

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ**

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



Πτυχιακή εργασία

**"Μελέτη δικτύων επόμενης γενιάς βασισμένα σε
τεχνικές cognitive radio"**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Μαρίνα Κατσιρντάκη

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 29-07-2010

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Γεώργιος Μαστοράκης

Σε όλους, όσοι με στήριξαν, με ιδιαίτερη εκτίμηση και αγάπη,

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας, η οποία υλοποιήθηκε στο Εργαστήριο Έρευνας και Ανάπτυξης Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων (ΠΑΣΙΦΑΗ) του Τ.Ε.Ι Κρήτης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους οι οποίοι βοήθησαν στην περάτωση αυτής της εργασίας.

Κατά κύριο λόγο, οφείλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντά μου από το Τ.Ε.Ι Κρήτης, Επιστημονικό Συνεργάτη, Δρ. Γεώργιο Μαστοράκη, ο οποίος με εμπιστεύθηκε από την αρχή και με υποστήριξε καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής εργασίας μου σε οποιαδήποτε δυσκολία έχω συναντήσει, κάτι που με ώθησε να προχωρήσω και να προσπαθώ να γίνομαι όλο και καλύτερη. Δράττομαι της ευκαιρίας να ευχαριστήσω και την Εργαστηριακή Συνεργάτιδα του Τ.Ε.Ι Κρήτης, κα Αθηνά Μπουρδένα που μου αφιέρωσε πολύ από τον πολύτιμο ελεύθερο χρόνο της και τις γνώσεις της για να με βοηθήσει καθώς και ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Δρ. Ευάγγελο Πάλλη για την εμπιστοσύνη και τη βοήθειά του.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου και την εκτίμησή μου στους συναδέλφους μου, Ελένη Βεϊσάκη, Κωνσταντίνο Χούνο, Μαρία Αστρινάκη, Ιάσωνα Κονταξάκη και Αντώνη Καραμπουρνιώτη που με αγκάλιασαν θερμά από την πρώτη στιγμή και με τη γενναιόδωρη στήριξη τους συντέλεσαν στην επιτυχή ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αδιάκοπη και ανιδιοτελή υποστήριξη και αγάπη της όλα αυτά τα χρόνια σε ό,τι και αν κάνω και πόσο μάλλον καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας. Επίσης ευχαριστώ τον αρραβωνιαστικό μου για το κουράγιο και την εγκάρδια στήριξη του, και τις θείες μου για τις συμβουλές και την καθοδήγησή τους.

Περίληψη

Τα ασύρματα δίκτυα μέχρι σήμερα λειτουργούν αξιοποιώντας στατική κατανομή των διαθέσιμων πόρων του φάσματος. Αν και η πολιτική εκχώρησης φάσματος με αυτόν τον τρόπο αξιοποιήθηκε αρκετά στο παρελθόν, η απαίτηση για παροχή ετερογενών υπηρεσιών χρησιμοποιώντας ασύρματα δίκτυα, αυξήθηκε δραματικά και δημιουργήθηκε η ανάγκη για νέες ερευνητικές προσπάθειες, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν στη βελτίωση της διαχείρισης του φάσματος. Οι ερευνητικές προσπάθειες αυτές έχουν σαν στόχο την εξεύρεση λύσεων, οι οποίες βασίζονται στην εκμετάλλευση του ήδη υπάρχοντος φάσματος με τη χρήση μοντέλων της μικροοικονομίας. Στα πλαίσια αυτά και δεδομένης της συνεχούς απαίτησης για πολλαπλές υπηρεσίες, τα παραδοσιακά ασύρματα συστήματα επικοινωνίας πρέπει να βελτιστοποιηθούν, χρησιμοποιώντας μηχανισμούς δυναμικής διαχείρισης φάσματος ανάλογα με τις απαιτήσεις και τους περιορισμούς των τελικών χρηστών αξιοποιώντας με αυτό τον τρόπο πιο αποτελεσματικά το διαθέσιμο ασύρματο φάσμα. Αυτό το πρόβλημα διευθετείται από τον ερευνητικό τομέα της δυναμικής διαχείρισης φάσματος και των δικτύων Cognitive Radio (CR) προτείνοντας πρωτοποριακούς μηχανισμούς, οι οποίοι βασίζονται σε οικονομικά μοντέλα.

Στα πλαίσια αυτά η πτυχιακή αυτή εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη δικτύων επόμενης γενιάς (CR), τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για τη συμβολή στη λύση του προβλήματος της στατικής κατανομής του ασύρματου φάσματος. Οι προτεινόμενες μέχρι σήμερα ερευνητικές λύσεις (state of the art) εισάγουν τους όρους spectrum sharing και spectrum trading και αξιοποιούνται στα δίκτυα CR. Όλες οι ερευνητικές προσπάθειες αυτές υπόσχονται πιο αποτελεσματικές λύσεις για τη διαχείριση του διαθέσιμου φάσματος με δυναμικούς μηχανισμούς, οι οποίοι βασίζονται στις θεωρίες της οικονομίας συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο προς τη βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων των ασυρμάτων δικτύων.

Περιεχόμενα

1.Εισαγωγή	10
1.1 Γενικά.....	10
1.2 Αντικείμενο εργασίας.....	11
1.3 Διάρθρωση εργασίας.....	11
2 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΓΕΙΑ ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ.....	12
2.1 Αναλογική-Ψηφιακή Προσέγγιση	12
2.1.1 Πρότυπα Επίγειας Ψηφιακής Τηλεόρασης.....	15
• DVB-T.....	16
• Πρότυπο ATSC	16
2.2 Πλεονεκτήματα της ψηφιακής μετάβασης.....	19
2.3 Μειονεκτήματα και απειλές της ψηφιακής μετάβασης.....	20
2.4 Ψηφιακή Μετάβαση στην Ευρώπη	22
2.5 ΣΥΝΟΨΗ	31
3.ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΕΡΙΣΜΑ	32
3.1 Ψηφιακό μέρισμα	32
3. 2 TV WHITE-SPACES – INTERLEAVED SPECTRUM.....	35
3.2.1 Γενικά	35
3.2.2 Διαθεσιμότητα των TV White Spaces	36
3.2.3 Εφαρμογές και περιπτώσεις χρήσης.....	40
3.2.4 Επιμονή των TV WHITE-SPACES	40
3.2.5 ΚΑΛΥΨΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ	41
3.3 Δράση των ρυθμιστικών αρχών της Ευρώπης στον τομέα των γνωσιακών «TV White Spaces»	43
3.3.1 Ηνωμένο Βασίλειο.....	43
3.3.2 Γερμανία	44
3.3.3 Πορτογαλία.....	44

3.3.4 Ιρλανδία	45
3.3.5 Ελλάδα.....	46
3.3.6 Γαλλία.....	46
3.3.7 Πολωνία.....	47
3.3.8 Κύπρος.....	48
3.4 Ρυθμιστικές αρχές φάσματος	49
3.4.1 Ευρωπαϊκές ρυθμιστικές αρχές	49
• Δράση της RSPG στον τομέα των γνωσιακών «TV White Spaces».....	49
3.4.2 ITU-R.....	51
4 Γνωσιακά Δίκτυα και Καθεστώτα κατανομής φάσματος.....	52
4.1 Εισαγωγή των Γνωσιακών Δικτύων.....	52
4.2 Οι δυνατότητες του γνωσιακού δικτύου	54
4.3 Ο Γνωσιακός Κύκλος.....	55
4.4 IEEE 802.22	58
4.5 Καθεστώτα Κατανομής Φάσματος	60
4.5.1 Spectrum Commons	61
4.5.2 Spectrum Markets.....	64
4.5.3 Στοιχεία από μια αποτελεσματική μετάβαση στις αγορές φάσματος	65
5 Η επέκταση του LTE στα TV Whitespaces	67
5.1 Κίνητρο	68
5.2 Στόχοι του LTE	69
5.3 Περιοχή κάλυψης.....	70
5.4 Συχνότητες λειτουργίας.....	71
5.5 Μελλοντικές απαιτήσεις φάσματος	72
6. Επίλογος-Συμπεράσματα	74

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

<u>Σχήμα 2.1 Ένα δίκτυο Αναλογικής τηλεόρασης.....</u>	<u>12</u>
<u>Σχήμα 2.2 Διαίρεση του πλαισίου σε γραμμές.....</u>	<u>13</u>
<u>Σχήμα 2.3 Ένα Αναλογικό σήμα video(PAL).....</u>	<u>14</u>
<u>Σχήμα 2.4 Ένα δίκτυο Ψηφιακής τηλεόρασης.....</u>	<u>14</u>
<u>Σχήμα 2.5 Ένα βασικό σηματοτικό διάγραμμα αναπαράστασης του συστήματος.....</u>	<u>18</u>
<u>Σχήμα 2.6 Ημερομηνίες Μετάβασης από την Αναλογική στην επίγεια ψηφιακή.....</u>	<u>25</u>
<u>Σχήμα 2.7 Ψηφιακές περιοχές της Κροατίας.....</u>	<u>31</u>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

<u>Σχήμα 3.1 Η κατανομή φάσματος μετά την ψηφιακή μετάβαση στο Ηνωμένο Βασίλειο.....</u>	<u>35</u>
<u>Σχήμα 3.2 Διαθέσιμη χωρητικότητα των TV White-space για χαμηλής ισχύος γνωσιακή πρόσβαση σε 18 τοποθεσίες στο Ηνωμένο Βασίλειο όπως προκύπτει από την κάλυψη που αναπαρίσταται.....</u>	<u>39</u>
<u>Σχήμα 3.3 TV White Space κανάλια διαθέσιμα για γνωσιακή πρόσβαση στο Κεντρικό Λονδίνο.....</u>	<u>40</u>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

<u>Σχήμα 4.1 Αλληλεπίδραση μεταξύ γνωσιακού δικτύου –περιβάλλοντος.....</u>	<u>57</u>
<u>Σχήμα 4.2 Τα βήματα του γνωσιακού κύκλου.....</u>	<u>58</u>
<u>Σχήμα 4.3 IEEE 802.22 WRAN σενάριο.....</u>	<u>60</u>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

<u>Σχήμα 5.1 Σενάριο ανάπτυξης του LTE.....</u>	<u>70</u>
<u>Σχήμα 5.2 Κάλυψη αγροτικής περιοχής.....</u>	<u>71</u>
<u>Σχήμα 5.3 Κάλυψη αστικής περιοχής.....</u>	<u>72</u>

Σχήμα 5.4 Τα χαρακτηριστικά διάδοσης του φάσματος.....73

Ακρωνύμια

ASO	Analogue Switch-off
CTU	Czech Telecommunications Office
DTT	Digital Terrestrial Television
DTV	Digital Television
DVB-C	Digital Video Broadcasting-Cable
DVB-H	Digital Video Broadcasting-Handheld
DVB-S	Digital Video Broadcasting-Satellite
DVB-T	Digital Video Broadcasting-Terrestrial
EPG	Electronic Program Guide
FCC	Federal Communication Commission
FM	Frequency Modulation
LTE	Long Term Evolution
MPEG	Moving Picture Experts Group
NTSC	National Television System Committee
OFCOM	Office Of Communications
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAL	Phase Alternating Line
PMSE	Program Making and

	Special Events
PPV	Pay-Per-View
SDR	Software Defined Radio
SECAM	System Essentially Contrary to American Method
SFN	Single Frequency Network
UHF	Ultra-High Frequency
VCR	Videocassette Recorder
VHF	Very-High Frequency

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Ο όρος Cognitive radio αρχικά αναφέρθηκε από τον Mitola [13] και ουσιαστικά θέτει σε εφαρμογή διάφορους τρόπους για την αποδοτική αξιοποίηση φάσματος. Μια από τις πρώτες και σημαντικές εφαρμογές του Cognitive radio φαίνεται να είναι η δυναμική πρόσβαση φάσματος.

Μέσω των διάφορων τεχνικών που χρησιμοποιεί το Cognitive radio μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε χρησιμοποίηση είτε διανομή φάσματος με ένα δυναμικό τρόπο. Ωστόσο είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ουσιαστικά το Cognitive radio θα λειτουργεί στο καλύτερο διαθέσιμο κανάλι και με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, το cognitive radio είναι μια αυτόνομη μονάδα σε ένα περιβάλλον επικοινωνιών όπου αρκετά συχνά ανταλλάσσει πληροφορίες με τα δίκτυα.

Χαρακτηρίζεται από μια γνωστική ικανότητα σύμφωνα με την οποία η ραδιο-τεχνολογία έχει την ικανότητα να «αιχμαλωτίσει» τις πληροφορίες από το περιβάλλον. Φυσικά απαιτούνται προηγμένες τεχνικές προκειμένου να καταφέρει η γνωστική ικανότητα να συλλάβει τις χρονικές και χωρικές διαφοροποιήσεις στο περιβάλλον και να αποφευχθούν παρεμβολές με άλλους χρήστες. Τα τμήματα του φάσματος που είναι αχρησιμοποίητα μπορούν να καθοριστούν. Κατά συνέπεια μπορεί να επιλεγεί το καλύτερο φάσμα και οι κατάλληλοι παράμετροι λειτουργίας. Επιπλέον χαρακτηρίζονται από κάποιον επανασχεδιασμό όπου το cognitive radio μπορεί να προγραμματιστεί να λαμβάνει και να στέλνει σε μια ποικιλία συχνοτήτων με διαφορετικές τεχνολογίες μετάδοσης πρόσβασης. Έτσι ο αντικειμενικός σκοπός του cognitive radio είναι να αποκτήσει το βέλτιστο φάσμα μέσω των δύο χαρακτηριστικών του.

