



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελοποννήσου
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

Πτυχιακή Εργασία

**Εισαγωγή στην δορυφορική ψηφιακή
τηλεόραση. Περιγραφή του προτύπου
DVB-S2 και των αρχών και λειτουργιών
που λαμβάνουν μέρος σε μια
δορυφορική ζεύξη για την εκπομπή και
την λήψη ενός τέτοιου σήματος**

Σπουδαστής:
Γεώργιος Φλώρος

Επιβλέπων:
Μιχαήλ Ναστάκος

23 Απριλίου 2014

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1	2
1.1 Θεωρίες των μέσων μαζικής ενημέρωσης	2
1.2 Προϊόν και πολιτισμός	3
1.3 Ορισμός της ψηφιακής τηλεόρασης	4
1.4 Διαδραστικά προϊόντα ψηφιακής τηλεόρασης	5
Κεφάλαιο 2	6
2.1 Νόμος 3572 - αδειοδότηση ΜΜΕ στην Ελλάδα	6
2.2 Κοινή υπουργική απόφαση για τη μετάβαση στην ψηφιακή εποχή	7
2.3 Ψηφιακοί πάροχοι	8
2.3.1 DIGEA	8
2.3.2 DIGITAL UNION	8
2.4 Η μετάβαση στην ψηφιακή τηλεόραση	9
2.5 Πλεονεκτήματα ψηφιακής τηλεόρασης	14
2.6 Μειονεκτήματα ψηφιακής τηλεόρασης	15
Κεφάλαιο 3	17
3.1 Τηλεοράσεις υψηλής ευκρίνειας και ψηφιακή εποχή	17
3.2 Αλλαγές που έφερε η HDTV	19
3.3 Τα πρότυπα ψηφιακής τηλεόρασης	20
3.4 Ψηφιοποίηση αναλογικών σημάτων	24
3.5 Τα πρότυπα MPEG	27
3.5.1 MPEG-1	28
3.5.2 MPEG-2	28
3.5.3 MPEG-3	28
3.5.4 MPEG-4	28
3.5.5 MPEG-7	29
3.5.6 MPEG-21	29
Κεφάλαιο 4	31
4.1 Το δίκτυο της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης	31
4.2 Οι βασικές αρχές μετάδοσης του ψηφιακού σήματος	34

4.3	Διόρθωση σφαλμάτων και αλγόριθμοι κρυπτογράφησης	35
4.4	Οι κεραίες λήψης της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης	39
4.5	Είδη κατόπτρων	41
Κεφάλαιο 5		46
5.1	Μετάβαση απο την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση	46
5.2	Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ψηφιακή τηλεόραση	47
5.3	Η συνθήκη της Γενεύης	48
5.4	Ψήφισμα για τη μετάβαση στα κράτη μέλη	48
5.5	Παρούσα κατάσταση	49
5.6	Η HDTV στην Ελλάδα	51
5.6.1	EPT HD	52
5.6.2	NOVA HD	53
5.6.3	OTE TV HD	55
5.6.4	Εκπαιδευτικά Ιδρύματα	55
Κεφάλαιο 6		57
6.1	Η επίδραση των νέων τεχνολογιών	57
6.2	Συμπεράσματα	57
Βιβλιογραφία		60

Κατάλογος Εικόνων

3.1	Γράφημα απόστασης θέασης, διαστάσεις οθόνης – ποιότητα σήματος.	17
3.2	Πολυπλεξία στην COFDM διαμόρφωση.	22
3.3	Οι Ανακλάσεις στην COFDM διαμόρφωση.	23
3.4	Οι δειγματοληψίες 4:4:4, 4:2:2, 4:1:1, 4:2:0.	26
4.1	Αρχιτεκτονική DTT δικτύου.	32
4.2	Δομή ψηφιακού σταθμού εκπομπής.	33
4.3	Επίδραση Reed solomon κωδικοποίησης σε DVS σήμα.	35
4.4	Απεικόνιση στοιχειωδών ροών και οργάνωσή τους στον πολυπλέκτη.	36
4.5	Διαδικασία πολυπλεξίας MPEG.	37
4.6	Απεικόνιση πακέτων μεταφοράς πληροφοριών PSI, Program Specific Information και SI, Service Information.	38
4.7	Τα επίπεδα του αλγόριθμου κρυπτογράφησης και ο τρόπος που λειτουργούν σε επίπεδο ομάδων ή επίπεδο ροής.	39
4.8	Κάτοπτρο Prime Focus.	42
4.9	Κάτοπτρο Offset.	43
4.10	Κάτοπτρο Cassegrain.	44
4.11	Κάτοπτρο Gregorian.	45
5.1	Παγκόσμιος Χάρτης Περιοχών της ITU.	50
5.2	Θεματική διάρθρωση των επίγειων ψηφιακών ελεύθερων καναλιών στην Ευρώπη.	51

Εισαγωγή

Η τηλεόραση αποτελεί ένα από τα βασικά στοιχεία πολιτισμού και αντικατοπτρίζει την κοινωνική δυναμική αφού μέσω της τηλεόρασης η κοινωνία παράγει και αναπαράγει τις πληροφορίες εκείνες που είναι απαραίτητες προκειμένου του ορισμού ενός μεγάλου μεριδίου της ενημέρωσης. Ο θεατής, η τηλεόραση καθώς και ο τρόπος που οι δύο αυτές σταθερές αλληλεπιδρούν μεταξύ τους είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος και δύσκολα εγκιβωτίζεται σε ένα θεωρητικό πλαίσιο. Προκειμένου λοιπόν να ορίσουμε το πλαίσιο της αρχικά πρέπει να ορίσουμε την έννοια των Μέσων Μαζικής Επικοινωνίας.

Τα Μέσα Μαζικής Επικοινωνίας σύμφωνα με τον McQuail (2002) είναι τα Μέσα εκείνα τα οποία οργανώνονται και μεταδίδουν εξ' απόστασης την επικοινωνία απευθυνόμενα σε χιλιάδες παραλήπτες ταυτόχρονα ενώ λειτουργούν σε συγκεκριμένο χώρο και χρόνο. Ο βασικός τους ρόλος είναι η μετάδοση της επικοινωνίας μέσα από την αποστολή πληροφοριών ενώ ταυτόχρονα συντελούν στη μετάδοση γνώσεων διαμορφώνοντας την «κοινή γνώμη» σε θέματα πολιτικής, οικονομίας και ψυχαγωγίας όπως και τεχνών και γραμμάτων.

Ο προσδιορισμός της μαζικής επικοινωνίας αποτελεί τις τελευταίες δεκαετίες πεδίο διαμάχης κυρίως λόγω του γεγονότος ότι τα Μέσα Μαζικής Επικοινωνίας αποτελούν για μερικούς ερευνητές το βασικό μέσο χειραγώγησης της κοινωνίας αναπαράγοντας και ενισχύοντας τις επικρατούσες απόψεις ενώ κατά άλλους αποτελούν τη βασική δικλείδα επικοινωνίας πληθυσμιακών ομάδων που δεν έχουν πρόσβαση σε άλλα Μέσα Ενημέρωσης (ραδιόφωνο και ίντερνετ) με αποτέλεσμα να είναι κατά βάση διάυλος αλληλεπίδρασης. Ένα μεγάλο τμήμα της αλληλεπίδρασης αυτής ανήκει στην ψηφιακή τηλεόραση η οποία συμβάλλει στη μετανεωτερική εποχή του 21ου αιώνα ορίζοντας μία νέα θεώρηση των σύγχρονων κοινωνιών αναδεικνύοντας την γνώση και οδηγώντας στην διαμόρφωση ενός πεδίου δυνατοτήτων προκειμένης της επικοινωνιακής διαδικασίας.

Κεφάλαιο 1

1.1 Θεωρίες των μέσων μαζικής ενημέρωσης

Για τη σχολή της Φρανκφούρτης¹, τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης και ο τρόπος λειτουργίας τους συνδέονται άμεσα με τη μαζοποίηση της κοινωνίας, τα οποία κατά τους Σαρίκα et al., (1984) επινοήθηκαν «για να γεμίσει ο ελεύθερος χρόνος του ανθρώπου προβαίνοντας σε μία ανούσια συναλλαγή και διεπαφή». Κατά τον ίδιο, «τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης λειτουργούν ως ασφαλιστική δικλείδα εκτόνωσης των κρίσεων, ουσιαστικά αποτελούν έναν συνοδοιπόρο της καπιταλιστικής παραγωγής».

Απο την άλλη, η σχολή της πλουραλιστικής άποψης θεωρεί τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης ως βασικό εργαλείο των Δημοκρατικών Κοινωνιών λειτουργώντας ως πεδίο έκφρασης αντικρουόμενων ιδεολογιών, δεδομένου ότι αναδεικνύουν τις πηγές πληροφοριών τους επιτρέποντας την ελεύθερη ροή πληροφορίας στα πλαίσια μίας αμφίδρομης επικοινωνίας.

Κατά συνέπεια, βάσει της πλουραλιστικής άποψης, οι διακριτές πληθυσμιακές ομάδες μίας κοινωνίας αντανακλώνται μέσα από τη διαφοροποίηση των ιδεών τους ενώ ταυτόχρονα προάγεται η πολιτισμική ενότητα και η προσαρμογή στις βασικές λειτουργίες κάθε κοινωνίας στην οποία τα ΜΜΕ αποτελούν την «τέταρτη εξουσία» η οποία ελέγχει την πολιτική εξουσία προς όφελος του γενικού συμφέροντος. (Κωνσταντινίδου, 1992).

Οι καταναλωτές των ΜΜΕ μελετήθηκαν διεξοδικά από τους ερευνητές των επιδράσεων των Μέσων ως προς το ρόλο που διαδραματίζουν ως μέλη πραγματικών κοινωνικών ομάδων στα πλαίσια των δικτύων διαπροσωπικών σχέσεων και το βασικό συμπέρασμα των ερευνών ήταν ότι εάν τα Μέσα επιθυμούν να επιλέγουν το κοινό τους, πρέπει να δώσουν ιδιαίτερη σημασία στην επιλογή των μελών του κοινού στο οποίο απευθύνονται ως προς τους διαύλους επικοινωνίας καθώς και το περιεχόμενό τους.

Για το λόγο αυτό, κατά τις δεκαετίες 1960 και 1970, το κοινό των ΜΜΕ αποτέλεσε αυτοτελές αντικείμενο έρευνας στα πλαίσια της προσέγγισης «των χρήσεων και των ικανοποιήσεων». Η συγκεκριμένη προσέγγιση υποστηρίζει ότι τα μέλη της

¹Σχολή Κοινωνιολογικής Έρευνας και Φιλοσοφίας που ιδρύθηκε τη δεκαετία του 1930. Κατά την Αλεξάνδρα Μπούνια (2005), η σχολή άσκησε κατά το παρελθόν έντονη κριτική για το την ομοιομορφία της Μαζικής Κουλτούρας. Στο Ν. Βερνίκος, (2005). Τα Μουσεία ως πολιτιστικές βιομηχανίες. Διαδικασίες, Υπηρεσίες, Αγαθά. Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα, σελ. 39-58.

κοινωνίας χρησιμοποιούν τα Μέσα προκειμένης της ίδιας ικανοποίησης των επιθυμιών τους.

Η συλλογιστική των χρήσεων και των ικανοποιήσεων εισήχθη επίσημα σαν έννοια το 1974 από τους Blumler και Katz, σύμφωνα με την οποία, το κοινό ανάλογα με το κοινωνικό και ψυχολογικό του υπόβαθρο ορίζει το ίδιο τις ανάγκες του οι οποίες δημιουργούν προσδοκίες από τα ΜΜΕ. Οι προσδοκίες αυτές οδηγούν στην επιλογή της πρόσληψης των μηνυμάτων με αποτέλεσμα η ανάγκη των ικανοποιήσεων να αποτελεί ένα θέμα προς επίλυση στη βάση αντιληπτών προβλημάτων.

Αντίθετα, τις τελευταίες δεκαετίες, το ενδιαφέρον για τα ΜΜΕ στράφηκε στο μηχανισμό διαμεσολάβησης («μεσοποίησης») της κοινωνικής πραγματικότητας αφού θεωρητικά τα ΜΜΕ παρεμβαίνουν ανάμεσα στο άτομο και τις εμπειρίες του. Εάν λάβουμε υπ' όψη ότι τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης επιλέγουν την πληροφορία την οποία θα δημοσιοποιήσουν καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά που διέπουν τη λογική του κάθε μέσου κατά Altheide και Snow (1979), δημιουργείται το ερώτημα κατά πόσο η πραγματικότητα που αποτυπώνεται από τα ΜΜΕ είναι αντικειμενική. Ειδικότερα για την τηλεόραση, η σημειωτική της θεώρησή της περιλαμβάνει τις ποικίλες πιθανές σημασίες των τηλεοπτικών εκπομπών. Παρ' όλαυτα, βασικός στόχος της τηλεόρασης είναι ο εγκιβωτισμός των ποικίλων μηνυμάτων σε μία προτιμητέα άποψη η οποία ταυτίζεται με την κυρίαρχη ιδεολογία.

Το δίπολο το οποίο διαμορφώνεται λόγω των διαφορετικών πληθυσμιακών κοινωνικών ομάδων που παρακολουθούν την τηλεόραση, αποτελείται από τη μία από την τάση «περιχαράκωσης» κατά την κυρίαρχη ιδεολογία, και από την άλλη, από την τάση «ανοίγματος» κατά την οποία οι τηλεθεατές είναι ελεύθεροι να ερμηνεύσουν την λαμβανόμενη πληροφορία κατά το δοκούν.

Κατά τον McQuail (2002), εν κατακλείδι, η τηλεόραση ως αντικειμενική πραγματικότητα κωδικοποιείται και αποδίδεται ως το αποτέλεσμα του συσχετισμού των τηλεοπτικών παραγωγών, των τηλεοπτικών κειμένων και του είδους της κοινωνικής ομάδας που αποτελεί τον εκάστοτε τηλεθεατή. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι σήμερα, η βαθύτερη συλλογιστική του μέσου, δεδομένων των δεσμευτικών επιταγών νοημάτων της τηλεόρασης, που συρρικνώνει την τάση «ανοίγματος», αποκρυπτογραφείται ασυνείδητα από τον τηλεθεατή.

1.2 Προϊόν και πολιτισμός

Τα ΜΜΕ δημιουργούν σχέσεις διαμεσολάβησης καθώς και πολιτισμού με τα άτομα μίας κοινωνίας αλλά επιδρούν βαθύτερα στη ατομική πολιτιστική συνείδηση και ταυτότητα του πολίτη. Για τη μετανεοτερική εποχή, ο πολιτισμός έχει το ρόλο της μαζικοποίησης ενώ συχνά συνδέεται με τον καταναλωτικό χαρακτήρα της σημερινής εποχής. Για τον Bourdieu (1980) ο πολιτισμός κατανέμεται σε μία κοινωνία άνισα όπως άνισα κατανέμεται και ο οικονομικός πλούτος των τάξεων με αποτέλεσμα την φυσικοποίηση των ταξικών διαφορών. Κατα συνέπεια οι αναπτυσσόμενες μορφές ενός πολιτισμού διακρίνονται σε υψηλές και μαζικής κατανάλωσης και μέσα σε αυτές η ίδια η τηλεόραση διαμορφώνει και εδραιώνει έναν σημαντικότερο

ρόλο που εγγυάται μία αυτόνομη κοινωνική δομή, έναν τριπλό ρόλο πληροφορίας, ενημέρωσης και ψυχαγωγίας.

Η τηλεόραση αφενός οργανώνει και οριοθετεί τη σχέση του κοινού με τα πολιτιστικά νοήματα, αφετέρου στοχεύει στο εμπορικό κέρδος. Ταυτόχρονα προσαρμόζει σε λίγο ή περισσότερο τυποποιημένες δομές τις πολύπλοκες μορφές της πολιτιστικής συνείδησης κατά τρόπο που να επιδρά στην οικονομική και εμπορική σφαίρα στην επικοδόμηση μίας κοινωνικής ιδεολογίας.

Για τον Fiske (2000) η τηλεοπτική εκπομπή αποτελεί το χαρακτηρισμένο τμήμα εκείνο της τηλεοπτικής μετάδοσης που τα χρονικά και τυπικά της όρια είναι σαφή και σχετίζονται με τις άλλες εκπομπές βάσει της διαφοροποίησής τους.

1.3 Ορισμός της ψηφιακής τηλεόρασης

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να απαντηθεί το ερώτημα “τι είναι η ψηφιακή τηλεόραση”. Για τον απλό τηλεθεατή, η ψηφιακή τηλεόραση είναι η παρακολούθηση τηλεοπτικών προγραμμάτων με ψηφιακό σήμα. Για έναν μηχανικό απο την άλλη, είναι η ψηφιακή αναμετάδοση με ένα κανάλι επιστροφής. Ένας παραγωγός περιεχομένου θα αναφερθεί στα διαδραστικά γραφικά και στην δυναμική έκδοση ενώ ένας επαγγελματίας των μέσων θα αναφερθεί στις νέες μορφές περιεχομένων, τα παιχνίδια εξ' απόστασης και τις διαδραστικές πλατφόρμες. Για έναν κοινωνιολόγο η ψηφιακή τηλεόραση αποτελεί τη διαδραστική επικοινωνία του χρήστη με το μέσο (Chorianopoulos & Lekakos 2007)

Απο όλους τους ορισμούς διακρίνεται η έννοια της διαδραστικότητας με τον χρήστη για τον λόγο αυτό η ψηφιακή τηλεόραση αποκαλείται αλληλεπιδραστική τηλεόραση – interactive television. Κατα συνέπεια, ο τηλεθεατής αντιδρά με το περιεχόμενο των εκπομπών, το αντιγράφει και το μοιράζεται με άλλους τηλεθεατές, συζητά για αυτό σε πραγματικό χρόνο ή μετά απο αυτό. Μέσω των συστημάτων αλληλεπιδραστικής τηλεόρασης, όπως είναι οι ψηφιακοί αναμεταδότες, οι ψηφιακοί εγγραφείς βίντεο, η τηλεόραση μέσω ίντερνετ το άτομο αντιλαμβάνεται συγκεκριμένες γνώριμες ή μη συμπεριφορές και ελέγχει δυναμικά την λαμβανόμενη πληροφορία. (Chorianopoulos & Lekakos 2007)

Όσον αφορά στον ορισμό της διάδρασης, είναι η σχέση που αναπτύσσεται ανάμεσα σε δύο οντότητες με τη ροή πληροφορίας να δημιουργεί ένα κοινό εξελισσόμενο σύστημα αναφοράς με έναν συγκεκριμένο στόχο, την μετάδοση. Οι δυνατότητες διάδρασης που δίνονται στον χρήστη μέσα απο τη δομή της πληροφορίας όπως αυτή του παρέχεται ψηφιακά, του επιτρέπουν να αποθηκεύσει, να προσαρμόσει και να αναπαράγει την επιλεγμένη θεματολογία όταν εκείνος το επιθυμεί και με τη σειρά που το επιθυμεί.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των ψηφιακών μέσων είναι η διεπαφή του χρήστη (user interface) η οποία συνιστά το σύνολο εκείνο των στοιχείων με τα οποία πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση με το χρήστη. Η επιτυχής ενσωμάτωση του χρήστη στην παραγωγική διαδικασία της ψηφιακής τηλεόρασης είναι σύμφωνα με τον Αβούρη (2000) το αποτέλεσμα της επιτυχημένης διαδικασίας διεπαφής του

συστήματος με τον χρήστη.

Οι συσκευές εισόδου και εξόδου της τηλεόρασης είναι ο τηλεοπτικός δέκτης και το τηλεχειριστήριο αντίστοιχα. Κατά τον τρόπο αυτό ο χρήστης αλληλεπιδρά με το σύστημα των παρεχόμενων υπηρεσιών. (Αβούρης, 2000).

1.4 Διαδραστικά προϊόντα ψηφιακής τηλεόρασης

Τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται μεγάλες αλλαγές όσον αφορά στη χρήση πολυμέσων και κατά συνέπεια στην ίδια την ψηφιακή τηλεόραση. Οι καινοτομίες που παρατηρούνται δεδομένης της μετάβασης από την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση θεωρούνται σταθμός για τον άνθρωπο καθώς επηρεάζουν την ίδια την ποιότητα ζωής (Αλεξάνδρου 2001)

Οι Meyer και Fontaine, στο report τους με τίτλο *"Development of Digital Television in the European Union - reference report 1999"* δίνουν τον ορισμό της διαδραστικότητας της τηλεόρασης ως την υπηρεσία η οποία είναι προσβάσιμη στο "πακέτο της τηλεόρασης" (TV set) ενώ διαφέρει από τη ροή των τηλεοπτικών προγραμμάτων καλύπτοντας δυο μεγάλες κατηγορίες υπηρεσιών:

1. Web υπηρεσίες πρόσβασης μέσω της τηλεόρασης όπως είναι η πλοήγηση στον παγκόσμιο ιστό (web), το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (email), το πρωτόκολλο File Transfer Protocol (FTP), το Chat κ.α (Quico 2000).
2. Διαδραστικές υπηρεσίες που παράγονται ειδικά για χρήση στην τηλεόραση, σχετιζόμενες με την αναμετάδοση των τηλεοπτικών προγραμμάτων οι οποίες όμως βασίζονται σε διαδραστικές τεχνολογίες.

Η τελευταία κατηγορία περιλαμβάνει:

1. την επαυξημένη τηλεόραση (Enhanced TV), η οποία αποτελεί ένα τηλεοπτικό πρόγραμμα που συνοδεύεται από συμπληρωματικές πληροφορίες όπως το Teletext, αλλά με τη δυνατότητα ενσωματωμένων υπερσυνδέσμων (παιχνίδια – διαγωνισμοί, αθλητικά γεγονότα, κ.α.)
2. διαδραστικές υπηρεσίες ανεξάρτητες από το τηλεοπτικό πρόγραμμα (υπηρεσίες βάσεων δεδομένων, ηλεκτρονικός οδηγός προγράμματος, tele-shopping κ.α.). Αυτή η κατηγορία υπηρεσίας περιλαμβάνει και την μετάδοση κειμένου, βίντεο και εικόνας τα οποία προορίζονται για το TV set, όχι όμως για μια συνεχή ροή βίντεο. (Fontaine & Meyer 1999).

Κεφάλαιο 2

2.1 Νόμος 3572 - αδειοδότηση ΜΜΕ στην Ελλάδα

Τον Ιούλιο του 2007 ψηφίστηκε ο Νόμος 3592 περί συγκέντρωσης και αδειοδότησης Επιχειρήσεων Μέσων Ενημέρωσης μετά από μακροχρόνια διαβούλευση με φορείς από όλη την Ελλάδα (Εφημερίδα Κυβερνήσεως Νόμος 3592, Αρ. Φύλλου 161, 2007).

Με τις διατάξεις του νόμου αυτού ρυθμίστηκαν :

1. η μετάδοση ραδιοτηλεοπτικού προγράμματος
2. ελεύθερης λήψης μέσω αναλογικής εκπομπής (ευρυεκπομπή),
3. η εκπομπή επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης (ευρυεκπομπή) και
4. η παροχή ραδιοτηλεοπτικών υπηρεσιών, μέσω ευρυζωνικών δικτύων, για τη λειτουργία των οποίων είτε δεν απαιτείται συχνότητα είτε απαιτείται συχνότητα, αλλά όχι από εκείνες που έχουν χορηγηθεί για την εκπομπή ραδιοτηλεοπτικού σήματος.

Στις 25/09/2007 παρουσιάστηκε στο Κέντρο Τύπου της Γενικής Γραμματείας Ενημέρωσης-Γενικής Γραμματείας Επικοινωνίας, ολοκληρωμένη μελέτη για τον εξορθολογισμό του τηλεοπτικού τοπίου στην ψηφιακή εποχή και το χάρτη συχνοτήτων για τη μετάβαση σε αυτή. Στην συγκεκριμένη εκδήλωση ο κ. Ρουσόπουλος ανακοίνωσε τον πιο βασικό κρίκο στην αλυσίδα των δράσεων για την πλήρη ανάπτυξη της ψηφιακής τηλεόρασης, την ολοκλήρωση του Χάρτη Συχνοτήτων που ήταν αποτέλεσμα της συνεργασίας του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Τομέα Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας και Τεχνολογίας Υλικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών.

Στις 24/07/2008, πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση του χάρτη συχνοτήτων για την πλήρη (οριστική) ψηφιακή εκπομπή τηλεοπτικού σήματος και του χάρτη συχνοτήτων αναλογικής εκπομπής στο ραδιόφωνο από τον Υπουργό Μεταφορών & Επικοινωνιών και από τον Υπουργό Επικρατείας στο Κέντρο Τύπου της ΓΓΕ-ΓΓΕ. Με την ολοκλήρωση και παρουσίαση του χάρτη συχνοτήτων εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης, ελεύθερης λήψης και συνδρομητικής, κατά την οριστική ψη-

φιακή εποχή, ξεκίνησε η ψηφιακή εποχή στην Ελλάδα. Παράλληλα παρουσιάστηκε και ο χάρτης συχνοτήτων εκπομπής αναλογικού ραδιοφώνου.

Σε αυτή την ολοκληρωμένη τεχνική μελέτη κύριος στόχος ήταν η κάλυψη του ελληνικού πληθυσμού στο σύνολό του και παράλληλα η διασφάλιση της σωστής χρήσης του φάσματος. Ουσιαστικά τέθηκαν οι προϋποθέσεις ώστε η ελληνική τηλεόραση να περάσει στην ψηφιακή εποχή. Με το χάρτη αυτό, διασφαλίστηκε η ομαλή μετάβαση στην ψηφιακή εκπομπή, τόσο για τους τηλεοπτικούς σταθμούς όσο και για τους Έλληνες τηλεθεατές, καθώς όλα τα σημεία εκπομπής της μελέτης ήταν ίδια με τα ήδη υπάρχοντα για την αναλογική τηλεόραση που εξέπεμπε τότε.

Ο ψηφιακός χάρτης συχνοτήτων της Ελλάδας που παρουσιάστηκε περιελάμβανε 158 Κέντρα Εκπομπής σε 11 διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές ενώ αργότερα προστέθηκαν άλλες 3 και ονομάστηκαν ως οι 14 ευρύτερες περιοχές ευρυεκπομπής (Ε.Π.Ε.) για την ψηφιακή μετάβαση της επίγειας τηλεόρασης.

2.2 Κοινή υπουργική απόφαση για τη μετάβαση στην ψηφιακή εποχή

Τον Αύγουστο του 2008, εκδόθηκε η Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 21161 βάσει του Νόμου 3592 για την περιγραφή της μετάβασης στην Ελλάδα από την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση. Η συγκεκριμένη ΚΥΑ περιγράφει με αναλυτικό τρόπο τον προγραμματισμό της ελληνικής μετάβασης από την επίγεια αναλογική στην επίγεια ψηφιακή. Επίσης προτάθηκαν τα πρώτα 23 ψηφιακά κέντρα εκπομπής δηλαδή τα γεωγραφικά σημεία από τα οποία θα πραγματοποιηθούν οι ψηφιακές εκπομπές των τηλεοπτικών σταθμών. Τέλος προβλέπει την παροχή της παρακάτω χωρητικότητας

1. οκτώ πολυπλέκτες (MUX) για την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη
2. επτά πολυπλέκτες (MUX) για την υπόλοιπη Ελλάδα
3. μέγιστη μετάδοση τεσσάρων τηλεοπτικών ή ραδιοφωνικών προγραμμάτων ανά πολυπλέκτη.

