωντανής μετάδοσης (live streaming services) επιτρέπουν τη μετάδοση εικόνας και ήχου σε πραγματικό χρόνο στο Internet (live webcast) την ώρα που αυτά παράγονται.

Για να επιτευχθεί η ζωντανή μετάδοση στο Internet μιας εκδήλωσης, απαιτείται κάποιος εξοπλισμός από την πλευρά του φορέα που μεταδίδει το γεγονός. Αυτός το λιγότερο που πρέπει να περιλαμβάνει είναι ένα προσωπικό υπολογιστή με μία web κάμερα για την καταγραφή της εικόνας και μία κάρτα για την εγγραφή του ήχου. Τα δεδομένα που καταγράφονται εισάγονται στον υπολογιστή, που με τη σειρά του τα συμπιέζει με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού αποκωδικοποίησης και τα στέλνει σε κατάλληλους servers, που ονομάζονται streaming servers.

Αυτοί με τη σειρά τους όταν λαμβάνουν τα streams, τα οποία μπορούν να τα αναδιανείμουν άμεσα σε μεμονωμένους χρήστες, οι οποίοι μπορούν να παρακολουθήσουν τη ζωντανή μετάδοση μέσω κάποιας ιστοσελίδας, του σταθμού ή με χρήση κάποιου από τους players που αναφέραμε.

Το Live streaming media είναι η μετάδοση μέσω του Διαδικτύου των βίντεο ενός γεγονότος, όπως συμβαίνει. Η ροή είναι μια μορφή του σε απευθείας σύνδεση βίντεο στο οποίο η περιοχή στέλνει βίντεο στον υπολογιστή ενός χρήστη "on the fly" και όχι ως ένα πλήρες αρχείο. Είναι παρόμοια με τη διαφορά μεταξύ παρακολουθούν ένα τηλεοπτικό πρόγραμμα, καθώς βγήκε στον αέρα και βλέποντας ένα DVD.

Τα Live streaming media είναι διαφορετική από ότι το on-demand streaming. Με το τελευταίο, το περιεχόμενο έχει προηγουμένως καταγραφεί. Ο χρήστης έχει πρόσβαση στη συνέχεια σε μια στιγμή της επιλογής τους, αν και εξακολουθεί να είναι σε συνεχή ροή στη μηχανή τους, αντί να κατεβάσει ως ένα πλήρες αρχείο. Το YouTube είναι ίσως το πιο γνωστό on-demand streaming site.

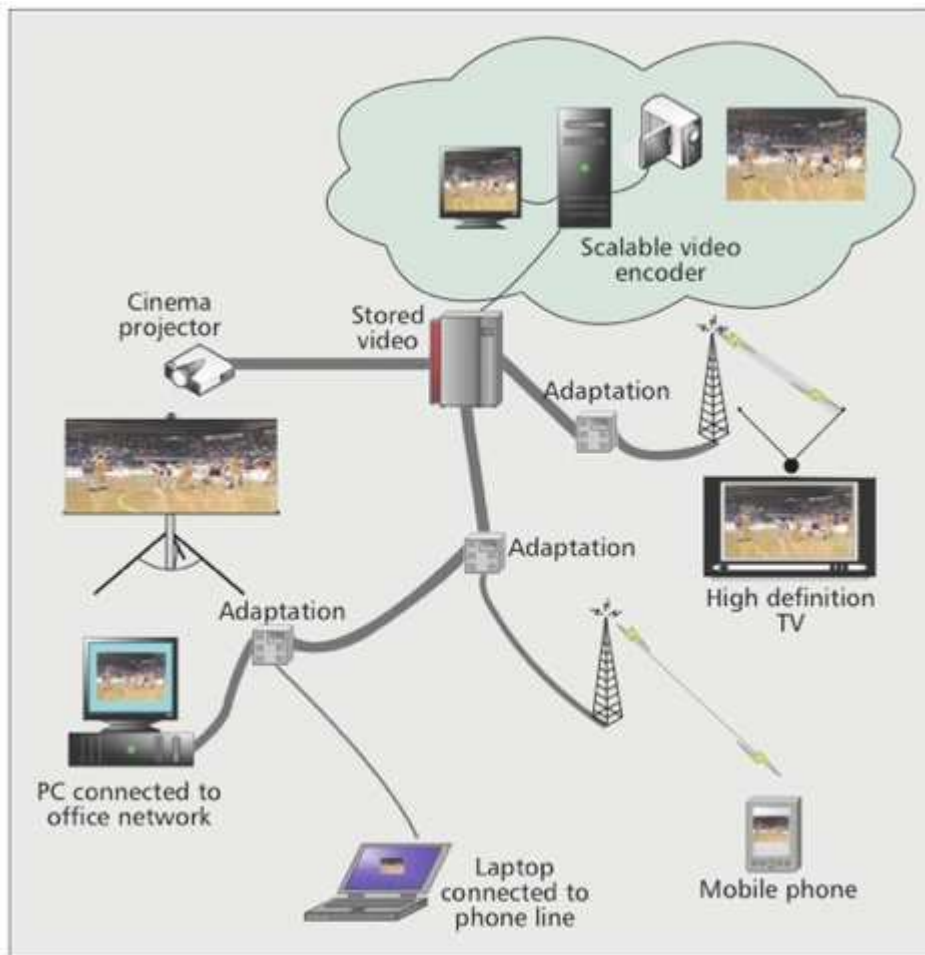
Η ποιότητα του live media streaming μπορεί να είναι εξαιρετικά μεταβλητή. Ένας παράγοντας που επηρεάζει είναι η τεχνολογία, οι παραγωγοί του περιεχομένου που χρησιμοποιείται για την παραγωγή της σε συνεχή ροή αρχείο. Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί σκοπίμως να διατηρείται σε ένα μικρό μέγεθος του παραθύρου ή χαμηλή ανάλυση.

Η ποιότητα επηρεάζεται επίσης από το ποσό του εύρους ζώνης που η ιστοσελίδα έχει αγοράσει για τη μετάδοση του περιεχομένου. Αυτό είναι εν μέρει επειδή καταβλήθηκαν οι πελάτες και είναι λιγότερο ανεκτικοί στο τραύλισμα ή βίντεο χαμηλής ανάλυσης. Ωστόσο, είναι επίσης επειδή ένα site φόρτισης για το περιεχόμενο θα γνωρίζει ακριβώς πόσοι άνθρωποι θα παρακολουθούν και, συνεπώς, δεν διατρέχουν τον κίνδυνο να μην έχει αρκετό εύρος ζώνης.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι για την προβολή ζωντανών media streaming. Σε ένα σύστημα, το περιεχόμενο είναι διαθέσιμο μόνο άμεσα μέσω της σχετικής ιστοσελίδας, συχνά με τη χρήση του λογισμικού που είναι ενσωματωμένη στο ίδιο το site. Σε ένα άλλο σύστημα, οι θεατές θα μπορούν να παρακολουθήσουν το βίντεο μέσα από το δικό της λογισμικό αναπαραγωγής πολυμέσων. Η ιστοσελίδα θα παρέχει συνδέσμους είτε για να ανοίξει το βίντεο στο λογισμικό, ή θα παράσχει μια αποκλειστική διεύθυνση δικτυακού τόπου για το ίδιο το βίντεο.

Η ζωντανή μετάδοση στο Διαδίκτυο χρησιμοποιείται επίσης παράνομα για να εκπέμπει τηλεοπτικές εικόνες, κυρίως του pay-per-view γεγονότα. Η ποιότητα αυτών των ρευμάτων είναι ακόμα πιο μεταβλητή και, φυσικά, είναι πολύ πιο δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να παραπονεθούν ή να αναλάβει νομική δράση, αν δεν πάρουμε αυτό που υπόσχονται. Ενώ ορισμένες παράνομες ροές περιλαμβάνουν τις άμεσες συνδέσεις σε ένα feed καλωδιακής τηλεόρασης του σχετικού προγράμματος, άλλες εργασίες με απλά δείχνει μια κάμερα σε μια οθόνη τηλεόρασης που δείχνει το βίντεο.

Με νόμιμο live streaming στο Internet, μερικές περιοχές μπορούν να επιβάλλουν περιορισμούς στους οποίους οι ιστοσελίδες και το περιεχόμενό τους μπορεί να προβληθεί. Αυτό συνήθως ισχύει για τα δικαιώματα μετάδοσης που καλύπτουν τις χώρες στις οποίες το site έχει την άδεια να μεταδίδουν το βίντεο. Οι περιορισμοί αυτοί δεν είναι δημοφιλείς με τους χρήστες που πιστεύουν ότι τα διεθνή σύνορα δεν θα πρέπει να εφαρμόζονται στο Διαδίκτυο. Μερικοί από αυτούς τους χρήστες βρίσκουν τρόπους για να συγκαλύψουν την τοποθεσία του υπολογιστή τους, έτσι ώστε να μπορούν να παρακολουθήσουν το βίντεο.



Εικόνα 5-3 Συνδεσμολογία 1

5.2.1 Κύρια πλεονεκτήματα

- Άμεση παράδοση της πληροφορίας ζωντανά και ανάλογα με τη ζήτηση

- Το streaming επιτρέπει στις εταιρείες να φτάσουν στο κοινό τους πιο γρήγορα και με λιγότερο κόστος
- Δυνατότητα χρήσης web για την αύξηση της επιρροής ενός γεγονότος μέσω ζωντανών εικόνων και ήχου.
- Μεγαλύτερη εμβέλεια και προβολή σε παγκόσμιο επίπεδο.
- Απασχόληση του κοινού με ζωντανή εικόνα – ήχο.

5.2.2 Συνήθειες εφαρμογές

- Τηλεδιάσκεψη : στην εκπαίδευση – εκμάθηση από απόσταση, προσαρμογή νέων υπαλλήλων.
- Σε αθλητικά γεγονότα Ποδόσφαιρο-Πετοσφαίριση.
- Συναυλίες, τελετές βράβευσης κτλ
- Σεμινάρια, συνέδρια, ομιλίες, συζητήσεις, συσκέψεις
- Εκπαίδευση εξ αποστάσεως, προσαρμογή νέων υπαλλήλων

5.3 Πρωτόκολλο RTP

Η Real-time Transport Protocol (RTP) είναι ένα πρωτόκολλο Internet που χρησιμοποιείται για τη διεξαγωγή σε πραγματικό χρόνο πολυμέσων unicast και multicast επικοινωνία. Αποτελείται από δύο μέρη:

- Το πρωτόκολλο μεταφοράς
- Το πρωτόκολλο ελέγχου Real-time Transport Control Protocol (RTCP).

Η πρώτη παρέχει το Internet Protocol (IP) προδιαγραφές για τη μετάδοση multimedia streams σε όλα τα δίκτυα σε πραγματικό χρόνο. Η τελευταία παρέχει βασική διαχείριση συνόδου και Quality of Service (QoS δυνατότητες), όπως τον χειρισμό για τις απώλειες πακέτων δεδομένων και την αποζημίωση για καθυστερήσεις μετάδοσης. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε Voice over Internet Protocol (VoIP), των τηλεπικοινωνιών, Real-time Transport Protocol αναπτύχθηκε αρχικά από την Audio-Video ομάδα εργασίας του Internet Engineering Task Force είναι να παρέχει ένα μέσο για τη διεξαγωγή σε πραγματικό χρόνο τηλεδιάσκεψη μεταξύ πολλών συμμετεχόντων σε γεωγραφικά διάσπαρτες αγορές. Οι συμμετέχοντες είναι έτσι σε θέση να επιλέξουν να λάβουν μόνο ένα μέσο. Συγχρονισμένη αναπαραγωγή ήχου και βίντεο επιτυγχάνεται με τη χρήση των πληροφοριών χρονισμού στα RTCP πακέτα τόσο για audio και video.