Επιπρόσθετα, αξίζει να αναφερθεί ότι η cognitive radio τεχνολογία παράγεται από την αξιοποίηση και τη χρησιμοποίηση των “white spaces” ή “spectrum holes”. Ο όρος “white space” χρησιμοποιείται από το FCC για το προσωρινά αχρησιμοποίητο τηλεοπτικό φάσμα. Ένα πλήθος από απαιτήσεις που λειτουργούν στα TV White Spaces βασίζονται στην τεχνολογία cognitive radio. Τα TV White Spaces είναι μεγάλες μερίδες του φάσματος στις ζώνες UHF/VHF οι οποίες καθίστανται διαθέσιμες σε γεωγραφική βάση ως αποτέλεσμα της μετάβασης από την αναλογική στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση.

Φαίνεται ότι υπάρχει επίσης σημαντική διαθέσιμη χωρητικότητα για την γνωστική πρόσβαση στις ζώνες UHF. Ωστόσο όμως εξαιτίας της δευτερεύουσας φύσης του, η διαθεσιμότητα και η αποσύνθεση συχνότητας του UHF φάσματος για γνωστική

πρόσβαση δεν είναι η ίδια σε όλες τις θέσεις και εξαρτάται από τα επίπεδα ισχύος που χρησιμοποιούνται από γνωστικές συσκευές.

1.2 Αντικείμενο εργασίας

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη των δικτύων επόμενης γενιάς (CR) για την καλύτερη και αποδοτικότερη κατανομή φάσματος με στόχο τη βέλτιστη αξιοποίησή του. Έτσι στα πλαίσια αυτά μελετήθηκαν τεχνολογίες cognitive radio που αναπτύχθηκαν για την ανάγκη για πιο περισσότερο φάσμα ακόμα και από την χρήση των TV white spaces. Επίσης μελετήθηκε η σχέση που υπάρχει με τη ψηφιακή μετάβαση και τα καθεστώτα εκχώρησης συχνοτήτων που είναι διαθέσιμα για την αξιοποίηση φάσματος.

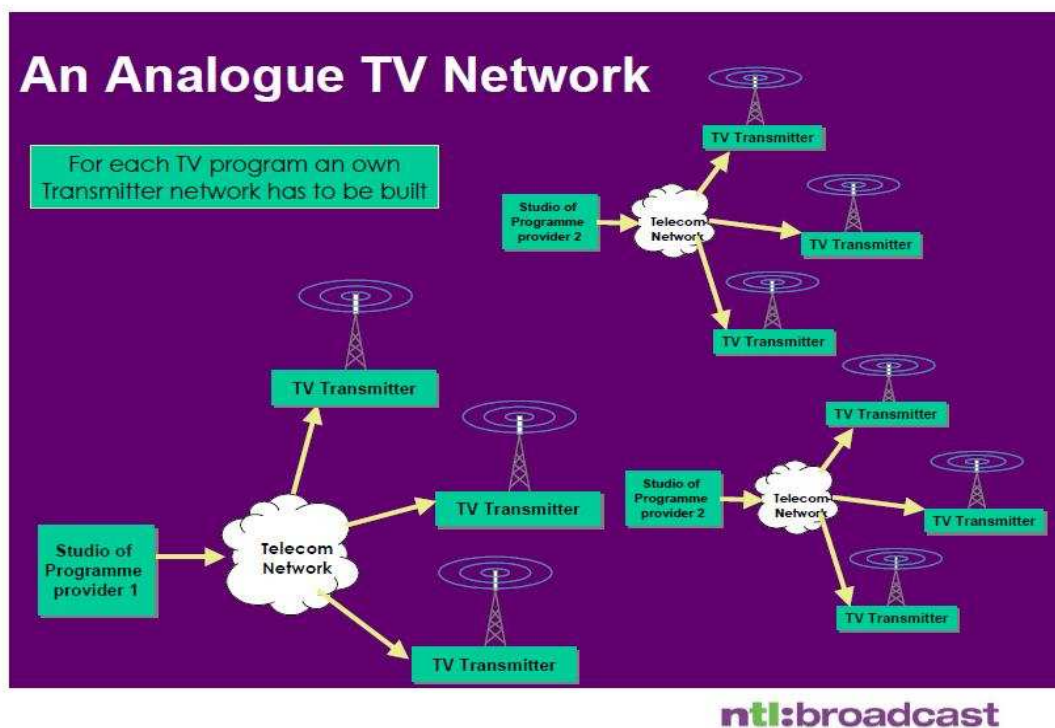
1.3 Διάρθρωση εργασίας

Στην πτυχιακή εργασία αυτή, στο 2^ο κεφάλαιο μελετήθηκε η μετάβαση από την αναλογική στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση, τα τυχόν οφέλη και μειονεκτήματα που παρουσιάστηκαν και επίσης τα ψηφιακά πρότυπα καθώς και η κατάσταση που επικρατεί στην ψηφιακή μετάβαση στην Ευρώπη. Στο 3^ο κεφάλαιο, γίνεται περιγραφή του ψηφιακού μερίσματος και των TV white-spaces και ανάλυση της παρούσας κατάστασης σε κάποιες Ευρωπαϊκές χώρες. Επιπρόσθετα, στο κεφάλαιο 4 αναπτύχθηκε ο όρος Cognitive radio, η σημασία του και οι δυνατότητες που έχει αυτή η τεχνολογία και γίνεται αναφορά στο γνωσιακό κύκλο και περιγραφή των σταδίων από τα οποία αποτελείται. Μελετάται επίσης το πρότυπο γνωσιακών δικτύων IEEE 802.22 και διεξάγεται περιγραφή των καθεστώτων που επικρατούν στην κατανομή φάσματος. Τέλος, στο 5^ο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην τεχνολογία LTE και μελετάται η δυνατότητα επέκτασής της στα TV Whitespaces.

2 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΓΕΙΑ ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

2.1 Αναλογική-Ψηφιακή Προσέγγιση

Η αναλογική τηλεόραση κωδικοποιεί τις τηλεοπτικές εικόνες και τις ηχητικές πληροφορίες και τις διαβιβάζει σαν ένα αναλογικό σήμα, στο οποίο το μήνυμα μεταφέρεται από το σήμα ευρυεκπομπής και είναι μία συνάρτηση από σκόπιμες τροποποιήσεις στο πλάτος και / ή στη συχνότητα του σήματος. Όλα τα συστήματα που προηγούνται της ψηφιακής τηλεόρασης, όπως είναι NTSC, PAL ή SECAM είναι αναλογικά τηλεοπτικά συστήματα.

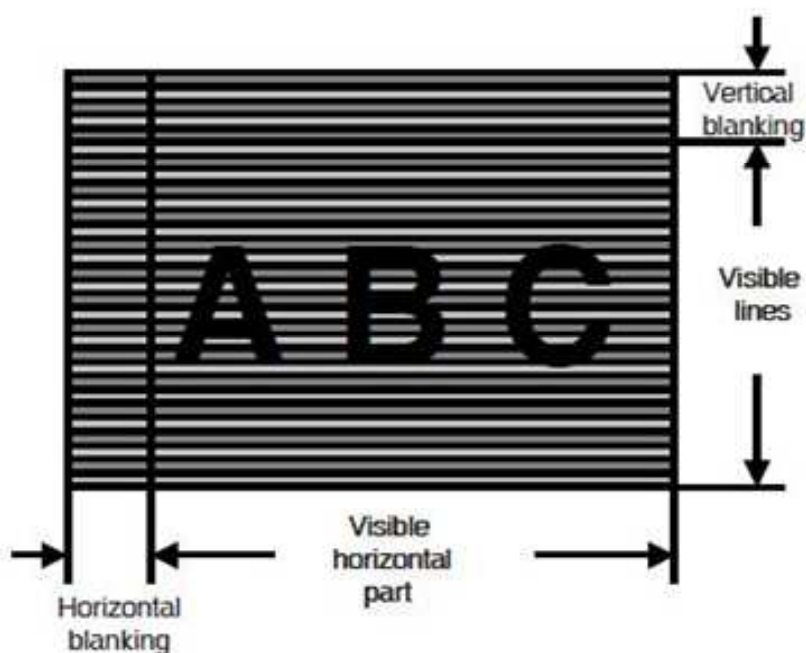


Σχήμα 2.1 Ένα δίκτυο Αναλογικής τηλεόρασης.[5]

Οι ραδιοτηλεοπτικοί φορείς που χρησιμοποιούν αναλογικά συστήματα τηλεόρασης κωδικοποιούν το σήμα τους χρησιμοποιώντας NTSC, PAL ή SECAM αναλογικές κωδικοποιήσεις και στη συνέχεια διαμορφώνουν αυτό το σήμα σε ένα VHF ή UHF φέρων. Μια αναλογική τηλεοπτική εικόνα είναι "σχεδιασμένη" στην οθόνη ενός ολόκληρου πλαισίου κάθε φορά, με τον τρόπο μιας κινηματογραφικής ταινίας (κινηματογραφικές), ανεξάρτητα από το περιεχόμενο της εικόνας.[8]

Σε όλο τον κόσμο, υπάρχουν μόνο δύο μεγάλα αναλογικά τηλεοπτικά πρότυπα, το σύστημα των 625-γραμμών με ρυθμό καρέ 50 Hz και το σύστημα 525-γραμμών, με ρυθμό καρέ 60 Hz. Το σύνθετο χρώμα βίντεο και απαλοιφής σήματος (CVBS, CCVS) των συστημάτων αυτών διαβιβάζεται στα ακόλουθα πρότυπα διαβίβασης χρώματος:

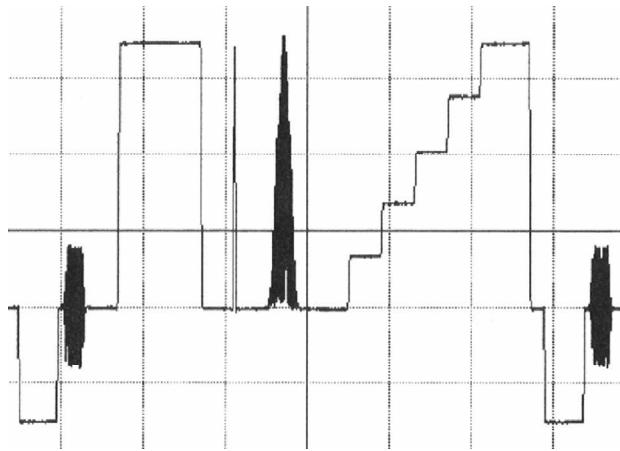
- PAL (Φάση Εναλλασσόμενων γραμμών)
- NTSC (Εθνική Επιτροπή Συστήματος Τηλεόρασης)
- SECAM (Διαδοχική χρωματική μνήμη)



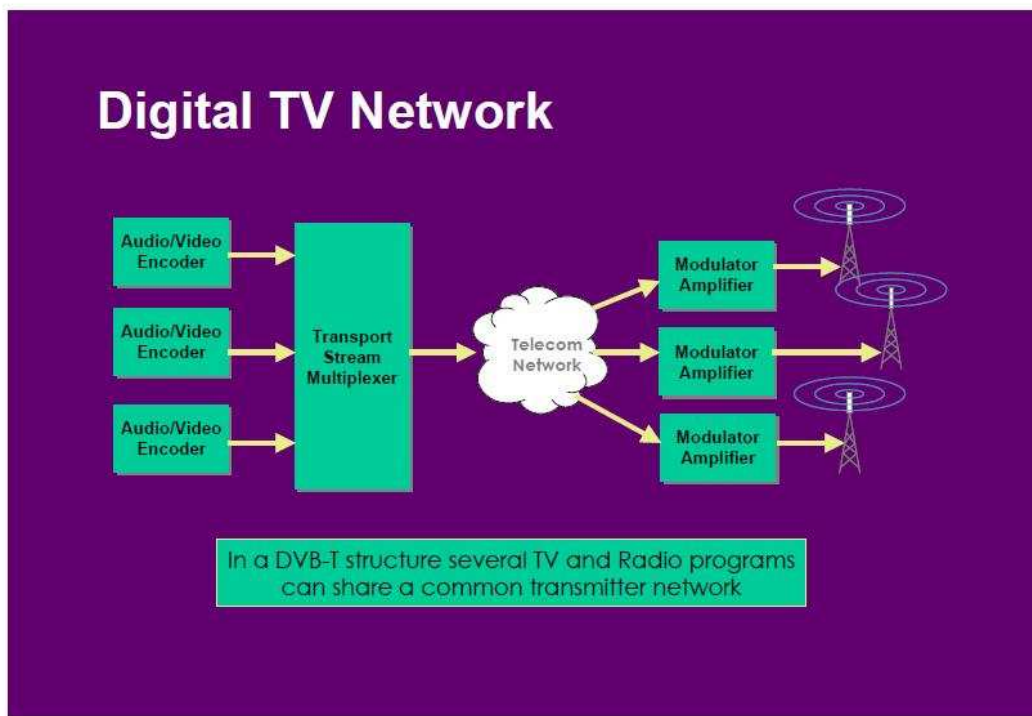
Σχήμα 2.2 Διαίρεση του πλαισίου σε γραμμές.