Στις 15 Φεβρουαρίου του 2012 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε το πρόγραμμα της πολιτικής της για το Ραδιοφάσμα (Radio Spectrum Policy Program RSP) για τα επόμενα πέντε χρόνια (Ecofopou, 2012). Οι πολίτες των χωρών που έχουν προχωρήσει στην πλήρη ψηφιακή μετάβαση μπορούν να απολαμβάνουν ευρυζωνικές και mobile υπηρεσίες υψηλής ποιότητας και ταχύτητας από το 2013 και έπειτα. Η χρήση των συχνοτήτων της μπάντας στα 800MHz θεωρείται πλέον επιβεβλημένη μετά την κατακόρυφη αύξηση των συσκευών smart phones, tablets και των ασύρματων υπηρεσιών mobile TV κ.α.

Η σημαντική καθυστέρηση της Ελλάδας στην ψηφιακή μετάβαση των τηλεοπτικών σταθμών και η μη τήρηση της υποχρεωτικής ημερομηνίας του αναλογικού switch-off στις 30-6-2013 για την απόδοση εκμετάλλευσης του ψηφιακού μερίσματος (για τη χρήση της μπάντας συχνοτήτων 800MHz), είχε έναν ακόμη αντίκτυπο

στους Έλληνες πολίτες που για ένα διάστημα στερήθηκαν τις ασύρματες ευρυζωνικές και mobile υπηρεσίες δεδομένων υψηλής ταχύτητας και άλλες κινητές υπηρεσίες. Το Μνημόνιο 2 προέβλεπε ότι η ελληνική πολιτεία θα ολοκλήρωνε το νομικό πλαίσιο που οριοθετεί ως υποχρεωτική ημερομηνία του αναλογικού switch-off στις 30-6-2013 (κάτι που σημαίνει ότι η ψηφιακή μετάβαση στην Ελληνική επικράτεια θα έπρεπε να έχει ολοκληρωθεί πριν από αυτή την ημερομηνία), ώστε να απελευθερωθεί η ζώνη ψηφιακού μερίσματος 800MHz, προκειμένου να αποδοθεί προς εκμετάλλευση με τη προβλεπόμενη διαδικασία διαγωνισμού για την εκχώρηση συχνοτήτων του Ψηφιακού Μερίσματος το 2ο τρίμηνο του 2013.

2.3 Ψηφιακοί πάροχοι

2.3.1 DIGEA

Στις 24 Ιουνίου του 2009 ιδρύθηκε η εταιρεία Ψηφιακός Πάροχος Α.Ε. , πιο γνωστή με το διακριτικό τίτλο Digea, η οποία αποτελεί τη σύμπραξη επτά ιδιωτικών σταθμών εθνικής εμβέλειας για τη μετάβαση της τηλεόρασης από την αναλογική στην ψηφιακή εκπομπή. Οι επτά σταθμοί που την αποτελούν είναι οι Ant1, Alpha, Alter, Mega, Star, Μακεδονία TV και Σκάι (Digea,2012).

Ως βασική δραστηριότητα της Digea όπως ορίστηκε στο καταστατικό της, είναι η παροχή υπηρεσιών πολυπλεξίας και δικτύωσης στους τηλεοπτικούς σταθμούς που μετέχουν στην εταιρεία καθώς και σε όποιον νόμιμα μπορεί να επιλέξει της υπηρεσίες της, αφήνοντας ανοιχτό το ενδεχόμενο παροχής των ψηφιακών υπηρεσιών της και στους υπόλοιπους σταθμούς εθνικής, περιφερειακής και τοπικής εμβέλειας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στρατηγική επιλογή της Digea ήταν η εκπομπή με το σύστημα κωδικοποίησης MPEG4/H.264/AVC σε αντίθεση με το MPEG2 που είχε αρχίσει να εκπέμπει η EPT.

2.3.2 DIGITAL UNION

Η Digital Union Α.Ε ιδρύθηκε το 2009 και είναι το εγχείρημα 16 περιφερειακών και τοπικών σταθμών της Ελλάδας με σκοπό την ψηφιακή μετάβαση τους (Digital Union, 2012). Οι σταθμοί που την αποτελούν είναι:

- ΤηλεΚρήτη (Λασιθί)
- GTV (Γαλάτσι)
- Blue Sky (Αττική)
- Super B (Πάτρα)
- TV Θεσσαλονίκη (Θεσσαλονίκη)
- Leranto (Ναύπακτος)

- Έψιλον TV (Κεντρική Στερεά Ελλάδα)
- Cosmos TV (Αλεξανδρούπολη)
- Time Channel (Θεσσαλονίκη)
- Flash TV (Κοζάνη)
- Πέλλα TV (Πέλλα)
- Νέα Τηλεόραση Κρήτης TV (Κρήτη)
- Corfu Channel (Κέρκυρα)

Δημιουργήθηκε με σκοπό να παρέχει τη δυνατότητα της επίγεια ψηφιακής μετάδοσης, με χαμηλό κόστος, των 83 περιφερειακών και τοπικών καναλιών που διαθέτουν έγκριση ψηφιακής μετάδοσης από το Ε.Σ.Ρ.

2.4 Η μετάβαση στην ψηφιακή τηλεόραση

Η ΕΡΤ ξεκίνησε την άνοιξη του 2006, πολύ πριν την περίοδο της παράλληλης αναλογικής και ψηφιακής τηλεοπτικής εκπομπής, την ψηφιακή της μετάβαση με την κάλυψη αρχικά τριών ΕΠΕ της Αττικής, της Θεσσαλονίκης και της Θεσσαλίας (ΕΡΤ, 2006). Παρόλα τα προβλήματα που συνάντησε, κατάφερε να προχωρήσει εν μέρει στην ψηφιακή μετάβαση πέντε ΕΠΕ που καλύπτουν το 70% του πληθυσμού της Ελλάδας όμως συνέχισε να υστερεί στην γεωγραφική κάλυψη της ελληνικής επικράτειας. Ως τον Ιούνιο του 2011 μετά από πέντε χρόνια ψηφιακής μετάβασης η ΕΡΤ με εξαίρεση την περιοχή της Θράκης δεν είχε καταφέρει να ξεφύγει από τις προαναφερθείσες περιοχές ενώ είχε έτοιμο εξ' αρχής το πλάνο της ψηφιακής μετάβασης από δέκα μεγάλα κέντρα εκπομπής (Ακαρνανικά Όρη, Βίτσι, Θάσο, Πήλιο κ.α.). Αν και το συγκεκριμένο project ξεκίνησε πιλοτικά να λειτουργεί το Νοέμβριο του 2008 με τροφοδοσία μέσω δορυφόρου σύντομα σταμάτησε τη λειτουργία του για αδιευκρίνιστους από την πολιτεία λόγους.

Στις 24 Σεπτεμβρίου του 2009 η Digea ξεκίνησε από τον Κορινθιακό κόλπο την πρώτη εκπομπή επίγειου ψηφιακού σήματος των επτά (ALPHA, ALTER, ANTENNA, MAKEDONIA TV, MEGA, ΣΚΑΪ και STAR) τηλεοπτικών σταθμών εθνικής εμβέλειας που συμμετέχουν στην εταιρεία της.

Η επιλογή του συγκεκριμένου κέντρου εκπομπής (Ξυλόκαστρο) για την πρώτη ψηφιακή μετάδοση πραγματοποιήθηκε με γνώμονα ότι επηρεάζει ελάχιστα την επίγεια αναλογική μετάδοση στην ευρύτερη περιοχή. Αυτό θεωρήθηκε επιβεβλημένο καθώς δεν ήταν αναγκαία η άμεση προμήθεια αποκωδικοποιητών από το τηλεοπτικό κοινό.

Το ψηφιακό τηλεοπτικό σήμα της Digea κάλυψε τις εξής πόλεις: Αίγιο, Ακράτα, Άσπρα Σπίτια, Βραχάτι, Γαλαξίδι, Δερβέني, Διακοφτό, Ερατεινή, Ιτέα, Καμάρι, Κιάτο, Κόρινθος, Λουτράκι, Ναύπακτος, Ξυλόκαστρο και Ψάθα.

Στις 14 Ιανουαρίου του 2010 τα τηλεοπτικά κανάλια της Digea εξέπεμψαν για πρώτη φορά το ψηφιακό τηλεοπτικό σήμα τους στη Θεσσαλονίκη και στη ευρύτερη περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας. Τα κέντρα εκπομπής που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο Χορτιάτης και το Φιλίππειο. Στο πρώτο η αναλογική εκπομπή των τηλεοπτικών σταθμών συνεχίστηκε κανονικά ενώ στο δεύτερο διακόπηκε αφού ήδη υπήρχε πρόβλημα στους Δήμους Συκεών και Πολίχνης στην αναλογική μετάδοση των σταθμών. Άλλες πόλεις που εξυπηρετήθηκαν από τα 2 κέντρα εκπομπής ήταν το Κιλκίς, η Κατερίνη και η Έδεσσα.

Στις 18 Ιουνίου του 2010 η Digea εφαρμόζοντας την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 21161/08 ξεκίνησε την ψηφιακή εκπομπή των 7 τηλεοπτικών καναλιών πανελληνίας εμβέλειας στην Αττική από τα κέντρα εκπομπής της Υμηττού και της Αίγινας. Ήταν ένα από τα μεγάλα βήματα προς την ψηφιακή μετάβαση αφού από τα συγκεκριμένα κέντρα εξυπηρετήθηκαν με ψηφιακό σήμα πάνω από 4.500.000 κατοίκων. Οι εκπρόσωποι της εταιρείας πριν προχωρήσουν στο σημαντικό βήμα συναντήθηκαν με εκπροσώπους της τοπικής αυτοδιοίκησης των Δήμων Βούλας, Γλυφάδας και Περάματος. Μέρος των κατοίκων των περιοχών αυτών έπρεπε να προσαρμοστούν άμεσα λόγω μη εναλλακτικού τρόπου λήψης του τηλεοπτικού σήματος, μετά την διακοπή των αναλογικών μεταδόσεων από την Αίγινα. Το σημαντικό κέντρο αναλογικής εκπομπής της Πάρνηθας δεν συμμετείχε στην ψηφιακή μετάβαση.

Την 1η Σεπτεμβρίου του 2010, η Digea εκτός από τους 7 ιδιωτικούς σταθμούς εθνικής εμβέλειας, ανέλαβε και την ψηφιακή εκπομπή 8 τηλεοπτικών σταθμών περιφερειακής εμβέλειας της Αττικής 0-6TV, ATTICA TV, EXTRA CHANNEL-3, HIGH TV, MAD TV, MTV Greece, NICKELODEON και SPORT TV στο λεκανοπέδιο της Αττικής. Η ψηφιακή μετάδοση των προγραμμάτων τους πραγματοποιήθηκε από το κέντρο εκπομπής της Αίγινας στο δίαυλο 54 για τους τηλεοπτικούς σταθμούς ATTICA TV, EXTRA CHANNEL-3, HIGH TV, NICKELODEON και στο δίαυλο 63 για τους 0-6 TV, MAD TV, MTV GREECE, και SPORT TV.

Την Παρασκευή 19 Νοεμβρίου 2010 ξεκίνησε η ψηφιακή εκπομπή των δύο ψηφιακών μπουκέτων της ΕΡΤ στην ευρύτερη περιοχή της Θράκης από το Κέντρο Εκπομπής Πλάκας Αλεξανδρούπολης σε συγχρονισμένη ψηφιακή μετάβαση με τη Digea. Οι περιοχές ψηφιακής κάλυψης ήταν το νότιο τμήμα του Νομού Έβρου, το νότιο τμήμα του νομού Ροδόπης και το νοτιοανατολικό τμήμα του νομού Ξάνθης.

Το πρώτο ψηφιακό μπουκέτο εξέπεμπε από το κανάλι 58 των UHF με τα τηλεοπτικά προγράμματα NET, ET-1, ET-3, Βουλή και τα πέντε ραδιοφωνικά NET 105.8, Δεύτερο & Τρίτο πρόγραμμα, ΕΡΑ Σπορ και ΚΟΣΜΟΣ) ενώ το δεύτερο ψηφιακό μπουκέτο εξέπεμπε από το κανάλι 64 των UHF με τα προγράμματα Σινέ+, Σπορ+, Πρίσμα+ και PIKSat.

Λόγω της έναρξης της ψηφιακής μετάδοσης και της υποχρεωτικής ανακατανομής συχνοτήτων στην περιοχή σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, η αναλογική μετάδοση της ET-1 από το Κέντρο Εκπομπής Πλάκας μεταφέρθηκε στο κανάλι 52 των UHF ενώ της ET-3 στο κανάλι 41 των UHF. Επίσης, η αναλογική μετάδοση της NET από μικρό αναμεταδότη της Ξάνθης με περιοχή κάλυψης μόνον μέρος της παλαιάς πόλης μεταφέρθηκε στο κανάλι 33.

Παράλληλα στις 19 Νοεμβρίου 2010 η Digea ξεκίνησε τη μετάδοση με ψηφιακό σήμα από το κέντρο εκπομπής Πλάκας Αλεξανδρούπολης των ιδιωτικών καναλιών εθνικής εμβέλειας Ant1, Star, Alpha, Σκάϊ, Alter και Μακεδονία TV στο νότιο τμήμα της Θράκης. Από το συγκεκριμένο κέντρο εκπομπής κάλυψε την Ξάνθη και το νοτιοανατολικό τμήμα του Νομού Ξάνθης, την Κομοτηνή και το νότιο τμήμα του Νομού Ροδόπης, την Αλεξανδρούπολη και το νότιο τμήμα του Νομού Έβρου καθώς και το βόρειο τμήμα της Σαμοθράκης. Σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση υπήρξε άμεση διακοπή του αναλογικού σήματος από το συγκεκριμένο κέντρο εκπομπής και από τις προαναφερθείσες περιοχές αυτές που επηρεάστηκαν άμεσα λόγω μη εναλλακτικού τρόπου λήψης των αναλογικών καναλιών ήταν η Αλεξανδρούπολη, περιοχές της βόρειας Σαμοθράκης, μέρος των Φερών Έβρου και μέρος του Δήμου Τραϊανούπολης.

Την Τρίτη 14 Δεκεμβρίου του 2010 η EPT εξέπεμψε από το κέντρο εκπομπής της Αίγινας και τον δίαυλο 52 UHF, το δεύτερο ψηφιακό της μπουκέτο που περιελάμβανε τα κρατικά κανάλια ET1, NET, ET-3 και Βουλή καθώς και τους κρατικούς ραδιοφωνικούς σταθμούς EPA Σπορ, NET 105.8, Δεύτερο & Τρίτο πρόγραμμα και το Κόσμος. Η αναλογική μετάδοση των συγκριμένων τηλεοπτικών προγραμμάτων της EPT από τους διαύλους 23 UHF για την ET-1, 28 UHF για την ET-3 και 51 UHF για τη NET διακόπηκε οριστικά την ίδια ημέρα. Το πρώτο ψηφιακό μπουκέτο της EPT που ήδη μετέδιδε ψηφιακά τα προγράμματα Σινέ+, Σπορ+, Πρίσμα+ και PIK Satellite εξακολούθησε να εκπέμπει χωρίς καμιά μεταβολή από το δίαυλο 48 UHF.

Το Σάββατο 20 Ιουλίου του 2011 η EPT πραγματοποίησε ένα ακόμη βήμα για την ψηφιακή μετάβαση καθώς μετέδωσε ψηφιακά τα προγράμματα της από το κέντρο εκπομπής του Ξυλοκάστρου Κορινθίας. Η κάλυψη από το ανωτέρω κέντρο αφορούσε την ευρύτερη περιοχή του Κορινθιακού κόλπου και συγκεκριμένα από τη βόρεια Πελοπόννησο ως της περιοχή του Αιγίου καθώς και τη νότια Στερεά Ελλάδα. Το πρώτο ψηφιακό μπουκέτο από το δίαυλο 61 UHF περιείχε τα ψηφιακά προγράμματα των Σινεσπόρ+, Πρίσμα+, PIK Satellite και το κανάλι της Βουλής. Ενώ το δεύτερο ψηφιακό μπουκέτο τα κρατικά κανάλια ET1, ET3, NET και EPT HD και τα πέντε κρατικά ραδιοφωνικά προγράμματα. Η μόνη αλλαγή που υπήρξε στα ήδη μεταδιδόμενα αναλογικά προγράμματα ήταν η μετακίνηση στο δίαυλο 41 UHF της NET στη θέση της ET.

Μια ημερομηνία ορόσημο για τη μετάβαση στην ψηφιακή τηλεόραση στον Ελλαδικό χώρο είναι η 1η Ιουλίου του 2011 όπου η Κύπρος πραγματοποίησε το πλήρες αναλογικό switch off των τηλεοπτικών σταθμών στην επίγεια αναλογική τηλεόραση (Greek Digital Tv, 02/06/2011). Η εξέλιξη αυτή χώρισε τους τηλεοπτικούς σταθμούς της Κύπρου σε δύο κατηγορίες:

- Στους θεματικούς τηλεοπτικούς σταθμούς όπου ανήκουν τα κανάλια που μεταδίδουν κινηματογραφικές ταινίες, ντοκιμαντέρ, μουσική κ.α.
- Στους τηλεοπτικούς σταθμούς γενικού ενδιαφέροντος που περιλαμβάνει όλα τα είδη προγραμμάτων με την υποχρέωση να μεταδίδουν και δελτία ειδήσεων, ειδήσεων.

Στα αξιοσημείωτα του κυπριακού switch off θεωρούνται η κατάργηση των τοπικών καναλιών και η αδειοδότηση από την Αρχή Ραδιοτηλεόρασης της Κύπρου, νέων τηλεοπτικών σταθμών για την απόκτηση παγκύπριας άδειας εκπομπής. Το πλήρες αναλογικό switch off οδήγησε στην υποχρεωτική αναβάθμιση των τηλεοπτικών δεκτών σε MPEG 4.

Την Παρασκευή 27 Μαΐου του 2011 η Digea προχώρησε από το κέντρο εκπομπής Δοβρούτσι στην ψηφιακή μετάδοση των ιδιωτικών τηλεοπτικών σταθμών εθνικής εμβέλειας Ant1, Mega, Star, Alpha, Σκάϊ, Alter και Μακεδονία TV. Το κέντρο εκπομπής κάλυψε τους Νομούς Λάρισας, Τρικάλων και Καρδίτσας ενώ οι δίαυλοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι 22 και 29 στα UHF. Παράλληλα πραγματοποιήθηκαν οι ψηφιακές μεταδόσεις από τον ψηφιακό πάροχο Digital Union στο δίαυλο 47 του μπουκέτου περιφερειακών καναλιών Θεσσαλία TV, TRT, TV10 και Digital Union προπο καθώς του δεύτερου ψηφιακού μπουκέτου της EPT με τα κρατικά τηλεοπτικά και ραδιοφωνικά κανάλια. Τη Δευτέρα 25 Απριλίου του 2011 η EPT χρησιμοποίησε για πρώτη φορά το σύστημα εκπομπής MPEG-4. Η σημαντική αυτή εξέλιξη αφενός γεφύρωσε το χάσμα με τον ψηφιακό πάροχο Digea που εξέπεμπε από τον Σεπτέμβριο 2009 με το ίδιο σύστημα ενώ η EPT με MPEG-2. Αφετέρου έδωσε τη δυνατότητα στην EPT να προσφέρει στους τηλεθεατές την πρώτη υπηρεσία υψηλής ευκρίνειας με τη μετάδοση σε πιλοτική βάση της EPT HD από τα κέντρα εκπομπής της Αττικής από το δίαυλο 51 UHF, της Θεσσαλονίκης από το δίαυλο 23 UHF και Θράκης από το δίαυλο 58 UHF.

Την Παρασκευή 09 Δεκεμβρίου του 2011 ο νέος σταθμός για την ψηφιακή μετάβαση ήταν το κέντρο εκπομπής Ακαρνανικά. Η EPT μετέδωσε από το δίαυλο 28 τα κανάλια ET1, NET, ET-3, EPT HD καθώς και τα ραδιοφωνικά της προγράμματα.

Η Digea μετέδωσε από το δίαυλο 31 τους τηλεοπτικούς σταθμούς Ant1, Alpha, Alter και Μακεδονία TV και από το δίαυλο 37 τα κανάλια Σκάϊ, Star και Mega. Το κέντρο εκπομπής Ακαρνανικά καλύπτει τους Νομούς Άρτας, Λευκάδας, Πρεβέζης, Αιτωλοακαρνανίας και μέρος του Νομού Αχαΐας.

Την Παρασκευή 3 Φεβρουαρίου του 2012 η EPT, η Digea και τα περιφερειακά τηλεοπτικά κανάλια ξεκίνησαν τις ψηφιακές τους μεταδόσεις από το κέντρο εκπομπής Αρόης που λειτουργεί ως συμπλήρωμα στις αδύναμες περιοχές των κέντρων εκπομπής Ακαρνανικών και Ξυλοκάστρου. Το συγκεκριμένο κέντρο εκπομπής εξυπηρετεί τις πόλεις Πάτρα, Μεσολόγγι και Ναύπακτο και τις παρατηλίες σε αυτές περιοχές καθώς και το βορειοδυτικό τμήμα του Νομού Ηλείας και το νότιο τμήματα του Νομού της Αιτωλοακαρνανίας. Έτσι το ψηφιακό τοπίο στην ευρύτερη περιοχή της Αχαΐας διαμορφώθηκε ως εξής:

- Στον Δίαυλο 24 EPT και NOVA (Euronews, TV 5 Europe, Novasports 1, Novacinema 1+Disney XD)
- Στον Δίαυλο 25 EPT Digital (ET1, NET, ET3, EPT HD, EPT ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΑ)
- Στον Δίαυλο 31 Digital Union (Πάτρα TV, NET, Achaia Channel, Κόσμος TV)

- Στον Δίαυλο 42 EPT Digital (Cine/Sport+, Prisma+,PIK, Βουλή των Ελλήνων)
- Στον Δίαυλο 44 Digea (Ant1, Alpha, Alter,Μακεδονία Tv)
- Στον Δίαυλο 46 Digea (Mega, Star, Σκαί)
- Στον Δίαυλο 53 Digital Union (Best Tv, Lepanto Tv, OPT, EPZ)

Την Παρασκευή 25 Φεβρουαρίου ήταν η σειρά της Ρόδου να προχωρήσει στην πλήρη ψηφιακή μετάβαση καθώς η Digea από το κέντρο εκπομπής Monte Smith εξέπεμψε από τους διαύλους 27 και 38 UHF τα ιδιωτικά κανάλια εθνικής εμβέλειας.

Την ίδια χρονική στιγμή ξεκίνησαν και οι εκπομπές των περιφερειακών καναλιών των Δωδεκανήσων Red TV στο δίαυλο 53 UHF από την ιδιωτική τοπική ψηφιακή πλατφόρμα Telewawe και Κόσμος TV, Δημοτική Τηλεόραση της Κω, Τριδα TV και ΔΗΡΑΣ στο δίαυλο 59 UHF. Την Πέμπτη 5 Απριλίου του 2012, στο Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών & Δικτύων πραγματοποιήθηκε δημόσια διαβούλευση για την τροποποίηση και διαμόρφωση του οριστικού χάρτη για τις συχνότητες της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης.

Κατά τη διάρκειά της παρουσιάστηκαν:

- τις υποχρεώσεις της Ελλάδα σχετικά με το Ψηφιακό Μέρισμα
- το τρέχον χρονοδιάγραμμα για την ολοκλήρωση της μετάβασης στην επίγεια υποχρεώσεις της Ελλάδας σχετικά με το Ψηφιακό Μέρισμα ψηφιακή τηλεόραση
- το χρονοδιάγραμμα για την ολοκλήρωση του χάρτη συχνοτήτων
- τα αποτελέσματα της μελέτης του συμβούλου Analysis Mason σχετικά με την χρονοδιάγραμμα για την ολοκλήρωση του χάρτη συχνοτήτων σχετικά με την αποτίμηση της αξίας του Ψηφιακού Μερισματος καθώς και τη στρατηγική διανομής του Φάσματος μεταξύ Ψηφιακού Μερισματος και της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης.

Παρουσιάστηκε επίσης το Ερευνητικό Πανεπιστημιακό Ινστιτούτο Συστημάτων Επικοινωνιών και Υπολογιστών (ΕΠΙΣΕΥ) του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, και συγκεκριμένα οι καθηγητές Φ. Κωνσταντίνου και ο Θ. Κανάτας και η ερευνητική τους ομάδα, ως ο νέος ανάδοχος, ο οποίος θα υποστηρίξει το Υπουργείο στο έργο «Παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών για την ψηφιακή τηλεόραση και το ψηφιακό μέρισμα», με βασικό στόχο τη διαμόρφωση του οριστικού χάρτη συχνοτήτων της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης. (Digea, 2013)

2.5 Πλεονεκτήματα ψηφιακής τηλεόρασης

- Το αναλογικό σήμα σε ένα τηλεοπτικό studio μεταφέρεται με τη μορφή ηλεκτρικής τάσης, που για λόγους απλούστευσης θεωρούμε ότι έχει ημιτονοειδή μορφή. Όταν στο ωφέλιμο σήμα επιδρούν παρεμβολές λόγω υψηλών συχνοτήτων ή από το ηλεκτρικό δίκτυο, εμφανίζεται θόρυβος ο οποίος δεν μπορεί να διαχωριστεί από το ωφέλιμο σήμα, προκαλώντας την υποβάθμιση της ποιότητάς του. Στο ψηφιακό σήμα γνωρίζουμε τις δύο προκαθορισμένες στάθμες του, θεωρώντας οποιαδήποτε άλλη τιμή ως θόρυβο.
- Επίσης το αναλογικό σήμα χάνει ένα μέρος της ποιότητάς του σε κάθε στάδιο της επεξεργασίας.
- Η φύση των ψηφιακών σημάτων και η χρήση μνήμης RAM (Random Access Memory) καθιστά πολύ εύκολη την εισαγωγή καθυστέρησης. Μία από τις κλασικότερες εφαρμογές του τύπου αυτού είναι το TBC (Time Base Corrector) (Φραγκούλης, 2001).
- Τα ψηφιακά σήματα αποθηκεύονται εύκολα και παρέχουν μεγαλύτερη δυνατότητα και ευκολία επεξεργασίας. Συνεισφέρουν στη δημιουργία πολύπλοκων εφέ χωρίς απώλειες στην ποιότητά τους. Παρέχεται η δυνατότητα για πολλά αντίγραφα χωρίς υποβιβασμό της πληροφορίας διότι απλά αντιγράφονται αριθμοί.
- Τα σήματα αυτά μπορούν να μεταδοθούν σε μεγάλες αποστάσεις. Ο ρυθμός μετάδοσης (bps) μπορεί να αυξομειώνεται έτσι ώστε να προσαρμόζεται σε διάφορες απαιτήσεις. Η τεχνική της πολυπλεξίας πραγματοποιείται εύκολα και είναι αξιόπιστη, προσφέροντας πολλά κανάλια μετάδοσης σε περιορισμένο εύρος συχνοτήτων (Τσαμούταλος et al., 2000).
- Για τη μετάδοση μέσω καλωδίου, χρησιμοποιείται το γνωστό ομοαξονικό καλώδιο με συνδετήρα BNC (British Naval Connector) όπως και στο αναλογικό σήμα, επιτρέποντας όμως τη μεταφορά του σήματος μέχρι 300 μέτρα έναντι των 50 μέτρων του αναλογικού σήματος (Φραγκούλης, 2001).
- Τα ψηφιακά σήματα παρέχουν τη δυνατότητα μετάδοσης HDTV, wide screen (16:9) και ήχου surround 5.1. Εάν ο δέκτης είναι ψηφιακός, η ποιότητα της εικόνας και του ήχου είναι πολύ βελτιωμένη σε σχέση με την αναλογική μετάδοση (Δημητριάδης et al., 2004)
- Σε ό,τι αφορά τη συνδρομητική τηλεόραση, υπάρχουν πολλά συστήματα κρυπτογράφησης της πληροφορίας.
- Προσφέρεται υψηλός βαθμός ολοκλήρωσης (integration). Παρέχεται δηλαδή η τεχνολογική δυνατότητα διαχειρισμού οποιασδήποτε ψηφιακής πληροφορίας (κείμενα, γραφικά, εικόνες, βίντεο, ήχος) χρησιμοποιώντας το ίδιο hardware. Κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό με το αναλογικό σήμα. Για παράδειγμα, ο

αναλογικός ήχος ενός πικάπ και η εικόνα μιας μαγνητοταινίας απαιτούν διαφορετικές συσκευές αναπαραγωγής. Σε αντίθεση, ένα μουσικό CD και ένα VCD αναπαράγονται από τον ίδιο υπολογιστή.