5.3.1 Είδη μετάδοσης (streaming)

Τα είδη μετάδοσης εικονοροών (Streaming) είναι δύο: η (On-Demand) και η (Live). Στην πρώτη περίπτωση ζητάμε την αναπαραγωγή ενός ήδη καταγεγραμμένου και αποθηκευμένου αρχείου, ενώ στη δεύτερη η καταγραφή και η μετατροπή σε (Streaming) μορφή γίνεται σε πραγματικό χρόνο (Realtime). Και στις δύο περιπτώσεις, η συνέχεια δεν έχει διαφορές. Η ροή του συμπιεσμένου αρχείου (Bit Stream) μετατρέπεται σε πακέτα και αποστέλλεται μέσω του διαδικτύου (Internet) από τον (Streaming Server). Στη πλευρά του χρήστη τα πακέτα ενώνονται και αποσυμπιέζονται για την αναπαραγωγή. Τα τρία μοντέλα

προώθησης πακέτων για τη μετάδοση εικονοροών (Streaming) που έχουν αναπτυχθεί αναλύονται παρακάτω.

5.4 Δίκτυα

Δεν είναι όλα τα δίκτυα κατάλληλα για την μετάδοση streaming media. Η φύση της μετάδοσης των δεδομένων θέτει μοναδικές απαιτήσεις.

5.4.1 Προώθηση Πακέτων

Σύμφωνα με τα δίκτυα των ηλεκτρονικών υπολογιστών όταν αναφερόμαστε σε προώθηση πακέτων, εννοούμε την μετακίνηση πακέτων δεδομένων που φεύγουν από έναν κόμβο και μετακινούνται σε έναν ή σε περισσότερους κόμβους με την βοήθεια των συνδέσεων του υποκείμενου δικτύου. Τα μοντέλα τα οποία ασχολούνται με την προώθηση πακέτων είναι:

5.4.1.1 Υψηλός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων

Η μετάδοση streaming media απαιτεί υψηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων της τάξεως των 1.5 Mbps και άνω για High-Bit-Rate (HBR) video (ρυθμός μετάδοσης MPEG-1) και 64kbps για Low-Bit-Rate (LBR) video (single ISDN channel). Το HBR μπορεί να μεταδοθεί μέσω ενός δικτύου υψηλών προδιαγραφών όπως τα εταιρικά Intranets ενώ το LBR μεταδίδεται μέσω Internet.

5.4.1.2 Quality of Service

Για να παρέχουμε ικανοποιητικό media streaming απαιτείται συνεχής ύπαρξη ροής δεδομένων σε μεγάλες ταχύτητες. Μεταβαλλόμενες ταχύτητες και καθυστερήσεις πακέτων έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση της ποιότητας του τελικού αποτελέσματος. Για να εκτιμήσουμε αυτούς τους παράγοντες για διαφορετικά δίκτυα, ένα νέο μέτρο σύγκρισης δικτύων έχει οριστεί, το λεγόμενο Quality of Service (QoS). Όσο καλύτερη τιμή έχει το QoS ενός δικτύου τόσο μεγαλύτερη σταθερότητα διαθέτει ενώ τα προβλήματα όπως καθυστερήσεις και διακοπές ελαχιστοποιούνται. Οι αποκλειστικές συνδέσεις (dedicated connections) παρουσιάζουν τις καλύτερες τιμές QoS ενώ δίκτυα όπως το Ethernet ή το Internet έχουν μεγάλες αυξομειώσεις στην απόδοσή τους με άμεσες συνέπειες στην μετάδοση streaming media. Σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ειδικά πρωτόκολλα και μέθοδοι ώστε να αυξηθεί το QoS.

5.4.1.3 Multicasting

Ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό που βελτιώνει την δικτυακή μετάδοση video και ήχου είναι η υποστήριξη multicasting και broadcasting. Κατά την μετάδοση unicasting, τα δεδομένα μεταφέρονται με αναλογία 1-1 σε κάθε εξυπηρετούμενο. Αντίθετα, χρησιμοποιώντας μετάδοση multicasting, τα δεδομένα μεταφέρονται με αναλογία 1-to-many εξυπηρετούμενους εφόσον βρίσκονται στο ίδιο υποδίκτυο. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μεγάλη εξοικονόμηση δικτυακών πόρων.

5.4.1.4 Broadcasting

Το Broadcasting αποτελεί μια ειδική περίπτωση multicasting στην οποία μεταδίδεται ένα μοναδικό stream δεδομένων σε όλους τους εξυπηρετούμενους. Αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ζωντανές μεταδόσεις γεγονότων ή για παρουσιάσεις προϊόντων σε πολλούς πελάτες ταυτόχρονα. Στο διαδίκτυο, αυτή η μορφή μετάδοσης ονομάζεται IP Multicasting.

5.4.2 Network Protocols

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, η φύση της μετάδοσης ήχου και εικόνας καθιστά δύσκολη την μετάδοση μέσω ενός δικτύου διαμεταγωγής πακέτων δεδομένων όπως είναι το Internet. Έτσι, οι τυπικοί HTTP servers που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο TCP/IP δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μετάδοση streaming media καθώς το πρωτόκολλο αυτό είναι ακατάλληλο για αμφίδρομη επικοινωνία και εισάγει καθυστερήσεις. Για τον σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί από την IETF ορισμένα πρωτόκολλα που μπορούν να υποστηρίξουν αποτελεσματικά media streaming. Ορισμένα από τα σημαντικότερα είναι τα εξής:

5.4.2.1 IPv6

Το IP version 6 είναι ένα νέο διαδικτυακό πρωτόκολλο που θα αντικαταστήσει το IPv4 που επικρατεί σήμερα. Το IPv6 περιλαμβάνει επεκτάσεις για υποστήριξη πολυμέσων. Επιπρόσθετα, υποστηρίζει multicasting, αυθεντικοποίηση και κρυπτογράφηση δεδομένων.

5.4.2.2 MBONE

Το πρωτόκολλο MBONE (Multicast Backbone) είναι ένα πειραματικό overlay network protocol που λειτουργεί πάνω από το Internet με σκοπό τον πειραματισμό στην μετάδοση πολυμέσων χρησιμοποιώντας μετάδοση multicasting. Αυτή την στιγμή χρησιμοποιείται σε 1700 δίκτυα σε 20 χώρες για μετάδοση ραδιοφωνικών εκπομπών και ζωντανών γεγονότων.

5.4.2.3 UDP

Το Universal DataGram Protocol δεν πραγματοποιεί ελέγχους για σφάλματα σε πακέτα, σε αντίθεση με το TCP. Αυτό έχει ως συνέπεια την αποφυγή καθυστερήσεων από την επαναμετάδοση πακέτων σε περίπτωση σφάλματος. Εξάλλου, μικρός αριθμός χαμένων πακέτων σε μετάδοση video έχει ελάχιστες συνέπειες στην εικόνα και συχνά δεν γίνεται αντιληπτό από τον χρήστη. Όλα τα παραπάνω το καθιστούν ιδανικό για μετάδοση streaming. Στα αρνητικά του περιλαμβάνεται το γεγονός ότι οι περισσότεροι firewalls απαγορεύουν την μετάδοση τέτοιων πακέτων δεδομένων.

5.4.2.4 RTP

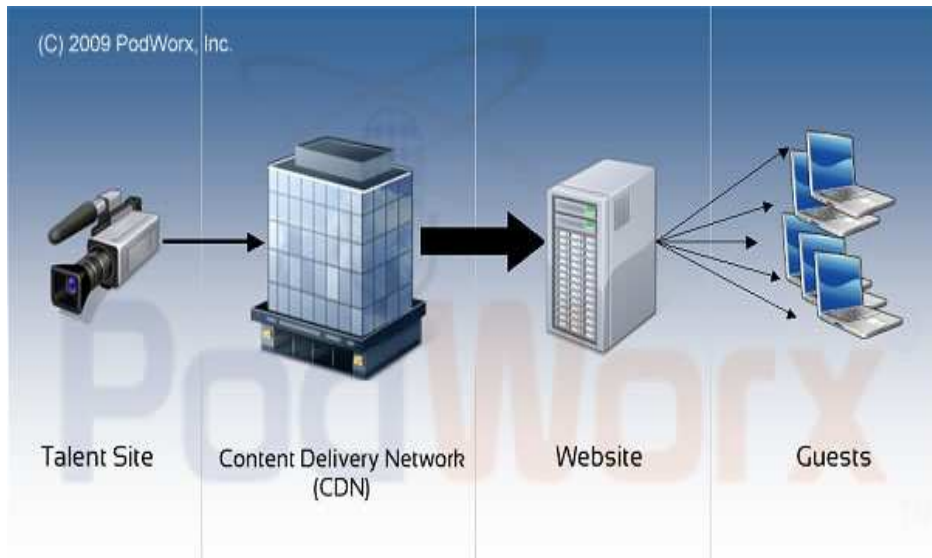
Το Real Time Protocol είναι από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα για μεταδόσεις streaming. Λειτουργεί προσθέτοντας ένα header μεγέθους 10 bytes στα UDP πακέτα. Το header αυτό περιέχει πληροφορίες όπως χρόνος μετάδοσης, αριθμός σειράς, τύπος συμπίεσης έτσι ώστε να είναι δυνατή η αποκωδικοποίηση των πακέτων στον προορισμό. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η αποστολή και ο συγχρονισμός πολλαπλών streams εικόνας και ήχου. Το RTP χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλα πρωτόκολλα όπως το TCP ή το IP Multicast.

5.4.2.5 RTSP

Το Real-Time Streaming Protocol είναι ένα πρωτόκολλο υψηλότερου επιπέδου για τον έλεγχο της ποιότητας μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου δίνοντας παράλληλα την δυνατότητα για ενέργειες όπως stop, pause, rewind, fast-forward κ.α. Περιέχει ακόμη παροχές για ασφάλεια και δικαιώματα χρήσης ώστε να μπορούν οι εξυπηρετητές να ελέγχουν την πρόσβαση στο περιεχόμενο και να χρεώνουν τους χρήστες. Το RTSP μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνάρτηση με διάφορα IP πρωτόκολλα συμπεριλαμβανομένων των UDP, TCP και IP Multicast. Υποστηρίζει ακόμη την χρήση του RTP.

5.4.2.6 RSVP

Το Resource Reservation Protocol έχει σκοπό να εγγυηθεί υψηλή ποιότητα υπηρεσίας θέτοντας όρια στην καθυστέρηση της μετάδοσης των πακέτων. Ακόμη, ορίζονται προτεραιότητες σε ορισμένα streams. Το πρωτόκολλο λειτουργεί κατακρατώντας δυναμικά ορισμένο εύρος ζώνης δικτύου όπως οι εφαρμογές κατακρατούν ορισμένο ποσό κύριας μνήμης για την λειτουργία τους.