Η PAL, η NTSC και η SECAM χρωματική μετάδοση είναι δυνατή σε συστήματα 625-γραμμών και σε συστήματα 525-γραμμών. Ωστόσο, δεν έχουν υλοποιηθεί όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί. Το σήμα βίντεο με σύνθετη κωδικοποίηση του διαμορφώνεται επάνω σε έναν φέρων, και το φέρων, ως επί το πλείστον με αρνητική και συνεχή διαμόρφωση πλάτους. Διότι μόνο σε Std. L (Γαλλία), η θετική διαμόρφωση (εντός sync) χρησιμοποιείται. Ο πρώτος και δεύτερος ήχος υποφέροντος είναι συνήθως ένα FM διαμορφωμένο υποφέρων αλλά επίσης χρησιμοποιείται ένα ηχητικό υπο-φέρων διαμορφωμένο κατά πλάτος. (Standard L, Γαλλία). Στη Βόρεια Ευρώπη, το δεύτερο ηχητικό υποφέρων είναι ένα ψηφιακά διαμορφωμένο υποφέρων κατά NICAM. Παρά το γεγονός ότι οι διαφορές μεταξύ των μεθόδων που εφαρμόζονται στις διάφορες χώρες είναι μείζονος σημασίας, μαζί καταλήγουν σε μια πληθώρα προτύπων, τα οποία είναι ασύμβατα μεταξύ τους. Τα αναλογικά τηλεοπτικά πρότυπα είναι αριθμημένα αλφαβητικά από το A έως το Z και ουσιαστικά περιγράφουν τις συχνότητες των καναλιών και τα εύρη ζώνης στις ζώνες VHF I και

III και UHF IV και V (470 ... 862MHz). Ένα παράδειγμα είναι το πρότυπο B, G Γερμανία: B = 7 MHz VHF, G = 8 MHz UHF.[4]



Σχήμα 2.3 Ένα Αναλογικό σήμα video(PAL).



Σχήμα 2.4 Ένα δίκτυο Ψηφιακής τηλεόρασης.[5]

Πολλαπλά προγράμματα MPEG συνδυάζονται και στη συνέχεια αποστέλλονται σε κεραία εκπομπής. Το MPEG-TS είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας για ήχο, εικόνα και δεδομένα, τα οποία καθορίζονται στα συστήματα MPEG-2. Ο στόχος σχεδιασμού είναι να επιτραπεί η πολυπλεξία της ψηφιακής εικόνας και ήχου και να συγχρονιστεί η έξοδος. Το ρεύμα μεταφοράς προσφέρει δυνατότητες για τη διόρθωση λαθών για μεταφορά σε αναξιόπιστα μέσα ενημέρωσης, και χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπως η μετάδοση DVB και ATSC.[8]

Η μετάβαση προς ένα ολικό ψηφιακό περιβάλλον ευρυεκπομπής είναι σε εξέλιξη στην Ευρώπη. Σε όλες τις πλατφόρμες διανομής τηλεόρασης, οι ψηφιακές υπηρεσίες αντικαθιστούν όλο και περισσότερο τις αναλογικές υπηρεσίες, καθώς η επιλογή της τεχνολογίας που έχει δοθεί στη βελτιωμένη υπηρεσία προσφέρει και αποτελεσματικότητα. Σε σύγκριση με την επίγεια αναλογική, η ψηφιακή επίγεια τηλεόραση (DTT), προσφέρει μία βελτιωμένη αποτελεσματικότητα του ραδιοφάσματος, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσφέρει μια ποικιλία νέων υπηρεσιών που περιλαμβάνουν κινητικότητα, διαδραστικότητα, τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας, βελτιωμένη ποιότητα εικόνας και ήχου, καθώς και αυξημένη επιλογή προγραμμάτων. [1] Συγκεκριμένα, η τηλεόραση επιτρέπει σε ένα ραδιοηλεκτρονικό οργανισμό να προσφέρει πολλά προγράμματα (multicasting) ή ένα μονό πρόγραμμα υψηλής ευκρίνειας ψηφιακής τηλεόρασης. Οι Ηνωμένες Πολιτείες και χώρες σε όλο τον κόσμο επιδιώκουν ενεργά την αντικατάσταση της υφιστάμενης over-the-air αναλογικής τηλεόρασης με ψηφιακή ευρυεκπομπή.[2] Προκύπτει έτσι η ανάγκη για χρήση της επίγεια ψηφιακής τηλεόρασης.

Ήδη πολλές χώρες στην Ευρώπη έχουν ξεκινήσει DTT υπηρεσίες και ξεκίνησαν τη διαδικασία της αναλογικής κατάργησης (ASO) με την επίγεια πλατφόρμα. Ωστόσο, η διαδικασία της αναλογικής μετάδοσης, δεν είναι απλή. Τα οφέλη της αναλογικής κατάργησης πρέπει να έχουν σαφώς μελετηθεί πριν να μπορεί να αρχίσει μια τέτοια διαδικασία. Ο προσεκτικός σχεδιασμός θα βοηθήσει να καθορίσει πότε μια χώρα μπορεί να αρχίσει την κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης και να διασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση σε ένα ολοκληρωτικά ψηφιακό περιβάλλον. Τα νοικοκυριά που εξαρτώνται από την αναλογική επίγεια τηλεοπτική πλατφόρμα θα πρέπει να βρουν ένα νέο μέσο πρόσβασης τηλεόρασης μεταξύ των διαθέσιμων ψηφιακών πλατφορμών για να είναι εξασφαλισμένα έναντι μιας διακοπής των υπηρεσιών.[1]

Λόγω των διαφορετικών αγορών της τηλεόρασης στην Ευρώπη, κάθε χώρα θα διαμορφώσει μια μοναδική ψηφιακή προσέγγιση μετάβασης και χρονοδιάγραμμα για την κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης. Τρέχουσες προτάσεις δείχνουν ότι η κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης θα λάβει χώρα στην Ευρώπη μεταξύ 2008 και 2015 με τις περισσότερες χώρες να διακόπτουν την αναλογική επίγεια τηλεόραση γύρω στο 2012.[1]

Αυτό το χρονοδιάγραμμα αντιστοιχεί στις συστάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Είναι επίσης συνεπές με το νέο σχέδιο το οποίο οι εθνικές διοικήσεις έχουν συμφωνήσει να ρυθμίζουν τη συχνότητα χρήσης στις ζώνες ραδιοσυχνοτήτων του VHF και UHF. Η συνθήκη της Γενεύης του 2006 (GE-06) καθορίζει το πώς οι χώρες θα μοιραστούν συχνότητες σε ένα πλήρες ψηφιακό περιβάλλον ευρυεκπομπής έχουν οριστεί να ξεκινήσουν στις 17 Ιουνίου 2015.[1]

2.1.1 Πρότυπα Επίγεια Ψηφιακής Τηλεόρασης

• DVB-T

Η Επίγεια Ψηφιακή τηλεόραση(DVB-T) είναι το όνομα του επίγειου συστήματος μετάδοσης που αναπτύχθηκε από το πρόγραμμα DVB. Η DVB-T είναι σε λειτουργία σε πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο. Από το 1992, η κοινοπραξία της ψηφιακής ευρυεκπομπής(DVB), έχει εργαστεί για την επίτευξη νέων προτύπων για την ψηφιακή τηλεόραση που καλύπτουν όλο το φάσμα των μέσων παράδοσης. Η Ψηφιακή ευρυεκπομπή επικεντρώθηκε αρχικά σε δορυφορικές και καλωδιακές μεταδόσεις, λόγω της μεγάλης πίεσης της αγοράς, το DVB εκδόθηκε, τον Μάρτιο του 1994, στα πρότυπα DVB-S (δορυφορική) και DVB-C (καλωδιακή). Πιο πρόσφατα (στις αρχές του 1997), το DVB ολοκλήρωσε ένα πρότυπο για την ραδιοτηλεοπτική μετάδοση στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση (DTV) μετάδοσης [7]. Η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση (DVB-T), το ευρωπαϊκό πρότυπο για την ψηφιακή τηλεόραση από τον ETSI, είναι ένα από τα πιο εντατικά και υπολογιστικά ασύρματα συστήματα επικοινωνιών. Υιοθετεί COFDM σύστημα. Το μήκος συμβόλων OFDM είναι τόσο μεγάλο όσο 2K/8K με τον υψηλότερο ρυθμό δεδομένων να φτάνει τα 31.67Mbps. Ο δέκτης βασικής ζώνης αποτελείται από έναν εσωτερικό δέκτη (OFDM αποδιαμορφωτή), έναν εξωτερικό δέκτη (με 64-state αποκωδικοποιητή Viterbi και Reed-Solomon αποκωδικοποιητή), και έναν αποκωδικοποιητή πηγής (MPEG-2 αποκωδικοποιητή) [6].

• Πρότυπο ATSC

Η ATSC, είναι μια διεθνής, μη κερδοσκοπική οργάνωση που αναπτύσσει εθελοντικά πρότυπα για την ψηφιακή τηλεόραση. Οι οργανώσεις μέλη της ATSC εκπροσωπούν την ευρυεκπομπή, τον εξοπλισμό ευρυεκπομπής, κινούμενες εικόνες, ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης, υπολογιστή, καλωδιακή, δορυφορική, και βιομηχανίες ημιαγωγών.

Συγκεκριμένα, η ATSC εργάζεται για να συντονίσει τα τηλεοπτικά πρότυπα μεταξύ των διαφόρων μέσων επικοινωνίας με επίκεντρο την ψηφιακή τηλεόραση, διαδραστικά συστήματα, καθώς και ευρυζωνικές επικοινωνίες πολυμέσων. Η ATSC επίσης αναπτύσσει στρατηγικές εφαρμογής ψηφιακής τηλεόρασης και παρουσιάζει εκπαιδευτικά σεμινάρια για τα πρότυπα ATSC.

Η ATSC ιδρύθηκε το 1982 από τις οργανώσεις-μέλη της JCIC :

- την EIA,
- το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών IEEE,
- την Εθνική Ένωση των ραδιοτηλεοπτικών φορέων NAB,
- την NCTA,
- και την SMPTE.

Αυτή τη στιγμή, υπάρχουν περίπου 190 μέλη που εκπροσωπούν την εκπομπή, τον εξοπλισμό ευρυεκπομπής, κινούμενες εικόνες, ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης, υπολογιστή, καλωδιακή, δορυφορική, και βιομηχανίες ημιαγωγών. Το πρότυπο της ψηφιακής τηλεόρασης περιγράφει τα χαρακτηριστικά της προηγμένης τηλεόρασης (ATV) του συστήματος των ΗΠΑ.

Τα ψηφιακά Πρότυπα ATSC περιλαμβάνουν ψηφιακή τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV), τηλεόραση standard definition (SDTV), μετάδοση δεδομένων, multichannel surround-sound audio, καθώς και δορυφορική μετάδοση απευθείας στο σπίτι. [14]

Οργανισμός για την τεκμηρίωση του προτύπου της ψηφιακής τηλεόρασης.