- Ένα ψηφιακό σήμα παρουσιάζει απόλυτη σταθερότητα gain και απόκριση συχνότητας (Φραγκούλης, 2001).
- Οι τεχνικές συμπίεσης έχουν βελτιωθεί πάρα πολύ παρέχοντας τη δυνατότητα τοποθέτησης πολλών ψηφιακών καναλιών στο εύρος ζώνης που καταλαμβάνει ένα μόνο αναλογικό κανάλι (Brice, 2002).
- Επιτρέπει την επεξεργασία τυχαίας προσπέλασης σε αντίθεση με τη γραμμική επεξεργασία του αναλογικού.
- Έχει μικρότερο μέγεθος βιντεοκάμερας, κασετών κτλ.
- Το ψηφιακό σήμα συνεργάζεται άψογα με τον υπολογιστή που έχει κατακλύσει την τηλεοπτική βιομηχανία και την ζωή μας γενικότερα.
- Μείωση της ισχύος εκπομπής.
- Αυξημένες δυνατότητες διαδραστικότητας και μεταφοράς βοηθητικών δεδομένων (metadata) (Σαλάπας, 2001).
- Ευκολότερος σχεδιασμός κυκλωμάτων.
- Εύκολος προγραμματισμός λειτουργιών.
- Δυνατότητα επεξεργασίας της εικόνας στο δέκτη μέσω αλγορίθμων ψηφιακής επεξεργασίας.
- Εύκολη η απόκρυψη δεδομένων.
- Μικρότερο κόστος.

2.6 Μειονεκτήματα ψηφιακής τηλεόρασης

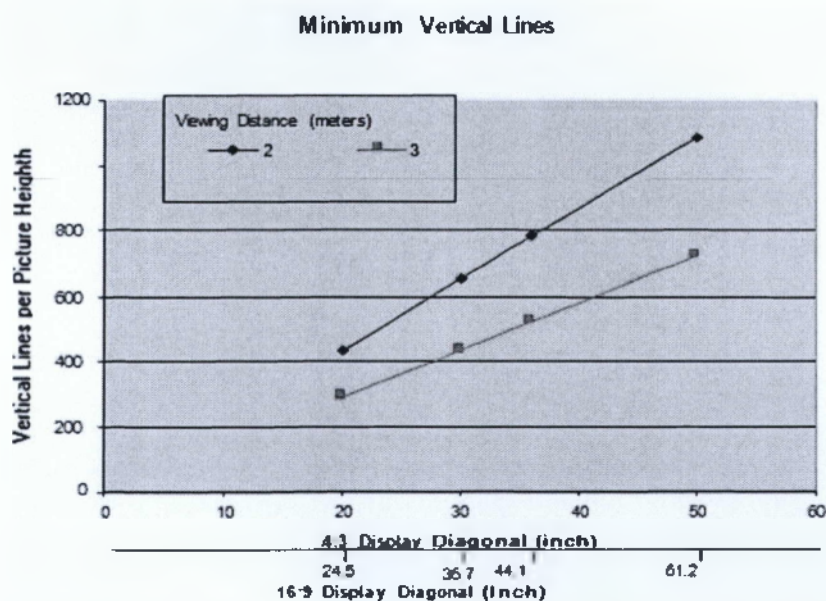
- Παρουσιάζεται πρόβλημα πιστότητας στην καταγραφή της πληροφορίας που δημιουργεί η διαδικασία της δειγματοληψίας και κβάντωσης του αναλογικού σήματος.
- Για υψηλή ποιότητα σήματος απαιτείται μεγάλη συχνότητα δειγματοληψίας (θεώρημα Nyquist) και πολλά bit κβάντισης (ανάλογα με την δυναμική περιοχή). Επίσης η κβαντοποίηση και οι αλγόριθμοι συμπίεσης δυστυχώς δεν καταλαβαίνουν ποιο είναι το σήμα και ποιος ο θόρυβος.
- Υπάρχει απαίτηση για μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων από το κανάλι μετάδοσης.

- Τα προς μετάδοση αναλογικά σήματα πρέπει πρώτα να μετατραπούν σε ψηφιακά στον πομπό και στη συνέχεια να μετατραπούν πάλι σε αναλογικά στο δέκτη. Η όραση και η ακοή είναι αναλογικά αισθητήρια όργανα και μάλιστα λογαριθμικής επεξεργασίας. Για αυτό το λόγο οι συσκευές αναπαραγωγής εικόνας και ήχου είναι επίσης αναλογικές.
- Τα μειονεκτήματα της component αναλογικής τεχνολογίας λύθηκαν με την digital serial μορφή της που επιτρέπει τη μεταφορά των τριών συνιστωσών με ένα μόνο καλώδιο εξασφαλίζοντας έτσι την αξιοποίηση των δύο καλύτερων μορφών που μπορεί να λάβει το σήμα video. Το Serial Digital Interface (SDI) παρουσιάστηκε στην αγορά το 1991 και περιγράφηκε ως CCIR10601(Committee Consultative International Radio – communications) ενώ σήμερα αναφέρεται ως ITU 601 (International Telecommunications Union).

Κεφάλαιο 3

3.1 Τηλεοράσεις υψηλής ευκρίνειας και ψηφιακή εποχή

Το 1936, οι τεχνικοί της EMI είχαν χαρακτηρίσει την τηλεόραση των 405 γραμμών ως υψηλής ευκρίνειας. Το 1960 στην Ιαπωνία το εργαστήριο του κρατικού ιαπωνικού σταθμού NHK (Nippon Hoso Kyokai) άρχισε να εργάζεται πάνω σε ένα νέο πρότυπο το οποίο χαρακτηρίστηκε ως «η τηλεόραση του επόμενου αιώνα» και αργότερα ως HDTV. Οι μηχανικοί της NHK διαπίστωσαν ότι όσο πιο κοντά βρίσκονται οι θεατές στην οθόνη, τόσο μεγαλύτερο μέρος του οπτικού του πεδίου καλύπτεται και τόσο περισσότερο αισθάνεται ο τηλεθεατής ότι συμμετέχει στα δρώμενα. Μετά από πειράματα, η ιδανική απόσταση καθορίστηκε περίπου στις 3 φορές το ύψος της οθόνης (εικόνα 1). Σε μία τέτοια απόσταση όμως, οι οριζόντιες γραμμές της οθόνης είναι ορατές και ο τηλεθεατής ζαλίζεται. Επίσης, μία πιο ευρεία οθόνη αντιστοιχεί περισσότερο στην ανθρώπινη όραση.



Εικόνα 3.1: Γράφημα απόστασης θέασης, διαστάσεις οθόνης – ποιότητα σήματος.

Θα έπρεπε λοιπόν να αυξηθούν οι γραμμές οριζόντιας σάρωσης και να μεταβληθεί ο λόγος όψεως. Μια αύξηση στην συχνότητα σάρωσης των πλαισίων θα παρείχε πιο σταθερή εικόνα (π.χ. 75 Hz). Όλες αυτές οι αλλαγές όμως αυξάνουν σημαντικά το εύρος ζώνης συχνοτήτων. Ένα βασικό ερώτημα που τέθηκε ήταν ο τρόπος σάρωσης. Πεπλεγμένη ή προοδευτική;

Η προοδευτική σάρωση μειώνει το flickering, αυξάνει όμως το εύρος ζώνης. Η HDTV παλαιότερα αναφέρονταν και ως ADTV, EDTV και IDTV. Η βασική ιδέα στην HDTV είναι να επιτύχει αυξημένο οπτικό πεδίο (wide screen) και ποιότητα εικόνας εφάμιλλη του φιλμ 35 mm (Τσαμούταλος et al., 2000).

Από τις πρώτες ημέρες του κινηματογράφου έγινε αντιληπτό ότι οι θεατές που καθόταν στο μεσαίο και εμπρόσθιο τμήμα της αίθουσας, απολάμβαναν εντονότερα την κινηματογραφική δράση. Αυτό συνέβαινε γιατί από τις θέσεις αυτές η εικόνα κάλυπτε επιφάνεια μεγαλύτερη από το οπτικό πεδίο του θεατή. Για καλύτερη εκμετάλλευση του φαινομένου, οι ταινίες απέκτησαν σύντομα μεγαλύτερο πλάτος και καθιερώθηκαν νέες φόρμες εικόνας.

Η τηλεόραση προσπάθησε να ακολουθήσει αυτές τις εξελίξεις, χωρίς μεγάλη αρχικά επιτυχία. Η έρευνα για τη δημιουργία ενός νέου προτύπου που να καλύπτει τις παραπάνω απαιτήσεις, ξεκίνησε στην Ιαπωνία το 1968 και ονομάστηκε Hi-Vision.

Πολύ σύντομα ακολούθησε η Ευρώπη με το HD-MAC ενώ η Αμερική καθυστέρησε αρκετά. Αυτή η καθυστέρηση της πρόσφερε τελικά ένα σημαντικό τεχνολογικό πλεονέκτημα, γιατί επέτρεψε να υιοθετηθεί ένα σύστημα εξ' ολοκλήρου ψηφιακό, σε αντίθεση με το ιαπωνικό και ευρωπαϊκό, τα οποία ήταν αναλογικά.

Στην Ιαπωνία οι πρώτες εκπομπές Hi-Vision ξεκίνησαν το 1989, ενώ το ευρωπαϊκό σύστημα HD-MAC εγκαταλείφθηκε οριστικά το 1993. Το αμερικάνικο σύστημα τέθηκε για πρώτη φορά σε εφαρμογή το 1999. Η Ιαπωνία επανήλθε με το NHK Hi-Vision το οποίο χρησιμοποιούσε αναλογική εκπομπή 1125 γραμμές σάρωσης, λόγο πλευρών εικόνας 16:9, ενδιάμεση σάρωση 60 πεδίων το δευτερόλεπτο και ξεχωριστή εκπομπή σημάτων φωτεινότητας και χρωματικότητας με εύρος ζώνης 20 MHz και 10 MHz αντίστοιχα. Το μεγάλο εύρος ζώνης κάνει αδύνατη τη χρήση του στα επίγεια κανάλια ασύρματης εκπομπής τα οποία είναι ήδη ασφυκτικά κατειλημμένα και από άλλες υπηρεσίες. Για αυτό χρησιμοποιείται μια παραλλαγή του συστήματος για δορυφορική εκπομπή που ονομάζεται MUSE (Multiple sub Sampling and Encoding). Σκοπός του συστήματος είναι η μείωση του εύρους ζώνης στα 8 MHz. Η μείωση των δεδομένων πραγματοποιείται με υποδειγματοληψία 3:1. Έτσι για κάθε τρεις κουκίδες εικόνας εκπέμπεται μόνο μια. Στο δέκτη απαιτούνται τρεις διαδοχικές σαρώσεις της ίδιας γραμμής για να εμφανιστούν και οι τρεις κουκίδες στην οθόνη.

Το 2004, ξεκίνησε εκπομπές το πρώτο ευρωπαϊκό κανάλι HDTV το EURO 1080 που εξέπεμπε δορυφορικά από το Hove του Βελγίου.

Χρησιμοποιούσε το format 1080i και 50Hz σάρωση. Για την καταγραφή της πληροφορίας είχαν επιλεγεί τα D5 και DVC PRO-HD της Panasonic. Ο ήχος ήταν 5.1 Dolby Digital, η εκπομπή ήταν σε MPEG-2 HD ενώ υπήρχε η υποδομή για την τοποθέτηση υποτίτλων και φωνής πολλών γλωσσών. Εκείνη τη χρονική στιγμή

ήδη υπήρχαν τηλεοπτικοί σταθμοί υψηλής ευκρίνειας. Στην Ασία, όλα τα ιαπωνικά κανάλια, το Korean Broadcasting και το CCTV China. Στην Αυστραλία, το HD net και στη Νότιο Αμερική το TV Azteca στο Μεξικό και το TV Globo στην Βραζιλία.

Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα έλλειψης HD συσκευών από τους θεατές, το κανάλι διένειμε το σήμα του σε κινηματογράφους και άλλες αίθουσες που διέθεταν σύστημα προβολής εικόνας υψηλής ανάλυσης. Για τη διάδοση του HDTV στην Ευρώπη έπρεπε συνεπώς, οι τηλεθεατές να προμηθευτούν ανάλογες συσκευές. (Γκόλφης, 2003).

3.2 Αλλαγές που έφερε η HDTV

Η HDTV μπορεί να είναι αναλογική ή ψηφιακή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι διαθέσιμες τεχνικές μετάδοσης, όπως ασύρματη επίγεια, καλωδιακή μέσω ομοαξονικού καλωδίου ή οπτικής ίνας και δορυφορική. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η χωρητικότητα του καναλιού μετάδοσης έτσι ώστε να εφαρμοστεί η κατάλληλη τεχνική συμπίεσης για τη μείωση του εύρους ζώνης συχνοτήτων. Το πρότυπο MPEG-2 έχει επικρατήσει σε Αμερική (ATSC) και Ευρώπη (DVB). Συγκεκριμένα χρησιμοποιείται το MPEG2 MP@HL (Main Profile at High Level) στις παραλλαγές DVB-T (Terrestrial), DVB-C (Cable) και DVB-S (Satellite).

Η ποιότητα του σήματος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και αναγνωρίζεται κυρίως από το τελικό data rate. Οι παράγοντες αυτοί είναι η μορφή του σήματος (RGB ή YUV), η ανάλυση και ο τρόπος σάρωσης (p ή i), η δειγματοληψία (4:4:4, 4:4:2, 4:2:0 κλπ.), τα bit κβάντισης (8 ή 10 bit) και ο τρόπος συμπίεσης (MPEG, DV κ.α.).

Βασική παράμετρος για την εξάπλωση της HDTV ήταν η ύπαρξη παραγωγών υψηλής ευκρίνειας. Η ποιότητα της εικόνας των κινηματογραφικών φιλμ και ο λόγος των πλευρών της οθόνης συνέβαλλε στη διάδοση της HDTV. Οι τηλεοπτικοί σταθμοί θα πρέπει να επενδύσουν σε εξοπλισμό HD και να κάνουν παραγωγές σε αυτό το format.

Η παραγωγή των σειρών άρχισε να γίνεται σε HD αντί του φιλμ 16 mm διότι αποδείχτηκε πιο φτηνό κατά 20%, παρέχοντας καλύτερη ποιότητα εικόνας. Επίσης, απολύτως απαραίτητο θεωρείται το HD όταν μία παραγωγή προορίζεται για εξαγωγή προϊόν αφού μεγάλες και σημαντικές αγορές το θεωρούν de facto standard.

Η τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας επέφερε και άλλες αλλαγές:

- Το HD απαιτεί μεγαλύτερη λεπτομέρεια και ποιότητα στην κατασκευή των σκηνικών και αύξησε το κόστος των παραγωγών.
- Η αλλαγή του aspect ratio από 4:3 σε 16:9 αρχικά δυσκόλεψε πολλούς τεχνικούς της τηλεόρασης σε αντίθεση με τους κινηματογραφιστές που γνωρίζουν πολύ καλά το 16:9.
- Μεγαλύτερη προσοχή απαιτεί η εστίαση των φακών διότι αν ένα πλάνο είναι ελάχιστα εκτός εστίασης, το αποτέλεσμα είναι πιο διακριτό από το SD.

- Μεγαλύτερη ευκρίνεια σημαίνει μεγαλύτερη διάρκεια στα πλάνα, ειδικά στα γενικά στο μοντάζ για να μπορεί ο τηλεθεατής να «διαβάσει» το περιεχόμενό τους.

Η απάντηση λοιπόν στο ερώτημα γιατί να επενδύσει κανείς σε HD είναι ότι προσφέρει την καλύτερη δυνατή ποιότητα σύλληψης υλικού. Είτε το υλικό πρόκειται να μεταδοθεί, να γίνει DVD (Digital Video/ Versatile Disc) ή στιδήποτε άλλο στο μέλλον, η πιο ασφαλής επιλογή είναι να έχουμε την υψηλότερη δυνατή ανάλυση.

Όσα γεγονότα θεωρούνται ιστορικής σημασίας καταγράφονται σε HD. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η NASA που πλέον καταγράφει όλα τα υλικά της σε HD (NASA, 2012).

Σε συνέδριο της IBC 2003, αναφέρθηκε για πρώτη φορά ο όρος UHDTV (Ultra High Definition Television) από τον Ιάπωνα Kohji Mitani, στέλεχος του ιαπωνικού τηλεοπτικού δικτύου NHK (Palmieri, 2003).

Το 2006 έγιναν οι πρώτες πειραματικές εκπομπές τηλεόρασης υπέρ-υψηλής ευκρίνειας. Η ανάλυση του UHDTV είναι 16 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του HD. Το UHDTV ή SHV (Super Hi-Vision) έχει ανάλυση 7680x4320 pixel (4000 γραμμές, 8K) με ρυθμό εναλλαγής 60p και 22.2 κανάλια ήχου (εικόνα 24) (NHK, 2012). Η κάμερα έχει ανάλυση 32 Mpixel με bit rate 64 Gbits/s σε 16 εξόδους HD-SDI. Η ταινία καταλαμβάνει χώρο 14 TB ενώ για την προβολή της χρησιμοποιήθηκαν 2 προβολείς. Το data rate συμπιέζεται στα 250 Mbits κατά MPEG-2 για τη μετάδοση.

3.3 Τα πρότυπα ψηφιακής τηλεόρασης

Η Ψηφιακή Επίγεια Εκπομπή Τηλεόρασης (Digital Terrestrial Television Broadcasting – DTTB) αποτελεί την μετάδοση ψηφιακά κωδικοποιημένου σήματος εικόνας, ήχου και πληροφορίας από επίγειους πομπούς και αναμεταδότες σε διάλο εύρους 6, 7 και 8 MHz στις περιοχές συχνοτήτων VHF (Band I και III) και UHF (Band IV και V). Σήμερα, έχουν αναπτυχθεί 3 ξεχωριστά πρότυπα για την DTTB :

Το Advanced Television Systems Committee (ATSC-T), το οποίο υιοθετήθηκε από τις Ηνωμένες Πολιτείες, τον Καναδά και τη Νότια Κορέα. Χρησιμοποιεί διαύλους των 6 MHz και παρέχει ρυθμό μετάδοσης πληροφορίας του ύψους των 19,39 MB/s. (ATSC, 2011).

Το Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB-T), το οποίο υιοθετήθηκε από την Ιαπωνία. Χρησιμοποιεί διαύλους των 6, 7 και 8 MHz και παρέχει ρυθμό μετάδοσης πληροφορίας του φάσματος των 3,561 έως 30,98 MB/s. Το Digital Video Broadcasting (DVB-T), το οποίο υιοθετήθηκε από τις χώρες της Ευρώπης, την Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία. Χρησιμοποιεί διαύλους των 7 και 8 MHz και παρέχει ρυθμό μετάδοσης πληροφορίας του φάσματος των 3,98 έως 31,67 MB/s.

Το DVB-T αποτελεί το πρότυπο για την επίγεια μετάδοση ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος στον ευρωπαϊκό χώρο. Παρουσιάστηκε από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιών ETSI (Europeans Telecommunications Standards Institute)

το 1993 με τον κωδικό ETS 300 744 και οριστικοποιήθηκε το 1997. Χρησιμοποιεί για την μετάδοση επίγειων ψηφιακών σημάτων τις μπάντες των VHF και UHF, παρουσιάζει εύρος ανά κανάλι τα 7- 8 MHz και το εύρος δεδομένων στα 32Mbit/s. Είναι σχεδιασμένο τόσο για σταθερή όσο και για φορητή και κινητή λήψη. Το ψηφιακό τηλεοπτικό σήμα χρησιμοποιεί συμπίεση εικόνας κατά MPEG-2, ενώ για τον ήχο χρησιμοποιούνται οι αλγόριθμοι AC3(Dolby Digital 2.0 και 5.1) και MP2 (MPEG-1 layer2).

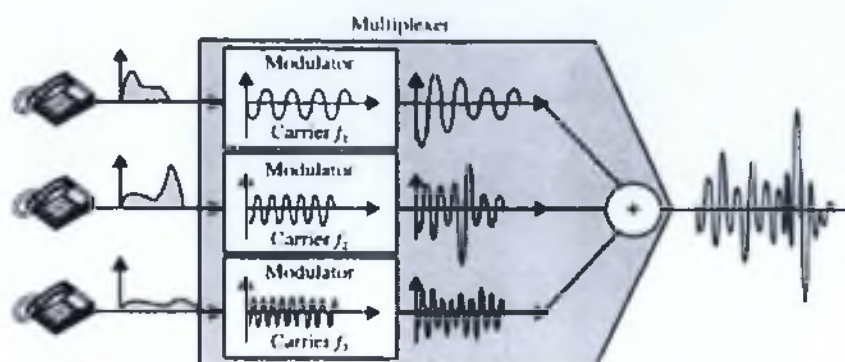
Η οπτική ανάλυση ξεκινά από τα 720 x 576 pixels και φτάνει τα 1920 x 1080 (High Definition TV, HDTV) pixels με 50 ή 25 καρέ ανά δευτερόλεπτο. Οι ζώνες συχνοτήτων που προβλέπεται να εξυπηρετήσουν την μετάδοση ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος είναι τόσο η μπάντα III (174–223 MHz) όσο και οι μπάντες IV (470-790 MHz) και V (790-862 MHz). Ωστόσο, το συγκεκριμένο φάσμα συχνοτήτων δεν είναι εξ ολοκλήρου διαθέσιμο σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες, καθώς παρατηρούνται μεταξύ τους αξιοσημείωτες διαφορές. Στη ζώνη συχνοτήτων VHF έχουμε διαφορές τόσο στο εύρος των καναλιών (Γαλλία, Ιρλανδία, Ανατολική Ευρώπη και κάποιες Αφρικανικές χώρες χρησιμοποιούν κανάλια των 8 MHz, ενώ Ιταλία και Μαρόκο των 7 MHz), όσο και στον τρόπο ανάθεσης τους. Σαν συνέπεια, παρατηρείται αλληλοεπικάλυψη καναλιών. Παράλληλα, στη μπάντα VHF θα υπάρξει και ανάθεση καναλιών για την εξυπηρέτηση του ψηφιακού ραδιοφώνου (πρότυπο T- DAB). Στις ζώνες συχνοτήτων UHF τα κανάλια θα κρατήσουν κοινό εύρος διαύλου 8 MHz , ωστόσο το ψηφιακό πλάνο δεν θα διατηρηθεί το ίδιο, καθώς κάθε χώρα διατηρεί διαφορετικά κανάλια ταμπού, τα οποία χρησιμοποιούνται από το στρατό ή άλλες υπηρεσίες.

Το πρότυπο DVB-T, προκειμένου να αντιμετωπίσει τα προβλήματα τόσο της επιλεκτικής εξασθένησης του διαύλου όσο και της παραμόρφωσης του σήματος λόγω χαμηλής αυτοσυσχέτισης , υιοθέτησε την κωδικοποιημένη ορθογώνια πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας COFDM Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Με αυτήν τη μέθοδο, το μεταδιδόμενο σήμα υψηλής ταχύτητας χωρίζεται σε επιμέρους σήματα της τάξης των 1705 (2k) ή 6817 (8k) φέρουσων συχνοτήτων, τα οποία κατανομούνται στους υποδιαύλους με πολυπλεξία συχνότητας.

Κάθε φέρον έχει σταθερή φάση και πλάτος για ένα συγκεκριμένο διάστημα, κατά το οποίο φέρει το μέρος της πληροφορίας που του αναλογεί. Η πληροφορία αυτή καλείται σύμβολο και η χρονική περίοδος μεταφοράς της διάρκειά του συμβόλου. Μετά το πέρας αυτού, η διαμόρφωση αλλάζει και το επόμενο σύμβολο μεταφέρει το επόμενο κομμάτι πληροφορίας. Τα διαμορφωμένα σήματα μιζάρονται σε ένα σύνθετο σήμα που μπορεί να μεταφερθεί από το μέσο.

Η διαμόρφωση και η αποδιαμόρφωση πραγματοποιούνται με αντίστροφους γρήγορους μετασχηματισμούς Fourier (Inverse Fast Fourier Transform – IFFT) και γρήγορους μετασχηματισμούς Fourier (Fast Fourier Transform – FFT) αντίστοιχα. Υπάρχουν τέσσερις μορφές DVB (Digital Video Broadcast):

Το DVB-S (Satellite) χρησιμοποιεί διαμόρφωση QPSK δηλαδή τετραπλή ολίσθηση φάσης. Αλλάζει η φάση του σήματος ανάλογα με το ψηφίο 0 ή 1. Χρησιμοποιούνται οι μπάντες συχνοτήτων C (2,3-6,5 GHz), Ku (10,7-20GHz) και Ka (20-30 GHz). Χρησιμοποιεί ρυθμό μεταφοράς δεδομένων 54 Mbps.