Εικόνα 5-4 Δίκτυο παράδοσης περιεχομένου

5.4.3 Αλγόριθμοι συμπίεσης streaming media

Τα σημαντικότερα codecs για συμπίεση και μετάδοση streaming media είναι τα H.261, H.263, MJPEG, MPEG1, MPEG2 και MPEG4. Παράλληλα έχουν αναπτυχθεί και πολλά εμπορικά πακέτα όπως τα Windows Media και τα Real Codecs. Σε σύγκριση με τα video codecs που χρησιμοποιούνται στα CD-ROM και στο TV broadcast τα codecs που χρησιμοποιούνται στο streaming απαιτούν μεγαλύτερη κλιμάκωση, λιγότερες υπολογιστικές απαιτήσεις, μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε προβλήματα λόγω του δικτύου και λιγότερη καθυστέρηση κατά την κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση εικόνας και ήχου. Επιπρόσθετα, τα codecs αυτά θα πρέπει να συνδέονται στενά με τα προγράμματα λήψης περιεχομένου έτσι ώστε να επιτύχουν το υψηλότερο δυνατό ποιοτικό αποτέλεσμα. Μελετώντας προσεκτικά τα σημερινά codecs βλέπουμε ότι κανένα δεν ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα και γενικά υπάρχει μεγάλη δραστηριότητα στην κατασκευή νέων και στην βελτιστοποίηση υπαρχόντων codecs.

5.4.3.1 H.261

Το πρωτόκολλο H.261 χρησιμοποιείται αποκλειστικά για μετάδοση εικόνας και δημιουργήθηκε από την ITU το 1990 για χρήση σε εικονοτηλέφωνα και τηλεδιάσκεψη μέσω ISDN. Σχεδιάστηκε για μετάδοση με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων θεωρώντας ως δεδομένο ότι υπάρχει περιορισμένη κίνηση στην εικόνα όπως συμβαίνει σε εφαρμογές εικονοτηλεφώνων. Μια άλλη υπόθεση που είχε γίνει όταν δημιουργήθηκε το πρωτόκολλο ήταν ότι το ISDN θα χρησιμοποιούνταν παγκοσμίως. Με δεδομένο ότι κάθε κανάλι ISDN B έχει ρυθμό μετάδοσης 64Kbps, το H.261 αναφέρεται ως Px64 όπου P έχει τιμές από 1 ως 30.

Για λόγους συμβατότητας μεταξύ τηλεοπτικών συστημάτων (NTSC, PAL, SECAM) μια κοινή φόρμα Common Intermediate Format (CIF) ορίστηκε ώστε να λειτουργεί με όλα τα συστήματα. Τα CIF και Quarter-CIF έχουν ανάλυση 352x144 και 176x144 αντίστοιχα ενώ το frame rate κυμαίνεται μεταξύ 7.5 και 30 fps. Το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιήθηκε ευρέως σε Β. Αμερική, Ευρώπη και Ιαπωνία και αποτέλεσε το σημείο εκκίνησης για την ανάπτυξη του MPEG-1.

5.4.3.2 H.263

Το H.263 αναπτύχθηκε από την ITU το 1994 ως μια βελτίωση του H.261 για εφαρμογές με μικρότερο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων.

5.4.3.3 H.264

Το πρότυπο κωδικοποίησης (H.264) αρχείων (Video) κυριάρχησε στηγορά μέσα σε λίγα χρόνια αφότου η πρώτη έκδοσή του ολοκληρώθηκε από τις ομάδες εργασίας (MPEG) και (VCEG) των οργανισμών (ISO) και (ITU) αντίστοιχα, τον Μάιο του 2003. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αποτελεσματικότητα του κωδικοποιητή (H.264) όσον αφορά στην κωδικοποίηση των αρχείων (Video). Χαρακτηριστικά, σε σύγκριση με το (MPEG-2), το προηγούμενο κυρίαρχο πρότυπο, ο λόγος συμπίεσης που επιτυγχάνει το (H.264) είναι διπλάσιος για τη ίδια ποιότητα αρχείου (Video). Αυτό καθιστά ιδανικό τον (H.264) για πολλές εφαρμογές, όπως τηλεοπτικές μεταδόσεις, μετάδοση εικονοροών και τηλεδιασκέψεις. Οστόσο, η αποτελεσματικότητα του (H.264) επιτυγχάνεται εις βάρος της πολυπλοκότητας του κωδικοποιητή η οποία είναι περίπου τέσσερις φορές όσο αυτή του (MPEG-2).

5.4.3.4 JPEG και MJPEG

Το JPEG σημαίνει Joint Photographic Experts Group. Η ομάδα αυτή ανέπτυξε ένα πρότυπο συμπίεσης για 24bit true-color φωτογραφικές εικόνες. Το JPEG λειτουργεί μετατρέποντας την εικόνα από RGB format στο YCrCb format ώστε να μειωθεί το μέγεθος αρχείου στο 1/3 ή 1/2 του αρχικού μεγέθους. Κατόπιν, εφαρμόζεται ένας σύνθετος αλγόριθμος σε 8x8 pixels ώστε να κβαντίζει τις αλλαγές στη φωτεινότητα και το χρώμα με βάση τις ιδιότητες που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο μάτι. Η τεχνική αυτή μπορεί να επιτύχει συμπίεση από 2 ως 30 φορές του αρχικού μεγέθους. Το MJPEG σημαίνει motion JPEG και είναι απλά μια ακολουθία JPEG εικόνων ώστε να δίνουν την αίσθηση κινούμενης εικόνας. Τα video capture boards χρησιμοποιούν συχνά MJPEG αφού τροποποιείται εύκολα, σε αντίθεση με το MPEG. Ένα μειονέκτημα του MJPEG είναι ότι δεν χειρίζεται ήχο.

5.4.3.5 MPEG

Το International Standards Organization (ISO) έχει υιοθετήσει μια σειρά video codec γνωστά ως MPEG. Το MPEG σημαίνει Moving Pictures Experts Group, μιας ομάδας εργασίας του ISO. Η ομάδα αυτή όρισε πολλά επίπεδα συμπίεσης εικόνας γνωστά ως MPEG-1, MPEG-2 και MPEG-4.

5.4.3.6 MPEG-1

Το πρότυπο MPEG-1 ορίστηκε τον Ιανουάριο του 1992 με σκοπό την χρησιμοποίησή του σε εφαρμογές τηλεδιάσκεψης, videophones, ηλεκτρονικά παιχνίδια και CD-ROM πρώτης γενιάς. Επιπρόσθετα, το MPEG-1 αποτελεί την βάση για το VideoCD και το CD-i. Σχεδιάστηκε ώστε να παρέχει υψηλής ποιότητας βίντεο και ήχο επιπέδου CD-ROM με ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 1.5 Mbps με ρυθμό μετάδοσης 30 fps. Αρχικά, το MPEG-1 σχεδιάστηκε για αναπαραγωγή εικόνας από 1x CD-ROM και συμβατότητα με γραμμές μετάδοσης T1.

Το MPEG-1 χρησιμοποιεί συμπίεση Interframe ώστε να εξαλείφεται η περιττή πληροφορία ανάμεσα στα frames και Intraframe ώστε να συμπιέζεται κάθε frame ξεχωριστά. Ο αλγόριθμος συμπίεσης έχει ως έξοδο τρεις τύπους frames: I-frames, P-frames και B-frames.

Τα I-frames δεν έχουν δείκτες για προηγούμενα ή επόμενα frames. Είναι ανεξάρτητα και συμπιέζονται χρησιμοποιώντας μόνο intraframe encoding. Συνεπώς, είναι μεγαλύτερα από τα άλλα frames. Όταν το video αναπαράγεται ή πραγματοποιείται αναζήτηση με λειτουργίες fast forward ή rewind, τα I-frames αποτελούν τα σημεία εισόδου στο video καθώς είναι τα μόνα που έχουν αποθηκευμένη πλήρη εικόνα.

Τα P-frames από την άλλη περιέχουν πληροφορίες για πρόβλεψη χρησιμοποιώντας προηγούμενα I ή P frames ενώ αποθηκεύουν μόνο τα pixels που μεταβάλλονται από το τελευταίο I ή P frame, λαμβάνοντας υπόψη την κίνηση. Συνεπώς, τα P-frames είναι μικρότερα από τα I-frames. I-frames μεταδίδονται σε κανονικά διαστήματα για παράδειγμα κάθε 400ms ενώ τα P-frames μεταδίδονται κάποια στιγμή μετά τα I-frames ανάλογα με την εκάστοτε υλοποίηση.

Ανάλογα με την κίνηση που υπάρχει σε κάθε video, τα P-frames μπορεί να μην μεταδίδονται αρκετά γρήγορα ώστε να δώσουν την αίσθηση ομαλής κίνησης. Για να αντισταθμιστεί αυτό εισάγονται B-frames ανάμεσα στα I και P-frames. Τα B-frames είναι "bi-directional". Περιέχουν πληροφορίες που παρεμβάλουν μεταξύ δύο ακραίων σημείων αντί να αναπαριστούν πραγματικά δεδομένα, ενώ πραγματοποιούν υποθέσεις ότι τα pixels δεν αλλάζουν δραστικά ανάμεσα σε δύο endpoints. Σαν αποτέλεσμα, τα B-frames έχουν το μικρότερο μέγεθος. Ο αποκωδικοποιητής που αναπαράγει B-frames θα πρέπει να έχει στην διάθεσή του τα ανάλογα I και P-frames που βασιζονται ώστε να τα αποδώσει σωστά.

Μια ακολουθία frames που αποτελείται από ένα I-frame και τα επακόλουθα B και P-frames (περίπου 15 frames) ονομάζεται Group Of Pictures (GOP). Το I-frame του GOP αποτελεί το σημείο εισόδου.

Το αποτέλεσμα της προαναφερθείσας διαδικασίας συμπίεσης είναι ότι δεν είναι εύκολο να επέμβει κάποιος σε ένα αρχείο MPEG καθώς δεν γίνεται να εισάγει video σε οποιοδήποτε σημείο επιθυμεί. Επιπρόσθετα, η ποιότητα του τελικού video εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κάθε υλοποίηση καθώς και από την κίνηση που υπάρχει σε κάθε video. Η διαδικασία κωδικοποίησης/ αποκωδικοποίησης θεωρείται πολύ απαιτητική υπολογιστικά.

Η συμπίεση που επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας αυτή την τεχνική επιτρέπει την αποθήκευση 72 λεπτών video σε ένα CD-ROM, ποσό όχι αρκετό για μια ταινία μεγάλου μήκους που συνήθως απαιτεί 2 ώρες. Επιπρόσθετα, το MPEG-1 υποστηρίζει λειτουργίες fast-forward, fast-reverse και τυχαία προσπέλαση. Ο ήχος του σε ποιότητα CD-ROM είναι stereo (2 channel) 16 sampled audio στα 44KHz. Η κύρια ανάλυση 360x242 ονομάζεται Standard ή Source Input Format (SIF). Αντίθετα με ότι με το Common Intermediate Format (CIF) στο οποίο αναφερθήκαμε παραπάνω, διαφέρει στο NTSC και στο PAL σύστημα. Η βιομηχανία υπολογιστών έχει ορίσει την δική της εκδοχή του SIF με ανάλυση 320x240.

Αρχικά, η αποκωδικοποίηση γινόταν από hardware add-in κάρτες με ειδικούς αποκωδικοποιητές MPEG εξαιτίας των μεγάλων υπολογιστικών απαιτήσεων. Αυτή την στιγμή, το MPEG μπορεί να αποκωδικοποιηθεί με ικανοποιητική ταχύτητα μέσω λογισμικού με επεξεργαστή Pentium 133 ή μεγαλύτερο.