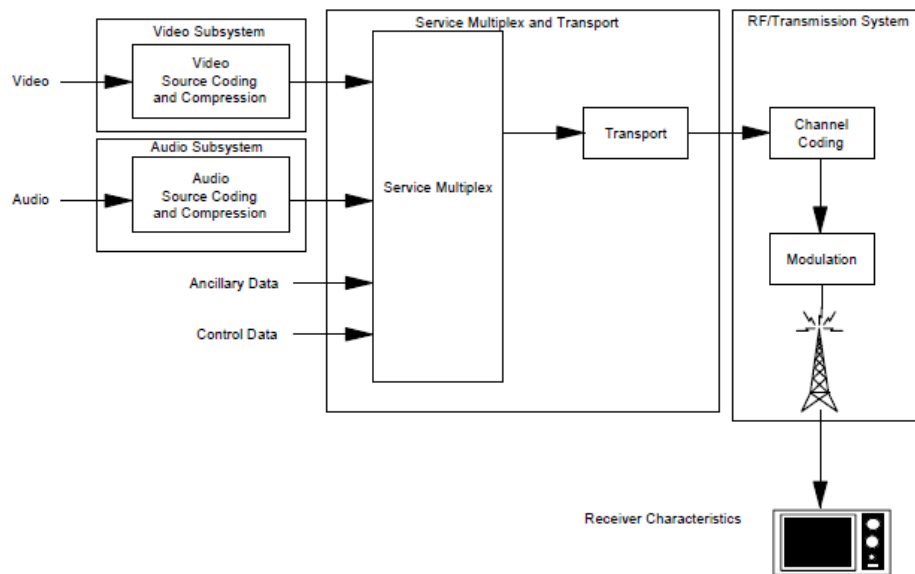
Η εκτελεστική επιτροπή ATSC έχει υπό την ανάθεσή της το έργο της τεκμηρίωσης των προτύπων των προηγμένων τηλεοπτικών συστημάτων σε ομάδες ειδικών T3 , χωρίζοντας το έργο σε πέντε τομείς ενδιαφέροντος:

- Βίντεο, συμπεριλαμβανομένων των εισόδων του σήματος και την κωδικοποίηση της πηγής
- Ήχου, συμπεριλαμβανομένων των εισόδων του σήματος και την κωδικοποίηση της πηγής
- Μεταφορές, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων πολυπλεξίας και την κωδικοποίηση των καναλιών.
- RF / μετάδοση, συμπεριλαμβανομένης της διαμόρφωσης του υποσυστήματος
- Χαρακτηριστικά του Δέκτη[14]

Σχηματικό διάγραμμα συστήματος

Μια βασική αναπαράσταση ενός διαγράμματος του συστήματος φαίνεται στο σχήμα 5.1. Αυτή η αναπαράσταση βασίζεται σε μια υιοθετημένη αναπαράσταση από τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών, στον Τομέα Ραδιοεπικοινωνιών (ITU-R), και στο Task Group 11 / 3 (Επίγεια ψηφιακή τηλεοπτική μετάδοση). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, το σύστημα ψηφιακής τηλεόρασης μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τρία υποσυστήματα.

- Κωδικοποίηση πηγής και συμπίεση
- Υπηρεσία πολυπλεξίας και μεταφορών
- RF / μετάδοση



Σχήμα 2.5 Ένα βασικό σχηματικό διάγραμμα αναπαράστασης του συστήματος.

Η "Κωδικοποίησης πηγής και συμπίεση" αναφέρεται στην μεθόδων μείωσης του ρυθμού μετάδοσης, επίσης γνωστή ως συμπίεση δεδομένων, κατάλληλη για εφαρμογή στο βίντεο, στον ήχο, καθώς και τα βοηθητικά ρεύματα ψηφιακών δεδομένων. Ο όρος "βοηθητικά δεδομένα" περιλαμβάνει δεδομένα ελέγχου, δεδομένα ελέγχου με πρόσβαση υπό όρους, καθώς και δεδομένα που σχετίζονται με το ακουστικό πρόγραμμα και τις υπηρεσίες βίντεο, όπως είναι οι κλειστές λεζάντες (closed captioning). Τα "βοηθητικά δεδομένα" μπορούν επίσης να παραπέμπουν σε ανεξάρτητες υπηρεσίες προγράμματος. Ο σκοπός του κωδικοποιητή είναι να ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός των bits που απαιτούνται για να αναπαραστήσουν την πληροφορία του ήχου και το βίντεο. Το ψηφιακό τηλεοπτικό σύστημα χρησιμοποιεί τη σύνταξη MPEG -2 video stream για την κωδικοποίηση των βίντεο και το πρότυπο της ψηφιακής συμπίεση του ήχου(AC-3) για την κωδικοποίηση του ήχου.

Η "Υπηρεσία πολυπλεξίας και μεταφοράς» αναφέρεται στα μέσα της διαίρεσης της ψηφιακής ροής δεδομένων σε «πακέτα» πληροφορίας, στα μέσα μοναδικής αναγνώρισης κάθε πακέτου ή κάθε τύπου πακέτου, καθώς και στις κατάλληλες μεθόδους πολυπλεξίας πακέτων δεδομένων video, πακέτα δεδομένων ήχου, και τα βοηθητικά πακέτα ροής δεδομένων σε ένα ενιαίο ρεύμα δεδομένων. Κατά την ανάπτυξη του μηχανισμού μεταφοράς, η διαλειτουργικότητα μεταξύ των ψηφιακών μέσων, όπως η επίγεια μετάδοση, η καλωδιακή διανομή, η διανομή μέσω δορυφόρου, η καταγραφή των μέσων ενημέρωσης, και οι διεπαφές του υπολογιστή, ήταν ένα πρωταρχικό κριτήριο. Το ψηφιακό τηλεοπτικό σύστημα χρησιμοποιεί το MPEG -2 ρεύμα μεταφοράς για το κατανομή σε πακέτα και την πολυπλεξία του βίντεο, του ήχου, καθώς και των σημάτων δεδομένων για τα συστήματα ψηφιακής μετάδοσης.⁴ Το MPEG-2 ρεύμα μεταφοράς αναπτύχθηκε για εφαρμογές όπου το εύρος ζώνης καναλιού ή η καταγραφή της ικανότητας των μέσων ενημέρωσης είναι περιορισμένη

και η απαίτηση για έναν αποδοτικό μηχανισμό μεταφοράς είναι ύψιστης σημασίας. Είχε σχεδιαστεί επίσης για να διευκολυνθεί η διαλειτουργικότητα με το μηχανισμό μεταφοράς ATM.

Η "RF / μετάδοση" αναφέρεται στην κωδικοποίηση του καναλιού και στη διαμόρφωση. Η κωδικοποίηση του καναλιού λαμβάνει τη ροή bit δεδομένων και προσθέτει επιπλέον πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το δέκτη για να ανασυνθέσει τα δεδομένα από το λαμβανόμενο σήμα το οποίο, λόγω βλαβών στη μετάδοση, δεν μπορεί να εκπροσωπεί ακρίβεια το εκπεμπόμενο σήμα. Η διαμόρφωση (ή φυσικό επίπεδο) χρησιμοποιεί πληροφορίες ψηφιακής ροής δεδομένων για να διαμορφώσει το εκπεμπόμενο σήμα. Το υποσύστημα διαμόρφωσης προσφέρει δύο τρόπους: τον επίγειο τρόπο μετάδοσης (8 VSB), και μια λειτουργία υψηλού ρυθμού δεδομένων (16 VSB).[14]

2.2 Πλεονεκτήματα της ψηφιακής μετάβασης

Η απόφαση για να απενεργοποιηθεί το αναλογικό σήμα και να αντικατασταθεί με το ψηφιακό ,ελήφθη μετά από λεπτομερή ανάλυση των πλεονεκτημάτων της ψηφιακής μετάβασης. Τα πλεονεκτήματα της πλήρους μετάβασης στην ψηφιακή είναι σαφή:

- Σήμερα, η αναλογική περιορίζει την επίγεια ψηφιακή κάλυψη και την ισχύ του σήματος, 20-25% των νοικοκυριών αδυνατούν να λάβουν επίγεια ψηφιακή μετάδοση. Αυτά τα σπίτια θα είναι σε θέση να έχουν την ψηφιακή τηλεόραση, μέσω μιας κεραιάς όταν καταργηθεί η αναλογική.
- Η ψηφιακή επίγεια μετάδοση επιτρέπει να καταστεί διαθέσιμος τουλάχιστον τέσσερις φορές ο αριθμός των αναλογικών υπηρεσιών .
- Δεδομένου ότι η ψηφιακή μετάδοση είναι πιο αποτελεσματική, όλες οι ψηφιακές υπηρεσίες που είναι σήμερα διαθέσιμες στην DTT θα χρησιμοποιήσουν μόνο τα δύο τρίτα του φάσματος που χρησιμοποιούνται σήμερα στην αναλογική τηλεόραση.
- Αυτό θα καταστήσει διαθέσιμο φάσμα για νέες υπηρεσίες (όπως για ραδιοτηλεοπτικές εκπομπές, διαδραστικές υπηρεσίες ή κινητές επικοινωνίες).
- Οι ραδιοτηλεοπτικοί φορείς θα εξοικονομήσουν τα έξοδα μετάδοσης (με το τελείωμα της επανάληψης της λειτουργίας αναλογικών και ψηφιακών δικτύων που μεταφέρουν οι ίδιες βασικές υπηρεσίες).Επίσης δεν θα χρειάζεται να πληρώσουν για την αναβάθμιση των παρόντων αναλογικών πομπών που θα χρειαζόντουσαν μεγάλες επενδύσεις για να συνεχίσουν να βρίσκονται σε εξέλιξη.

- Η ανάλυση κόστους-ωφέλειας που δημοσιεύτηκε το Σεπτέμβριο του 2003 δείχνει ότι υπάρχουν μετρήσιμα οφέλη της μετάβασης, για το Ηνωμένο Βασίλειο στο σύνολό του, στην περιοχή των £ 1,5 έως £ 2billion (καθαρή παρούσα αξία).[3]

2.3 Μειονεκτήματα και απειλές της ψηφιακής μετάβασης

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, τα σήματα της αναλογικής τηλεόρασης αναμένεται να έχουν καταργηθεί μέχρι τα τέλη του 2012. Σχέδια για τη χρήση του φάσματος που προκύπτει από τα πρώτα πεδία θα αλλάξουν το 2008. Πριν από τότε μια σειρά θεμάτων που αποτελούν απειλές για τυφλούς και μερικώς βλέποντες χρήστες, και αποτελούν εμπόδιο για την αφομοίωση των υπηρεσιών, πρέπει να επιλυθούν.

Η κυβερνητική έρευνα δείχνει ότι πολλοί ηλικιωμένοι και άτομα με ειδικές ανάγκες φοβούνται τη μετάβαση στην ψηφιακή γιατί θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν πιο περίπλοκα τηλεχειριστήρια και την πλοήγηση στην οθόνη πληροφοριών. Οι έρευνες έδειξαν επίσης ότι πολλοί άνθρωποι είναι αρκετά ικανοποιημένοι με την τρέχουσα λειτουργία τους, έτσι δεν θέλουν να αλλάξουν.

• Ηλεκτρονικός οδηγός προγραμμάτων

Το EPG είναι το λογισμικό οδήγησης επί της οθόνης που περιλαμβάνεται σε ένα ψηφιακό δέκτη και εμφανίζει μια σειρά από πληροφορίες για τα προγράμματα, όπως αυτές που δείχνει στις μέρες μας, και μια περιγραφή του ήχου. Ωστόσο, οι πληροφορίες αυτές παρέχονται μόνο σε κείμενο, και αυτή τη στιγμή ο διαθέσιμος εξοπλισμός δεν μπορεί να χειραγωγήσει το κείμενο προκειμένου να αλλάξει το χρώμα γραμματοσειράς και το μέγεθος, πόσο μάλλον να διαθέσει την πληροφορία ακουστικά. Ενώ ο τρόπος για να περιηγηθούμε γύρω από τη διάταξη θα μπορούσε να είναι γνωστός στους χρήστες υπολογιστών με πρόσβαση στην τεχνολογία, αυτή η τεχνολογία δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για τον εξοπλισμό της τηλεόρασης. Αξίζει να έχουμε κατά νου ότι η ψηφιακή τηλεόραση ξεκίνησε στο Ηνωμένο Βασίλειο πάνω από 5 χρόνια πριν, και ότι σήμερα υπάρχουν περίπου 14 εκατ. νοικοκυριά με ψηφιακό εξοπλισμό, αλλά ότι αυτή η ουσιαστική ανάγκη για πρόσβαση δεν έχει εκπληρωθεί ακόμη από τους κατασκευαστές εξοπλισμού ή τη ραδιοτηλεοπτική βιομηχανία.

• Teletext

Πολλοί τυφλοί και άνθρωποι με μερική όραση προσχωρούν στο αναλογικό teletext μέσω μίας αναφερόμενης μηχανής Teletext που λείπει πληροφορίες και μπορεί να τυπωθεί σε έναν εκτυπωτή Braille. Δυστυχώς, αυτή η μηχανή δεν μπορεί να

χρησιμοποιηθεί με το ψηφιακό teletext, λόγω της διαφορετικής τεχνολογίας μετάδοσης. Η κυβέρνηση και η βιομηχανία φαίνεται να κατανοούν ότι χωρίς τέτοιου είδους εξοπλισμό, πολλοί τυφλοί και άνθρωποι με μερική όραση θα είναι ανίκανοι να εξασφαλίσουν πρόσβαση σε μία σημαντική υπηρεσία, που μπορεί να είναι σωτήρια για κωφούς / τυφλούς, αλλά σήμερα δεν υπάρχει διαθέσιμος τέτοιος εξοπλισμός.