Εικόνα 3.2: Πολυπλεξία στην COFDM διαμόρφωση.

Το DVB-C (Cable) χρησιμοποιεί διαμόρφωση 64 QAM δηλαδή τετρατημοριακή διαμόρφωση πλάτους που είναι η ψηφιακή AM διαμόρφωση. Κατά τη διαμόρφωση αλλάζει το πλάτος αλλά και η φάση του σήματος, είναι δηλαδή ένας συνδυασμός QPSK και AM σε εύρος ζώνης 5-822 MHz. Η QAM είναι αποδοτικότερη αλλά και πιο ευαίσθητη σε παρεμβολές από την QPSK.

Το DVB-T (Terrestrial) χρησιμοποιεί διαμόρφωση COFDM δηλαδή κωδικοποιη- μένη ορθογώνια πολυπλεξία με διαίρεση συχνότητας. Το φέρον κύμα κατά τη μετάδοση του ανακλάται σε διάφορες επιφάνειες με αποτέλεσμα στο σημείο λήψης να φτάνουν περισσότερα από ένα κύματα. Τα ανακλώμενα κύματα ανάλογα με τη διαφορά φάσης και την έντασή τους ενισχύουν ή εξασθενούν τη βασική φέρουσα. Στην αναλογική μετάδοση είναι γνωστά τα προβλήματα ειδώλων και «μπουκώματος» του σήματος λόγω ανακλάσεων. Τα φαινόμενα αυτά έπρεπε να ξεπεραστούν στη ψηφιακή μετάδοση. Η βασική ιδέα είναι η διασπορά των δεδομένων σε υποφέρουσες συχνότητες (Frequency Division Multiplex) ώστε να εξασφαλίζονται οι λιγότερες δυνατές απώλειες και η χρήση κώδικα διόρθωσης λαθών (πρόσθετα check bits στο ωφέλιμο σήμα). Ο λόγος των ωφέλιμων bit προς το συνολικό bit rate ονομάζεται code rate και αποδίδει το «Coded» στη COFDM διαμόρφωση.

Οι υποφέρουσες μπορεί να είναι 8K (6817) ή 2K (1705). Για να μην υπάρχουν παρεμβολές μεταξύ των φερουσών, χρησιμοποιείται η ορθογωνική (Orthogonal) διαμόρφωση. Η διαμόρφωση COFDM μπορεί να είναι 4QAM, 16QAM ή 64QAM αποδίδοντας διαφορετικό bit error rate. Όταν οι υποφέρουσες είναι 8K, οι πομποί είναι περισσότεροι αλλά με μικρότερο bit rate (Αργυρίου, 2005, σ.132). Σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί η αντοχή σε παρεμβολές γειτονικών καναλιών και στα είδωλα.

Οι όποιες παρεμβολές και θόρυβοι επεμβαίνουν σε περιορισμένο αριθμό φερουσών και καταστρέφουν μικρό αριθμό δεδομένων τα οποία μπορούν να αναδημιουργηθούν με τεχνικές διόρθωσης σφαλμάτων. Οι ψηφιακοί πομποί παρουσιάζουν αυξημένες απαιτήσεις όπως μεγαλύτερη γραμμικότητα στις βαθμίδες διαμόρφωσης και ενίσχυσης, μικρότερο θόρυβο στους ταλαντωτές και χαμηλότερες πα-

ραμορφώσεις στις γραμμές μεταφοράς και το μέσο διάδοσης, δηλαδή μεγαλύτερη αντοχή στις ανακλάσεις.

Η ψηφιακή εκπομπή στρέφεται προς τις τεχνολογίες των υπολογιστών και ιδιαίτερα στο πρωτόκολλο TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Το Set Top Box είναι ουσιαστικά μια μορφή υπολογιστή που διαθέτει πολλές δυνατότητες. Οι τηλεθεατές δεν χρειάζεται να αλλάξουν τις τηλεοράσεις ή τις κεραίες τους. Θα πρέπει όμως να προμηθευτούν ένα ψηφιακό αποκωδικοποιητή. Ήδη όλοι οι σύγχρονοι τηλεοπτικοί δέκτες κατασκευάζονται με ενσωματωμένο ψηφιακό αποκωδικοποιητή.

Παρουσιάζεται για πρώτη φορά η δυνατότητα εκπομπής πολλών πομπών και αναμεταδοτών στην ίδια συχνότητα (Single Frequency Network, SFN) καθώς η COFDM επιτρέπει τη λειτουργία σε μονοσυχνοτικό δίκτυο χάρη στην πολυκατευθυντική της ανθεκτικότητα. Η λειτουργία σε SFN γίνεται εφικτή όταν εκπέμπεται ακριβώς το ίδιο σήμα, σε χρόνο και συχνότητα από διάφορους πομπούς.

Η παρεμβολή από γειτονικό πομπό ισοδυναμεί με ανάκλαση η οποία εντοπίζεται από τη διαμόρφωση COFDM. Βέβαια κατά τη λήψη οι ανακλάσεις μπορεί να αυξήσουν την ένταση του σήματος.



Εικόνα 3.3: Οι Ανακλάσεις στην COFDM διαμόρφωση.

Η ουσιαστικότερη πάντως μεταβολή που εισάγει η ψηφιακή εκπομπή είναι η αντιμετώπιση του ψηφιακού δέκτη ως εργαλείου με ιδιότητες υπολογιστή. Το εκπεμπόμενο σήμα μπορεί να μεταφέρει διάφορα δεδομένα όπως πληροφορίες ηλεκτρονικού οδηγού (Electronic Program Guide) για τα εκπεμπόμενα προγράμματα, να παρέχονται υπηρεσίες αλληλεπίδρασης (Interactive TV) ακόμη και Internet. Το κανάλι επιστροφής του τηλεθεατή μπορεί να είναι η τηλεφωνική γραμμή, μια καλωδιακή ή ασύρματη σύνδεση (Σαλάπας, 2004).

Τα πλεονεκτήματα του DVB-T είναι τα εξής:

- Στην DVB-T χρειάζονται λιγότερα db (S/N) για να «κλειδώσει» ο δέκτης, άρα και μικρότερη ισχύ εκπομπής.
- Οι ανακλάσεις βοηθούν τη διάδοση του σήματος και δε δημιουργούν είδωλα όπως στην αναλογική μετάδοση.

- Χρειάζονται λιγότερα σημεία εκπομπής.
- Η ύπαρξη κατάλληλων τεχνικών διόρθωσης σφαλμάτων μπορεί να επαναφέρει το σήμα στην αρχική του μορφή. Αυτό σημαίνει ότι σε όλη τη ζώνη κάλυψης θα υπάρχει η ίδια ποιότητα σήματος.
- Ευκολία επεξεργασίας του ψηφιακού σήματος (καθυστέρηση, κρυπτογράφηση κτλ).
- Το ψηφιακό σήμα έχει σχέση με τον κόσμο των υπολογιστών.
- Μπορεί να καλυφθεί μία χώρα ή μεγάλο τμήμα της από μία μόνο συχνότητα (SFN).

DVB-H (Handheld). Πρόκειται για μια τεχνολογία η οποία αναπτύσσεται ραγδαία και αφορά τη λήψη οπτικοακουστικών σημάτων μέσω κινητών τηλεφώνων. Το σημαντικότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζει η τεχνολογία DVB-H είναι το περιορισμένο εύρος ζώνης της κινητής τηλεφωνίας. Μεγάλο πλεονέκτημα αποτελεί η δυνατότητα της διαδραστικότητας για τον χρήστη.

Η μετάδοση εκτός από το video και audio περιλαμβάνει και δεδομένα (data) ενώ υποστηρίζονται και υπηρεσίες VoD (Video on Demand). Το μοναδικό μειονέκτημα είναι το μεγάλο εύρος ζώνης που απαιτούν τα ψηφιακά σήματα. Οι τεχνικές συμπίεσης είναι αναγκαίες και χρησιμοποιούνται οι MPEG-18 για τον ήχο και MPEG-2 για την εικόνα. Η ποιότητα λήψης μίας εικόνας, εξαρτάται κυρίως από το περιεχόμενο της. Έτσι εικόνες με πολύ μεγάλη κίνηση (πχ αθλητικές μεταδόσεις) απαιτούν μεγαλύτερο αριθμό δεδομένων.

Στην Ευρώπη η ανάπτυξη της ψηφιακής τηλεόρασης ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του '90. Παρ' όλο που η ψηφιακή τεχνολογία έχει κατακλύσει όλους τους τομείς της βιομηχανίας των ηλεκτρονικών, η τηλεόραση παραμένει ακόμη σε μεγάλο βαθμό σε αναλογικό εξοπλισμό κυρίως στα συστήματα εκπομπής. Ο λόγος είναι ότι τα αναλογικά ηλεκτρονικά εξυπηρετούσαν σε ικανοποιητικό βαθμό τις περισσότερες εφαρμογές των τηλεοπτικών συστημάτων (studio, δίκτυα διανομής, πομποί, δέκτες κτλ). Επίσης οποιαδήποτε καινοτομική αλλαγή, έχει απαιτήσεις συμβατότητας με το υπάρχον τηλεοπτικό σύστημα.

Η μετάβαση στην ψηφιακή τηλεόραση πραγματοποιείται γρήγορα, κυρίως λόγω της σύγκλισης των τεχνολογιών της πληροφορικής, των τηλεπικοινωνιών και της ψηφιοποίησης του σήματος video.

3.4 Ψηφιοποίηση αναλογικών σημάτων

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την ψηφιακή αναπαράσταση σημάτων εικόνας και ήχου. Στην πράξη χρησιμοποιείται αποκλειστικώς η γνωστή από τις τηλεπικοινωνίες τεχνική Pulse Code Modulation (PCM). Κατά τη διαδικασία αυτή διακρίνουμε τρία στάδια:

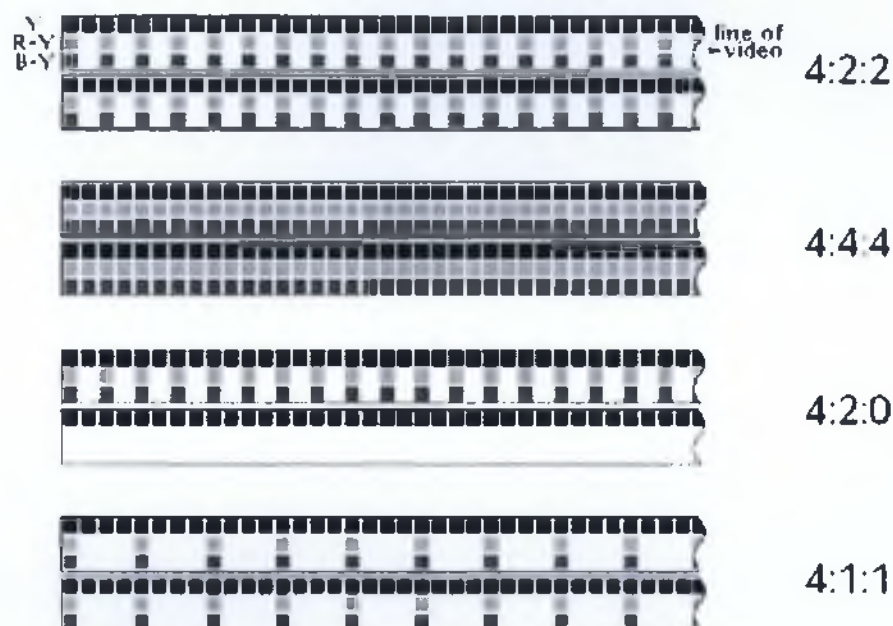
1. Την αρχική επεξεργασία του σήματος όταν βρίσκεται στην αναλογική μορφή του. Το σήμα φιλτράρεται για τον περιορισμό του φάσματός του.
2. Τη δειγματοληψία.
3. Την κβαντοποίηση.

Η αρχική επεξεργασία αφορά στη μείωση του φάσματος συχνοτήτων του αναλογικού σήματος. Για να μετατραπεί ένα σήμα από αναλογικό σε ψηφιακή μορφή είναι απαραίτητη η διαδικασία της δειγματοληψίας. Με βάση το ρυθμό που καθορίζει η συχνότητα δειγματοληψίας (sampling frequency), μετράμε τις τιμές του σήματος σε κάποιες αυστηρώς καθορισμένες χρονικές στιγμές. Το ερώτημα που προκύπτει είναι τι συμβαίνει με την πληροφορία μεταξύ των δειγμάτων και εάν η έλλειψή της προκαλεί απώλειες στο σήμα κατά τη μετατροπή από αναλογικό σε ψηφιακό.

Θεωρητικώς έχει αποδειχτεί ότι δεν υπάρχει απώλεια σήματος υπό την προϋπόθεση ότι η συχνότητα δειγματοληψίας είναι τουλάχιστον διπλάσια της μέγιστης συχνότητας του αναλογικού σήματος (θεώρημα Nyquist). Η παράβαση του κανόνα αυτού με μικρότερη συχνότητα δειγματοληψίας (subsampling) δημιουργεί το φαινόμενο αναδίπλωσης (aliasing) κατά το οποίο οι υψηλές συχνότητες του σήματος εμφανίζονται ως χαμηλές. Ίσως το πιο κλασσικό παράδειγμα αυτού του φαινομένου είναι αυτό που αναφέρει ο Aleksandar Louis Todorigic στο βιβλίο του *Television Technology Demystified* όπου οι ρόδες από τις άμαξες στα γούεστερν φαίνονται να περιστρέφονται ανάποδα. Η κινηματογράφηση γίνεται στα 24 καρέ ανά δευτερόλεπτο ενώ οι ρόδες περιστρέφονται με μεγαλύτερη ταχύτητα. Ανάμεσα σε 2 καρέ, η ρόδα εμφανίζεται να βρίσκεται σε μία προηγούμενη θέση λόγω της μεγαλύτερης ταχύτητας περιστροφής της από τη συχνότητα δειγματοληψίας των 24 καρέ.

Στην πράξη η συχνότητα δειγματοληψίας θα πρέπει να επιλέγεται τουλάχιστον κατά 20% μεγαλύτερη από το θεώρημα Nyquist. Μεγαλύτερη συχνότητα δειγματοληψίας (oversampling) οδηγεί σε μη απαραίτητα δείγματα. Η δειγματοληψία 4:2:2 (κβάντιση 8 bit) παρέχει 216 Mbps για το video ενώ η 4:1:1 και 4:2:0 παρέχει 124 Mbps. Η 4:1:1 μειώνει την οριζόντια χρωματική ανάλυση ενώ η 4:2:0 την κάθετη. Για αυτό η 4:2:0 χρησιμοποιείται στα συστήματα PAL και SECAM (625 γραμμές) όπου η οριζόντια ανάλυση μας ενδιαφέρει περισσότερο.

Κατά τη διαδικασία της κβαντοποίησης, αντιπροσωπεύουμε κάθε δείγμα με έναν αριθμό bits. Είναι προφανές ότι στις τιμές δειγμάτων που δεν συμπίπτουν με μία στάθμη, θα δίνεται η τιμή της πλησιέστερης στάθμης, προκαλώντας το σφάλμα κβαντοποίησης. Για παράδειγμα, όταν μετράμε το ύψος ενός ανθρώπου στρογγυλοποιώντας σε εκατοστά, χάνουμε τις διαφορές σε χιλιοστά. Το σφάλμα κβαντοποίησης δεν υπάρχει τρόπος να αποκατασταθεί κατά τη μετατροπή του ψηφιακού σήματος σε αναλογικό. Η χρήση μεγαλύτερου αριθμού bits για κάθε δείγμα, αυξάνει τις στάθμες κβαντοποίησης και περιορίζει το πιθανό σφάλμα. Ο αριθμός όμως αυτός, δεν μπορεί να αυξηθεί χωρίς όρια αφού κατ' ανάγκη θα υπάρξει συμβιβασμός ανάμεσα στην ακρίβεια που επιθυμούμε και στον όγκο των δεδομένων που



Εικόνα 3.4: Οι δειγματοληψίες 4:4:4, 4:2:2, 4:1:1, 4:2:0.

πρέπει να αποθηκεύσουμε και να επεξεργαστούμε. Η επιλογή του αριθμού N bits ανά δείγμα καθορίζει και το λόγο σήματος προς θόρυβο σύμφωνα με τη σχέση:

$$S/N(\text{db}) = 10,8 + 6N \quad (3.1)$$

Ο αριθμός των bits που θα χρησιμοποιηθούν εξαρτάται από τη φύση του σήματος και τα αισθητήρια όργανα του ανθρώπου. Για κβάντιση πάνω από 14 bit, το ανθρώπινο μάτι δεν καταλαβαίνει τις διαφορές.

Σύμφωνα με τα πρότυπα των broadcasting εφαρμογών, για τον ήχο χρησιμοποιούνται συχνότητες δειγματοληψίας από 32 ως 48 KHz με 16 ως 24 bits ανά δείγμα ενώ για την εικόνα 27 εκατομμύρια δείγματα ανά δευτερόλεπτο με 8 ή 10 bits ανά δείγμα (για Y 13,5 MHz και $R - Y, B - Y$ 6,75 MHz). Η τιμή 13,5 Mhz αντιπροσωπεύεται με τον αριθμό 4, η τιμή 6,75 MHz με τον αριθμό 2 και η τιμή 3,375 MHz με τον αριθμό 1. Με βάση αυτή τη λογική προκύπτουν οι δειγματοληψίες 4:4:4, 4:2:2, 4:1:1 και 4:2:0. Το SDI πρότυπο χαρακτηρίζεται από δειγματοληψία 4:2:2 και κβαντοποίηση 8 ή 10 bits παρέχοντας ρυθμό δεδομένων (data rate) 216 Mbit/sec και 270 Mbit/sec αντίστοιχα για εικόνα 4:3 προτυποποιημένο ως SMPTE 259 M (Society of Motion Picture and Television Engineers). Σε κάποια format (πχ. HDCAM 3:1:1) χρησιμοποιείται και υποδειγματοληψία του Y και μείωση των frames per second (fps) με αποτέλεσμα την περαιτέρω μείωση της ποιότητας του σήματος. Σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα οι εταιρίες προχώρησαν στην παραγωγή μηχανημάτων που χρησιμοποιούν εσωτερική επεξεργασία και εισόδους

– εξόδους SDI. Το τελευταίο «κάστρο» της αναλογικής τεχνολογίας που ήταν οι κάμερες, «έπεσε» το 1995. Οι τιμές των μηχανημάτων που στην αρχή ήταν πολύ υψηλές, ακολούθησαν πτωτική πορεία, με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να βρίσκονται χαμηλότερα από τα αντίστοιχα αναλογικά (Σαλάπας, 2002).

3.5 Τα πρότυπα MPEG

Η επιτροπή του διεθνούς οργανισμού τυποποίησης και της διεθνούς ηλεκτροτεχνικής επιτροπής γνωστή και ως MPEG (Moving Picture Expert Group) δρα από το 1988 για την τυποποίηση των ψηφιοποιημένων δεδομένων κατά την συμπίεση και την αποθήκευση.

Η οικογένεια MPEG περιλαμβάνει τις εκδόσεις MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7 και MPEG-21. Το MPEG-3 αναπτύχθηκε για την HDTV. Ενσωματώθηκε στο MPEG-2 και καταργήθηκε ως πρότυπο.

Η τεχνική MPEG, παρέχει μεγάλη ευελιξία διότι προσφέρει διάφορους λόγους συμπίεσης και data rate δηλαδή VBR, καθορίζοντας ποικίλους συνδυασμούς I (Intra), P (Predictive) και B (Bi-directional) frames, σχηματίζοντας διαφορετικά GOP (Group Of Pictures).

Η κωδικοποίηση του MPEG σήματος αποτελείται από τρία επίπεδα :

1. Το επίπεδο system περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το συγχρονισμό, την τυχαία), ελέγχει τη ροή του σήματος για να μην παρατηρείται έλλειψη ή πλεονασμός δεδομένων, παρέχει πληροφορίες για σημεία αναφοράς που διευκολύνουν την τυχαία προσπέλαση (random access) και τέλος περιέχει πληροφορίες για το διαχωρισμό του βίντεο και του ήχου για την συγχρονισμένη απεικόνισή τους.
2. Το επίπεδο video που περιέχει κωδικοποιημένη την εικόνα.
3. Το επίπεδο audio που περιέχει κωδικοποιημένο τον ήχο.

Η κωδικοποίηση αυτών των επιπέδων μπορεί να έχει γίνει ταυτόχρονα ή ξεχωριστά. Σε κάθε περίπτωση, τα δεδομένα των τριών επιπέδων συνενώνονται σε ένα ενιαίο σήμα (bit-stream) μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται πολυπλεξία (multiplexing ή muxing). Η αντίστροφη διαδικασία ονομάζεται demultiplexing ή demuxing). Μερικά συστήματα κάνουν την πολυπλεξία σε πραγματικό χρόνο (real time) και άλλα όχι. Η διαδικασία της κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης του MPEG γίνεται με hardware ή software. Η λύση του software είναι πιο φθηνή αλλά έχει μειονέκτημα στον τομέα της ποιότητας της εικόνας και απαιτεί αρκετά ισχυρούς υπολογιστές για να λειτουργήσει ικανοποιητικά. Η λύση του hardware είναι ακριβότερη, βασίζεται σε υλοποιήσεις των διαφόρων μεθόδων με ολοκληρωμένα VLSI και παράγει αυτόνομα συστήματα (κωδικοποιητές ή αποκωδικοποιητές) που δεν χρειάζονται υπολογιστή.

3.5.1 MPEG-1

Το MPEG-1 ήταν το πρώτο πρότυπο που δημιουργήθηκε από την επιτροπή του διεθνούς οργανισμού τυποποίησης και της διεθνούς ηλεκτροτεχνικής επιτροπής. Υποστηρίζει ανάλυση εικόνας 352 x 240 pixels στα 30 καρέ το δευτερόλεπτο (30 fps). Η εφαρμογή αυτού του προτύπου περιορίστηκε στα οπτικά δισκάκια VCD, στις πρώτες προσπάθειες ανάρτησης βίντεο στο διαδίκτυο καθώς και στις πρώτες εγγραφές βίντεο στα κινητά τηλέφωνα.

3.5.2 MPEG-2

Το 1994 οι προσπάθειες για κωδικοποίηση εικόνων υψηλής ποιότητας ευδοκώθηκαν με τη δημιουργία του προτύπου MPEG-2. Όπως στο MPEG-1 έτσι και στο MPEG-2 η παγκόσμια τεχνική κοινότητα δέχθηκε με ενθουσιασμό την έλευση του νέου προτύπου που έμελλε να καθιερωθεί ως ο βασικός άξονας στην μετέπειτα δημιουργία των νέων συστημάτων της οπτικοακουστικής βιομηχανίας. Μπορεί να προσφέρει αναλύσεις από 720 x 480 έως 1280 x 720 pixels στα 60 καρέ το δευτερόλεπτο ενώ η ποιότητα του ήχου φτάνει το επίπεδο των cd ήχου δηλαδή 320 kbps.

Αρχικά τόσο η συμπίεση όσο κυρίως η αποσυμπίεση των δεδομένων που περιείχονταν στα αρχεία MPEG-2 απαιτούσαν υπολογιστές μεγάλης υπολογιστικής ισχύος όμως με την πάροδο των ετών και την ολοένα και αυξανόμενη δύναμη επεξεργασίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών επιλύθηκαν όλα τα προβλήματα. Πλέον υποστηρίζει τις υψηλότερες αναλύσεις που είναι διαθέσιμες και με ταχύτητες έως 30Mbps.

3.5.3 MPEG-3

Στη συνέχεια, η επιτροπή του διεθνούς οργανισμού τυποποίησης αποφάσισε να δημιουργήσει ένα νέο πρότυπο, το MPEG-3, με αποκλειστικό στόχο να καλύψει τις νέες ανάγκες της τεχνολογίας που είχε ήδη κάνει τα πρώτα βήματα για αρχεία video που θα υποστήριζαν την υψηλή ευκρίνεια HD (High Definition). Όμως τόσο η αποδοχή όσο και η μετεξέλιξη του προτύπου MPEG-2 που υποστήριζε υψηλές αναλύσεις οδήγησαν στον τερματισμό της υλοποίησης του MPEG-3.

3.5.4 MPEG-4

Η επιτροπή MPEG ανέπτυξε το 1998 το πρότυπο MPEG-4 που είχε ως κύριο στόχο τη δημιουργία και την αναπαραγωγή υψηλής ποιότητας βίντεο στο διαδίκτυο.

Τα προηγούμενα επιτυχημένα πρότυπα MPEG-1 και MPEG-2 συνδυάστηκαν με την τεχνολογία QuickTime της Apple και το αποτέλεσμα αυτής της επιτυχημένης συνεργασίας δημιούργησε το MPEG-4 που θεωρήθηκε ως μια επανάσταση για τα ως τότε πολυμεσικά δρώμενα του διαδικτύου. Όμως και η μετέπειτα πορεία του προτύπου που παρείχε συμβατότητα των παλαιότερων εκδόσεων με τις νεότερες εκτόξευσαν τη δημοτικότητα στους χρήστες των Η/Υ. Το MPEG-4 με την πάροδο

των ετών εξελίχθηκε σε ένα ανοιχτό πρότυπο που συνδύασε την τεχνογνωσία εκατοντάδων εταιρειών που δραστηριοποιούνται στη βιομηχανία των Η/Υ. Το αποτέλεσμα ήταν να γίνει το standard πρότυπο συμπίεσης βίντεο και ήχου για εφαρμογές τηλεδιάσκεψης και όχι μόνο.

Υποστηρίζει αναλύσεις 176x144 pixels με τους ρυθμούς μετάδοσης να κυμαίνονται από 4.8 Kbits έως 64 Kbits ανά δευτερόλεπτο που σημαίνει ότι χρησιμοποιείται με την ίδια ευκολία σε δίκτυα είτε υψηλής αλλά κυρίως χαμηλής μετάδοσης.

Επίσης παρέχονται δυνατότητες αλληλεπίδρασης του χρήστη με το περιεχόμενο. Διαιρεί το περιεχόμενο σε πολλαπλά αντικείμενα (audiovisual objects), συμπιέζοντας τα με διαφορετικούς αλγόριθμους. Υποστηρίζει συνδυασμό φυσικών σκηνών και συνθετικών (κείμενο, γραφικά, animation). Έχει τρία επίπεδα λειτουργίας (low, main, high) ανάλογα με τις εφαρμογές για τις οποίες προορίζεται, το ρυθμό μεταφοράς δεδομένων και την ανάλυση του βίντεο που υποστηρίζει (Δημητριάδης, 2004).

3.5.5 MPEG-7

Το MPEG-7 αναπτύχθηκε για να δώσει έμφαση στην αναπαράσταση της πληροφορίας για την περιγραφή του περιεχομένου και όχι για το ίδιο το περιεχόμενο του αρχείου. Κυρίως πρόσφερε ένα πλήθος εργαλείων για την σαφή περιγραφή και για την εύκολη αναζήτηση πολυμεσικού περιεχομένου.