5.4.3.7 MPEG-2

Το πρωτόκολλο MPEG-2 υιοθετήθηκε την Άνοιξη του 1994 και σχεδιάστηκε να είναι συμβατό με τον MPEG-1. Δεν είχε σκοπό να αντικαταστήσει το MPEG-1 αλλά να το βελτιώσει ως ένα πρωτόκολλο υψηλής ποιότητας για μετάδοση HDTV, καλωδιακής τηλεόρασης και δορυφορικών μεταδόσεων. Η ανάλυση είναι αρκετά υψηλή (από 720x480 NTSC ως HDTV 1280x720) με scan rate 60 πεδίων το δευτερόλεπτο. Αυτό το τελευταίο χαρακτηριστικό επιτρέπει στο MPEG-2 να υποστηρίζει interlaced TV scanning και progressive scan computer monitors. Η συμπίεση που επιτυγχάνει είναι εφάμιλλη του MPEG-1, ελαφρώς βελτιωμένη με την εικόνα να ξεπερνά την ποιότητα SVHS σε αντίθεση με το VHS και το MPEG-1. Ο ήχος βελτιώθηκε με έξι κανάλια surround-sound σε αντίθεση με τον ήχο 2 καναλιών ποιότητας CD-ROM του MPEG-1. Η χρησιμοποίηση Interframe συμπίεσης παρόμοιας με το MPEG-1 κάνει τις σκηνές που έχουν γρήγορη κίνηση δύσκολο να συμπιεστούν. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος το MPEG-2 υποστηρίζει δύο τεχνικές συμπίεσης με βάση τις ανάγκες της εφαρμογής. Μεταβλητός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων ώστε να διατηρείται υψηλή ποιότητα εικόνας και μεταβλητή ποιότητα ώστε να διατηρεί τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων.

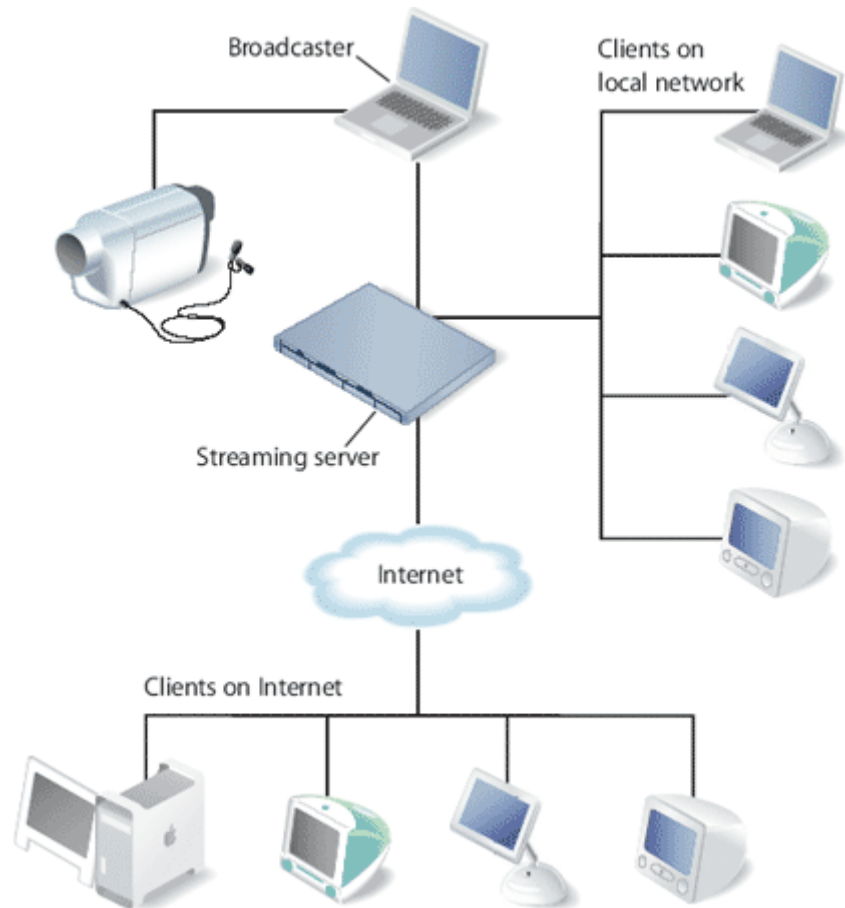
Μια ακόμη διαφοροποίηση του MPEG-2 σε σχέση με το MPEG-1 είναι η υποστήριξη "Transport Streams". Τα transport streams σχεδιάστηκαν ώστε να διανέμουν video μέσω δικτύων όπου εμφανίζονται σφάλματα. Τα streams αποτελούνται από μικρότερα πακέτα δεδομένων σταθερού μεγέθους 188-bytes για έλεγχο λαθών καθώς και για μετάδοση πολλαπλών προγραμμάτων. Αυτές οι ιδιότητες καθιστούν το MPEG-2 καταλληλότερο για μετάδοση από ομοαξονικό καλώδιο, ATM και δορυφορικές συνδέσεις.

5.4.3.8 MPEG-4

Το MPEG-4 προτάθηκε αρχικά το 1993 για χρήση σε εφαρμογές όπου απαιτείται μετάδοση με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων σε δίκτυα όπως το Internet. Σχεδιάστηκε ώστε να υποστηρίζει ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 64Kbps ή λιγότερο ενώ μετέπειτα βελτιώθηκε ώστε να υποστηρίζει ρυθμούς μετάδοσης από 8 Kbps ως 35 Mbps. Έτσι, υποστηρίζει τόσο κοινό video όσο και επαγγελματικό video με μια πλειάδα αναλύσεων ανάλογα με το πρότυπο H.263 που προαναφέρθηκε. Η κύρια διαφορά είναι η δυνατότητα να μεταδίδει αντικείμενα που περιγράφονται σύμφωνα με το μέγεθος, το texture και την κίνηση αντί να μεταδίδονται απλώς ορισμένα frames. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται αλληλεπίδραση με πολυμεσικά αντικείμενα σε αντίθεση με τα MPEG-1, MPEG-2 που αλληλεπιδρούν σε επίπεδο frame.

5.4.3.9 Ogg Vorbis

Το codec Ogg Vorbis αποτελεί μια εναλλακτική μέθοδο κωδικοποίησης /αποκωδικοποίησης ήχου δίνοντας παράλληλα και την δυνατότητα streaming. Το Ogg Vorbis αποτελεί ελεύθερο λογισμικό (Open Source) και δεν υπόκειται σε κανένος είδους περιορισμό. Κατά την μετάδοση, το σύστημα δημιουργεί πακέτα δεδομένων που αποτελούν ένα Ogg Stream το οποίο μεταδίδεται στο δίκτυο μαζί με πληροφορίες που αφορούν την δομή του stream, τον συγχρονισμό και τον έλεγχο σφαλμάτων. Επιπρόσθετα, υποστηρίζεται τόσο σταθερό όσο και μεταβλητό bitrate.



Εικόνα 5-5 Συνδεσμολογία 2

5.4.3.10 Windows Media

Η Microsoft έχει αναπτύξει ένα σύνολο codecs για ήχο και εικόνα που υποστηρίζουν μια πληθώρα μέσων και ρυθμών μετάδοσης. Υποστηρίζεται σταθερός ρυθμός μετάδοσης για εφαρμογές streaming καθώς και μεταβλητός ρυθμός μετάδοσης για δημιουργία αρχείων.

5.4.3.10.1 Windows Media Audio

Χρησιμοποιείται στις περισσότερες περιπτώσεις, υποστηρίζει μεταβλητό και σταθερό bitrate. Χρησιμοποιείται τόσο σε υπολογιστές όσο και σε ηλεκτρονικές συσκευές ψυχαγωγίας.

5.4.3.10.2 Windows Media Audio Professional

Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που απαιτείται ψηφιακός τρισδιάστατος ήχος. Η συχνότητα δειγματοληψίας του είναι 24-bit/96 khz ενώ υποστηρίζονται πέντε ή επτά κανάλια (5.1, 7.1 surround) με ρυθμό μετάδοσης από 128 ως 768kbps.

5.4.3.10.3 Windows Media Audio Lossless

Το codec αυτό δεν είναι κατάλληλο για streaming αλλά για αποθήκευση ψηφιακών μέσων χωρίς μείωση της ποιότητας. Η συμπίεση που επιτυγχάνει είναι της τάξεως του 2:1 ή 3:1 ανάλογα με την πολυπλοκότητα του αρχικού περιεχομένου.

5.4.3.10.4 Windows Media Audio Voice

Χρησιμοποιείται συνήθως για συμπίεση σε χαμηλά bitrates για ανθρώπινη ομιλία και σπανιότερα για ομιλία και μουσική ταυτόχρονα.

5.4.3.10.5 Windows Media Video

Χρησιμοποιείται στις περισσότερες εφαρμογές παρέχοντας μικρότερο μέγεθος αρχείου από 15% ως 50%.

5.4.3.10.6 Windows Media Video Professional

Χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που απαιτείται εξαιρετικά υψηλή ποιότητα video. Χρησιμοποιώντας εξαιρετικά υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης μπορεί να δώσει ανάλυση 1280x720 pixels ανά frame και ψηφιακό ήχο 5.1 σε ένα DVD. Στο μέλλον η ανάλυση αυτή θα αυξηθεί υποστηρίζοντας 1920x1080 pixels.

5.4.3.10.7 Windows Media Video Screen

Είναι ιδανικό για περιεχόμενο που πρέπει να καταγραφεί από την οθόνη του υπολογιστή. Χρησιμοποιείται για δημιουργία παρουσιάσεων σε υπολογιστή ή για εκπαιδευτικά προγράμματα. Το codec αυτό αποδίδει καλύτερα στον χειρισμό bitmaps και κίνησης στην οθόνη, ακόμη και σε υπολογιστής μέσης ισχύος.

5.4.3.10.8 Windows Media Video Image

Χρησιμοποιείται για περιεχόμενο που αποτελείται από στατικές εικόνες. Το codec αυτό μετατρέπει στατικές εικόνες σε full-screen video (640x480pixels) χρησιμοποιώντας pan & zoom effects. Μετατροπές cross-dissolve μπορούν να προστεθούν, δημιουργώντας ένα video clip. Το τελικό αποτέλεσμα μπορεί να μεταδοθεί με ρυθμό 20kbps αφού είναι εξαιρετικά μικρό σε μέγεθος.

5.4.3.11 Real Codecs

Τα codecs της Real Networks υποστηρίζουν μεγάλη γκάμα εφαρμογών video, από streaming ζωντανών γεγονότων ως αποθήκευση μεγάλων αρχείων. Για να το επιτύχουν αυτό υποστηρίζουν πολλούς αλγορίθμους κωδικοποίησης:

- Σταθερού Bitrate. Στην περίπτωση αυτή ο κωδικοποιητής διατηρεί έναν σταθερό ρυθμό κωδικοποίησης με μικρές παρεκκλίσεις. Ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές streaming για την μεγιστοποίηση της ποιότητας.
- Μεταβλητού Bitrate (με πιθανό μέγιστο όριο bitrate). Ο κωδικοποιητής προσπαθεί να περιορίσει το συνολικό μέγεθος της μετάδοσης αυξομειώνοντας το bitrate ανάλογα με το περιεχόμενο σε πραγματικό χρόνο. Η κωδικοποίηση αυτή χρησιμοποιείται όταν μας ενδιαφέρει το συνολικό μέγεθος του αρχείου και δεν έχουμε όριο στο bitrate.
- Κωδικοποίηση με βάση την ποιότητα (με πιθανό μέγιστο όριο bitrate). Η κωδικοποίηση αυτή χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να επιτύχουμε ένα γενικά υψηλό επίπεδο ποιότητας χωρίς να μας ενδιαφέρει το bitrate ή το μέγεθος του αρχείου.