- **Αλληλεπιδραστικές υπηρεσίες**

Ένα από τα πλεονεκτήματα της ψηφιακής τηλεόρασης είναι οι διαδραστικές υπηρεσίες. Προκειμένου να μεταβούν σε επιπρόσθετες πληροφορίες προγράμματος, οι χρήστες οφείλουν να πατήσουν "το κόκκινο κουμπί" στο τηλεχειριστήριο τους και στη συνέχεια να περιηγηθούν μέσα από κείμενο και εικόνες για να αποκτήσουν πρόσβαση σε περαιτέρω πληροφορίες, αλλά δεν υπάρχει παραγωγή φωνής για αυτές τις υπηρεσίες. Άλλες υπηρεσίες παρέχονται από ανεξάρτητους φορείς, όπως το NHS Direct. Οι υπηρεσίες αυτές, επίσης, θα είναι αδύνατον να χρησιμοποιήσουν-χωρίς εναλλακτικούς τρόπους πρόσβασης-το κείμενο στην οθόνη.

- **Τηλεχειριστήρια**

Προφανώς, οι τυφλοί και τα άτομα με μειωμένη όραση είναι εξοικειωμένα με τις λειτουργίες των τηλεχειριστηρίων της αναλογικής τηλεόρασης , αλλά αυτά για την ψηφιακή τηλεόραση είναι πιο περίπλοκα. Η ικανότητα να μετακινηθούν πάνω, κάτω και πλαγίως είναι ένα νέο χαρακτηριστικό και είναι απαραίτητο για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ψηφιακή τηλεόραση.

- **Εγγραφή βίντεο**

Η απλή συσκευή εγγραφής βίντεο είναι απαρχαιωμένη. Τώρα για την εγγραφή από την τηλεόραση, είτε σε ένα VCR, σε μία συσκευή εγγραφής DVD, ή σε ένα προσωπικό βίντεο εγγραφής , όπως το SkyPlus ή το Tivo, ο χρήστης πρέπει να ακολουθήσει ένα μενού πάνω στην οθόνη. Δεν υπάρχουν διαθέσιμα προϊόντα που να έχουν ένα ηχητικό μενού με οδηγίες για να κατευθύνουν το χρήστη.

- **Γνώση στα μέσα ενημέρωσης**

Το 2003 Communications Act καλύπτει τη γνώση στα μέσα επικοινωνίας. Η ικανότητα να κατανοεί κανείς πώς να διαβάσει και να περιηγείται στα μενού είναι απαραίτητη για τη βασική χρήση της ψηφιακής τηλεόρασης. Για πολλούς, αυτό παρουσιάζει σημαντική δυσκολία-αυτό δεν είναι απλώς ένα επιφανειακό ζήτημα , αλλά περιλαμβάνει γνωστική ικανότητα, χειρωνακτική επιδεξιότητα, και συντονισμό ανάμεσα στο χέρι και στο μάτι, ιδιαίτερα μεταξύ του τηλεχειριστηρίου και του τι συμβαίνει στην οθόνη. Τα θέματα αυτά έχουν μετατρέψει αυτό που ήταν μια απλή πράξη παρακολούθησης τηλεόρασης σε κάτι πιο περίπλοκο. Όντας γνώστης των μέσων επικοινωνίας προϋποθέτει τη δυνατότητα πρόσβασης σε πληροφορίες ώστε να γίνονται συνειδητές επιλογές. Το RNIB θεωρεί ότι είναι ουσιαστικής σημασίας για την ρυθμιστική αρχή Ofcom να εξασφαλίσει ότι όλοι οι πάροχοι υπηρεσιών

συνεργάζονται για μετάδοση γνώσης στα μέσα επικοινωνίας για όλους τους τηλεθεατές.

• Περιορισμένη επιλογή του εξοπλισμού

Για να αποκτήσει κάποιος πρόσβαση στην ακουστική περιγραφή των τηλεθεατών μπορεί είτε να γίνει συνδρομητής στο BSkyB ή να αγοράσει ένα Netgem Freeview κουτί. Αυτή δεν είναι η ίδια ευρεία επιλογή με αυτήν που είναι διαθέσιμη σε άλλους ανθρώπους που μπορούν να επιλέξουν από μια γκάμα Freeview δεκτών ή να διαλέξουν δορυφορικούς ή καλωδιακούς. Παρά το γεγονός ότι η Netgem απέδειξε ότι είναι δυνατό να περιλαμβάνεται περιγραφή και περιορισμένες προφορικές πληροφορίες στον εξοπλισμό, άλλοι κατασκευαστές δεν έχουν κάνει το ίδιο. Ως εκ τούτου, η RNIB έχει αναλάβει μια καμπάνια για να εξασφαλιστεί ότι η ικανότητα να λαμβάνουμε ακουστική περιγραφή είναι χτισμένη σε περισσότερους δέκτες. Αυτό το ζήτημα πρέπει να επιλυθεί από τη ρυθμιστική αρχή, τους ραδιοτηλεοπτικούς φορείς και τους κατασκευαστές εξοπλισμού.

• Υποστήριξη

Η ψηφιακή τηλεόραση είναι πιο περίπλοκη από την αναλογική και, ως εκ τούτου, χρειάζεται περισσότερη υποστήριξη. Ωστόσο, ενώ ο δορυφορικός ή ο καλωδιακός φορέας θα εγκαταστήσει εξοπλισμό και θα παρέχει τη συνεχή εξυπηρέτηση των πελατών, δεν είναι αυτή η κατάσταση για τους πελάτες της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης, οι οποίοι προσδοκούν να οργανώσουν τις δικές τους εγκαταστάσεις για τον δέκτη και μια κεραία, εάν είναι απαραίτητο. Θα πρέπει επίσης να είναι σε θέση να κατανοήσουν τις οδηγίες λειτουργίας του εξοπλισμού. Όλα αυτά παρουσιάζουν προβλήματα για τους τυφλούς και τα άτομα με προβλήματα όρασης, καθώς και πολλά άλλα. Η κυβέρνηση πρέπει να εξασφαλίσει ότι η υπηρεσία δωρεάν τηλεφωνικής γραμμής παρέχεται πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη μετάβαση, και η RNIB έχει ζητήσει να συσταθεί μια αξιόπιστη υπηρεσία εγκατάστασης για τους τυφλούς και τα άτομα με μειωμένη όραση.

• Το κόστος των δεκτών

Υπάρχει μόνο ένας δέκτης Freeview (Netgem) στην αγορά που παρέχει ακουστική περιγραφή. Ενώ μερικά πολύ βασικά Freeview set-top boxes κοστίζουν μόλις 25 pounds, για τους χρήστες που θέλουν ηχητική περιγραφή το κουτί Netgem κοστίζει 99. Αυτός ο δέκτης προσφέρει μία πληρέστερη γκάμα υπηρεσιών, αλλά η διαφορά του κόστους είναι σημαντική. Είναι, ως εκ τούτου, ουσιαστικής σημασίας για την κυβέρνηση να εξετάσει ποια οικονομική βοήθεια μπορεί να δοθεί για να διασφαλιστεί ότι οι τυφλοί και οι άνθρωποι με μερική όραση μπορούν να αποκτήσουν εξοπλισμό που τους παρέχει ακουστική περιγραφή. [3]

2.4 Ψηφιακή Μετάβαση στην Ευρώπη

Βέλγιο

Οι περιορισμένες free-to-air υπηρεσίες DTT είναι διαθέσιμες από την έναρξη από το 2002. Η κάλυψη DTT που επεκτάθηκε με πλήρη κάλυψη του πληθυσμού έχει επιτευχθεί στην Φλαμανδική Κοινότητα και επίσης και Γαλλική Κοινότητα το 2007. Η φλαμανδική κοινότητα έχει δηλώσει ότι είναι πιθανόν να αρχίσουν κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης, το αργότερο, το 2010 και να ολοκληρώσει το έργο μέχρι το 2012. [9]

Τσεχία

Η δημόσια υπηρεσία ευρυεκπομπής, η τσεχική τηλεόραση, ξεκίνησε επίσημα τις free-to-air DTT υπηρεσίες στις 21 Οκτωβρίου 2005 στην Πράγα. Από τότε, η κάλυψη επεκτάθηκε στο 35% του πληθυσμού και ο ρυθμιστής μετάδοσης RRTV έχει διαθέσει περαιτέρω άδειες υπηρεσιών DTT στους εμπορικούς ραδιοτηλεοπτικούς φορείς. Μέχρι το τέλος του 2006, αναμενόταν ότι οι θεατές θα μπορούν να έχουν πρόσβαση σε 12 υπηρεσίες τηλεοπτικών προγραμμάτων στην πλατφόρμα DTT.

Τον Αύγουστο του 2006, η Τσεχική Υπηρεσία Τηλεπικοινωνιών (CTU) ανακοίνωσε ότι η κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης θα πραγματοποιηθεί τον Οκτώβριο του 2010. Ωστόσο, αυτό έχει προκαλέσει τη συζήτηση μεταξύ των ραδιοτηλεοπτικών οργανισμών, καθώς οι εμπορικοί ραδιοτηλεοπτικοί φορείς για την αναλογική πλατφόρμα έχουν δηλώσει την προτίμησή τους για μεταγενέστερη ημερομηνία, ενώ οι ραδιοτηλεοπτικοί φορείς σχετικά με την πλατφόρμα DTT έχουν εναντιωθεί σε μια τέτοια καθυστέρηση. [9]

Δανία

Ξεκίνησε στις 31 Μαρτίου 2006, η πλατφόρμα DTT προσφέρει στους τηλεθεατές πρόσβαση στις υπηρεσίες από τις δημόσιες υπηρεσίες ευρυεκπομπής, το TV2 και το Ραδιόφωνο της Δανίας μέσω ενός ενιαίου πολυπλέκτη. Άλλοι τρεις πολυπλέκτες αναμένεται να ξεκινήσουν τελικά, αν και δεν έχουν ανακοινωθεί ακόμη οι ημερομηνίες και οι υπηρεσίες. Είναι πιθανό ότι η πλήρης πλατφόρμα DTT θα προσφέρει ένα συνδυασμό από free-to-air και συνδρομητικές υπηρεσίες DTT. Οι υπηρεσίες free-to-air σήμερα χρησιμοποιούν το MPEG-2, ενώ η συνδρομητική πλατφόρμα θα χρησιμοποιεί MPEG-4 AVC. Επίσης η κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης επιβάλλεται από το νόμο και ορίστηκε να λάβει χώρα σε εθνικό επίπεδο τον Οκτώβριο του 2009. [9]

Φινλανδία

Αρχικά ξεκίνησε τον Αύγουστο του 2001, οι DTT υπηρεσίες επιτρέπουν στους τηλεθεατές να έχουν πρόσβαση σε 12 free-to-air και 4 συνδρομητικά προγράμματα τηλεόρασης, χρησιμοποιώντας 3 εθνικούς πολυπλέκτες. Οι πρώτοι δύο πολυπλέκτες παρέχουν υπηρεσίες σε σχεδόν το 100% του πληθυσμού, ενώ ο τρίτος πολυπλέκτης έχει κάλυψη του 78% του πληθυσμού. Ένας τέταρτος πολυπλέκτης ήταν πιθανό να

ξεκινήσει τον Οκτώβριο του 2006, ενώ οι DVB-H υπηρεσίες ξεκίνησαν χρησιμοποιώντας ένα πέμπτο πολυπλέκτη τον Δεκέμβριο του 2006.

Κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης επιβλήθηκε από το νόμο να λάβει χώρα στις 31 Αυγούστου 2007 σε εθνικό επίπεδο. Ωστόσο, προκύπτει ένα ζήτημα από την ανάγκη να διασφαλιστεί ότι τα νοικοκυριά που χρησιμοποιούν καλωδιακή τηλεόραση μετατρέπονται σε ψηφιακά, προκειμένου να έχουν πρόσβαση στο ψηφιακό πρόγραμμα δημόσιας υπηρεσίας. Η μετατροπή των νοικοκυριών αυτών σε ψηφιακά μπορεί να αποδειχθεί δύσκολη δεδομένου του παρόντος χαμηλού επιπέδου της ψηφιακής διείσδυσης. [9]