Το MPEG-7 καθορίζεται από ένα σύνολο από ψηφιακούς περιγραφείς (descriptors) και σχήματα περιγραφής (description schemes), μέσω των οποίων καθίστατε εφικτή η περιγραφή του ψηφιακού περιεχομένου μη λεκτικής πληροφορίας όπως ήχοι, εικόνες, βίντεο τρισδιάστατα μοντέλα κλπ.

Για κάθε τύπο πληροφορίας υπάρχουν και οι αντίστοιχοι βασικοί περιγραφείς οι οποίοι συνδυαζόμενοι μεταξύ τους παράγουν πιο σύνθετους περιγραφείς. Ωστόσο, σε περίπτωση που οι υπάρχον περιγραφείς και ο συνδυασμός τους (σχήματα περιγραφής) δεν ικανοποιούν τις ανάγκες χαρακτηρισμού του περιεχομένου μιας μη λεκτικής πληροφορίας, τότε υπάρχει η δυνατότητα να κατασκευαστεί ένας νέος τύπος περιγραφής, μέσω της γλώσσας ορισμού περιγραφής (Description Definition Language-DDL) που προβλέπει πρότυπο του MPEG-7 και συντάσσεται κατά τα πρότυπα της γλώσσας XML.

3.5.6 MPEG-21

Το πρότυπο αυτό βασίστηκε στις ανάγκες της αγοράς για την εύκολη διαχείριση και την προσβασιμότητα του οπτικοακουστικού περιεχομένου. Όπως το πρότυπο MPEG-7 έτσι και το πρότυπο είναι πρόσθετα εργαλεία, που επεκτείνουν τη λειτουργικότητα των προτύπων MPEG. Το MPEG-4 έχει άψογη συνεργασία με τα δύο αυτά πρότυπα.

Οι περιγραφές και τα μεταδιδόμενα του MPEG-7 μπορούν να μεταφερθούν με το MPEG-4 και οι προδιαγραφές του MPEG-21 γράφουν για να συμπληρώσουν την παρουσίαση του περιεχομένου του MPEG-4. Να σημειωθεί ότι οι αναλύσεις

της εικόνας που αναφέρθηκαν παραπάνω δεν είναι περιοριστικές αλλά αναφέρονται στους περιορισμούς που έχουν τεθεί για να κρατηθούν σε λογικά επίπεδα η πολυπλοκότητα των κωδικοποιητών και αποκωδικοποιητών και ο όγκος δεδομένων.

Ο περιορισμός αυτός ονομάζεται CPB (Constrained Parameters in stream) και ορίζει τις διαστάσεις που πρέπει να έχουν τα MPEG σήματα, κάτι σαν ένα standard format. Παρόλα αυτά μπορεί να γίνει κωδικοποίηση και σε υψηλότερες αναλύσεις απλώς δεν υπάρχει εγγύηση ότι θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με όλους τους διαθέσιμους αποκωδικοποιητές, άσχετα αν ακολουθούν τους κανόνες του MPEG.

Έτσι το MPEG-2 π.χ. μπορεί να φτάσει ανάλυση (resolution) 1920x1080 και το MPEG-1 4095x4095. Ελίσσης το γεγονός ότι τα σήματα MPEG εμφανίζονται σε δύο διαφορετικές αναλύσεις (διαστάσεις) εικόνας οφείλεται στην ύπαρξη δύο συστημάτων για το αναλογικό σήμα, τα PAL και NTSC, με δειγματοληψία των οποίων προκύπτουν τα σήματα MPEG.

Κεφάλαιο 4

4.1 Το δίκτυο της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης

Τον Αύγουστο του 2001 ξεκίνησε στη Φιλανδία η εκπομπή της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης. Χρησιμοποιώντας 36 κύριους σταθμούς εκπομπής και 13 υποσταθμούς κάλυψε το 90% της εκτάσεως και το 99,9% του πληθυσμού της. Η Φιλανδική εθνική ρυθμιστική εταιρία FICORA (Finland Communications Regulatory Authority) σε συνεργασία με την DIGITA που έχει οριστεί ως υπεύθυνη για τη υλοποίηση της μετάβασης μετέτρεψαν τους αναλογικούς σταθμούς της χώρας σε ψηφιακούς. Η πρώτη φάση της ψηφιακής εκπομπής πραγματοποιήθηκε με τη χρήση τριών πολυπλεκτών. Οι δύο πρώτοι με την ονομασία Α και Β κάλυψαν το 100% του πληθυσμού ενώ ο τρίτος C σχεδόν το 78%. Στην πορεία το δίκτυο επεκτάθηκε με νέους σταθμούς αναμετάδοσης καθώς και με την προσθήκη των πολυπλεκτών Α και Β στους υπόλοιπους βασικούς σταθμούς (main stations) και υποσταθμούς (relay stations). Επίσης εγκαταστάθηκε και ένας τέταρτος πολυπλέκτης D για τις περιοχές στις οποίες υπήρχε δυσκολία κάλυψης.

Το 2006 εγκαταστάθηκε ένας επιπλέον πολυπλέκτης αποκλειστικά για την παροχή DVB-H υπηρεσιών για κινητά τηλέφωνα. Από το 2001 έως τον Αύγουστο του 2007 υπήρχε παράλληλη μετάδοση των αναλογικών και ψηφιακών εκπομπών ενώ στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η οριστική παύση της αναλογικής εκπομπής. Από εκείνη τη στιγμή μέχρι σήμερα το μόνο που προστέθηκε στο ήδη υπάρχον δίκτυο ήταν ένας πέμπτος πολυπλέκτης για την εξυπηρέτηση των νέων ψηφιακών καναλιών που προστέθηκαν.

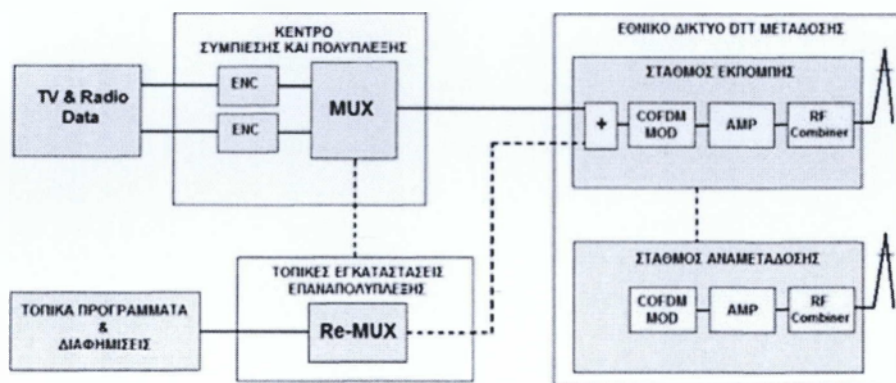
Στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση η εκπομπή των τηλεοπτικών σταθμών επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός πολυπλέκτη (multiplexer). Ο πολυπλέκτης δίνει τη δυνατότητα της ταυτόχρονης μετάδοσης αρκετών τηλεοπτικών σταθμών από ένα φέρον κύμα και συνήθως δεν ξεπερνά τον αριθμό των τεσσάρων καναλιών ώστε να διατηρηθεί η υψηλή ποιότητα του ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος. Στην Ελλάδα σε κάθε μπουκέτο καναλιών, που έχουν το δικαίωμα να εκπέμψουν προσωρινά το ψηφιακό τους σήμα, το ανώτατο όριο είναι τέσσερις τηλεοπτικοί σταθμοί ανά πολυπλέκτη. Η ποιότητα της τηλεοπτικής εκπομπής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα με την οποία αποστέλλεται το τηλεοπτικό σήμα στον πολυπλέκτη. Οι περισσότεροι ελληνικοί περιφερειακοί και τοπικοί τηλεοπτικοί σταθμοί χρησιμοποιούν ακόμη τις αναλογικές μικροκυματικές ζεύξεις για τη μεταφορά του σήματος τους στον πολυπλέκτη που στην πράξη οδηγεί στην υποβάθμιση της ποιότητας της

εκπομπής τους. Η μετατροπή επιτυγχάνεται με ποικίλους τρόπους αλλά ως επί το πλείστον με ένα αναλογικό σε ψηφιακό μετατροπέα (analog to digital converter) λίγο πριν από τη σύνδεση με τον πολυπλέκτη.

Ο πάροχος δικτύου αναλαμβάνει την ψηφιακή κωδικοποίηση (digital encoding), την πολυπλεξία (multiplexing) και την εκπομπή μέσω της μπάντας των UHF του τηλεοπτικού σήματος. Οι μικροκυματικές ζεύξεις για να φτάσει το σήμα από τον τηλεοπτικό κανάλι στο πάρκο κεραιών θεωρητικά είναι αρμοδιότητα του παρόχου δικτύου. Στην πράξη, οι περισσότεροι τηλεοπτικοί σταθμοί είναι αυτοί που επιφορτίζονται το κόστος της μεταφοράς του τηλεοπτικού σήματος που σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδος είναι αρκετό μεγάλο κυρίως λόγω ιδιαίτερων γεωμορφολογικών συνθηκών. Εκτενή αναφορά στους ελληνικούς παρόχους δικτύου γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο.

Ένα δίκτυο επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης λειτουργεί ως εξής :

Το ψηφιακό περιεχόμενο των τηλεοπτικών και ραδιοφωνικών σταθμών μεταφέρεται ψηφιακά σε ένα κεντρικό σημείο για τη συμπίεση, την κωδικοποίηση και την πολυπλεξία του. Στη συνέχεια τα δεδομένα που εξάγονται από τον πολυπλέκτη μεταφέρονται είτε απευθείας σε έναν κεντρικό σταθμό μετάδοσης είτε στις περιπτώσεις που κάτι τέτοιο δεν είναι δυνατό, χρησιμοποιώντας έναν ενδιάμεσο σταθμό επαναπολυπλεξίας (remultiplexing). Η χρήση ενός τέτοιου υποσταθμού δίνει τη δυνατότητα στον πάροχο δικτύου να αντικαταστήσει κάποιο υπάρχον κανάλι και να προσθέσει κάποιο νέο κανάλι π.χ. τοπικού ή περιφερειακού ενδιαφέροντος.



Εικόνα 4.1: Αρχιτεκτονική DTT δικτύου.

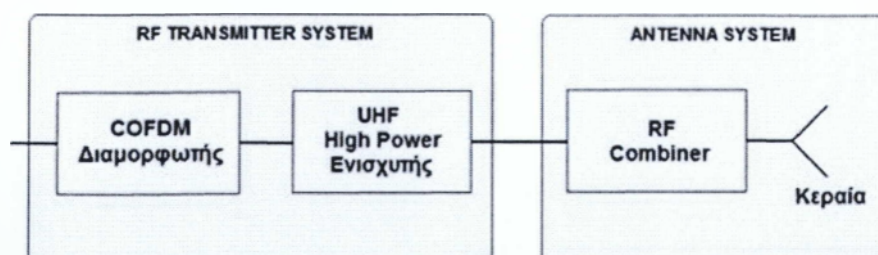
Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζεται συνοπτικά η αρχιτεκτονική ενός DTT δικτύου. Αρχικά τα τηλεοπτικά και ραδιοφωνικά δεδομένα μεταφέρονται στο βασικό κέντρο συμπίεσης και πολυπλεξίας. Στη συνέχεια ο κάθε πολυπλέκτης εξάγει ένα RF σήμα το οποίο μεταφέρεται για τη μετάδοση του είτε απευθείας στον σταθμό εκπομπής είτε στο σταθμό αναμετάδοσης μέσω των κεραιών που υπάρχουν και στα δύο αυτά σημεία. Εναλλακτικά εφόσον υπάρχει ανάγκη για την προσθήκη

ενός τοπικού ή την αντικατάσταση ενός υπάρχοντος καναλιού, το σήμα του πολυπλέκτη πρέπει πρώτα να μεταφερθεί στις τοπικές εγκαταστάσεις επαναπολύπλεξης και μετά στους σταθμούς εκπομπής και αναμετάδοσης. Σε όλες τις εγκαταστάσεις λειτουργούν συστήματα εποπτείας και ελέγχου του δικτύου ψηφιακής μετάδοσης (control and network management) ώστε να αντιμετωπίζονται έγκαιρα όλα τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν καθώς οι εγκαταστάσεις είναι τοποθετημένες κυρίως σε ημιορεινές ή ορεινές περιοχές με δύσκολη πρόσβαση. Επίσης τα συστήματα αυτά δίνουν πολλές λειτουργίες εξ' αποστάσεως παρέμβασης που έχουν διευκολύνει την εργασία των τεχνικών της τηλεόρασης.

Τόσο η πολυπλεξία όσο η κωδικοποίηση και συμπίεση των δεδομένων είναι απαραίτητο να πραγματοποιείται στον ίδιο χώρο. Ο πολυπλέκτης και οι κωδικοποιητές-συμπιεστές επικοινωνούν άμεσα μεταξύ τους. Η ύπαρξη ενός βρόγχου ανατροφοδότησης δεδομένων για τον έλεγχο της ομαλής λειτουργίας έστω και σε κοντινή απόσταση δημιουργεί μια μικρή χρονοκαθυστέρηση. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι στην υποθετική περίπτωση που υπήρχε μεγάλη απόσταση μεταξύ των συσκευών θα δημιουργούσε σημαντικά προβλήματα χρονοκαθυστέρησης.

Ο σταθμός εκπομπής (transmitter station) αποτελείται από :

- Διαμορφωτές COFDM που είναι υπεύθυνοι για τη μετατροπή των ψηφιακών δεδομένων μετά την πολυπλεξία ή την επαναπολύπλεξία ώστε τα δεδομένα να μετατραπούν σε ένα OFDM σήμα που είναι απαραίτητο για τη μεταφορά του στους ενισχυτές.
- Ενισχυτές UHF που ενισχύουν το ήδη υπάρχον σήμα ώστε να φτάσει στα επιθυμητά RF επίπεδα ισχύος.
- RF combiners για να συνδυάσουν όλα τα RF σήματα που θα τροφοδοτήσουν τις κεραίες εκπομπής.
- Τις κεραίες εκπομπής για τη μεταφορά του τηλεοπτικού σήματος στους επίγειους ψηφιακούς τηλεοπτικούς δέκτες των τηλεθεατών.



Εικόνα 4.2: Δομή ψηφιακού σταθμού εκπομπής.

4.2 Οι βασικές αρχές μετάδοσης του ψηφιακού σήματος

Οι αλλαγές στην ψηφιακή εποχή με την μετάδοση σήματος πραγματοποιούνται ιδιαίτερα γρήγορα καθώς λόγω του θορύβου παρατηρούνται μεταβολές στην μετάδοση των ψηφιακών bits. Το ψηφιακό σήμα πάντα προκύπτει από την μετάδοση των bits 0 και 1. Τα bits 0 και 1 στην ουσία δημιουργούν ένα bitstream δημιουργώντας δύο τάσεις με αποτέλεσμα την εκπομπή του σήματος. Αλλαγές στα bits έχουν ως αποτέλεσμα την εκπομπή "Επιτοί" ενώ όταν το σήμα είναι ισχυρό δεν δημιουργούνται προβλήματα στη μετάδοση. Για την αντιμετώπιση των σφαλμάτων προτείνονται συχνά μέθοδοι διόρθωσης λαθών. Η διόρθωση αυτή γίνεται με το FEC σύμφωνα με το οποίο στο σήμα προστίθεται μία επιπλέον πληροφορία που ονομάζεται "checkbit".

Το checkbit αναλύεται προκειμένου να εντοπιστούν τα όποια σφάλματα. Το σύνολο των σφαλμάτων σχηματίζουν ψηφιακές λέξεις, τις επωνομαζόμενες "words" στις οποίες η δομή είναι συγκεκριμένη. Αν η δομή των λέξεων είναι λάθος, υπάρχουν συγκεκριμένοι αλγόριθμοι διόρθωσης που μεταβάλλουν τη δομή τους. Κατόπιν, η πληροφορία μεταδίδεται ενώ μένουν τα δεδομένα για να μετατραπού στην υφιστάμενη πληροφορία.

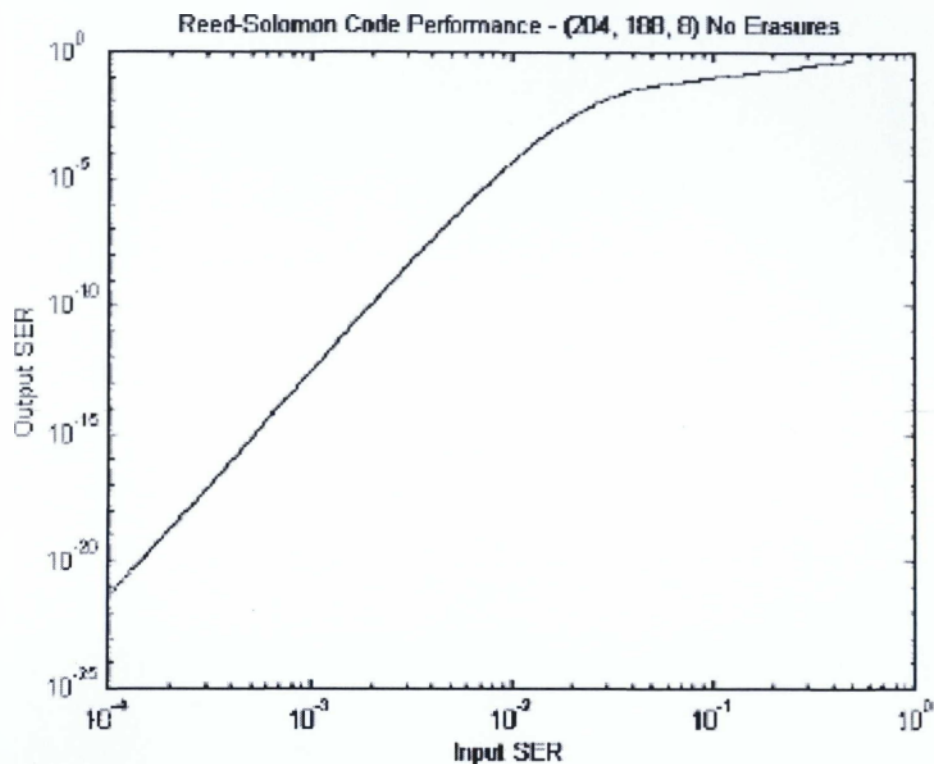
Στόχος του FEC είναι το να ελαχιστοποιηθεί ο θόρυβος, κατα συνέπεια, ελαχιστοποιείται η απαιτούμενη ισχύς για τη μετάδοση του σήματος. Η πλεοναζούσα πληροφορία προστίθεται στα δεδομένα μέσω του channel coding που διακρίνεται στην convolutional κωδικοποίηση και την block κωδικοποίηση. Η convolutional κωδικοποίηση χρησιμοποιείται όταν ο θόρυβος είναι υπο μορφή Guassian noise λόγω της κατανομής Gauss.

Προκειμένης της βελτίωσης απόδοσης του συστήματος πραγματοποιείται επίσης η κωδικοποίηση Reed Solomon η οποία ακολουθείται από την convolutional κωδικοποίηση προκειμένου να βελτιστοποιηθούν τα δορυφορικά (DBS) συστήματα ενώ χρησιμοποιείται και σε VSAT συστήματα. Η σχηματική αναπαράσταση της reed solomon κωδικοποίησης φαίνεται ακολούθως στην εικόνα 4.3.

Όταν προστίθενται checkbits στο σύστημα το σήμα γίνεται καλύτερο. Παρ' όλα αυτά, εάν προστεθούν πολλά checkbits το αποτέλεσμα είναι να παρατηρούνται σφάλματα εντός των checkbits ενώ καταναλώνεται αρκετό bandwidth το οποίο αλλιώς θα ήταν ωφέλιμο για τη μετάδοση της πληροφορίας.

Ο λόγος των σφαλμάτων προς το συνολικό αριθμό των bits ονομάζεται BER και χρησιμοποιείται για να εκφράσει το μέτρο της επάρκειας ενός FEC συστήματος. Το BER μεταβάλλεται σημαντικά πριν και μετά το FEC. Πριν το FEC εάν μετρηθεί το BER θα ισούται με 0.01 το οποίο σημαίνει ένα σφάλμα ανά 100 bits ενώ μετά το FEC ισούται με 0.0001 το οποίο σημαίνει ότι μειώνεται δραστικά σε ένα σφάλμα ανά 10000 bits.

Ο αριθμός των bits ανά δευτερόλεπτο εκφράζεται με το bitrate. Όταν το bitrate αυξάνεται, αυξάνεται ομοίως και η αποστολή πληροφορίας που υπάρχει στο σήμα ενώ ταυτόχρονα όσο μεγαλύτερο είναι, τόσο η πληροφορία διανέμεται ασυμπίεστη και έχει καλύτερη ποιότητα. Όταν λοιπόν προστίθενται checkbits στο αρχικό MPEG – 2 αλλάζει το bitrate του με αποτέλεσμα να μεταδίδεται κατά τρόπο



Εικόνα 4.3: Επίδραση Reed solomon κωδικοποίησης σε DVS σήμα.

που να μπορεί να μεταδοθεί με συγκεκριμένο bandwidth. Κατα συνέπεια, μεγαλύτερο bandwidth συνεπάγεται καλύτερη ποιότητα σήματος για τον θεατή. Βεβαίως συχνά συμβαίνει το bitrate και η ανάλυση να επιλέγονται με την ικανότητα συμπίεσης τους και όχι ποιότητας, με αποτέλεσμα στην τηλεόραση το σήμα να φτάνει συμπιεσμένο και να φαίνεται ένα θολό μωσαϊκό αντί για σήμα καλής ποιότητας. (Δορυφορικά Νέα, 2005)

4.3 Διόρθωση σφαλμάτων και αλγόριθμοι κρυπτογράφησης

Η δορυφορική μετάδοση εξαρτάται άμεσα από τα ληφθέντα bits όπως προαναφέρθηκε. Ουσιαστικά στην δορυφορική μετάδοση επιτρέπεται η εκπομπή 1 έως 10 λανθασμένων bits/ώρα για ρυθμό μετάδοσης 30 mp/s. Για την επίτευξη των απαιτούμενων ρυθμών μετάδοσης απαιτείται η χρήση αλγορίθμων τέτοιων που να προκύπτει αλυσιδωτή κωδικοποίηση. Η ανίχνευση και διόρθωση των σφαλμάτων ονομάζεται κωδικοποίηση καναλιού. Για την αλυσιδωτή κωδικοποίηση απαιτείται η διασπορά της ενέργειας του δορυφορικού σήματος ώστε να μειωθεί ο θόρυβος

ενώ ακολουθεί ο κωδικοποιητής Reed Solomon όπου διασπείρεται η ψηφιοσειρά ακολουθούμενη από την συνέλιξη Viterbi που είναι η εσωτερική κωδικοποίηση. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται επιτυχώς τα τελευταία χρόνια σε μία σειρά μετάδοσης ψηφιακού σήματος, από την ψηφιακή τηλεόραση έως το δορυφορικό σήμα και όπως προαναφέραμε ονομάζεται FEC ή προληπτική δίορθωση. Στον κωδικοποιητή εισάγεται k αριθμός bits και εξάγεται n αριθμός. Κατά συνέπεια, το FEC ισούται με τον λόγο $FEC = k/n$ (bits).

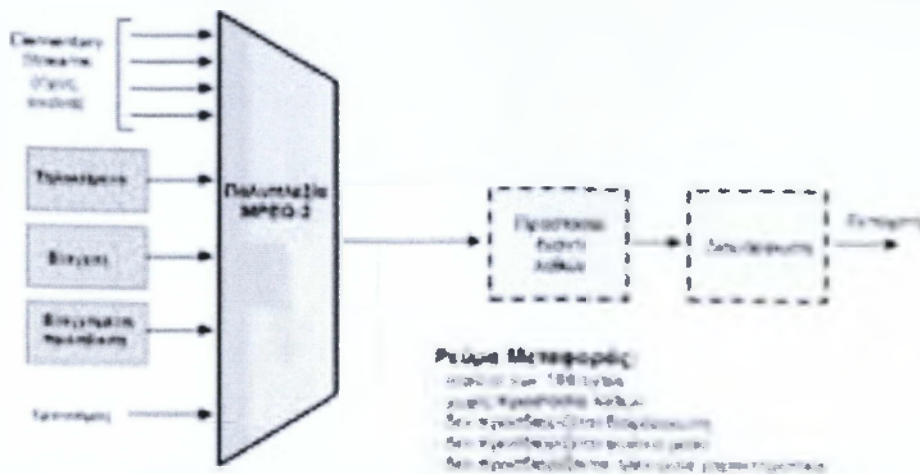
Ο χαμηλός βαθμός κωδικοποίησης οδηγεί σε μικρή πιθανότητα σφάλματος λόγω πλεονασμού. Το βέλτιστο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται με την πρόσθεση μεγαλύτερου αριθμού checkbits στο σύστημα. Για παράδειγμα, FEC rate 1/2 σημαίνει ότι για κάθε bit πληροφορίας θα προστεθεί και ένα checkbit. Παρ'όλα αυτά, πρέπει να αναφερθεί ότι συχνά μεγάλος αριθμός bits οδηγεί σε περαιτέρω σφάλματα. Στην περίπτωση που υπάρχει πλεόνασμα bandwidth θα προτεθούν περισσότερα checkbits ενώ εάν έχουμε πλεόνασμα ισχύος, θα προστεθούν λιγότερα checkbits. Τα συστήματα εκκινούν με το βέλτιστο FEC rate και διαμορφώνονται ανάλογα με τα διαθέσιμα FEC rates, κατά συνέπεια, εάν το βέλτιστο FEC rate δεν είναι εφικτό χρησιμοποιούν το αμέσως μικρότερο διαθέσιμο παράγοντας εικόνα.



Εικόνα 4.4: Απεικόνιση στοιχειωδών ροών και οργάνωσή τους στον πολυπλέκτη.

Όσον αφορά στον τρόπο λειτουργίας των DVB, αυτό βασίζεται στην μεταγωγή πακέτων δεδομένων. Το πακέτο των δεδομένων διακρίνεται σε στοιχειώδεις ροές οι οποίες συνδυάζονται και συμπληρώνονται με συγκεκριμένο τρόπο ώστε στη συνέχεια να διαχωριστούν από τον αποκωδικοποιητή, να συνδυαστούν με την εικόνα και τον ήχο και να είναι επιλέξιμες από τον χρήστη. Οι στοιχειώδεις ροές διακρίνονται σε ψηφιακά πακέτα και μετατρέπονται σε PES (Πακεταρισμένη στοιχειώδης ροή - Packetized Elementary Stream) ώστε να μεταδίδονται στη σειρά δημιουργώντας ένα ρεύμα μεταφοράς. Τα πακέτα μεταφοράς χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες ταυτότητες αναγνώρισης ενώ αποτελούνται από 188 bytes δημιουργώντας την πολυπλεξία MPEG.