Επιπρόσθετα, μπορούμε να ρυθμίσουμε ένα σύνολο παραμέτρων όπως το frame rate, το key frame rate, η προστασία από σφάλματα, και ο αριθμός των περασμάτων κατά την κωδικοποίηση. Χρησιμοποιώντας δύο περάσματα κατά την κωδικοποίηση, το σύστημα αρχικά αναλύει το video ώστε να βελτιστοποιήσει την ποιότητα σε σχέση με το bit rate.

5.4.3.12 QuickTime Streaming

Το QuickTime αποτελεί μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα δημιουργίας, αναπαραγωγής και streaming πολυμεσικών δεδομένων. Υποστηρίζει όλα σχεδόν τα standards όπως το MPEG-4 έτσι ώστε να μπορεί να γίνει η αναπαραγωγή σε οποιαδήποτε πλατφόρμα. Υποστηρίζονται δύο τύποι streaming, real-time και fast-start. Στην πρώτη περίπτωση θα ο εξυπηρετητής μεταδίδει τα δεδομένα δημιουργώντας ένα stream και ο χρήστης δέχεται τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Στην δεύτερη περίπτωση δεν απαιτείται ειδικό λογισμικό στον εξυπηρετητή και ο χρήστης πρέπει να κατεβάσει ένα τμήμα του περιεχομένου πριν αρχίσει η αναπαραγωγή του. Το υπόλοιπο περιεχόμενο κατεβαίνει προοδευτικά.

5.4.4 Streaming servers

Οι streaming servers παίζουν σημαντικότατο ρόλο στην διαδικασία του streaming. Στην λειτουργία του streaming εμπλέκονται δύο παράγοντες, το λογισμικό και το υλικό των εξυπηρετητών.

5.4.4.1 Λογισμικό

Ο στόχος ενός streaming server είναι να αντιστοιχίσει τους τελικούς χρήστες με το περιεχόμενο, να αποθηκεύει και να λαμβάνει video όσο πιο αποδοτικά γίνεται, να μεταδίδει περιεχόμενο μέσω δικτύου σε σταθερό ρυθμό χωρίς διακοπές και τέλος, να αντιδρά στις ενέργειες του χρήστη σε πραγματικό χρόνο λειτουργώντας σαν μια συσκευή VCR. Για να ικανοποιηθούν οι παραπάνω προδιαγραφές, ειδικό λογισμικό εκτελείται σε έναν dedicated server που είναι εφοδιασμένος με ειδικό υλικό, κατάλληλο για μετάδοση πολυμεσικών δεδομένων. Το λογισμικό αυτό πρέπει να πραγματοποιεί μια σειρά από πολύπλοκες εργασίες όπως:

- Διαχείριση συνεδριών streaming με τους εξυπηρετούμενους, κατακράτηση πόρων στον εξυπηρετητή, περιορισμός μετάδοσης ανάλογα με τον αριθμό πελατών ή τους πόρους δικτύου που καταναλίσκονται.
- Διατήρηση λίστας με το διαθέσιμο περιεχόμενο για streaming.
- Διαχείριση της αναπαραγωγής για κάθε stream ξεχωριστά, play, pause, stop, seek, fast forward, rewind.
- Διαχείριση streaming σε πολλαπλούς πελάτες-εξυπηρέτηση πολλαπλών πελατών από το ίδιο stream ή αποστολή διαφορετικών video σε κάθε πελάτη.
- Μετάδοση εικόνας μέσω δικτύου, ανάγνωση, προσωρινή αποθήκευση, μορφοποίηση, δημιουργία πακέτων και μετάδοση χρησιμοποιώντας ειδικά πρωτόκολλα.
- Αποθήκευση δεδομένων video, παροχή υποστήριξης ανθεκτικής σε σφάλματα.
- Ανίχνευση απρόσμενης συμπεριφοράς του πελάτη, π.χ. απότομο κλείσιμο της εφαρμογής, διακοπή ρεύματος, κ.τ.λ.
- Προσθήκη νέου περιεχομένου σε πραγματικό χρόνο χωρίς να διαταράσσονται τα τρέχοντα streams.

Ορισμένες εφαρμογές streaming server είναι οι εξής:

- realNetworks, realvideo

- Apple, QuickTime, Streaming, Server
- Microsoft Windows Media server

5.4.4.2 Υλικό

Ο κύριος σκοπός ενός video server είναι να διαβάζει δεδομένα video από ένα δίσκο, να δημιουργεί πακέτα δεδομένων και να τα στέλνει στο δίκτυο όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Αυτό θα μπορούσε να γίνεται σχετικά εύκολα αν δεν υπήρχε η απαίτηση να γίνεται ταυτόχρονα για πολλούς πελάτες. Η βασική απαίτηση για μετάδοση σε πραγματικό χρόνο πολλαπλών video streams απαιτεί ισχυρό υλικό που συνήθως έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Υψηλής χωρητικότητας και ταχύτητας δίσκους για αποθήκευση δεδομένων
- Μεγάλης ταχύτητας κάρτες δικτύου, ATM για δίκτυα υψηλών ταχυτήτων
- Γρήγορο δίαυλο μετάδοσης δεδομένων
- Ειδικές ρυθμίσεις στους οδηγούς των συσκευών
- Πολλαπλοί επεξεργαστές υψηλής απόδοσης που μπορούν να αφιερωθούν στην απρόσκοπτη μετάδοση video
- Μεγάλη μνήμη για προσωρινή αποθήκευση των streams

5.4.5 Τρόποι μετάδοσης εικονορών (Reference video streaming)

Ένα πλήρες σύστημα video streaming περιλαμβάνει όλα τα βασικά στοιχεία δημιουργίας, μετάδοσης και αναπαραγωγής του περιεχομένου. Τα κύρια στοιχεία ενός τέτοιου συστήματος περιγράφονται παρακάτω:

5.4.5.1 Καταγραφή – Capture

Το πρώτο βήμα είναι η καταγραφή της εικόνας από μια πηγή όπως μια κάμερα VHS, η ψηφιοποίηση και η αποθήκευση στον δίσκο.

5.4.5.2 Επεξεργασία – Edit

Εφόσον έχουμε μετατρέψει το περιεχόμενο σε ψηφιακή μορφή μπορούμε να επέμβουμε χρησιμοποιώντας προγράμματα επεξεργασίας.

5.4.5.3 Κωδικοποίηση – Encode

Το περιεχόμενο κωδικοποιείται χρησιμοποιώντας το επιθυμητό format. Το βήμα αυτό προϋποθέτει την χρησιμοποίηση κατάλληλου λογισμικού. Στο στάδιο αυτό ορίζονται όλες οι ιδιότητες του παραγόμενου αρχείου όπως η ανάλυση της εικόνας και ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων που απαιτείται.

5.4.5.4 Εξυπηρέτηση – Serve

Το λογισμικό του media server διαχειρίζεται την μετάδοση του περιεχομένου στους χρήστες. Ο media server αποτελείται από το υλικό που έχει διαμορφωθεί έτσι ώστε να υποστηρίζει streaming καθώς και από το ειδικό λογισμικό.

5.4.5.5 Αναπαραγωγή – Play

Στο τελικό στάδιο, ο χρήστης λαμβάνει το multimedia stream και το αναπαράγει χρησιμοποιώντας το κατάλληλο πρόγραμμα. Υποστηρίζονται συνήθως οι λειτουργίες Play, Pause, Stop, Rewind, Seek και Fast forward.

6 Μετρήσεις απόδοσης υπηρεσίας Live streaming

6.1 Εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε είναι ο εξής :

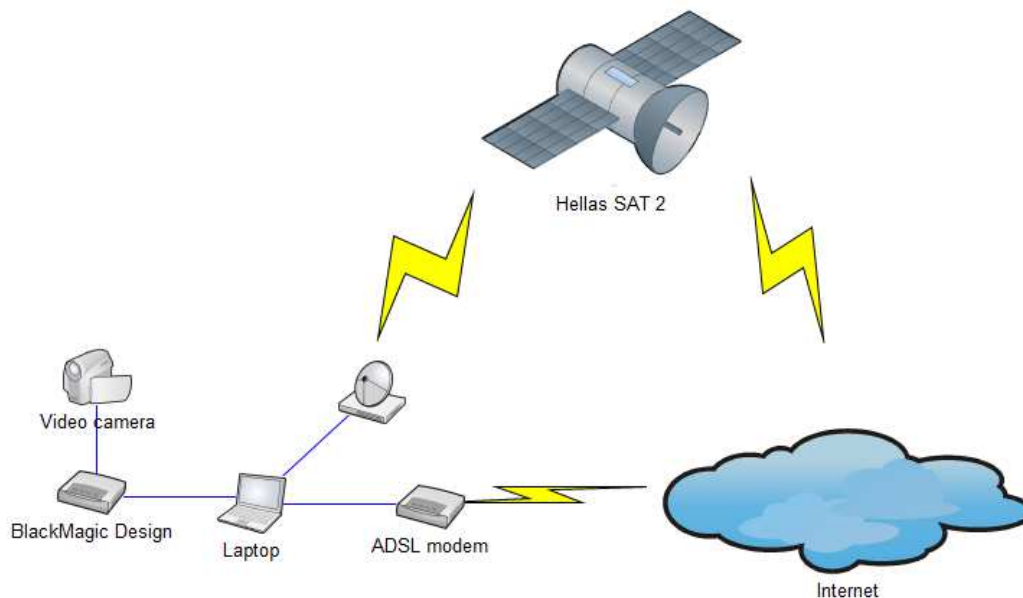
- MacBook Air, Intel Core i7 processor, 4gb RAM, SSD Hard Disk
- BlackMagic Design : Intensity Extreme model – Thunderbolt Cable (<http://www.blackmagicdesign.com/products/intensity/models/>)
- Ένα Laptop το οποίο χρησιμοποιούταν με ADSL γραμμή.
- Ο δέκτης ο οποίος λαμβάναμε το σήμα.
- Το δορυφορικό πιάτο.
- Το Flash media live encoder 3.2 το οποίο ήταν εγκατεστημένο στο MacBook.

6.2 Συνδεσμολογία

6.2.1 Περιγραφικά

Με την βοήθεια του υπεύθυνου, το πρώτο βήμα ήταν να συνδέσουμε τη παραβολική δορυφορική κεραία με το δέκτη, έγινε η κατάλληλη στόχευση στο δορυφόρο για μέγιστη ισχύ σήματος.

Ο δέκτης συνδέθηκε με την συσκευή επεξεργασίας εικόνας και ήχου, BlackMagic Design, το οποίο παρέχει το κατάλληλο σήμα στο MacBook. Το Mac Book είχε δορυφορική σύνδεση στο διαδίκτυο και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Flash media live encoder.