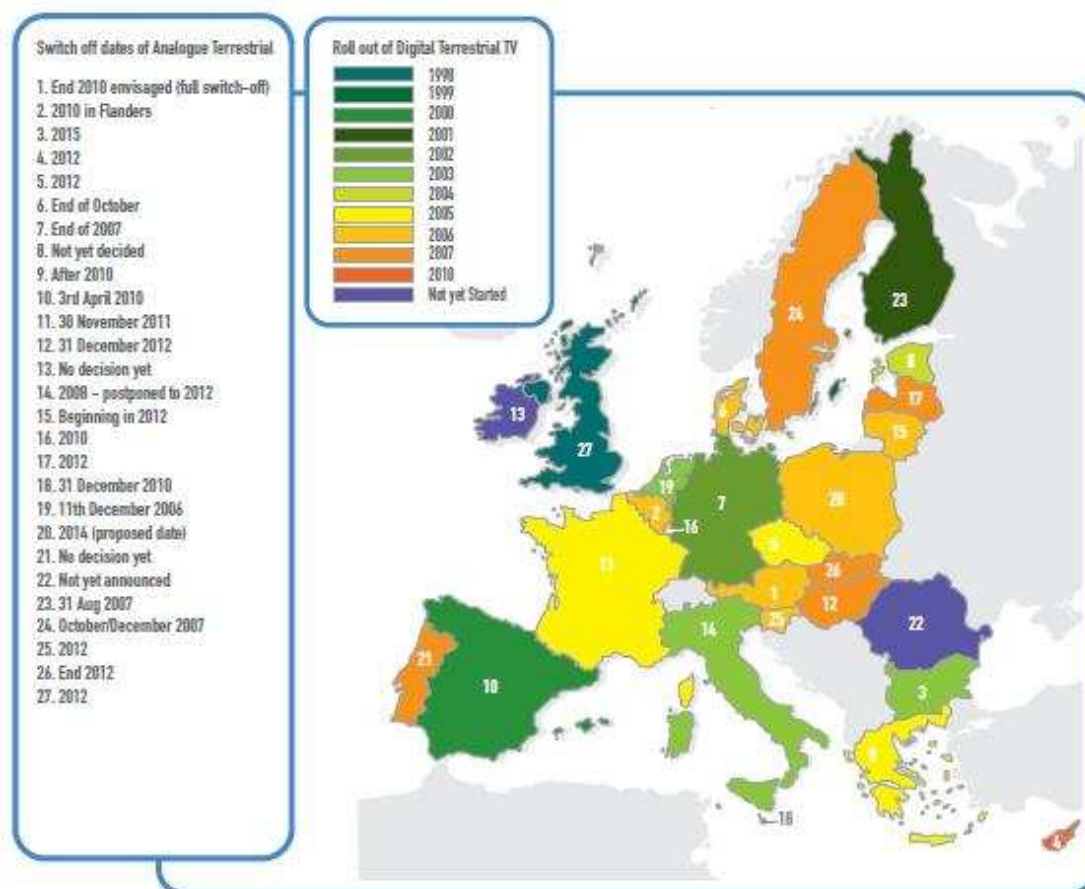
Γαλλία

Η DTT υπηρεσίες ξεκίνησαν για πρώτη φορά στις 31 Μαρτίου 2005 και τώρα προσφέρουν πρόσβαση σε τηλεθεατές σε 18 free-to-air υπηρεσίες τηλεοπτικών προγραμμάτων πέραν των υπηρεσιών που διατίθενται στην πλατφόρμα συνδρομητικής DTT και 9 υπηρεσίες συνδρομητικής DTT. Μοναδικές στη γαλλική αγορά, η free-to-air πλατφόρμα χρησιμοποιεί το πρότυπο συμπίεσης MPEG-2 βίντεο ενώ το MPEG-4 AVC πρότυπο χρησιμοποιείται για την πλατφόρμα των αμοιβών. Από τον Ιούνιο του 2006, το 58,5% του πληθυσμού μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτές τις υπηρεσίες και ο σχεδιασμός βρισκόταν σε εξέλιξη για την αύξηση της πληθυσμιακής κάλυψης στο 70% τον Απρίλιο του 2007.

Μια πρόσφατη πρόταση της κυβέρνησης προβλέπει την 30 Νοεμβρίου του 2011 ως ημερομηνία για την ολοκλήρωση της αναλογικής μετάδοσης, αρχίζοντας από το 2010. Η ρυθμιστική αρχή εκπομπής, Conseil Supérieur de l'Audiovisuel (CSA), δημοσίευσε τον οδικό χάρτη για την κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης. [9]

Όπως και στην Ισπανία και την Ιταλία, η επίγεια μετάδοση παραμένει το κυρίαρχο μέσο παρακολούθησης τηλεοπτικών προγραμμάτων στην Γαλλία και οι υφιστάμενοι επίγειοι ραδιοτηλεοπτικοί φορείς είναι οι κυριότεροι παράγοντες. Η Γαλλία έχει μία σχετικά αργή είσοδο στο DTT, μετά από την αρχική έντονη αντίθεση από τους εμπορικούς ραδιοτηλεοπτικούς φορείς και μακροσκελής συζητήσεις σχετικά με το ρυθμιστικό πλαίσιο που πρέπει να υιοθετηθεί. Η ανάπτυξη της DTT, γνωστή με το ακρωνύμιο TNT (Television Numérique terrestre), έφθασε επίσημα στις 31 Μαρτίου 2005. Τον Αύγουστο του 2006 περίπου 3.1 εκατομμύρια DTT δέκτες είχαν πωληθεί, δείχνοντας έτσι ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον των καταναλωτών. Όπως και η Free view θα στηρίξει πολλά νέα κανάλια καθώς και τους τρέχοντες επίγειους τηλεοπτικούς σταθμούς. Τα κανάλια free-to-air είναι διαθέσιμα σήμερα και περιλαμβάνουν τα TF1, France 2, France 3, Canal + (όταν τα προγράμματα είναι μη-κρυπτογραφημένα), France 5, M6, το ARTE. Direct8, W9, TMC, NT1, NRJ 12, La Chaîne Parlementaire και το France 4. Έτσι το DTT στη Γαλλία ακολουθεί ένα free-pay επιχειρηματικό μοντέλο, με 18 free-to-view εθνικά κανάλια, αλλά παρέχει τη δυνατότητα να κορυφωθεί με 11 συνδρομητικά εθνικά κανάλια. Η δημόσια ευρυεκπομπή Γαλλικής Τηλεόρασης, μαζί με άλλους επίγειους ραδιοτηλεοπτικούς

φορείς αναμένεται να διαδραματίσουν βασικό ρόλο στην ολοκλήρωση της μετάβασης από το στόχο του 2011 [15].



Σχήμα 2.6 Ημερομηνίες μετάβασης από την Αναλογική στην επίγεια Ψηφιακή

Γερμανία

Τον Αύγουστο του 2003, το Βερολίνο-Βρανδεμβούργο έγινε η πρώτη μητρόπολη του κόσμου που ολοκλήρωσε την ψηφιακή μετάβαση. Οι DTT υπηρεσίες ξεκίνησαν παράλληλα με τις υπάρχουσες αναλογικές υπηρεσίες και, μετά από μια σύντομη περίοδο ταυτόχρονης μετάδοσης, οι αναλογικές υπηρεσίες απενεργοποιήθηκαν. Άλλες περιοχές της Γερμανίας έχουν ακολουθήσει αυτή την προσέγγιση και οι υπηρεσίες DTT είναι πλέον διαθέσιμες σε Βερολίνο, Βρανδεμβούργο, Βόρεια Ρηνανία-Βεστφαλία, τη βόρεια Γερμανία, η Βαυαρία, σε Mecklenburg Vorpommern, και στις Βάδη-Βυρτεμβέργη και Έσση. Πλήρη κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης, αναμένεται έως το 2010. [9]

Η γερμανική τηλεοπτική αγορά κυριαρχείται από καλώδιο με υψηλή διείσδυση των 20 εκατομμυρίων νοικοκυριών, ακολουθούμενη από τη δορυφορική σε 13 εκατομμύρια νοικοκυριά και την επίγεια τηλεόραση, σε μόνο 2,6 εκατομμύρια. Έτσι, οι πιο εντυπωσιακές διαφορές με τις άλλες μεγάλες Ευρωπαϊκές αγορές, είναι η

επικράτηση της καλωδιακής και δορυφορικής τηλεόρασης και η ασημότητα της επίγειας λήψης. Σε μια διαδικασία δύο σταδίων που έλαβε χώρα το 2003 η αναλογική επίγεια τηλεοπτική εκπομπή στις πολιτείες του Βερολίνου και του Βρανδεμβούργου ήταν απενεργοποιημένη ώστε να αντικατασταθεί από DTT, που προσφέρει βελτιωμένη λήψη (ιδίως σε αυτοκίνητα και με το set top κεραίες) και μια επιλογή πάνω από 20 κανάλια, που η ίδια καθιερώνεται ως ελεύθερος ανταγωνιστής στην καλωδιακή τηλεόραση. Κατά τη διάρκεια του 2004 και αρχές του 2005, τα κράτη του Schleswig-Holstein, Κάτω Σαξονία, Αμβούργο, Βρέμη, Βόρειας Ρηνανίας-Βεσφαλίας και της Έσσης σταμάτησαν επίσης τις αναλογικές εκπομπές σε πολλούς τομείς. Στα τέλη του 2005 η Σαξονία, η Σαξονία-Άνχαλτ, η Θουριγγία και η Βαυαρία άρχισε επίσης τη μετάβαση στις ψηφιακές μόνο εκπομπές. Άλλες μητροπολιτικές περιοχές ακολούθησαν το 2006. Όλες οι αναλογικές τηλεοπτικές εκπομπές στη Γερμανία προβλέφθηκαν να τερματιστούν μέχρι το 2008. Ωστόσο, οι ομοιότητες με τις άλλες χώρες περιλαμβάνουν έναν ηγετικό ρόλο που διαδραματίζουν οι δημόσιοι ραδιοτηλεοπτικοί φορείς ARD και ZDF.[15]

Ελλάδα

Η δημόσια ραδιοτηλεοπτική υπηρεσία της ΕΡΤ ξεκίνησε μια δοκιμαστική υπηρεσία DTT τον Ιανουάριο του 2006, η οποία έκτοτε χρησίμευσε ως βάση για τις επίσημες DTT υπηρεσίες. Η ΕΡΤ ξεκίνησε την πρώτη ψηφιακή υπηρεσία με ειδικά προγράμματα ,που έχουν σχεδιαστεί για ανθρώπους με ακουστικά και προβλήματα όρασης, [9], και ονομάζονται Prisma +, Cine + και Sport. Ένα set-top box είναι το μόνο που απαιτείται για να δείτε τα κανάλια αυτά. Για τα πρώτα 2 χρόνια, τα προγράμματα θα διαρκούν 6 έως 10 ώρες κάθε μέρα (Cine + προσφέρει ήδη ένα πρόγραμμα 22 ωρών). Ωστόσο, η ΕΡΤ προτίθεται να δημιουργήσει τις δικές της ψηφιακές παραγωγές, προκειμένου να παραδώσει ένα 24ωρο πρόγραμμα για τα τρία κανάλια. Οι προοπτικές καλές, δεδομένου ότι μέχρι το τέλος του 2006 υπήρχαν 280.000 επίγεια ψηφιακά set-top-boxes που πωλούνται στη χώρα. Όπως και αλλού στην Ευρώπη, η δυνατότητα του να είμαστε σε θέση να δούμε DTT , δεν θα αλλάξει μέχρι το αναλογικό σήμα αρχίζει να τίθεται εκτός λειτουργίας και ο σημερινός αριθμός των πομπών που χρησιμοποιούνται για ψηφιακή λήψη. Η κυβέρνηση αναγνωρίζει τους τρέχοντες περιορισμούς κάλυψης DTT και την ανάγκη να επεκταθεί η διαθεσιμότητα των ΕΡΤ free-to-air υπηρεσιών σε άλλους τομείς. Ωστόσο, η ημερομηνία πλήρους κατάρτησης έχει οριστεί για το 2012 ή πέρα από αυτήν, δεδομένου ότι τόσο η τεχνική υποδομή όσο και η ευαισθητοποίηση του κοινού είναι περιορισμένη [15].

Ιταλία

Ξεκίνησε το Δεκέμβριο του 2003, η πλατφόρμα DTT προσφέρει 30 free-to-air υπηρεσίες τηλεοπτικών προγραμμάτων χρησιμοποιώντας 7 εθνικούς πολυπλέκτες μαζί με τις τοπικές υπηρεσίες. Περίπου το 70% του πληθυσμού μπορεί να έχει πρόσβαση σε τουλάχιστον 6 πολυπλέκτες. Επιπλέον, η Ιταλία ξεκίνησε DVB-H υπηρεσίες τον Ιούνιο του 2006 ενώ το Media set αναμένεται να ξεκινήσει τις υπηρεσίες του τον Οκτώβριο.

Έως το 2005, η κυβέρνηση παρείχε στους τηλεθεατές μια επιδότηση για να κατευθυνθούν προς την αγορά των διαδραστικών set-top-boxes, κάτι που ενθάρρυνε την ευρεία υιοθέτηση MH Penabled set-top boxes αντί για φθηνότερους "zapper" δέκτες. Μια επιτυχημένη pay-per-view (PPV) προσφορά, ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2005, βοήθησε επίσης να αυξηθούν οι πωλήσεις των DTT set-top-boxes.

Οι κοιλάδες της Σαρδηνίας και της Aosta έχουν επιλεγεί για να λειτουργήσουν ως πιλοτικές περιοχές για την κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης. [9] Όπως και η ισπανική αγορά, η ιταλική κυριαρχείται από free-to-view πολυκαναλικές επίγειες αναλογικές υπηρεσίες. Υπάρχουν 11 επίγεια αναλογικά τηλεοπτικά κανάλια, που ουσιαστικά αποτελούν ένα «δυοπώλιο» μεταξύ της δημόσιας ραδιοτηλεόρασης RAI και του Media set, τον εμπορικό τηλεοπτικό φορέα με κυρίαρχη θέση και ιδιοκτήτη τον Μπερλουσκόνι, που μεταξύ τους καλύπτουν το 90 τοις εκατό του μεριδίου ακροαματικότητας. Το Media set ήταν για πρώτη φορά να ξεκινήσει το DTT το Δεκέμβριο του 2003, και η RAI ακολούθησε. Μέχρι το τέλος του 2004 πέντε πολυπλέκτες διατέθηκαν - δύο για τη RAI (9-10 κανάλια), ένα για Media Set (5 κανάλια), ένα για την Telecom Italia / TV International (2 κανάλια) και ένα πολυπλέκτη που εκμεταλλεύεται η Dfree (TF1 και HCS).