Όσον αφορά στη ροή προγράμματος, αυτή αποτελείται από ψηφιακά πακέτα PES τα οποία συγχρονίζονται με αποτέλεσμα να λαμβάνει ο θεατής την εικόνα και τον ήχο ταυτόχρονα. Μικρός αριθμός σφαλμάτων είναι θεμιτός ενώ το μήκος



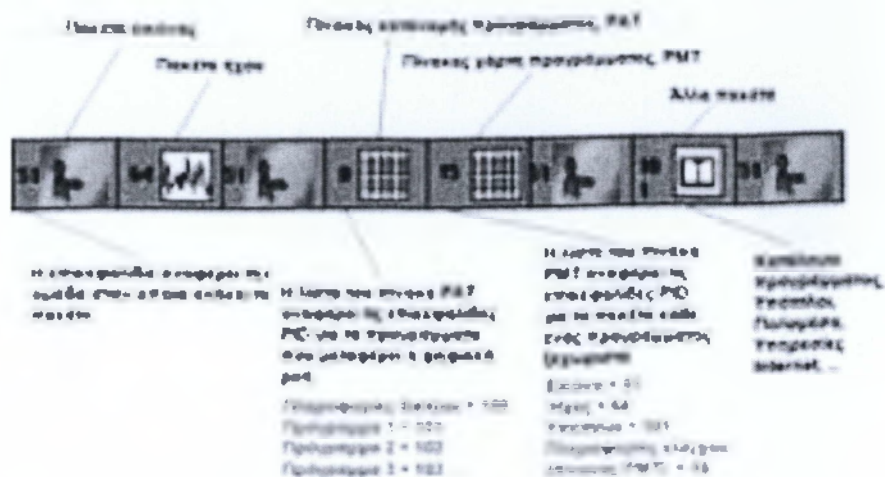
Εικόνα 4.5: Διαδικασία πολυπλεξίας MPEG.

των πακέτων μεταφοράς είναι σχετικά μεγάλο. Το transport stream ή ροή μεταφοράς λειτουργεί επι το πλείστον σε ασύρματο περιβάλλον το οποίο μπορεί να είναι επιρρεπές σε σφάλματα. Κατα συνέπεια, χρειάζεται μικρό μήκος πακέτου ώστε να διορθώνονται τα σφάλματα τα οποία παρουσιάζονται και να εφαρμόζονται οι ανάλογοι μηχανισμοί διόρθωσης. Το μήκος του πακέτου μεταφοράς έχει οριστεί στα 188 bytes για λόγους διόρθωσης των όποιων σφαλμάτων.

Πέραν των πακέτων μεταφοράς εικόνας και ήχου, υπάρχουν και κάποια πακέτα μεταφοράς τα οποία μεταφέρουν πληροφορίες που αφορούν στα τηλεοπτικά προγράμματα (PSI, Program Specific Information) καθώς και στις σχετικές πληροφορίες με το σύνολο της υπηρεσίας (SI, Service Information). Για την μετάδοση αυτών των πληροφοριών απαιτούνται συγκεκριμένες ετικέτες PID. Η μεταφορά τους μέσω της πολυπλεξίας γίνεται με ένα ή περισσότερα PES ταυτόχρονα. Για την απόδοση των πληροφοριών χρησιμοποιούνται πίνακες που διακρίνονται σε συγκεκριμένους τομείς που επαναλαμβάνονται με συχνότητα 10-50 φορές το δευτερόλεπτο προκειμένου ο αποκωδικοποιητής να λάβει τις απαιτούμενες πληροφορίες.

Το ψηφιακό σήμα αφότου εισηχθεί στον πολυπλέκτη και διορθωθούν τα όποια λάθη, οδηγείται στον αποπλέκτη όπου συναντάται πλέον με τη μορφή απλών ψηφιακών πακέτων (PES) και τροφοδοτεί τη μονάδα MPEG αφού γίνει ο απαραίτητος έλεγχος δικαιωμάτων αναπαραγωγής. Ο αποκωδικοποιητής MPEG – 2 ανασυνθέτει τα οπτικά σήματα και τα μετατρέπει σε αναλογικά σήματα RGB μέσω του SCART. Τα ηχητικά σήματα εισάγονται σε έναν μετατροπέα ψηφιακού – αναλογικού σήματος (DAC) εξάγοντας περιφερειακό και στερεοφωνικό ήχο αν οι προδιαγραφές το επιτρέπουν.

Στο πρότυπο DVB επιτρέπεται και η λειτουργία ελεγχόμενης πρόσβασης που ονομάζεται Conditional Access. Στην ψηφιακή ροή των δεδομένων εικόνας περι-

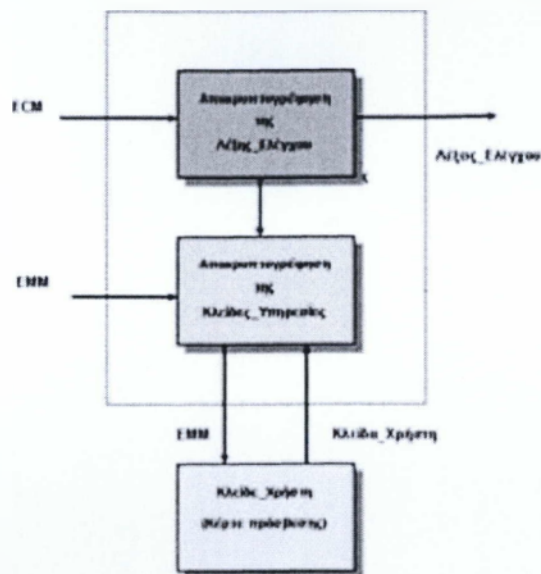


Εικόνα 4.6: Απεικόνιση πακέτων μεταφοράς πληροφοριών PSI, Program Specific Information και SI, Service Information.

λαμβάνεται και ο χάρτης προγράμματος ο οποίος εμπεριέχει τον πίνακα ελεγχόμενης πρόσβασης καθορίζοντας τα δικαιώματα λήψης. Επιπλέον περιλαμβάνεται ο αλγόριθμος κρυπτογράφησης (CSA) που ονομάζεται Common Scrambling Algorithm. Στο σύστημα και συγκεκριμένα στη μονάδα ελέγχου επιτρέπονται δύο επιλογές: η πρόσβαση μέσω κοινού συστήματος κρυπτογράφησης (simulcrypt) και η πρόσβαση μέσω διαφορετικών κρυπτοσυστημάτων (multicrypt ή CI=common interface). Στην πρώτη περίπτωση απαιτείται ο ίδιος αλγόριθμος κρυπτογράφησης για διαφορετικά δίκτυα τηλεόρασης και διαφορετικά συστήματα ελεγχόμενης πρόσβασης ενώ στην δεύτερη περίπτωση υφίσταται αποσπώμενη μονάδα για τις λειτουργίες ελεγχόμενης πρόσβασης και η οποία παρεμβάλλεται στις ροές των δεδομένων συνήθως υπο μορφή κάρτας πρόσβασης. Υπάρχει επίσης συγκεκριμένη υποδοχή για τις κάρτες πρόσβασης κατά τρόπο που τα τηλεοπτικά δίκτυα να χρησιμοποιούν διαφοροποιημένα συστήματα πρόσβασης και αλγόριθμους για την εκπομπή και λήψη σήματος.

Όσον αφορά την αποκρυπτογράφηση (DESCR), αυτή λαμβάνει το πακέτο μετάδοσης και επικοινωνώντας με τον επεξεργαστή μέσω ενός παράλληλου διαύλου, μεταφέρει τα δεδομένα. Τα πακέτα του απαιτούμενου προγράμματος αποκρυπτογραφούνται ενώ συχνά η λειτουργία συνδυάζεται με τον αποπολυπλέκτη (DEMUX). Ο αλγόριθμος κρυπτογράφησης πραγματοποιείται σε δύο επίπεδα, των οποίων το πρώτο λειτουργεί κατά τμήματα σε επίπεδο ομάδων των 8 bytes (block layer) και το άλλο στο συνεχές επίπεδο ροής των ψηφιακών δεδομένων (stream layer). Ταυτόχρονα, χρησιμοποιούνται δύο λέξεις ελέγχου, η άρτια και η περιττή και οι οποίες εναλλάσσονται κάθε δύο δευτερόλεπτα. Οι λέξεις μεταδίδονται στα μηνύματα ελέγχου και κατευθύνονται προς τη μονάδα αποκρυπτογράφησης ενώ υπάρχει και μία λέξη που είναι προκαθορισμένη και λειτουργεί με ελεύθερη πρό-

σβαση στην κρυπτογραφημένη μετάδοση. (Δορυφορικά Νέα, 2009)



Εικόνα 4.7: Τα επίπεδα του αλγόριθμου κρυπτογράφησης και ο τρόπος που λειτουργούν σε επίπεδο ομάδων ή επίπεδο ροής.

4.4 Οι κεραιές λήψης της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης

Οι κεραιές λήψης της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης διακρίνονται σε:

- Κεραία Υαγι (κατευθυντική)
- Λογαριθμική κεραία λήψης
- Κεραία τύπου Panel
- Κυκλική κεραία λήψης (omnidirectional)
- Κεραία τύπου Triplex
- Νεοεμφανιζόμενες κεραιές.

Η πιο διαδεδομένη από τις προαναφερθείσες κεραιές είναι η κατευθυντική κεραία Υαγι η οποία αποτελείται από ένα δίπολο λήψης το οποίο φορτίζεται ηλεκτρικά, τον ανακλαστήρα ο οποίος τοποθετείται πίσω από το δίπολο, και τους κατευθυντήρες που τοποθετούνται μπροστά από το δίπολο.

Στην αγορά συχνά συναντώνται κεραιές Υαγι στις οποίες έχει αντικατασταθεί ο ανακλαστήρας από ένα γωνιακό πλέγμα το οποίο απομονώνει τα σήματα που

έρχονται απο αντίθετες κατευθύνσεις. Η απομόνωση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική γιατί σε πολλές περιπτώσεις προκαλεί παραμόρφωση στη βασική ληφθείσα εικόνα. Βέβαια, στην ψηφιακή λήψη κάτι τέτοιο δεν υφίσταται καθώς όπως προαναφέρθηκε, η λειτουργία του σήματος βασίζεται στα bits και τα επιπλέον σήματα μεταφράζονται σε σφάλματα τα οποία διορθώνονται με τους απαραίτητους αλγορίθμους. Υπάρχει επίσης η περίπτωση, στην οποία συναντάται μειωμένο μέγεθος ανακλαστήρα ενώ μπορεί και ο αριθμός των κατευθυντήρων να είναι μικρός προκειμένου να μειωθεί το συνολικό μέγεθος της κεραίας.

Όσον αφορά στην λογαριθμική κεραία λήψης, αυτή θεωρείται η καλύτερη κεραία λήψης παρά τη διάδοση των κεραίων Yagi. Αποτελείται απο παρατεταγμένα στη σειρά στοιχεία λήψης όπως συμβαίνει και στην κεραία Yagi ενώ η βασική της διαφορά είναι οτι τα στοιχεία αυτά λειτουργούν ως δίπολα λήψης συγκεκριμένων συχνοτήτων ενώ τα λοιπά στοιχεία λειτουργούν ως ανακλαστήρες και ως κατευθυντήρες. Η γραμμικότητα ενίσχυσης είναι η βέλτιστη στην λογαριθμική κεραία λήψης ενώ έχει σύνθετη αντίσταση σε όλο το φάσμα συχνοτήτων σε αντίθεση με την κεραία Yagi. Βασικό μειονέκτημα της συγκεκριμένης κεραίας είναι το γεγονός ότι δεν απομονώνει τα σήματα που έρχονται απο πίσω σε αντιπαραβολή με την κεραία Yagi και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην αγορά.

Μία ακόμα αρκετά διαδεδομένη κεραία είναι η κεραία τύπου Panel η οποία κατέχει αρκετά μεγάλο μερίδιο στην αγορά της αναλογικής τηλεόρασης. Οι εκπομπές των σημάτων τηλεόρασης στα UHF γίνονται με κεραίες τύπου Panel για αρκετά χρόνια. Η συγκεκριμένη κεραία διαθέτει 2 ή 4 δίπολα εκπομπής σε οριζόντια ή κάθετη πόλωση μπροστά απο το Panel το οποίο συνήθως είναι απο υλικό ανοξειδώτης λαμαρίνας και λειτουργεί ως ανακλαστήρας. Κατα αυτό τον τρόπο, η γωνία ακτινοβολίας επιτυγχάνεται με μία κεραία ενώ βασικό χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης κεραίας είναι το χαμηλό συνολικό βάρος. Τα δίπολα έχουν σχήμα Χ ενώ ο ανακλαστήρας αποτελείται απο ένα πλέγμα που ονομάζεται grid. Σε αντίθεση με την λογαριθμική κεραία, η κεραία τύπου Panel απομονώνει τα σήματα που έρχονται απο πίσω ενώ το βασικό της πρόβλημα είναι η μεγάλη γωνία λήψης σήματος που έρχεται απο μπροστά με αποτέλεσμα να λαμβάνει παρασιτικά σήματα.

Για το ψηφιακό σήμα μία απο τις καλύτερες κεραίες είναι η κυκλική κεραία. Το δίπολο λήψης της κυκλικής κεραίας είναι σε κάθετη πόλωση και το κάτω στοιχείο του είναι υπο μορφή σπείρας και βρίσκεται εντός της βάσης της κεραίας. Η κυκλική κεραία δεν χρησιμοποιήθηκε ποτέ στην αναλογική τηλεόραση ενώ είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην ψηφιακή εποχή. Το ποσοστό στην αγορά της ψηφιακής τηλεόρασης για την κυκλική κεραία είναι ιδιαίτερα μεγάλο διότι η χρήση της είναι εύκολη ενώ το απαιτούμενο SFN δίκτυο είναι αρκετά διαδεδομένο. Κατα συνέπεια, η κυκλική κεραία στο μέλλον θα μπορεί να χρησιμοποιείται ακόμα και εντός του σπιτιού εαν η ισχύς του σήματος είναι καλή και τα SFN δίκτυα μεγαλώσουν.

Η κεραία τύπου Triplex έχει εμφανιστεί στην αγορά τα τελευταία χρόνια και έχει διάφορες κατασκευαστικές εκδοχές. Ουσιαστικά πρόκειται για μία Yagi κεραία η οποία αποτελείται απο τρεις σειρές παρατεταγμένους κατευθυντήρες οι οποίοι αυξάνουν το κέρδος λήψης ενώ τα σήματα που φτάνουν στην κεραία με διαφορά

φάσης απορρίπτονται. Πρόσφατα στην κεραία τύπου Triplex ενσωματώθηκε ενισχυτής λήψης ο οποίος συνδυάζει τον αυτόματο έλεγχο του επιπέδου ενίσχυσης. Η βελτίωση που έχει επέλθει στην Yagi κεραία με την κεραία τύπου Triplex είναι αισθητή και το μερίδιο αγοράς της για το μέλλον αναμένεται ιδιαίτερα υψηλό.

Τέλος, στην αγορά τα τελευταία χρόνια εμφανίζονται και άλλοι τύποι κεραιών με σκοπό την κάλυψη και του αναλογικού σήματος και οι οποίες χαρακτηρίζονται ως digital ready. Πρόκειται για Yagi και Panel κεραιές που θα έχουν μακροβιότερη χρήση μετά την πλήρη μετάβαση στην ψηφιακή εποχή. Συνήθως έχουν μικρό αριθμό κατευθυντήρων ή κεραιές τύπου Panel αποτελούμενες από δύο δίπολα λήψης. Το μέγεθος τους επιτρέπει την τοποθέτηση τόσο σε εξωτερικούς όσο και σε εσωτερικούς χώρους. Ο τρόπος κατασκευής τους επιτρέπει την ενσωμάτωση κεραιάς και ενισχυτικής βαθμίδας ενώ διαθέτουν μεγάλη γωνία λήψης ώστε να μην είναι απαραίτητη η ευθυγράμμιση τους με την κεραία εκπομπής. Προστατεύονται από ένα κάλυμμα πολυεστέρα το οποίο επιτρέπει τη συντήρησή τους καθώς και τη μεταφορά τους. (Δορυφορικά Νέα, 2010)

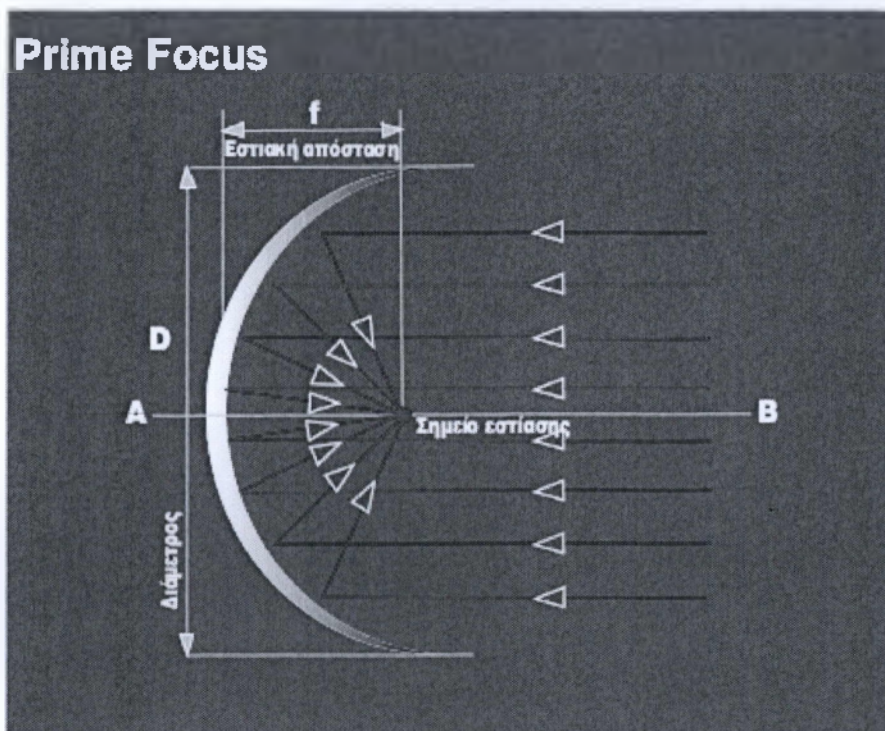
4.5 Είδη κατόπτρων

Τα κάτοπτρα ταξινομούνται βάσει της εστίασής τους με την οποία κατηγοριοποιούνται οι ανακλαστικές επιφάνειές με τις οποίες γίνεται η δορυφορική λήψη. Τα κάτοπτρα διακρίνονται σε

- Prime Focus
- Offset
- Κάτοπτρα Cassegrain
- Επίπεδα Κάτοπτρα

Τα κάτοπτρα Prime Focus λειτουργούν βάσει μίας παραβολής καμπύλης και τοποθετούνται στις κεραιές με ποικίλους τρόπους. Τα συγκεκριμένα κάτοπτρα έχουν το σημείο εστίασής τους στο κέντρο, μπροστά από τους ανακλαστήρες και για το λόγο αυτό ονομάζονται Prime Focus που σημαίνει "κύριας εστίασης". Τα δύο βασικά τους μειονεκτήματα είναι ότι ο κυματοδηγός και το σύστημα στήριξης τους προκαλούν σκίαση σε ένα μέρος της ανακλαστικής επιφάνειας ενώ η γωνία τοποθέτησής τους συχνά λαμβάνει ανακλώμενο θόρυβο από το έδαφος.

Τα κάτοπτρα Offset από την άλλη, βασίζονται στη χρήση μικρότερου μέρους της παραβολικής επιφάνειας ενώ έχουν έναν μεγάλο άξονα στη διεύθυνση B-N και έναν μικρότερο στον άξονα A-Δ. Το σύστημα στήριξης τους βρίσκεται, όπως και στα κάτοπτρα Prime Focus, στο κέντρο ενώ το κέρδος στο σχεδιασμό τους είναι ότι το σύστημα στήριξης του κυματοδηγού δεν προκαλεί σκίαση στην ανακλαστική επιφάνεια ενώ το LBN τους είναι στραμμένο προς τον ουρανό με αποτέλεσμα να μην δέχονται μεγάλα ποσοστά παρασιτικού θορύβου. Για το λόγο αυτό, τα κάτοπτρα Offset διακρίνονται για τα επίπεδα επάρκειας τους σε σχέση με τα κάτοπτρα

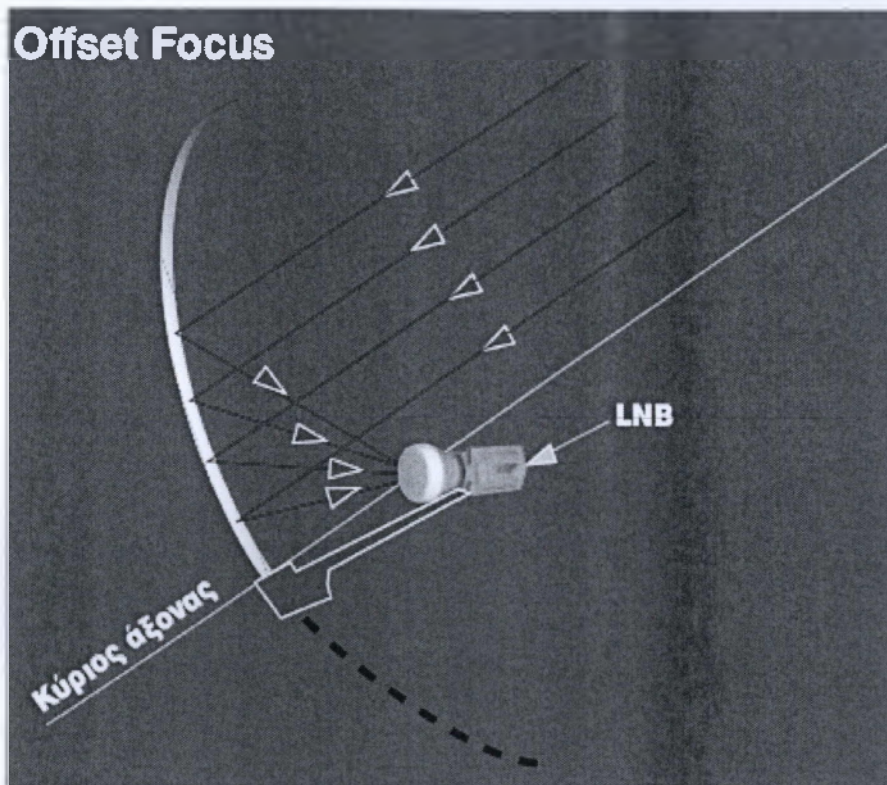


Εικόνα 4.8: Κάτοπτρο Prime Focus.

Prime Focus ενώ έχουν σημαντικό πλεονέκτημα ανάλογα με καιρικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση χιονόπτωσης όπου στο κάτοπτρο Offset δεν συσσωρεύεται χιόνι.

Τα Επίπεδα Κάτοπτρα διαθέτουν τα τελευταία χρόνια ένα σημαντικό μερίδιο της αγοράς καθώς είναι οι διαστάσεις τους είναι σχετικά μικρές σε σχέση με τα Offset και τα κάτοπτρα Prime Focus ενώ έχουν σχετικά μεγαλύτερη απολαβή σήματος συγκριτικά με τα Offset. Στα επίπεδα κάτοπτρα δεν υπάρχει εξωτερικό LNB, αφού η όλη λειτουργία του είναι ενσωματωμένη στα ηλεκτρονικά τμήματα του κατόπτρου. Η τιμή τους είναι σχετικά υψηλή και για το λόγο αυτό στην Ελλάδα δεν συναντώνται συχνά.

Υπάρχει επίσης και το κάτοπτρο Cassegrain το οποίο βασίζεται στην θεωρία της διπλής ανάκλασης η οποία εισήχθη από τον N. Cassegrain και τα οποία αποτελούνται από ένα κυρίως κάτοπτρο και ένα δευτερεύον το οποίο ανακατευθύνει το λαμβανόμενο σήμα. Το κυρίως κάτοπτρο είναι κοίλο ενώ το δευτερεύον κυρτό. Τα κάτοπτρα Cassegrain ουσιαστικά παρέχουν τη μεγαλύτερη απολαβή επί ίσων διαστάσεων συγκριτικά με το Prime Focus και το Offset κάτοπτρο. Βασικό μειονέκτημα τους είναι η υψηλή τιμή τους ενώ το LNB στα κάτοπτρα Cassegrain πρέπει να κοιτάζει προς τον ουρανό, κατά συνέπεια δημιουργείται θέμα στεγανό-

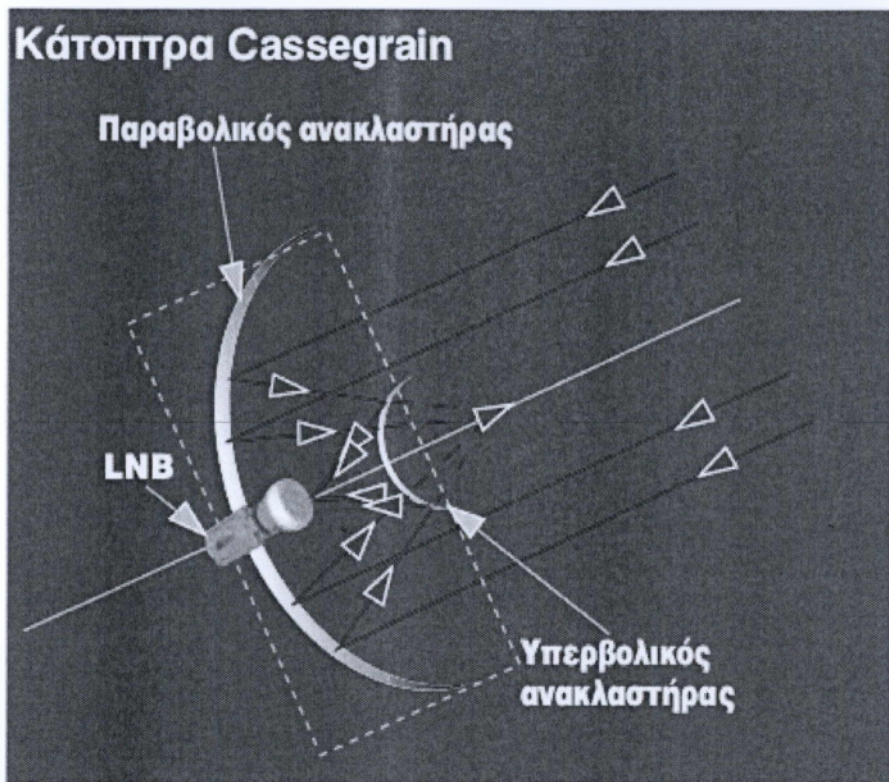


Εικόνα 4.9: Κάτοπτρο Offset.

τητας το οποία επιλύεται με την τοποθέτηση ειδικού καλύμματος. Τα Cassegrain χρησιμοποιούνται συχνά και για εκπομπές σήματος προς τους δορυφόρους.