Εικόνα 6-1 Συνδεσμολογία υλοποίησης

6.3 Μετρήσεις απόδοσης σε πραγματικό χρόνο

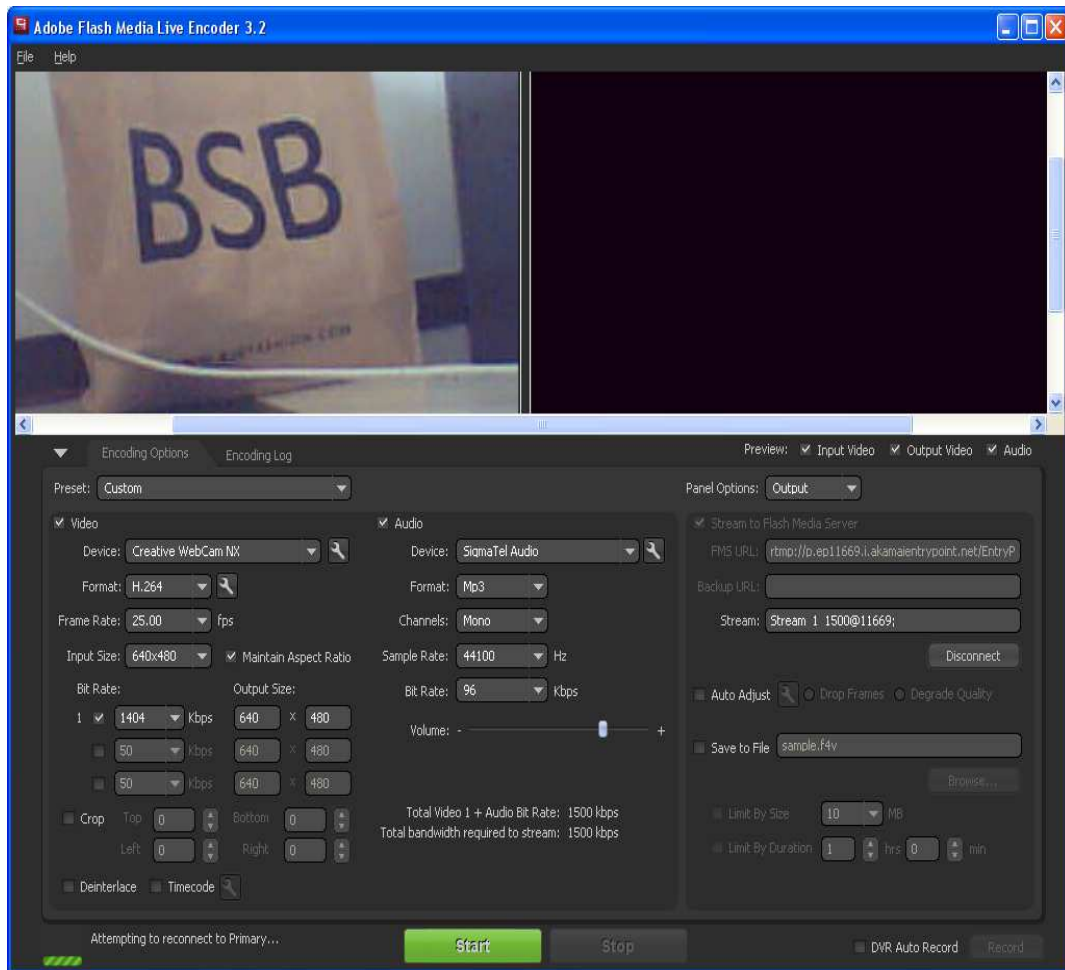
Ξεκινώντας την πρώτη δοκιμαστική μετάδοση την οποία είχε διάρκεια από τις 17:00 έως τις 9:00 της επόμενης ημέρας, το γράφημα που διαμορφώθηκε είναι το εξής:



Εικόνα 6-2 Πρώτη μετάδοση στα 1405 kbps

Η μετάδοση ξεκίνησε στα 1405 kbps και παρατηρούμε σε αυτήν, αρκετές αυξομειώσεις. Λόγω της «φύσης» του δορυφορικού Internet ενδέχεται να υπάρχουν αρκετές διακοπές κατά τη διάρκεια λήψης, που θα μπορούσε να οφείλονται σε διάφορα καιρικά φαινόμενα, (π.χ. έντονη βροχόπτωση, δυνατός άνεμος) . Στο συγκεκριμένο γράφημα βλέπουμε ότι η μετάδοση δεν ήταν όπως αναμενόταν και πως από τα 1405 Kbps που δηλώσαμε είχαμε σταθερό ρυθμό στα 500 kbps και ορισμένες φορές ανέβαινε στα 1000 kbps.

Κάνοντας την ίδια μετάδοση, αλλά αυτή τη φορά διάρκειας μίας ώρας, στα 1405 kbps, λαμβάνουμε από το Flash media live encoder τα παρακάτω αποτελέσματα:



Εικόνα 6-3 Flash media live encoder

Γίνεται εκκίνηση του Flash Media Live Encoder.

Στέλνονται 1404 kbps στο input size. Ο λόγος που έχει εφαρμοστεί σε 1404 (και όχι 1400 για παράδειγμα) είναι διότι το Bandwidth που αναγράφεται στα 1500 kbps (στη μέση κάτω δεξιά) πρέπει να είναι σε στρογγυλοποιημένο αριθμό. Γι' αυτό προσπαθούμε να βάλουμε τόσα bit rate στο input size ώστε να στρογγυλοποιείται το bandwidth. Πρέπει να αναφερθεί πως ο περιορισμός που έχουμε με το bandwidth είναι μέχρι 2Mbps.

Το H264 είναι το codec που χρησιμοποιεί το flash Media Live encoder και το quicktime. Για να γίνει πιο σαφές αυτό το codec χρησιμοποιείτε για το high definition. Η άλλη επιλογή που έχει το vr6 είναι codec 10ετίας ίσως και παραπάνω το οποίο δεν συγκρίνεται.

Δεξιά φαίνεται το Stream name του event και το FMS URL. Το stream name έχει @11669 διότι αυτό στο δίνει η AKAMAI έτσι. Έχει σχέση με το account και το deployment. Στην παρακάτω εικόνα αποδεικνύεται ο λόγος που χρησιμοποιείται έτσι. (Βλέπε primary Entry point).

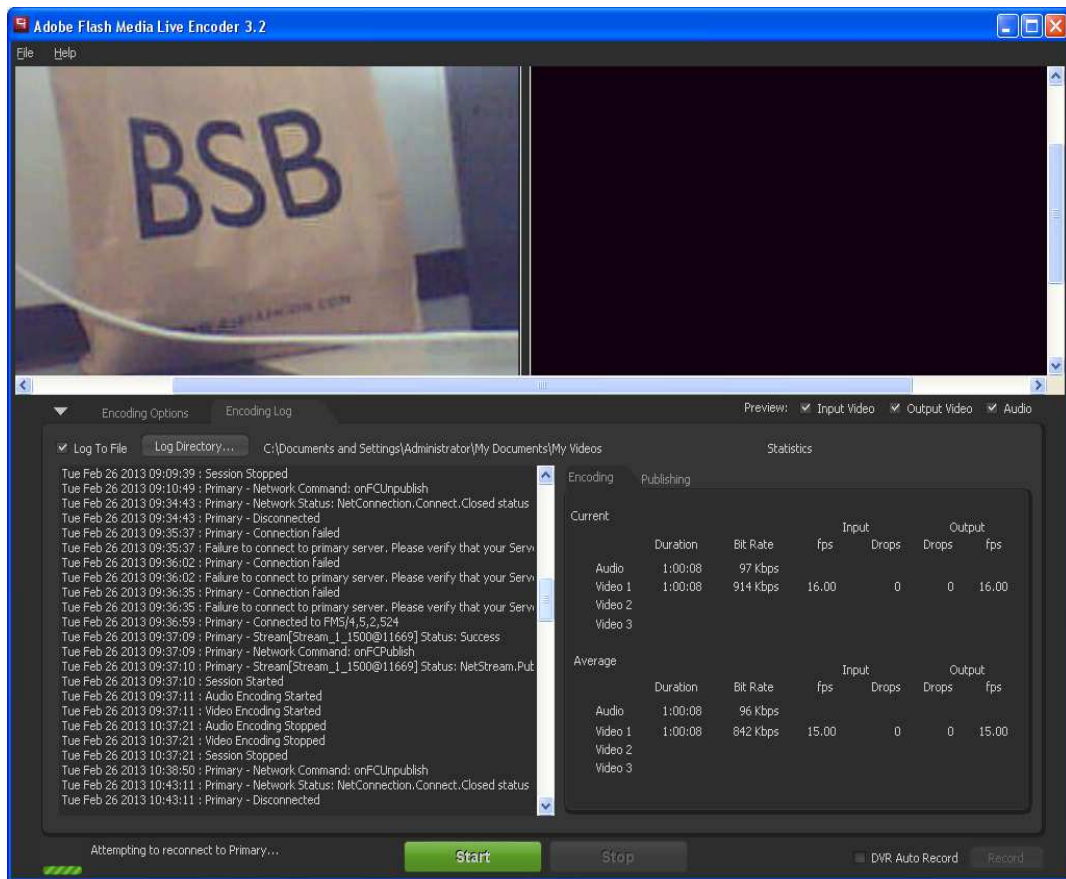
The screenshot displays the Akamai LUNA Control Center interface. At the top, there is a navigation bar with the Akamai logo, user information (Zoe Farmaki), message and alert counts, a search bar, and a 'Support' link. Below this is a secondary navigation bar with 'MGROUP' and tabs for 'MONITOR', 'CONFIGURE', 'PUBLISH', 'RESOLVE', and 'PLAN'. The main content area is titled 'Stream Details' for the stream 'HsatHid'. It lists various configuration parameters:

- Config: hsatlivehd
- Format: Universal Stream
- Stream Name: hsatlive@11669
- DVR: Enabled
- Token Authorization: Disabled
- Player Verification: Disabled
- Stream End Date (optional):
- Username:
- Password:
- Primary Contact: Antony Mavromichalisgna
- Secondary Contact: Antony Mavromichalisgna
- Primary Encoder IP / Ping Proxy: 62.103.128.215
- Backup Encoder IP / Ping Proxy: 62.103.128.215
- Primary Entrypoint: rtmp://p.ep11669.i.akamaiendpoint.net/EntryPoint
- Backup Entrypoint: rtmp://b.ep11669.i.akamaiendpoint.net/EntryPoint
- HD Flash 1.0 Playback URL: http://hsatlivehd-f.akamaihd.net/[EVENT_ANGLE_BITRATE]@11669
- HDS Playback URL: http://hsatlivehd-f.akamaihd.net/z/[EVENT_ANGLE]@11669/manifest.f4m
- HLS Playback URL: http://hsatlivehd-f.akamaihd.net/[EVENT_ANGLE]@11669/master.m3u8

A 'Back' button is located at the bottom right of the configuration area. The footer contains links for 'Contact Us', 'How Can We Serve You Better?', 'Legal & Privacy', and a copyright notice for Akamai Technologies, Inc. (2013).

Εικόνα 6-4 Stream Details Akamai

Το bit rate του ήχου είναι στα 96 kbs. Αυτή είναι μια πολύ καλή ποιότητα, αν σκεφτούμε πως τα cd ήχου η ανάλογη συμπίεση είναι από 64-96 kbps.



Εικόνα 6-5 Flash media live encoder / Έλεγχος διάρκειας

Είναι ορατή η ώρα (έναρξης – λήξης) του event.