Το επιχειρηματικό μοντέλο για DTT ήταν αρχικά free-to-view, βασισμένο στα διαφημιστικά έσοδα. Ωστόσο, υπό την ηγεσία του Media set, οι ραδιοτηλεοπτικοί φορείς αποφάσισαν να προκαλέσουν την κοινοπραξία της δορυφορικής συνδρομητικής τηλεόρασης Sky Italia (η οποία ανήκει στον Ρούπερτ Μέρντοχ) στο να προσφέρουν περιεχόμενο υψηλής θεαματικότητας και τώρα προσφέρουν περιεχόμενο συνδρομητικής τηλεόρασης μέσω προ-πληρωμένων επαναφορτιζόμενων καρτών. Η αρχική ταχεία αφομοίωση των υπηρεσιών DTT (500.000 αποκωδικοποιητές που είχαν πουληθεί μέχρι τα μέσα του-2004) μπορεί να αποδοθεί στην απόφαση της κυβέρνησης να προσφέρει επιδοτήσεις στους καταναλωτές που αγόρασαν τους αποκωδικοποιητές (συνήθως κοστίζουν μεταξύ 100-150 ευρώ). Όπως εξηγήθηκε παραπάνω εν τούτοις η έγκαιρη υιοθέτηση δεν κράτησε πολύ και η ημερομηνία μετάβασης έχει αναβληθεί σε πολύ μεταγενέστερη ημερομηνία. Το άλλο εντυπωσιακό θέμα είναι ότι η RAI και τα Media Set που συνόδευαν το επιδοτούμενο σύστημα αγοράς με μια ισχυρή εκστρατεία μάρκετινγκ, αποδεικνύουν τη στενή συνεργασία μεταξύ των δύο βασικών ραδιοτηλεοπτικών φορέων η οποία στηρίζεται στη ψηφιακή επίγεια επιχείρηση. Έτσι, η περίπτωση της Ιταλίας αποδεικνύει τον ηγετικό ρόλο που διαδραμάτισε ο δημόσιος ραδιοτηλεοπτικός οργανισμός (σε συνεργασία με τους εμπορικούς ραδιοτηλεοπτικούς φορείς), στην ανάπτυξη και προώθηση του DTT. [15]

Λουξεμβούργο

Οι ευρέως εθνικές υπηρεσίες DTT ξεκίνησαν τον Απρίλιο του 2006, με την πλήρη πλατφόρμα διαθέσιμη τον Ιούνιο του 2006. [9]

Μάλτα

Ο διαχειριστής δικτύου ευρυεκπομπής Multiplus ξεκίνησε μια συνδρομητική πλατφόρμα DTT τον Ιούλιο του 2005 προσφέροντας σε τηλεθεατές πρόσβαση μέχρι 35 υπηρεσίες τηλεοπτικών προγραμμάτων. Η κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης έχει προγραμματιστεί να πραγματοποιηθεί το 2010. [9]

Ολλανδία

Οι υπηρεσίες DTT διατίθενται από τον Απρίλιο του 2003, καθώς μια συνδρομητική υπηρεσία προσφέρει πάνω από 25 προγράμματα τηλεοπτικών υπηρεσιών (περιορισμένες free-to-air υπηρεσίες). Αν και είναι πλέον δυνατό για το 50% του πληθυσμού να έχει πρόσβαση σε DTT υπηρεσίες, η επίτευξη της πλήρους κάλυψης του πληθυσμού με την τρέχουσα προσφορά υπηρεσιών δεν θα είναι δυνατή χωρίς την κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης.

Η κυβέρνηση είχε αρχικά ανακοινώσει ότι αναλογική κατάργηση θα πραγματοποιηθεί στις 30 Οκτωβρίου 2006. Κάτι που τελικά αναβλήθηκε. [9]

Ισπανία

Από την επανέναρξη των DTT υπηρεσιών στις 30 Νοεμβρίου 2005, περίπου το 80% του πληθυσμού μπορεί να έχει πρόσβαση σε 20 free-to-air εθνικές υπηρεσίες τηλεοπτικών προγραμμάτων, παράλληλα με τις περιφερειακές και τις τοπικές υπηρεσίες. Αυτή η επανέναρξη ακολουθεί μια αποτυχημένη προσπάθεια να ξεκινήσει μια συνδρομητική πλατφόρμα DTT.

Η κυβέρνηση έχει προγραμματίσει κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης για τις 3 Απριλίου 2010, σχεδόν τρία χρόνια νωρίτερα από την αρχική ημερομηνία που είχε ορίσει η προηγούμενη κυβέρνηση. Η αυτόνομη περιοχή της Καταλονίας έχει ανακοινώσει σχέδια για την πλήρη κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης έως το Νοέμβριο του 2009 και έτσι έγινε η πρώτη πλήρως ψηφιακή περιοχή στην Ισπανία. [9]

Στην Ισπανία η επίγεια τηλεόραση διαδραματίζει έναν ισχυρό ρόλο και το DTT θεωρείται απαραίτητο για την κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης. Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, η Ισπανία ήταν ένας από τους πρωτοπόρους στην έναρξη επίγειων ψηφιακών υπηρεσιών στην Ευρώπη, αλλά το Quiero TV σταμάτησε να εκπέμπει τον Μάιο του 2002. Ακολούθησε μία περίοδος αδράνειας και το 2005 εισήχθη ένα τεχνικό σχέδιο για την επανέναρξη της DTT. Κεντρικό σημείο του σχεδίου είναι η διαθεσιμότητα free-to-air υπηρεσιών, καθώς και ο καθοριστικός ρόλος του δημόσιου ραδιοτηλεοπτικού οργανισμού RTVE, ο οποίος θα έχει ένα πολυπλέκτη που περιλαμβάνει τέσσερα κανάλια με παραλλαγές κατά περιφέρειες. Προηγουμένως, ο ρόλος του RTVE ήταν ελάχιστος, δεδομένου ότι μοιράζεται ένα πολυπλέκτη με τους άλλους εθνικούς ραδιοτηλεοπτικούς οργανισμούς. Με τους δύο πολυπλέκτες του τώρα, ήταν αναμενόμενο να καλύψει το 80 τοις εκατό του πληθυσμού έως το 2006, το 90 τοις εκατό έως το 2008 και 98 τοις εκατό για την προτεινόμενη κατάργηση των αναλογικών εκπομπών το 2011. Οι 17 ισπανικές αυτόνομες περιοχές, έχουν επίσης χορηγηθεί ένα δεύτερο πολυπλέκτη. Φαίνεται ότι μετά από μια περίοδο σχετικής στασιμότητας μετά την κατάργηση της Quiero TV, το DTT στην Ισπανία, έχει τώρα μια δεύτερη ευκαιρία. Όμοια με το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ισπανία έχει περάσει σε ένα ελεύθερο στυλ επιχειρηματικό μοντέλο όσο αναφορά το DTT και ένας πληρέστερος ρόλος έχει δοθεί στην PSB.

Σουηδία

Ξεκίνησε την 1η Απριλίου 1999, η σουηδική πλατφόρμα DTT παρέχει στους θεατές πρόσβαση σε πάνω από 30 υπηρεσίες τηλεοπτικών προγραμμάτων χρησιμοποιώντας 6 πολυπλέκτες. Οι DTT υπηρεσίες είναι διαθέσιμες στο 90% του πληθυσμού με τον πολυπλέκτη να διατίθεται για τις δημόσιες υπηρεσίες ραδιοτηλεοπτικού οργανισμού SVT και αναμενόταν να ανέλθουν στο 99,8% του πληθυσμού έως τα τέλη του 2007. Η συνδρομητική πλατφόρμα DTT, που εκτελείται από τη Boxer TV Access, έχει αποδειχθεί επιτυχής.

Η κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης άρχισε στις 19 Σεπτεμβρίου 2005 στην περιοχή του Gotland και ολοκληρώθηκε μέχρι το Νοέμβριο του 2007. Η διαδικασία έλαβε χώρα κατά περιφέρεια και σε πέντε φάσεις, αφήνοντας τις μεγαλύτερες πόλεις για το τέλος. [9]

Ελβετία

Προκειμένου να υπάρχει το απαραίτητο δυναμικό για την έναρξη DTT υπηρεσιών, μια μερική κατάργηση της αναλογικής τηλεόρασης έλαβε χώρα τον Μάρτιο του 2002, όταν ο δημόσιος ραδιοτηλεοπτικός οργανισμός SRG SSR απενεργοποίησε δύο από τα τέσσερα αναλογικά κανάλια της σε ολόκληρη τη χώρα.

Οι DTT υπηρεσίες από τότε έχουν απλωθεί σε κάθε περιοχή προσφέροντας στους θεατές τις υπηρεσίες προγραμμάτων εκπομπής των τεσσάρων δημοσίων υπηρεσιών, τα οποία ήταν διαθέσιμα πριν από την μερική κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης το 2002. Σε επίπεδο χώρας, η κάλυψη έπρεπε να επιτευχθεί έως το 2008.

Πλήρη κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης ξεκίνησε στην Ιταλόφωνη περιοχή τον Ιούλιο του 2006 και συνεχίστηκε από περιοχή σε περιοχή μέχρι την ολοκλήρωση της το 2008. [9]

Ηνωμένο Βασίλειο

Μετά την ανεπιτυχή προσπάθεια να ξεκινήσει μια συνδρομητική DTT υπηρεσία το 1998, η έναρξη της ελεύθερης θέασης τον Οκτώβριο του 2002 αναβίωσε την πλατφόρμα DTT. Η πλατφόρμα παρέχει στο 73% του πληθυσμού πρόσβαση σε 30 free-to-air υπηρεσίες τηλεοπτικών προγραμμάτων εκτός των 10 υπηρεσιών που διατίθενται στην συνδρομητική πλατφόρμα DTT.

Τον Σεπτέμβριο του 2005, η κυβέρνηση ενέκρινε το χρονοδιάγραμμα της ψηφιακής μετάβασης που καταρτίζεται από τη ρυθμιστική αρχή επικοινωνιών Ofcom. Η κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης θα προχωρήσει σε περιφερειακό επίπεδο, αρχίζοντας από τα βορειοδυτικά και τελειώνοντας με το Λονδίνο και τα νοτιοανατολικά το 2012. Το πρώτο σημαντικό τεστ για την κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης πραγματοποιήθηκε το 2009, όταν η πόλη του Μάντσεστερ «έσβησε» την αναλογική τηλεόραση της.

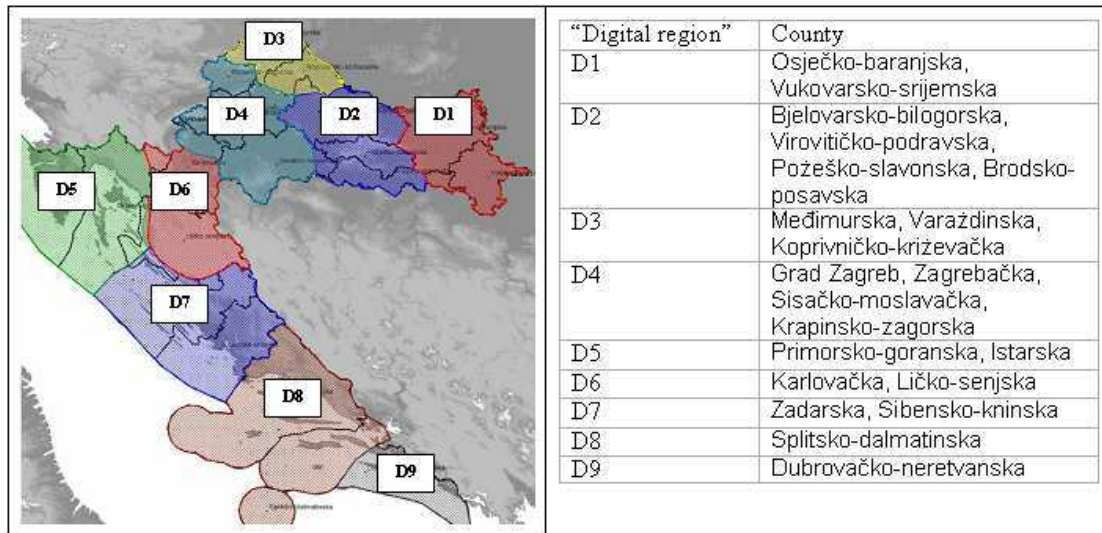
Κατ' εντολή της κυβέρνησης, οι ραδιοτηλεοπτικοί φορείς για την επίγεια αναλογική πλατφόρμα, καθώς και οι φορείς των DTT πολυπλεκτών έχουν ξεκινήσει το Digital UK, έναν μη-κερδοσκοπικό οργανισμό επιφορτισμένο με το συντονισμό της ψηφιακής μετάβασης.[9]

Κροατία

Έχει ενθαρρυνθεί από πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής ότι όλα τα κράτη μέλη θα πρέπει να επιταχύνουν τη διαδικασία της μετάβασης από την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση, προκειμένου να διακοπεί η λειτουργία της αναλογικής τηλεόρασης, μέχρι το 2012. Η Κυβέρνηση της Δημοκρατίας της Κροατίας, σύμφωνα με το εθνικό πρόγραμμα της Δημοκρατίας της Κροατίας για προσχώρηση στην Ευρωπαϊκή Ένωση, έφερε στις 31 Ιουλίου, 2008 την απόφαση για την επίγεια ψηφιακή τηλεοπτική μετάδοση και την κατάργηση της επίγεια αναλογικής τηλεόρασης. Αποφασίστηκε ότι η επίγεια αναλογική τηλεοπτική ευρυεκπομπή θα πρέπει να ολοκληρωθεί μέχρι 31 Δεκέμβρη 2010 το αργότερο.