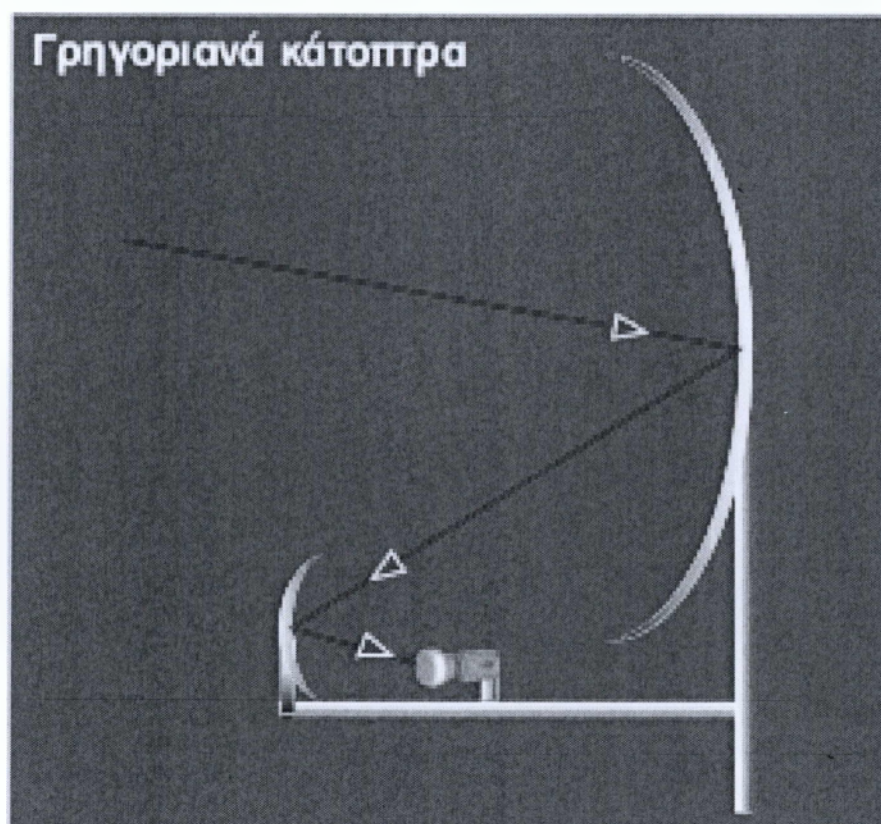
Υποκατηγορία των κατόπτρων Cassegrain αποτελούν και τα κάτοπτρα Toroidal τα οποία επιτρέπουν την ταυτόχρονη λήψη πολλών δορυφόρων με απόσταση μεταξύ τους στο γεωστατικό τόξο μέχρι 40 μοίρες. Η απολαβή του κατόπτρου, τόσο για τις κεντρικές όσο και για τις παράκεντρες λήψεις, είναι στο μεγαλύτερο μέρος του τόξου ίδια και αντίστοιχη με ενός κατόπτρου 90 εκατοστών. Αποτελούνται από μία μια κεραία με πολλαπλή εστίαση ενώ το σχήμα του δορυφορικού κατόπτρου toroidal καθορίζεται με βάση μαθηματικές εξισώσεις, που έχουν ως στόχο να δημιουργήσουν μία επιφάνεια, που θα εστιάζει στη μέγιστη αλλά και ισόποση κατανομή σήματος σε πολλαπλά σημεία σε μια ακτίνα 45 μοίρες περίπου. Τα LNB τοποθετούνται σε μία βάση στοχεύοντας τον δευτερεύοντα ανακλαστήρα.

Τέλος, υποκατηγορία των κατόπτρων Cassegrain αποτελούν τα κάτοπτρα Gregorian. Το δορυφορικό κάτοπτρο Gregorian, είναι μία δορυφορική κεραία διπλής ανάκλασης. Συγκεντρώνει τα πλεονεκτήματα της απλής offset κεραίας με τον καλύτερο σχεδιασμό της τοποθέτησης του LNB στην πίσω πλευρά. Έτσι το LNB είναι προστατευμένο από τον καιρό και τον επιπλέον θόρυβο που παράγει ο ήλιος. Ο επι-



Εικόνα 4.10: Κάτοπτρο Cassegrain.

πλέον ανακλαστήρας μεγαλώνει την απόδοση του κατόπτρου, αφού «βλέπει» πολύ καλύτερα όλη την κυρίως επιφάνεια. Τα Γρηγοριανά κάτοπτρα διαθέτουν έναν δευτερεύοντα ελλειψοειδή ανακλαστήρα. (Δορυφορικά Νέα, 2005)



Εικόνα 4.11: Κάτοπτρο Gregorian.

Κεφάλαιο 5

5.1 Μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση

Στην Ελλάδα το επίγειο τηλεοπτικό τοπίο αποτελείται από 3 δημόσιους σταθμούς, 8 ιδιωτικούς σταθμούς εθνικής εμβέλειας, 74 τηλεοπτικούς σταθμούς περιφερειακής εμβέλειας και 52 τηλεοπτικούς σταθμούς τοπικής εμβέλειας (Ε.Σ.Ρ, 2011).

Η Ελλάδα, όπως και οι υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες, με βάσει τις ρυθμίσεις της Συνθήκης της Γενεύης του 2006 θα πρέπει μέχρι την 17η Ιουνίου του 2015 να έχει αντικαταστήσει τις επίγειες αναλογικές υπηρεσίες της τηλεόρασης με ψηφιακές (DigiTag, 2012).

Οι ρυθμίσεις αφορούν το συντονισμό των τηλεοπτικών σταθμών για την επίγεια ψηφιακή τηλεόραση και τις εκχωρήσεις των συχνοτήτων. Επιγραμματικά τα άμεσα οφέλη του Ελληνικού τηλεοπτικού κοινού κατά την περίοδο της μετάβασης είναι:

- Η πληρέστερη τηλεοπτική κάλυψη
- Η καλύτερη ποιότητα εικόνας και ήχου
- Η βελτιστοποίηση της λήψης του τηλεοπτικού σήματος στις προβληματικές περιοχές λόγω ιδιαίτερων γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών
- Η ύπαρξη ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος

Από τα 23 πρώτα κέντρα ψηφιακής εκπομπής, επί του παρόντος, μόνο τα 12 μεταδίδουν ήδη ψηφιακές εκπομπές. Εξ αυτών, τα δύο μεταδίδουν ψηφιακό σήμα με ταυτόχρονη μετάδοση αναλογική σήματος ενώ πλήρη παύση της αναλογικής εκπομπής υπάρχει σε ένα μόνο κέντρο εκπομπής.

Σύμφωνα με μελέτη που εκπονήθηκε από την Analysis Mason Limited για λογαριασμό της Ελληνικής Κυβέρνησης (Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων) (Analysis Mason, 2012) και με βάση τις δηλώσεις του Διευθύνοντα συμβούλου της Digea

«η πρόθεση και για τα υπόλοιπα σημεία είναι να μεταβούν σε ψηφιακή μετάδοση πριν την παύση της αναλογικής εκπομπής (ΠΑΕ) και ότι η μετάβαση αυτή είναι δυνατό να ολοκληρωθεί, τεχνικά και λειτουργικά, μέχρι το τέλος του 2013.»

Η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση μετά την ολοκλήρωση της ψηφιακή μετάβασης θα δείξει τις πραγματικές δυνατότητες της καθώς

«θα συνδυάζει τη μαζικότητα της τηλεόρασης αλλά με εξαιρετικά αναβαθμισμένη ποιότητα, την δυνατότητα προσωποποίησης του κινητού τηλεφώνου και το βάθος πληροφορίας του Ιντερνέτ. Μπορεί να γίνει το ψηφιακό παράθυρο του κάθε Έλληνα στον κόσμο.»

5.2 Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ψηφιακή τηλεόραση

Η Ψηφιακή Επίγεια Τηλεόραση (DTT) είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη πλατφόρμα ψηφιακής τηλεόρασης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι περισσότερες χώρες έχουν ήδη ολοκληρώσει κατά ένα σημαντικό ποσοστό την εφαρμογή των ψηφιακών επίγειων υπηρεσιών εφαρμόζοντας το DVB-T Πρότυπο (Digital Video Broadcasting-Terrestrial).

Η μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή αναμετάδοση τηλεοπτικών σημάτων αναμένεται να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα του φάσματος δεδομένου ότι το φάσμα που απαιτείται για ένα ψηφιακό κανάλι θα είναι σημαντικά μικρότερο (1:4 περίπου) από αυτό που απαιτείται για τα αναλογικά κανάλια. Όταν όλα τα σημερινά αναλογικά τηλεοπτικά κανάλια που νομιμοποιούνται αρχίσουν να μεταδίδουν ψηφιακά, θα υπάρξει ελεύθερο φάσμα το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια σειρά νέων, καινοτόμων – κυρίως ευρυζωνικών- εφαρμογών/ υπηρεσιών.

Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Επέκταση της κάλυψης της κινητής τηλεπικοινωνίας
- Ευρυζωνική πρόσβαση παντού μέσω ασύρματης ευρυζωνικότητας
- Κινητές υπηρεσίες τηλεόρασης
- Ανεπτυγμένες κοινωνικές υπηρεσίες προς όλους (ηλεκτρονική διακυβέρνηση, e-health, e-learning, κ.ά.)
- Τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας
- Υπηρεσίες δημόσιας υγείας και ασφάλειας

Όλα τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέχρι το τέλος του 2012 πρέπει να αποσύρουν την αναλογική επίγεια εκπομπή των τηλεοπτικών σταθμών και σταδιακά να μεταβούν στις επίγειες ψηφιακές υπηρεσίες. Όμως το Μνημόνιο 2 οριοθέτησε ως υποχρεωτική ημερομηνία του ελληνικού αναλογικού switch-off στις 30-6-2013 (Εκοποπου, 2012).

5.3 Η συνθήκη της Γενεύης

Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών ITU (International Telecommunication Union) σε συνεργασία με χώρες της Ευρώπης, της Μέσης Ανατολής και της Αφρικής που ανήκουν στην 1η περιοχή (Region 1) του παγκόσμιου χάρτη των περιοχών συνεργάστηκαν το 2006, για τη διοργάνωση της Περιοχικής Διάσκεψης Ραδιοεπικοινωνιών RRC-06 γνωστή και ως Διάσκεψη της Γενεύης.

Βασικός σκοπός της διάσκεψης ήταν ο καθορισμός της λειτουργίας της ψηφιακής τηλεόρασης (DVB-T) καθώς και του ψηφιακού ραδιοφώνου (T-DAB). Ουσιαστικά αντικαταστήθηκε η αναχρονιστική συνθήκη της Στοκχόλμης του 1961 (ST-06). Αποτέλεσμα της διάσκεψης ήταν η συνθήκη της Γενεύης (GE-06) που ικανοποίησε σε μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις της κάθε χώρας-μέλους της 1ης περιοχής της ITU που συμμετείχε. Αξίζει να αναφερθεί ότι στην Band III ζώνη ικανοποιήθηκε το 95% των απαιτήσεων για T-DAB και το 90% των DVB-T απαιτήσεων ενώ στις συχνότητες Band IV/V ικανοποιήθηκε το 98% των απαιτήσεων. Τα υψηλά ποσοστά ικανοποίησης οφείλονται στη μείωση των απαιτήσεων των χωρών-μελών κατά τη διάρκεια της διάσκεψης και στις ρυθμιστικές αρχές κάθε χώρας που δήλωσαν ότι είναι προετοιμασμένες για τις ενδεχόμενες παρεμβολές που μπορεί να προκληθούν από τις γείτονες χώρες.

Η συνθήκη της Γενεύης (GE-06) ορίζει την 17 Ιουνίου του 2006 ως ημερομηνία έναρξης των ψηφιακών εκπομπών και την 17η Ιουνίου του 2015 ως ημερομηνία λήξης της περιόδου μετάβασης από την Αναλογική στην Ψηφιακή Εκπομπή (Aegis, 2012). Η απόφαση αυτή εναρμονίζεται πλήρως με την σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που είχε ορίσει ως ημερομηνία οριστικής διακοπής της Αναλογικής Εκπομπής στα κράτη-μέλη ως το 2012. Κατά τη διάρκεια της μεταβατικής περιόδου ως απαραίτητη προϋπόθεση θεωρείται και η συγκατάθεση των γειτονικών χωρών σε περίπτωση που επηρεάζονται. Μετά το πέρας της συγκεκριμένης ημερομηνίας οι χώρες θα μπορούν να χρησιμοποιούν ελεύθερα τις εκχωρημένες σε αυτές συχνοτητες για τις ψηφιακές τους υπηρεσίες και δεν θα οφείλουν να προστατεύουν τις αναλογικές υπηρεσίες των γειτονικών τους χωρών.

Στη Διάσκεψη της Γενεύης, η Ελλάδα κατοχύρωσε περίπου 2.500 συχνοτητες, εκ των οποίων οι 357 είναι ψηφιακές. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα από το 1961 μέχρι την προαναφερθείσα Διάσκεψη της Γενεύης του 2006, είχαν κατοχυρωθεί μόνο 137 συχνοτητες αναλογικής εκπομπής και τίποτε περισσότερο (Aegis, 2012).

5.4 Ψήφισμα για τη μετάβαση στα κράτη μέλη

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο στις 24 Σεπτεμβρίου του 2008 ενέκρινε ψήφισμα που αφορά τη μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση (Eur-Lex, 2008). Οι κυριότερες θέσεις του Κοινοβουλίου μπορούν να συνοψιστούν στα εξής σημεία:

- Ενθαρρύνεται η συνεργασία μεταξύ των κρατών μελών που θα οδηγήσει σε

μια αποδοτική, ανοικτή και ανταγωνιστική ηλεκτρονική αγορά τηλεπικοινωνιών.

- Αναμένεται άμεσα η προσφορά νέων πολυμεσικών πακέτων στο πλαίσιο της τεχνολογικής σύγκλισης Τηλεπικοινωνιών-Μ.Μ.Ε. Συγχρόνως παρατηρείται ότι η εμφάνιση αυτών των πακέτων εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη διαθεσιμότητα του πολύτιμου φάσματος.
- Υπογραμμίζεται ότι το ψηφιακό μέρισμα παρέχει στην Ευρωπαϊκή Ένωση μοναδικές ευκαιρίες για την ανάπτυξη νέων υπηρεσιών ώστε να παραμείνει “παγκόσμιος ηγέτης” στις κινητές τεχνολογίες πολυμέσων.
- Ανεπτυγμένες κοινωνικές υπηρεσίες προς όλους (ηλεκτρονική διακυβέρνηση, e-health, e-learning, κ.ά.)
- Καλούνται τα κράτη μέλη της Ε.Ε. να αναπτύξουν, με κοινή μεθοδολογία, τις εθνικές στρατηγικές μερισμάτων.
- Αναγνωρίζεται το δικαίωμα των κρατών μελών να καθορίσουν τη δική τους χρήση του ψηφιακού μερίσματος, ενώ υποστηρίζεται ότι μια συντονισμένη προσέγγιση σε κοινοτικό επίπεδο θα ενισχύσει σημαντικά την αξία του μερίσματος και θα συμβάλει στην αποφυγή επιβλαβών παρεμβολών μεταξύ των κρατών μελών.
- Υποστηρίζεται μια κοινή, ισορροπημένη προσέγγιση στη χρήση του ψηφιακού μερίσματος, που επιτρέπει στους υφιστάμενους σταθμούς ραδιοτηλεόρασης να συνεχίσουν να προσφέρουν νέες υπηρεσίες και στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους να χρησιμοποιήσουν αυτόν τον πόρο ώστε να επεκταθούν σε νέες υπηρεσίες. Βασική προϋπόθεση είναι το ψηφιακό μέρισμα να διατίθεται σε τεχνολογικά-ουδέτερη βάση.

Η Επιτροπή επεξεργάζεται μια κοινή προσέγγιση χρήσης των ραδιοσυχνοτήτων που θα ελευθερωθούν με τη ψηφιακή μετάβαση, με στόχο να παρέχονται τα μέγιστα οφέλη στην εσωτερική αγορά των 500 εκατομμυρίων πολιτών. Στο σημείο αυτό, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι το μέγεθος του ψηφιακού μερίσματος θα ποικίλει από χώρα σε χώρα λόγω γεωγραφικών και πολιτιστικών ιδιαιτεροτήτων. Η ζώνη συχνοτήτων που εξετάζεται είναι των 790 – 862 MHz (Eur-Lex, 2008).

5.5 Παρούσα κατάσταση

Ο παρακάτω χάρτης αποτυπώνει σε ευρωπαϊκό επίπεδο τα εν δυνάμει αναλογικά switch off εντός του 2012. Η Ελλάδα όπως προκύπτει από το πορτοκαλί χρώμα στο χάρτη περιλαμβάνεται στις χώρες για αναλογικό switch off. Βέβαια το Μνημόνιο 2 παρέτεινε αυτή την ημερομηνία για την Ελλάδα μέχρι 30/06/2013.

Από το 2006 έως τα τέλη του 2011 αναλογικό switch off πραγματοποίησαν οι εξής 19 χώρες : Ισπανία, Γαλλία, Γερμανία, Ολλανδία, Ελβετία, Δανία, Αυστρία, Μάλτα, Ισλανδία, Φιλανδία, Σουηδία, Νορβηγία, Λουξεμβούργο, Βέλγιο,



Εικόνα 5.1: Παγκόσμιος Χάρτης Περιοχών της ΙΤΥ.

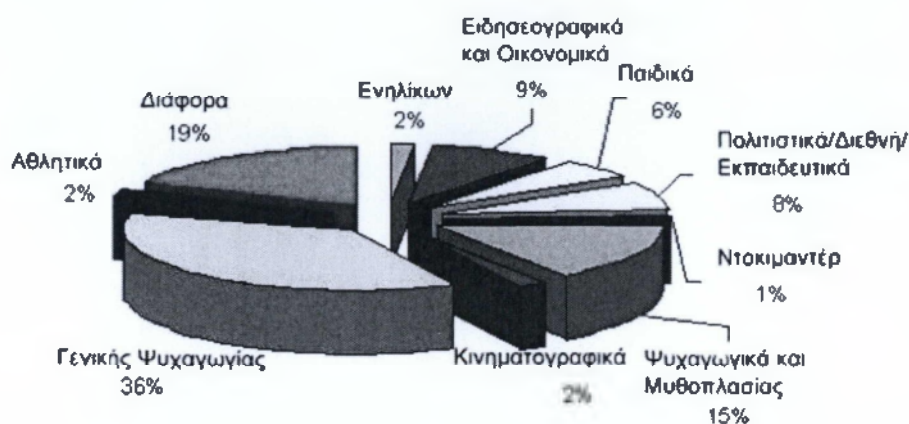
Κύπρος, Εσθονία, Λετονία, Σλοβενία και Κροατία (European Audiovisual Observatory, 2012).

Το 2013 αναμενόταν να προχωρήσουν σε αναλογικό switch off οι : Ελλάδα, Πορτογαλία, Τσεχία, Ιταλία, Σερβία, Αλβανία, Λιθουανία, Μεγάλη Βρετανία, Ιρλανδία και Σλοβακία. Ενώ μετά το 2013-2014 θα ακολουθήσουν οι: Βουλγαρία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Τουρκία, Σκόπια, Ρωσία, Πολωνία και Βοσνία-Ερζεγοβίνη. Η ανάπτυξη της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης στην Ευρώπη είναι ταχύτερη με κατεύθυνση στη συνδρομητική και την ελεύθερη επίγεια τηλεόραση. Από τα συνολικά 1460 επίγεια ψηφιακά κανάλια που εκπέμπουν μέχρι στιγμής στην Ευρώπη, τα 700 κανάλια ανήκουν σε τοπικά και περιφερειακά δίκτυα, ενώ τα υπόλοιπα 760 κανάλια ανήκουν σε Εθνικά και διεθνή δίκτυα (European Audiovisual Observatory, 2013).

Η ελεύθερη επίγεια ψηφιακή τηλεόραση στην Ευρώπη, διαθέτει 345 κανάλια (στα οποία δεν συμπεριλαμβάνονται τα τοπικά και περιφερειακά κανάλια ελεύθερης λήψης) ενώ η θεματική διάρθρωση των επίγειων ψηφιακών ελεύθερων καναλιών διαμορφώνεται ως εξής :

Πρόσφατα στοιχεία από την ευρωπαϊκή βάση δεδομένων MAVISE του Ευρωπαϊκού Οπτικοακουστικού Παρατηρητήριου πιστοποιούν την ταχύτερη ανάπτυξη της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης στην Ευρώπη και την ανάδειξη της, ουσιαστικά, στην πρώτη θέση ανάμεσα στις πλατφόρμες παροχής τηλεοπτικού περιεχομένου.

Ο πιο αντιπροσωπευτικός δείκτης της επιτυχούς διείσδυσης της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης είναι ο αριθμός των καναλιών που παρέχονται μέσω αυτής της πλατφόρμας σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες, καθώς φτάνουν τουλάχιστον τα 1.460. Περίπου τα μισά εξ αυτών, τα 700, ανήκουν σε περιφερειακούς και τοπικούς σταθμούς που μεταδίδονται σε 13 ευρωπαϊκές χώρες, ενώ ο αριθμός των εθνικών και διεθνών καναλιών ανέρχεται σε περίπου 760. Από τα διεθνή, αυτά με τις περισσότε-



Εικόνα 5.2: Θεματική διάρθρωση των επίγειων ψηφιακών ελεύθερων καναλιών στην Ευρώπη.

ρες παρουσίες είναι τα BBC World, CNN, Discovery channels, Eurosport channels κ.α.

Από τα 760 ψηφιακά κανάλια, τα 345 παρέχονται άνευ συνδρομής, ενώ τα υπόλοιπα 415 παρέχονται από συνδρομητικά δίκτυα.

Παρά το γεγονός ότι οι πρώτες προσπάθειες παροχής συνδρομητικών τηλεοπτικών υπηρεσιών στην επίγεια ψηφιακή πλατφόρμα στην Ευρώπη ήταν αποτυχημένες (Ην. Βασίλειο, Ισπανία, Σουηδία), εντούτοις σήμερα συνδρομητικές υπηρεσίες προσφέρονται σε 14 Κράτη-Μέλη της Ε.Ε. και σε περίπου 5 ή 6 άλλες ευρωπαϊκές χώρες εκτός Ένωσης.

Αν και η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση μειονεκτεί ως προς την παροχή καναλιών με υψηλή ευκρίνεια, σε σχέση με τη δορυφορική, την καλωδιακή ή την IPTV τηλεοπτική πλατφόρμα-κυρίως λόγω έλλειψης του απαραίτητου φάσματος συχνοτήτων- κανάλια υψηλής ευκρίνειας παρέχονται σε 18 χώρες.

Στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες η δημόσια τηλεόραση ήταν η «ατμομηχανή» της ανάπτυξης της επίγεια ψηφιακής τηλεόρασης, καθώς επένδυσε σημαντικά ποσά πρώτη και δημιούργησε νέα κανάλια και υπηρεσίες. Σήμερα, περίπου το ένα τέταρτο των καναλιών (25%) ανήκουν στην δημόσια τηλεόραση και παρέχονται κυρίως ελεύθερα, ενώ μόλις το 10% των καναλιών στα συνδρομητικά δίκτυα είναι δημόσια.

5.6 Η HDTV στην Ελλάδα

Η αποτύπωση της βάσης δεδομένων MAVISE του Ευρωπαϊκού Οπτικοακουστικού Παρατηρητηρίου του τμήματος επικοινωνιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφέρει ότι η ελληνική αγορά μέχρι το τέλος του 2011 διέθετε 14 HDTV υπηρεσίες (European audiovisual observatory, 2012).

Αυτές αποτελούνται από τις 7 υπηρεσίες της δορυφορικής πλατφόρμας NOVA : Novacinema HD, Novasports HD, Eurosport HD, National Geographic Channel HD, National Geographic Wild HD, Discovery HD Showcase και ERT HD.

Τις 8 υπηρεσίες της πλατφόρμας OTE TV μέσω δορυφόρου: OTE Sport HD, ERT HD, National Geographic Wild HD, Sundance Channel HD Europe, MTV Greece HD, Eurosport HD, ESPN America HD και Nickelodeon HD. Αξίζει να σημειωθεί ότι μέσα στο 2012 η OTE TV πρόσθεσε άλλα τέσσερα κανάλια τα: Discovery HD Showcase, Luxe TV HD, i-Concerts HD και Penthouse HD.

5.6.1 EPT HD

Η πρώτη μετάδοση του πιλοτικού προγράμματος EPT HD ξεκίνησε την Τετάρτη του Πάσχα, στις 27 Απριλίου 2011, με τη μετάδοση του ποδοσφαιρικού αγώνα Ρεάλ εναντίον της Μπαρτσελόνα, για την πρώτη σειρά των ημιτελικών του Champions League (Tech Gear, 2012). Μία μέρα πριν, τα ξημερώματα της 26ης Απριλίου 2011, προηγήθηκε η ψηφιακή μετάβαση από MPEG-2 σε MPEG-4, ως προς την εικόνα, ολόκληρου του δεύτερου ψηφιακού μπουκέτου της EPT (NET, ET1, ET3, EPT HD).

Το πρόγραμμα της EPT HD από την επίγεια ψηφιακή πλατφόρμα της EPT είναι ελεύθερης λήψης, αποτελώντας το πρώτο ελεύθερο HD πρόγραμμα στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση της χώρας.

Η EPT HD μέσω του δεύτερου ψηφιακού μπουκέτου της EPT, είναι αρχικώς διαθέσιμη στις περιοχές της Αττικής (διάυλος 52 UHF από τον Υμηττό και Αίγινα), Θεσσαλονίκης και Κεντρικής Μακεδονίας (διάυλος 23 UHF από Χορτιάτη και Φιλίππειο) και νοτιοανατολικής Θράκης (διάυλο 58 UHF από την Πλάκα Αλεξανδρούπολης). Από τις 27 Μαΐου 2011, είναι διαθέσιμη και στην ευρύτερη περιοχή της κεντρικής Θεσσαλίας (διάυλος 43 UHF από το Δοβρούτσι). Μεταδίδεται μαζί με τα τηλεοπτικά προγράμματα NET, ET1, ET3 και τα πέντε ραδιοφωνικά της ΕΡΑ. Σταδιακά θα εμφανίζεται και σε άλλες περιοχές της χώρας, σύμφωνα με το εθνικό πρόγραμμα μετάβασης στην ψηφιακή τηλεόραση που συντονίζεται από το Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων και οφείλει να ακολουθήσει η EPT.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την παρακολούθηση HD τηλεοπτικών προγραμμάτων είναι ο τηλεθεατής να διαθέτει τηλεόραση με οθόνη ικανή να προβάλλει σήμα υψηλής ευκρίνειας (Full HD ή HD Ready). Αν η τηλεόραση διαθέτει και ενσωματωμένο επίγειο ψηφιακό δέκτη MPEG-4 τότε ο τηλεθεατής δεν χρειάζεται τίποτα άλλο (αυτές οι τηλεοράσεις κυκλοφόρησαν στην ελληνική αγορά από τα τέλη του 2009). Σε διαφορετική περίπτωση, εάν διαθέτει τηλεόραση Full HD ή HD Ready με ενσωματωμένο επίγειο ψηφιακό δέκτη MPEG-2 ή χωρίς καθόλου ενσωματωμένο ψηφιακό δέκτη, απαιτείται η αγορά ενός χαμηλού κόστους εξωτερικού επίγειου ψηφιακού δέκτη MPEG-4/HD και συνδεσμολογία HDMI μεταξύ εξωτερικού δέκτη και της τηλεόρασης. Απαραίτητη είναι και η αγορά ενός καλωδίου με συνδετήρες HDMI στα δύο άκρα. Ο εξωτερικός επίγειος ψηφιακός δέκτης για να έχει τη δυνατότητα να δείξει σήμα υψηλής ευκρίνειας (High Definition-HD),

θα πρέπει να υποστηρίζει κωδικοποίηση Mpeg4/H.264AVC και να διαθέτει θύρα σύνδεσης HDMI.