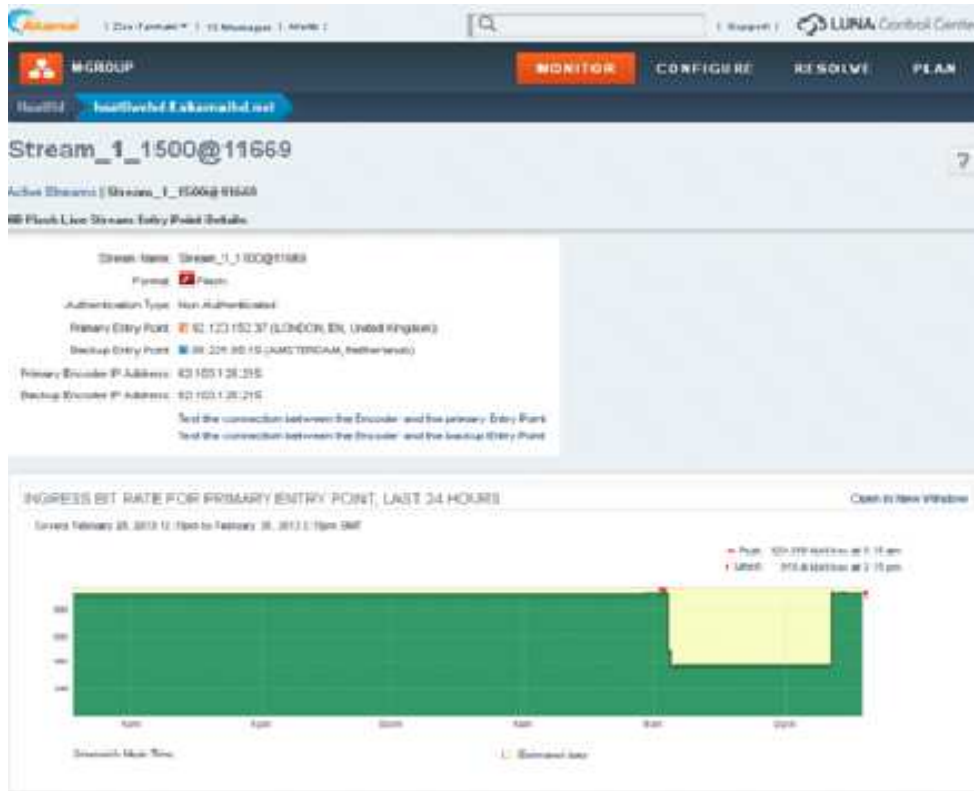
- Started: 09:37:11
- Stopped: 10:37:21

Επίσης μπορούμε να παρακολουθήσουμε από εδώ τυχόν διακοπές στην αναμετάδοση όπως για παράδειγμα μια διακοπή Internet.

Ακόμη, διακρίνεται η διάρκεια αναμετάδοσης καθώς και πόσα bit rate στέλνονται σε σχέση με αυτά που έχουμε δηλώσει (πρώτη εικόνα, Input size –bit rate- 1404 kbps)

Βλέπουμε το bandwidth καθ' όλης της διάρκειας της αναμετάδοσης καθώς και το buffer.

Μέσω της εφαρμογής, από την ιστοσελίδα της εταιρίας Akamai, βλέπουμε την γραφική παράσταση η οποία μας δείχνει το bit rate το οποίο δηλώσαμε για την αναμετάδοση και πόσα τελικά ελήφθησαν σε χρονική διάρκεια 60 λεπτών.



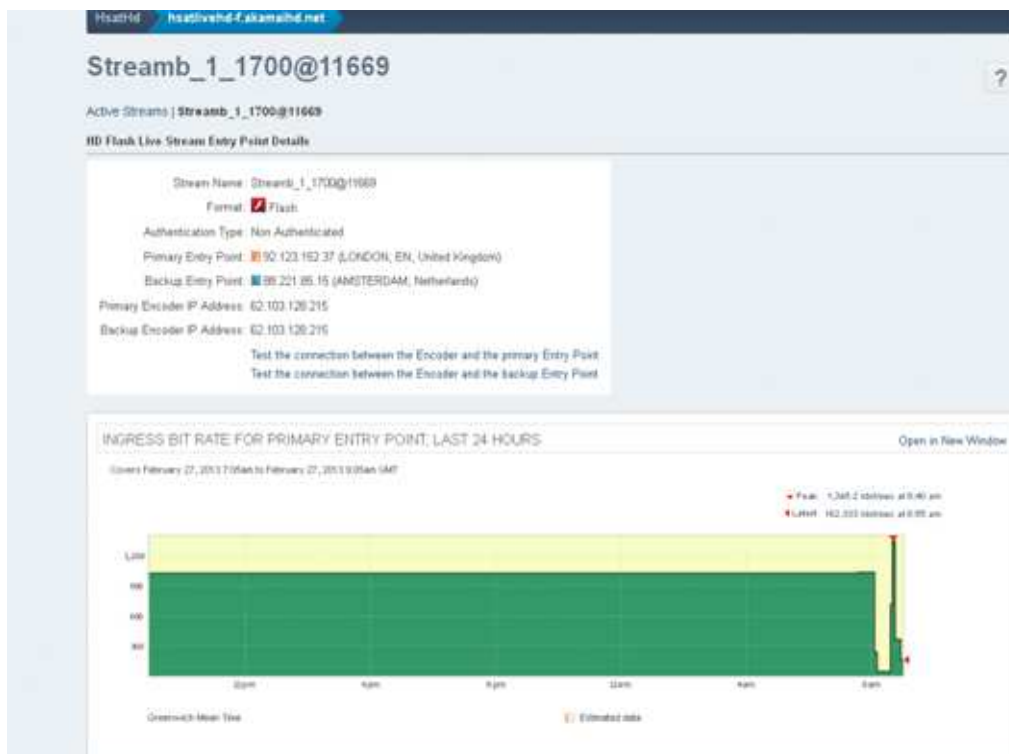
Εικόνα 6-6 Πρώτο γράφημα

Με την χρήση της παραπάνω εφαρμογής και κάνοντας Load το event που θέλουμε, βλέπουμε την ποιότητα του Streaming που ορίσαμε στον τελικό χρήστη. Μπορούμε να διακρίνουμε αν έχει καθυστερήσεις, αν υπάρχει μεγάλο Buffer η όπως έχει συμβεί και στις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, να μην μπορεί να φορτωθεί το event, επειδή το bandwidth του δικτύου μας ήταν αρκετά φορτωμένο και δεν μπορούσε να υποστηρίξει τη μετάδοση αυτή.

Όπως δείχνει η κάτω εικόνα, μετά τις ρυθμίσεις που έγιναν στο Flash Media Live Encoder, πατώντας το start ξεκινούσε η ροή του streaming. Έπειτα πληκτρολογώντας www.support.akamai.com/zeri άνοιξε η σελίδα που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα και το μόνο που έπρεπε να γίνει είναι η φόρτωση του event με το κατάλληλο stream name (όπως αναφέρθηκε πιο πάνω).

Εικόνα 6-7 Κάνοντας Load to event στην Akamai

Κάνοντας μια άλλη μετάδοση, διάρκειας μιας ώρας στα 1604 kbps έχουμε στο γράφημα 6-7.

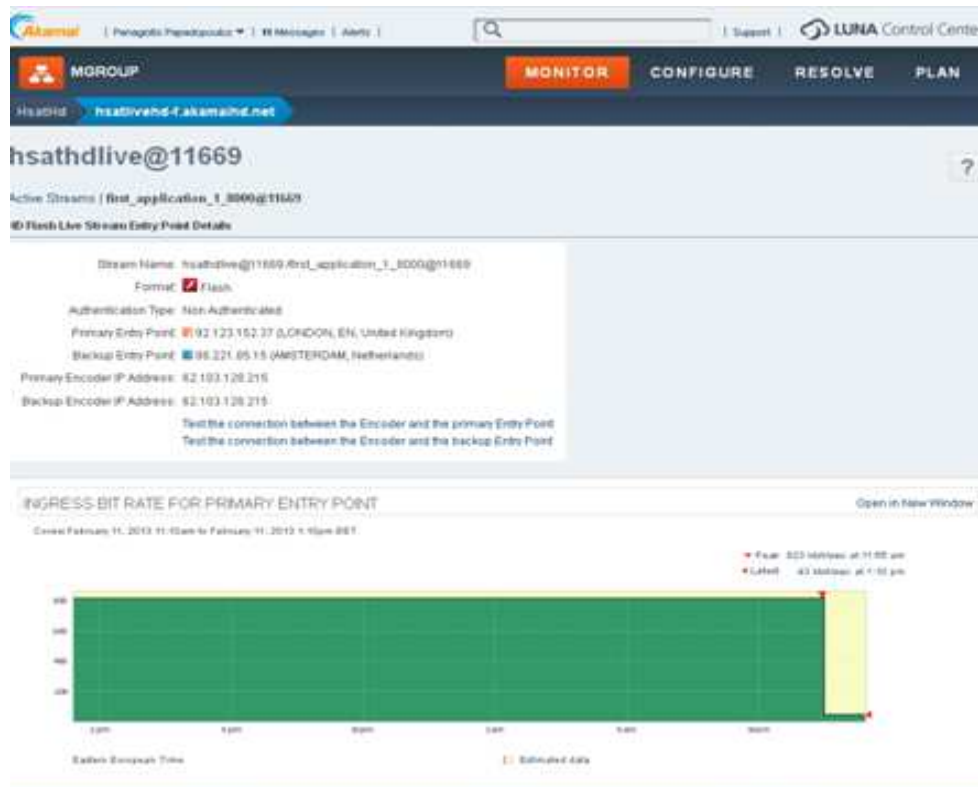


Εικόνα 6-8 Δεύτερη μετάδοση

Κάνοντας μια άλλη μετάδοση, διάρκειας μίας ώρας στα 704 kbps αυτή την φορά, έχουμε το εξής γράφημα:



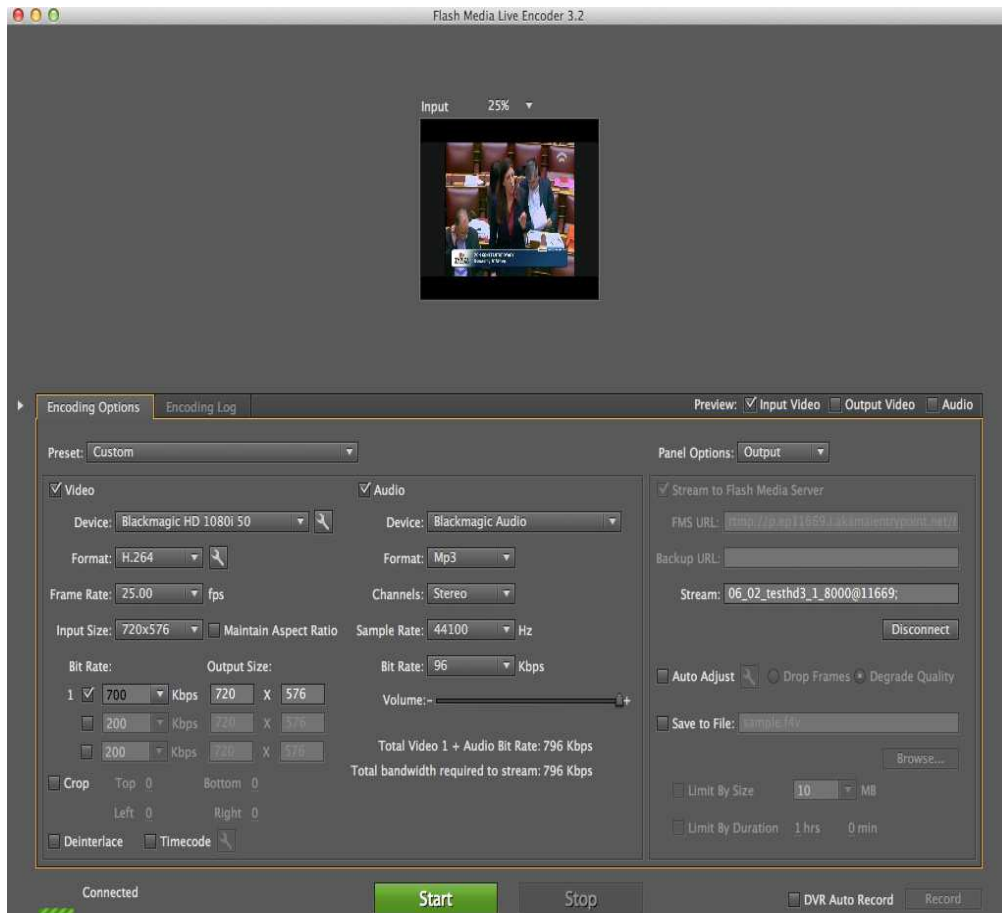
Εικόνα 6-9 Τρίτη μετάδοση



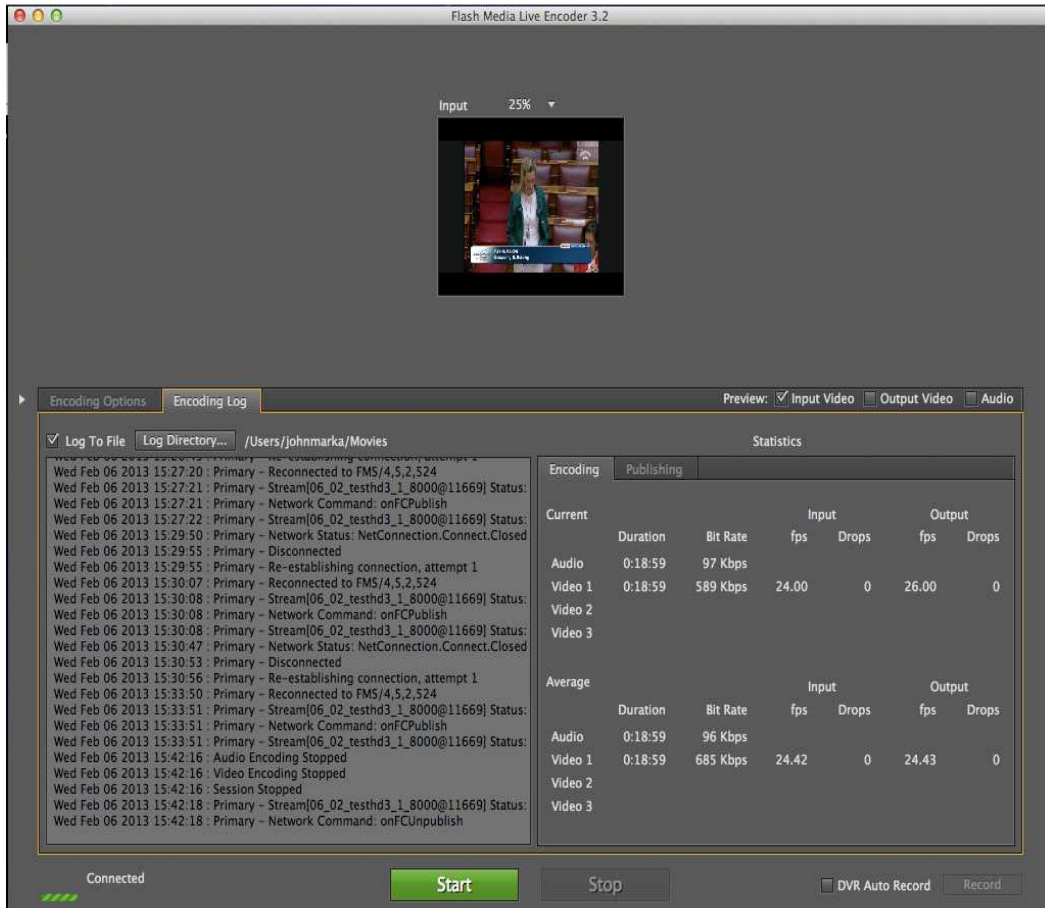
Εικόνα 6-10 Τέταρτη μετάδοση

Όλα τα παραπάνω έγιναν με την βοήθεια ενός Laptop το οποίο είχε εγκατεστημένο το Flash media Player encoder, ήταν συνδεδεμένο με δορυφορικό internet και η μετάδοση γινόταν μέσω μιας εξωτερικής κάμερας.

Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται πώς έγινε το streaming με την βοήθεια του Black Magic Design σε απευθείας σύνδεση με το κανάλι της βουλής.



Εικόνα 6-11 Flash media live encoder / MacBook



Εικόνα 6-12 Flash live media encoder / MacBook 2

7 Συμπεράσματα

Το δορυφορικό Internet σήμερα αποτελεί τη μοναδική επιλογή για σύνδεση μεγάλου bandwidth στη χώρα μας. Θα εξακολουθήσει, όμως να είναι μοναδική και στο μέλλον για όσους χρήστες δεν κατοικούν σε αστικά κέντρα, καθώς δεν υπάρχει ο περιορισμός της μικρής απόστασης από τον provider, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των τεχνολογιών xDSL.

Φυσικά, πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι, προς το παρόν, οι χρήστες του δορυφορικού Internet είναι ολιγάριθμοι και γι' αυτό καθένας τους έχει στη διάθεσή του άπλετο bandwidth. Όταν στο μέλλον ο αριθμός τους αυξηθεί σημαντικά, ενδεχομένως οι ταχύτητες να ελαττωθούν αισθητά. Για το λόγο αυτόν έχουν ιδιαίτερη αξία οι δεσμεύσεις των εταιρειών παροχής δορυφορικού Internet για την ύπαρξη μιας εγγυημένης ελάχιστης ταχύτητας downloading. Άξιο αναφοράς είναι επίσης ότι οι συγκεκριμένες εταιρείες μπορούν να φροντίσουν σχεδόν τα πάντα για εσάς. Έτσι θα αναλάβουν να σας εγκαταστήσουν την ειδική κάρτα δορυφορικής λήψης, η οποία μπορεί να έχει και κύκλωμα παρακολούθησης δορυφορικών καναλιών και τη δορυφορική κεραία, την οποία μπορείτε να παραγγείλετε στο μέγεθος που κρίνετε ότι ταιριάζει περισσότερο στις ανάγκες σας. Ακόμη θα πραγματοποιήσουν τις κατάλληλες συνδέσεις αλλά και την εγκατάσταση του απαραίτητου λογισμικού στον υπολογιστή σας. Το κόστος κτήσης του εξοπλισμού αλλά και η μηνιαία συνδρομή, αν και είναι υψηλότερα από τα αντίστοιχα μιας σύνδεσης ISDN, δεν είναι έξω από τις δυνατότητες του τελικού χρήστη. Αντίθετα το δορυφορικό "πακέτο" καθίσταται ελκυστικό αν συνυπολογιστούν αυτά που προσφέρει. Όσοι όμως πραγματοποιούν σημαντικό σε όγκο uploading, θα διευκολυνθούν από τη χρήση εκ παραλλήλου μιας ISDN γραμμής.

Εν κατακλείδι, συγκριτικά με το επίγειο έχει μεγαλύτερες δυνατότητες αλλά με πολύ μεγαλύτερο κόστος. Οι μετρήσεις που έγιναν δείχνουν ότι μπορεί να υπάρξουν κάποιες αυξομειώσεις στον σήμα λόγω των παραγόντων που αναφέρθηκαν αλλά παρ' όλα αυτά σίγουρα είναι η τεχνολογία του μέλλοντος στην οποία αναμένονται και μεγάλες βελτιώσεις και πως με αυτή την τεχνολογία μπορείς να πετύχεις περισσότερα πράγματα αντί του επίγειου.

8 Βιβλιογραφία

1. Satellite Technology. *radio-electronics.com*. [Ηλεκτρονικό] <http://www.radio-electronics.com/info/satellite/>.
2. Δορυφορικό Internet. *hellas-sat.net*. [Ηλεκτρονικό] http://www.hellas-sat.net/gr/internet_services.html.
3. Digital Video Broadcasting Project . *dvb.org*. [Ηλεκτρονικό] <http://www.dvb.org/>.
4. Introduction to satellite communications. *tpub.com*. [Ηλεκτρονικό] <http://tpub.com/neets/book17/76.htm>.
5. Glenn Research Center. *nasa.gov*. [Ηλεκτρονικό] <http://www.nasa.gov/centers/glenn/home/index.html>.
6. Advantech Wireless Inc. *advantechwireless.com*. [Ηλεκτρονικό] <http://www.advantechwireless.com/>.
7. Blackmagic Design Intensity Extreme - Thunderbolt. *comart.gr*. [Ηλεκτρονικό] http://www.comart.gr/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage_new.tpl&product_id=452&category_id=123&option=com_virtuemart&Itemid=53&vmcchk=1&Itemid=53.
8. Akamai Edgsuite. *edgesuite.net*. [Ηλεκτρονικό] <http://mediapm.edgesuite.net/edgeflash/public/zeri/debug/Main.html>.
9. H.264 Encoder - freeware encode video to H.264 format. *h264encoder.com*. [Ηλεκτρονικό] <http://www.h264encoder.com/>.
10. HDS Test Player. *edgesuite.net*. [Ηλεκτρονικό] <http://support.akamai.com/zeri>.
11. The Satellite Communication Applications Handbook. [συγγρ. βιβλίου] Elbert B. s.l. : Artech House.
12. [συγγρ. βιβλίου] Bousquet Michel Maral Gerard. *Δορυφορικές επικοινωνίες*. s.l. : Εκδόσεις Τζιόλα, 2000.
13. Ασύρματες επικοινωνίες. [συγγρ. βιβλίου] Rappaport Theodore. s.l. : Α. Γκιούρδα & ΣΙΑ ΟΕ, 2006.
14. A VSAT island server based on DVB-RCS. [συγγρ. βιβλίου] Benzal O. 2006.
15. Προσομοίωση Κίνησης Διαδικτύου και Εκχώρηση Συχνοτήτων σε Δορυφορικά Τερματικά Πολύ Μικρού Ανοίγματος. [συγγρ. βιβλίου] Λιάκου Ειρήνη Φ. 2007.
16. Δίκτυα Υπολογιστών. [συγγρ. βιβλίου] Tanenbaum Andrew S. s.l. : Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
17. DVB-T. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό] <http://en.wikipedia.org/wiki/DVB-T>.
18. DVB-RCS. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό] <http://en.wikipedia.org/wiki/DVB-RCS>.

19. Akamai Technologies. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό]
http://en.wikipedia.org/wiki/Akamai_Technologies.

20. MPEG transport stream. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό]
http://en.wikipedia.org/wiki/MPEG_transport_stream.

21. DVB Standards. *dvb.org*. [Ηλεκτρονικό] <http://www.dvb.org/standards>.