Αυτοί οι δέκτες, στη συσκευασία αγοράς τους έχουν ευδιάκριτα χαρακτηριστικά όπως: HD DVB T Receiver ή Mpeg4/H.264AVC ή MPEG-4/HD HDMI ή εμπεριέχουν το HD μέσα στον κωδικό του μοντέλου (EPT, 2013).

5.6.2 NOVA HD

Στις 25 Αυγούστου του 2010, η συνδρομητική πλατφόρμα NOVA της Forthnet group ξεκίνησε την εκπομπή τηλεοπτικών προγραμμάτων σε High Definition (Ελευθεροτυπία, 2010).

Στο πακέτο της συμπεριελήφθησαν:

- Το Nova Cinema HD για την προβολή κινηματογραφικών ταινιών των Disney, Warner, Universal και Paramount, δημοφιλών τηλεοπτικών σειρών όπως το CSI καθώς και των ελληνικών παραγωγών στις οποίες η Nova χρηματοδότησε την παραγωγή τους όπως το «Ψυχή Βαθιά» του Παντελή Βούλγαρη.
- Το Nova Sports HD για την μετάδοση των μεγαλύτερων αθλητικών γεγονότων του εξωτερικού (Champions League, NBA, Premier League, Europa League) και σημαντικών αγώνων του ελληνικού πρωταθλήματος της Super League.
- Το Eurosport HD με τη μετάδοση αυτούσιου του προγράμματος του που περιλαμβάνει μεγάλα αθλητικά γεγονότα του εξωτερικού (Forthnet Group, 2012)

Λίγους μήνες αργότερα ήρθε και η προσθήκη του National Geographic HD με την προβολή κορυφαίων ντοκιμαντέρ που καταγράφονται εξ' ολοκλήρου σε HD. Πλέον η NOVA συνολικά προβάλλει εκτός από τα προαναφερόμενα το National Geographic Wild και το Discovery HD Showcase. Συνολικά τα πακέτα που προσφέρει η NOVA είναι:

- Full Pack με τα : Nova cinema HD, Nova sports HD, Eurosport HD, National Geographic Channel HD, Nat Geo Wild HD, Discovery HD Showcase, EPT HD
- Sports + Value Pack με τα : Nova sports HD , Eurosport HD, National Geographic Channel HD, Nat Geo Wild HD, Discovery HD Showcase, EPT HD
- Cinema + Value Pack με τα : Nova cinema HD, Eurosport HD, National Geographic Channel HD, Nat Geo Wild HD, Discovery HD Showcase, EPT HD
- Value Pack με τα : Eurosport HD, National Geographic Channel HD, Nat Geo Wild HD, Discovery HD Showcase, EPT HD

- Start Pack με τα : Eurosport HD, National Geographic Channel HD, Nat Geo Wild HD, Discovery HD Showcase, EPT HD

Τα παραπάνω πακέτα διατίθενται με 4,99 ευρώ έκαστο (Forthnet Group, 2012). Όλες οι μεταδόσεις της εταιρείας γίνονται σε ανάλυση HD 1920 x 1080 και ήχο Dolby Digital Surround 5.1 με τους αποκωδικοποιητές Nova Box HD 831 και Nova Box HD PVR 865.

Ο Nova Box HD 831 είναι ο απλός αποκωδικοποιητής που προσφέρει η εταιρεία. Αποτελεί μια custom έκδοση του μοντέλου DS830 της Pace που έχει δοκιμαστεί σε Αγγλία και Γερμανία.

Όσον αφορά την εικόνα του αποκωδικοποιητή, αυτή υποστηρίζει αναλύσεις από 576p έως 1080i και αναπαραγωγή σήματος MPEG-2, MPEG-4, DVB-S, DVB-S2 και H.264. Για τον ήχο υποστηρίζει Dolby Digital όμως δεν διαθέτει έξοδο οπτική ίνας και αυτό αναγκάζει τους κατόχους στερεοφωνικών συστημάτων που δεν έχουν είσοδο HDMI να περιορίζονται σε αναλογικό στερεοφωνικό ήχο. Στο μπροστινό τμήμα βρίσκεται ένα σετ πλήκτρων που βοηθούν το χρήστη να πλοηγηθεί στα διάφορα μενού, καθώς και να ενεργοποιήσει, απενεργοποιήσει και επανεκκινήσει τον αποκωδικοποιητή. Στο δεξί τμήμα υπάρχει η υποδοχή της κάρτας πρόσβασης, η οποία παρέχεται μαζί με την αγορά του συστήματος, μιας και δεν μπορεί να συνεργαστεί με τις ήδη υπάρχουσες των προηγούμενων αποκωδικοποιητών. Δίπλα ακριβώς από την υποδοχή της κάρτας υπάρχουν και οι ανάλογες λυχνίες ενδείξεων για νέα μηνύματα, καθώς και για τη λειτουργία του Nova Box HD 831 (Δορυφορικά Νέα, 2012).

Στο πίσω μέρος βρίσκονται οι υποδοχές του συστήματος: η υποδοχή για το καλώδιο που συνδέεται με το δορυφορικό κάτοπτρο (LNB), καθώς και οι θύρες εξόδου οπτικού και ηχητικού σήματος. Η συσκευή μπορεί να προβάλλει μέσω SCART και HDMI συνδέσεων, ενώ ο χρήστης μπορεί να αξιοποιήσει και την αναλογική έξοδο ήχου με τις δύο κλασικές υποδοχές. Τέλος, η κατασκευάστρια εταιρία έχει εφοδιάσει τον αποκωδικοποιητή με μία θύρα USB και μία θύρα Ethernet (Δορυφορικά Νέα, 2012).

Ο Nova Box HD PVR 865 είναι ο κωδικοποιητής που προσφέρει Full High Definition 1920 x 1080i σε MPEG-4. Διαθέτει σκληρό δίσκο 320 Gb για εγγραφή μέχρι 100 ώρες προγράμματος, παγώματος και rewind του ζωντανού προγράμματος, εγγραφής και ταυτόχρονης παρακολούθησης άλλου προγράμματος, αναπαραγωγής εγγραφής, δημιουργία και διαχείριση λίστας εγγραφών, προγραμματισμού μελλοντικής εγγραφής και τοποθέτησης σελιδοδεικτών (bookmarks) στο εγγεγραμμένο πρόγραμμα. Ο ήχος είναι και εδώ Dolby Digital Surround 5.1 και έχει θύρες HDMI, USB και Ethernet για σύνδεση στο διαδίκτυο (Nova, 2011).

Στην Ελλάδα σε πρώτη φάση οι υπηρεσίες της NOVA μέσω της επίγειας ψηφιακής κάλυψης διατίθενται στις περιοχές που καλύπτουν τα κέντρα του Υμηττού και της Αίγινας στην Αθήνα και του Χορτιάτη και του Φιλιππείου στη Θεσσαλονίκη. Οι υπόλοιπες περιοχές καλύπτονται μέσω της δορυφορικής πλατφόρμας της.

5.6.3 ΟΤΕ TV HD

Η ΟΤΕ TV προβάλλει 11 τηλεοπτικά κανάλια σε υψηλή ευκρίνεια HD ενώ αριθμεί συνολικά 54 μετά την προσθήκη των ελεύθερων καναλιών εθνικής εμβέλειας τον Μάρτιο του 2012. Οι νέες HD υπηρεσίες της ΟΤΕ TV, σύμφωνα με τα οικονομικά αποτελέσματα του ΟΤΕ για το Α' τρίμηνο του 2012, αύξησαν κατά 12,5% τους συνδρομητές για τη πλατφόρμα της μέσω δορυφόρου και conn-x. Συνολικά διαθέτει 18.000 συνδρομητές σε λίγους μόλις μήνες από την επίσημη παροχή των HD υπηρεσιών της (Δορυφορικά Νέα, 2012).

5.6.4 Εκπαιδευτικά Ιδρύματα

Αξιόλογες προσπάθειες εκπομπής ψηφιακής τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας πραγματοποιήθηκαν και από το Τμήμα Ηλεκτρονικής του ΑΤΕΙ-Θ τη Δευτέρα 18 Απριλίου 2011 όπου στην αίθουσα συνεδριάσεων στις εγκαταστάσεις του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης στη Σίνδο έγινε επίδειξη εκπομπής τηλεοπτικού προγράμματος υψηλής ευκρίνειας (Full HD) από μέλη του Εκπαιδευτικού Προσωπικού Τμήματος Ηλεκτρονικής. Το τηλεοπτικό σήμα εξέπεμψε πειραματικά σε εικοσιτετράωρη βάση και κάλυψε την περιοχή Δήμου Δέλτα. Οι εκπομπές ψηφιακής τηλεόρασης ήταν αποτέλεσμα ερευνητικού έργου που διεξάγεται στο Αλεξάνδρειο ΤΕΙ Θεσσαλονίκης με τη δημιουργία ενός πρωτότυπου Πανελλαδικά φορητού συστήματος εκπομπής και μετρήσεων ψηφιακής τηλεόρασης (DVB-T-Digital Video Broadcasting-Terrestrial) υψηλής ευκρίνειας (HDTV-High Definition TV) (Inews, 2011).

Στα πλαίσια του παραπάνω ερευνητικού προγράμματος της Επιτροπής Ερευνών με την πλήρη συμμετοχή των φοιτητών του Τμήματος Ηλεκτρονικής, οι οποίοι και επιλέγουν τα μεταδιδόμενα τηλεοπτικά προγράμματα, αναπτύχθηκε σύστημα εκπομπής πακέτου ψηφιακών τηλεοπτικών προγραμμάτων DVB-T το οποίο και εκπέμπει τοπικά στο campus από το κτήριο του Τμήματος Ηλεκτρονικής 24 ώρες το 24-ωρο και 7 ημέρες την εβδομάδα χωρίς διακοπή. Το σύστημα εκπομπής αυτό εκπέμπει για πρώτη φορά στην Ελλάδα 10 τηλεοπτικά προγράμματα μέσα από ένα κανάλι (το 69 UHF) σε συμπίεση MPEG4, ενώ άλλοι φορείς εκπέμπουν το πολύ 3 με 4 προγράμματα σε ένα κανάλι. Επίσης ήταν το πρώτο σύστημα εκπομπής στην Ελλάδα το οποίο εξέπεμψε εικόνα υψηλής ανάλυσης HD σε MPEG4. Το γεγονός αυτό ήταν ιδιαίτερος σημαντικό, δεδομένου του μεγάλου αριθμού τηλεοπτικών δεκτών που υποστήριζαν λήψη προγραμμάτων HD και την παντελή έλλειψη, εκείνη τη χρονική περίοδο, αντίστοιχων εκπομπών υψηλής ανάλυσης.

Ένα μήνα αργότερα προχώρησαν ένα βήμα παραπέρα οι HDTV πιλοτικές εκπομπές της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης του Τμήματος Ηλεκτρονικής του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης καθώς στα πλαίσια της Ημερίδας για την «3D Τηλεόραση-Ψηφιακή Τηλεόραση» (διοργανώθηκε από το τμήμα πληροφορικής του Α.Π.Θ. στις 11/05/2011), προσέφερε τις πρώτες πιλοτικές ψηφιακές εκπομπές 3D τηλεόρασης στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση της Θεσσαλονίκης (πάντοτε σε Full HD ανάλυση 1920 x 1080i). Για τις οποίες απαιτούνταν ενσωματωμένος 3D-HDTV τηλεοπτικός δέκτης, παράλληλα με τη χρήση των ειδικών «γυαλιών ενεργού κλεί-

στρου». Το πιλοτικό πρόγραμμα του «TEI Thessaloniki HD Promo» (διάυλος συχνοτήτων 69 UHF), περιλάμβανε διαφημιστικό υλικό με 3D περιεχόμενο από παραγωγές κινηματογραφικών ταινιών, ντοκιμαντέρ, αθλητικών προγραμμάτων κ.α. (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης - Εργαστήριο τεχνητής νοημοσύνης και ανάλυσης υλικών, 2011).

Κεφάλαιο 6

6.1 Η επίδραση των νέων τεχνολογιών

Οι νέες ψηφιακές τεχνολογίες καθώς και η σύγκλιση υπολογιστών και τηλεόρασης τόσο στην εσωτερική παραγωγή όσο και στο κομμάτι της εκπομπής των τηλεοπτικών σταθμών, αύξησαν τον ανταγωνισμό μεταξύ των εταιριών και προσέλκυσαν νέους επιχειρηματίες στο χώρο των τηλεοπτικών μέσων μαζικής ενημέρωσης. Η χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας έχει φέρει επανάσταση στην παραγωγή, διανομή και εκπομπή της οπτικοακουστικής πληροφορίας.

Η εξέλιξη στο υλικό και το λογισμικό των ηλεκτρονικών υπολογιστών οδήγησε στην πλήρη ψηφιοποίηση του τηλεοπτικού εξοπλισμού. Η αναλογική τηλεόραση μετατράπηκε σταδιακά σε ψηφιακή, η SD σε HD, το περιβάλλον στο εσωτερικό των σταθμών από Audio-Video σε Data και οι παραδοσιακές βιντεοκασέτες σε ολοκληρωμένα tareless συστήματα.

Όλες αυτές οι αλλαγές είχαν σημαντική επίδραση στους επιχειρηματίες, στο σύνολο του ανθρώπινου δυναμικού που εργάζεται γύρω από τα τηλεοπτικά κανάλια καθώς και στους τηλεθεατές.

Οι ιδιοκτήτες των τηλεοπτικών σταθμών επένδυσαν και συνεχίζουν να επενδύουν σημαντικά κεφάλαια στις νέες ψηφιακές τεχνολογίες και κυρίως στη διανομή του οπτικοακουστικού τους περιεχομένου.

Στον εργασιακό χώρο δημιουργήθηκαν νέες ειδικότητες με εξειδικευμένες γνώσεις και δεξιότητες στους τηλεοπτικούς σταθμούς. Το αυτοματοποιημένο περιβάλλον εργασίας μείωσε σημαντικά τους εργαζομένους αλλά προσέφερε καλύτερες συνθήκες εργασίας.

Ο τηλεθεατής λαμβάνει τηλεοπτικό σήμα υψηλής ποιότητας εικόνας και ήχου χωρίς τα προβλήματα λήψης του παρελθόντος μέσω των επίγειων ψηφιακών, των ευρυζωνικών, των δορυφορικών και των κινητών συνδέσεων.

6.2 Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη της ψηφιακής τηλεόρασης συνδέθηκε άρρηκτα με τις ανακοινώσεις για τη μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση ενώ παράλληλα επηρέαζε και τις τεχνολογικές εξελίξεις σε κάθε χώρα που συντελούνταν.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θέλοντας να διασφαλίζει την ομαλή ψηφιακή μετάβαση στο σύνολο των κρατών-μελών της, συμμετείχε ενεργά ώστε να αποφευχθούν τα ποικίλα προβλήματα που θα μπορούσαν να προκληθούν σε ένα τέτοιο εγχείρημα. Σε εθνικό επίπεδο, μπορεί να ειπωθεί ότι κάθε χώρα προχώρησε στην ψηφιακή μετάβαση ανάλογα με την τεχνολογική της ανάπτυξη σε συνδυασμό με την ετοιμότητα της για ταχείες νομοθετικές αλλαγές.

Το πρώτο επιτυχημένο switch off επετεύχθη τον Αύγουστο του 2003 στη Γερμανία και συγκεκριμένα στις περιοχές του Βερολίνου και του Βρανδεμβούργου. Το 2006, η Ολλανδία έγινε η πρώτη χώρα στην οποία πραγματοποιήθηκε το πλήρες switch off. Ακολούθησαν η Σουηδία και η Φιλανδία το 2007 και μετέπειτα και οι υπόλοιπες χώρες όπως αναφέρθηκαν αναλυτικά.

Σημαντική διαπίστωση είναι ότι οι πρώτες χώρες που ολοκλήρωσαν την ψηφιακή μετάβαση είναι οι κυρίως οι βόρειες και οι δυτικές χώρες της Ευρώπης. Την ίδια ώρα οι ρυθμοί της μετάβασης στις χώρες της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης όπως και στις μεσογειακές είναι εξαιρετικά αργοί. Ο λόγος ήταν η έλλειψη πολιτικής βούλησης και κατανόησης των τεχνολογικών θεμάτων καθώς και τα σημαντικά οικονομικά προβλήματα κάποιων χωρών όπως η Ελλάδα, η Πορτογαλία και η Ιρλανδία.

Η τηλεόραση σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχει περάσει τρεις μεγάλες φάσεις στην ανάπτυξη της. Η πρώτη φάση ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 80 και ολοκληρώθηκε στα τέλη της ίδιας δεκαετίας (Ελλάδα). Τα κρατικά μονοπώλια που μεσουρανούσαν χρόνια έπαψαν με την προσθήκη των ιδιωτικών καναλιών στην τηλεοπτική αγορά.

Ακολούθησε η δεύτερη φάση όπου η έλευση των ιδιωτικών καναλιών αντιμετώπιστηκε με δυσπιστία από τις εκάστοτε κυβερνήσεις καθώς υπήρξε πλήθος Νόμων, οδηγιών καθώς και δημιουργία ανεξάρτητων αρχών για την «προφύλαξη» του τηλεοπτικού κοινού από τα συμφέροντα των επιχειρηματιών που συμμετείχαν στα τηλεοπτικά Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης.

Από τα τέλη της δεκαετίας του 90 μέχρι σήμερα ζούμε την τρίτη φάση με την έλευση της ψηφιακής τηλεόρασης. Αυτή η φάση σε συνδυασμό με την ποικιλία των νέων παρεχόμενων υπηρεσιών έχουν ανατρέψει την κατάσταση που είχε δημιουργηθεί επί πολλά έτη. Το καταναλωτικό κοινό μπορεί πλέον να παρακολουθεί τα τηλεοπτικά προγράμματα ότι ώρα και αν θέλει, όπου και αν βρίσκεται. Μπορεί να εξακολουθήσει να βλέπει τηλεόραση με τον παραδοσιακό τρόπο, να δει τηλεοπτικά κανάλια μέσω του υπολογιστή ή να τα παρακολουθήσει μέσω κινητού τηλεφώνου ή tablet. Η ψηφιακή εποχή παρέχει τη δυνατότητα το τηλεοπτικό πρόγραμμα να φτάσει στον δέκτη του τηλεθεατή ελεύθερα ή με συνδρομή με ποικίλους τρόπους (επίγεια, συνδρομητικά, δορυφορικά, ευρυζωνικά).

Το περιεχόμενο, ο πλουραλισμός και τα θέματα ενδιαφέροντος των προσφερόμενων τηλεοπτικών υπηρεσιών είναι περίπου όσες και οι προτιμήσεις των περισσότερων τηλεθεατών.

Όλα αυτά σε συνδυασμό με τις νέες αλληλεπιδραστικές πλατφόρμες της IPTV προσφέρουν μια πληθώρα οπτικοακουστικών θεαμάτων που καλύπτουν και τους πιο απαιτητικούς. Άρα η ψηφιακή τηλεόραση δεν προσφέρει απλά επιπλέον τη-

λεοπτικά κανάλια στους δέκτες με υψηλή ποιότητα και ήχο. Προσφέρει στον τηλεθεατή την ελευθερία επιλογής των προγραμμάτων που θέλει να δει, χωρίς γεωγραφικούς περιορισμούς και ανεξαρτήτως ώρας. Αυτή η πλήρης εξατομίκευση λειτουργεί μόνο προς όφελος του τηλεθεατή.

Τα οφέλη όμως είναι για όλους; Προφανώς όχι καθώς είναι εύκολα αντιληπτό ότι η αγοραστική δύναμη του κάθε καταναλωτή διαφέρει. Τα στοιχεία της MAVISE δείχνουν ότι τα περισσότερα κανάλια που εκπέμπουν σε πανευρωπαϊκό επίπεδο είναι συνδρομητικά και έχουν σαφείς διαφορές στη θεματική τους διάρθρωση από τα ελεύθερα. Για παράδειγμα τα συνδρομητικά υπερτερούν σημαντικά στην κάλυψη αθλητικών γεγονότων και κινηματογραφικών ταινιών πρώτης προβολής. Μήπως οδηγούμαστε πλέον σε τηλεθεατές δύο ταχυτήτων; Στους έχοντες και στους μη έχοντες; Είναι μια καθοριστική παράμετρος που πρέπει να προβλεφθεί για να αποφευχθεί. Τελικά δεν μετράει μόνο η γρήγορη μετάβαση αλλά η σωστή μετάβαση στην ψηφιακή εποχή.

Η Ελλάδα είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα. Η καθυστέρηση της ψηφιακής μετάβασης οδήγησε σε κερδοφορία των ιδιωτικών εταιριών που δραστηριοποιούνται στην παροχή συνδρομητικών οπτικοακουστικών υπηρεσιών. Η εξοικείωση των τηλεθεατών με αυτές τις αλληλεπιδραστικές και εξατομικευμένες υπηρεσίες δύσκολα μελλοντικά θα τους αφήσει να στραφούν σε ελεύθερα επίγεια προγράμματα. Τα ιδιωτικά κανάλια πανελληνίας εμβέλειας έχοντας την στήριξη των ισχυρών οικονομικών παραγόντων στα οποία ανήκουν και με την ανοχή και την παρότρυνση των εκάστοτε κυβερνήσεων είναι τα πρώτα που εισήλθαν στην νέα ψηφιακή εποχή. Ταυτόχρονα, τα ιδιωτικά κανάλια περιφερειακής και τοπικής εμβέλειας δεν μπορούν να καλύψουν το κόστος της ψηφιακής εκπομπής και αργοπεθαίνουν εν μέσω οικονομικής κρίσης.

Το μεγαλύτερο μέρος της ευθύνης για την κατάσταση που επικράτησε το έχει η Ελληνική Πολιτεία. Το πλήρες αναλογικό switch off όπως προέβλεπε το Μνημόνιο 2 μέχρι τις 30 Ιουνίου του 2013 για την Ελλάδα φάνταζε αρχικά εξαιρετικά απίθανο. Η ολιγωρία αυτή για ακόμη μια φορά είχε αντίκτυπο στους Έλληνες πολίτες που στερήθηκαν για ένα διάστημα τις ασύρματες ευρυζωνικές και mobile υπηρεσίες δεδομένων υψηλής ταχύτητας και άλλες κινητές υπηρεσίες ενώ οι υπόλοιποι Ευρωπαίοι πολίτες τις απολαμβάνουν από τις αρχές του 2013.

Βιβλιογραφία

- [1] Fiske, J., (2000). *TV, Η ανατομία του τηλεοπτικού λόγου*, εκδόσεις Δρομέας, Αθήνα.
- [2] Κωσταντινίδου Χ., (1992). Δημοσιογραφικές αρχές και αξίες. Θεωρία και κοινωνία τεύχος 6, Ιανουάριος.
- [3] McQuail D., (2002). *Σύγχρονα Μοντέλα επικοινωνίας*, εκδόσεις Καστανιώτη, Αθήνα.
- [4] Σαρίκας Ζ., Αντόρνο Λόβενταλ, Μαρκούζε, Χορκχάιμερ, (1984). *Τέχνη και μαζική κουλτούρα*, εκδόσεις Ύψιλον, Αθήνα.
- [5] Βερνίκος Ν., (2005). *Τα Μουσεία ως πολιτιστικές βιομηχανίες. Διαδικασίες, Υπηρεσίες, Αγαθά*. Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.
- [6] Bourdieu P., (1998). *Για την τηλεόραση*, εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.
- [7] Altheide, D., & Snow, R. P. (1979). *Media Logic*. Beverly Hills, CA Sage.
- [8] Blumler J.G. & Katz E., (1974). *The uses of mass communications: Current perspectives on gratifications research*. Beverly Hills, CA Sage.
- [9] Quico C., (2000). *Interactive Television – a new media industry in Portugal? Analysis of the current and future development of products and services*.
- [10] Chorianoopoulos K. and Lekakos G., (2007). "Learn and Play with Interactive TV", *Computers in Entertainment (CIE)*.
- [11] Αβούρης Ν., (2000). *Εισαγωγή στην επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή*, εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα.
- [12] Meyer L. & Fontaine G., (1999). *Development of Digital Television in the European Union - reference report*.
- [13] Τσαμούταλος Κ., Τσίντζος Π., Τσιρώνης Π., (2000). *Εκπομπή και λήψη τηλεοπτικού σήματος*, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- [14] Γκόλφης Π., (2003). *IBC 2003, Professional Camera and Microphone*, τεύχος 6.

- [15] Δορυφορικά Νέα, (2009). Δορυφορικός Δέκτης. Στα ενδότερα της πιο εξελιγμένης και πολύπλοκης οικιακής συσκευής.
- [16] Δορυφορικά Νέα, (2009). Είδη Κατόπτρων. Ενισχυτική διδασκαλία.
- [17] Δορυφορικά Νέα, (2010). Κεραίες λήψης επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα.
- [18] Δορυφορικά Νέα, (2009). MPEG 1,2,4. Η μαγική τεχνολογία της ψηφιακής εικόνας και οι μαθητευόμενοι μάγοι της ελληνικής τηλεόρασης.
- [19] Δορυφορικά Νέα, (2005). Πόσα bits στέλνει ο δορυφόρος; Βασικές αρχές μετάδοσης ψηφιακού σήματος.
- [20] Δορυφορικά Νέα (2010). Η τεχνολογία DVB-T εκ των έσω.
- [21] Economou A., (2012). Greece Digital Transition in Motion.
- [22] Aegis spectrum engineering, (2012). Review of Digital Dividend Options in Greece.
- [23] Eur-Lex, (2008). Ψήφισμα του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 2008.
- [24] European Audiovisual Observatory, (2013). High Definition channels in Europe on the up.
- [25] EPT, (2013). Ελληνική Ραδιοφωνία Τηλεόραση, “Η EPT στην ψηφιακή εποχή”.
- [26] NOVA , (2011). Εγχειρίδιο Αποκωδικοποιητή NOVA box HD PVR 865.
- [27] Forthnet Group, (2011). Nova HD.
- [28] Forthnet Group, (2011). Κανάλια HD.
- [29] Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, (2011). Εργαστήριο τεχνητής νοημοσύνης και ανάλυσης υλικών.