Το Κροατικό σχέδιο ψηφιακής τηλεόρασης (το οποίο αποτελείται από 1 VHF εθνικών πολυπλεκτών, 7 UHF εθνικών πολυπλεκτών συν πρόσθετους τοπικούς πολυπλέκτες για πρωτεύουσες και λίγες πόλεις στην περιοχή της Αδριατικής θάλασσας) εγκρίθηκε και έχει ξεκινήσει εντατική συνεργασία με γειτονικές χώρες προκειμένου να ξεκινήσουν με την εθνική ευρεία ψηφιακή μετάδοση όσο το δυνατόν συντομότερα.

Σήμερα, υπάρχει συνεχής δοκιμαστική λειτουργία του δικτύου DVB-T, που καλύπτει περίπου το 85% του πληθυσμού. Η στρατηγική προσδιορίζει ότι δύο εθνικής εμβέλειας πολυπλέκτες (MUX A και MUX B), που λειτουργούν σε SFN διαμόρφωση, και χρησιμοποιούν MPEG-2 κωδικοποίηση και πρότυπο συμπίεσης θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της μεταβατικής περιόδου, εξασφαλίζοντας 4-5 προγράμματα που πρέπει να μεταδοθούν ανά πολυπλέκτη. Ο MUX A θα χρησιμοποιείται για ταυτόχρονη μετάδοση των δύο προγραμμάτων δημόσιας υπηρεσίας και των δύο προγραμμάτων ιδιωτικής υπηρεσίας καθώς και επιπλέον νέο περιεχόμενο. Ο MUX B θα πρέπει να χρησιμοποιείται για 4-5 νέα πρόσθετα προγράμματα εθνικής εμβέλειας, και επιπλέον πολυπλέκτες για τα περιφερειακά και τοπικά προγράμματα για τη μεταγενέστερη φάση [10].



Σχήμα 2.7 Ψηφιακές περιοχές της Κροατίας

Βουλγαρία

Η Βουλγαρία έκανε τα πρώτα της βήματα προς την ψηφιακή μετάβαση, τον Οκτώβριο του 2000, όταν η BNT υπέγραψε ένα συμβόλαιο για την απόκτηση εξοπλισμού ψηφιακού βίντεο και μια εγκατάσταση για μη γραμμικό μοντάζ στην πρωτεύουσα τη Σόφιας (Spassov, 2008). Το επόμενο έτος, περισσότεροι από 30 BNT εργαζόμενοι εκπαιδεύονται στη χρήση του νέου εξοπλισμού. Τον Ιούνιο του 2001, η κρατική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών χορήγησε 12ετή άδεια στους Βούλγαρους. Η Εταιρεία Τηλεπικοινωνιών (BTC), ο τηλεπικοινωνιακός φορέας του κράτους, πρέπει να δημιουργήσει ένα δίκτυο για την πειραματική επίγεια ψηφιακή μετάδοση (Στεφάνοβα, 2001). Σύμφωνα με τα στοιχεία που υπέβαλε στην ΕΕ, η ψηφιακή ευρυεκπομπή ξεκίνησε 26 Μαΐου του 2003 στην πρωτεύουσα της Βουλγαρίας τα Σόφια, χρησιμοποιώντας μια πολυπλεξία με την ικανότητα να μεταφέρει έξι κανάλια (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2007). Κατά τη διάσκεψη της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών, τον Ιούνιο του 2006, η Βουλγαρία υπέγραψε μία συμφωνία για τη χρησιμοποίηση των ζωνών συχνοτήτων 174-230 MHz και 470-862 MHz για την επίγεια ψηφιακή μετάδοση, ανάμεσα σε άλλες προτάσεις που σχετίζονται με το σχεδιασμό των παραμέτρων του δικτύου (Open Society Institute, 2005). Στο πλαίσιο της συμφωνίας, έως το 2012, η Βουλγαρία θα είναι σε θέση να καθιερώσει: 1) 10 επίγεια ψηφιακά δίκτυα εθνικής εμβέλειας 2) 34 επίγεια ψηφιακά δίκτυα με περιφερειακή κάλυψη 3) και πέντε επίγεια ψηφιακά δίκτυα με τοπική κάλυψη (τρία εκ των οποίων προορίζεται για την πρωτεύουσα) (Open Society Institute, 2005) [16].

2.5 ΣΥΝΟΨΗ

Η ψηφιακή τηλεόραση υπερτερεί έναντι της αναλογικής έχοντας ως αποτέλεσμα τη γνωστή σε όλους μας Ψηφιακή Μετάβαση (ή digital switch over –DSO). Έτσι λόγω της ραγδαίας εξέλιξης των ψηφιακών τεχνολογιών, τα περιβάλλοντα εκπομπής αρχίζουν να εκπέμπουν σε ψηφιακές τηλεοπτικές μεταδόσεις. Εξαιτίας όμως της υψηλής απόδοσης της ψηφιακής τηλεόρασης το πρωτοφανές ποσοστό του φάσματος που θα απελευθερωθεί - κατά τη μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση- είναι γνωστό ως Ψηφιακό Μέρισμα (Digital Dividend). Στο επόμενο κεφάλαιο το ψηφιακό μέρισμα θα αναλυθεί εκτενέστερα.

3. ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΕΡΙΣΜΑ

3.1 Ψηφιακό μέρισμα

Όπως υποδηλώνει το όνομά του, το φάσμα περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ραδιοσυχνοτήτων - από τις πολύ χαμηλές στις πολύ υψηλές. Σε πολύ χαμηλές συχνότητες, τα σήματα ταξιδεύουν πολύ μακριά, αλλά έχουν μικρή ικανότητα να μεταφέρουν πληροφορίες. Σε πολύ υψηλές συχνότητες, τα σήματα δεν ταξιδεύουν μακριά, αλλά μπορούν να προσφέρουν τεράστιες δυνατότητες.

Το πιο ελκυστικό φάσμα προσφέρει ένα συνδυασμό εμβέλειας (διάδοσης) και χωρητικότητας (εύρος ζώνης) που το καθιστά κατάλληλο για πολλές διαφορετικές χρήσεις.. Καλή διάδοση σημαίνει ότι χρειάζεται λιγότερη υποδομή για την παροχή κάλυψης, γεγονός που μειώνει το κόστος και βελτιώνει την υπηρεσία στα κτίρια και στις αγροτικές περιοχές. Καλή ικανότητα σημαίνει ότι τα σήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υπηρεσίες που αφορούν την μεταφορά πολλών πληροφοριών σε πολλούς χρήστες - όπως η υψηλή ποιότητα φωνής, δεδομένων και βίντεο.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι το πιο πολύτιμο φάσμα στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι μεταξύ 200MHz και 1GHz - το οποίο προσφέρει ακριβώς αυτό το συνδυασμό του φάσματος και της ικανότητας. Επί του παρόντος, σχεδόν το ήμισυ αυτού του φάσματος χρησιμοποιείται για τη μετάδοση της αναλογικής τηλεόρασης - 368MHz, ή 46%, των 800MHz.

Η χρήση του φάσματος για το σκοπό αυτό χρονολογείται πίσω στις δεκαετίες μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, όταν η τηλεόραση ήταν για πρώτη φορά διαθέσιμη σε μεγάλη κλίμακα και είχαν γίνει προετοιμασίες για την εισαγωγή των έγχρωμων ραδιοηλεκτρικών μεταδόσεων. Υπήρχαν πολλοί λιγότερες χρήσεις του φάσματος από τώρα, , και τα δίκτυα είχαν βελτιστοποιηθεί για την εξοικονόμηση των υποδομών αντί για φάσμα.

Τα αναλογικά τηλεοπτικά σήματα του Ηνωμένου Βασιλείου θα διακοπούν, ανά περιοχή, μεταξύ 2008 και 2012. Κατ 'αρχήν, αυτό σημαίνει ότι όλα τα 368MHz θα είναι διαθέσιμα για νέες χρήσεις, αλλά προηγουμένως είχε αποφασιστεί από την κυβέρνηση ότι τα 256MHz από τα 368MHz της ψηφιακής μετάβασης θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για επίγεια ψηφιακή τηλεόραση (DTT). Αυτή η ψηφιακή μετάδοση θα παρέχεται από έξι πολυπλέκτες, καθέννας από τους οποίους μπορεί να μεταφέρει έναν αριθμό τηλεοπτικών καναλιών και ορισμένες άλλες υπηρεσίες.

Η απόφαση αυτή θα επιτρέψει στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση να επεκτείνει την κάλυψη του - για να ταιριάζει με εκείνη των αναλογικών, στο 98,5% του πληθυσμού, και την ικανότητά του - σε περίπου 10 φορές μεγαλύτερη από την αναλογική στην πλειονότητα των χωρών, και περίπου 5 φορές κάπου αλλού.

Την ίδια στιγμή, η ψηφιακή μετάβαση θα επιτρέψει στο υπόλοιπο φάσμα - 112MHz - να τεθεί σε νέες χρήσεις. Είναι αυτό το 112MHz που αποτελεί τον πυρήνα του «ψηφιακού μερίσματος».

Τα τρία είδη του φάσματος είναι τα εξής:

- το 112MHz που αναφέρεται ανωτέρω. Αυτό περιλαμβάνει το φάσμα, που θα έχει εκκαθαριστεί(cleared spectrum), ως αποτέλεσμα της ψηφιακής μετάβασης, και θα είναι ευρέως διαθέσιμο στο Ηνωμένο Βασίλειο για νέες χρήσεις. Αυτό το 112MHz περιλαμβάνει 14 κανάλια των 8MHz, το οποίο σήμερα χρησιμοποιείται για την αναλογική τηλεόραση, καθώς και σε δευτερογενή βάση για χρήσεις, όπως ασύρματα μικρόφωνα. Και οι πρωτοβάθμιες και οι δευτεροβάθμιες χρήσεις θα παύσουν κατά τη μετάβαση.
- Δύο άλλα τμήματα του φάσματος που χρησιμοποιούνται για άλλα πράγματα, αλλά έχουν τη δυνατότητα να είναι «cleared». Αυτά είναι το κανάλι 36 και το κανάλι 69. Το κανάλι 36 χρησιμοποιείται σήμερα για το ραντάρ αεροδρομίου, και το κανάλι 69, κυρίως για ασύρματα μικρόφωνα. Και στις δύο περιπτώσεις, ήταν λογικό να επανεξετάσουμε τη μελλοντική χρήση αυτού του φάσματος, ταυτόχρονα με την υπόλοιπη ζώνη συχνοτήτων. Η ένταξη των δύο αυτών τμημάτων σημαίνει ότι υπάρχει ένα σύνολο 128MHz δυνητικά διαθέσιμο ως «cleared spectrum»σε εθνική βάση.
- Στη συνέχεια υπάρχει το «interleaved spectrum». Αυτό είναι η ικανότητα που θα είναι διαθέσιμη εντός των συχνοτήτων και που θα χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά των έξι πολυπλεκτών DTT. Είναι αποτελεσματικά λευκός χώρος «white space»που υπάρχει γεωγραφικά ανάμεσα στους πομπούς που απαιτούνται για τους έξι πολυπλέκτες.

Αυτές οι τρεις κατηγορίες του φάσματος – το «cleared»,το «potentially cleared»,και το «interleaved» - αναφέρονται μαζί ως το διαθέσιμο φάσμα UHF ή, πιο χαλαρά, ως ψηφιακό μέρος .[18]



Σχήμα 3.1 Η κατανομή φάσματος μετά την ψηφιακή μετάβαση στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Μετά από την ηγεσία του Ηνωμένου Βασιλείου, είναι πλέον σαφές ότι ένας αυξανόμενος αριθμός άλλων ευρωπαϊκών χωρών, θα ελευθερώσουν ένα ψηφιακό μέρισμα, αλλά μέσα σε ένα ελαφρώς ευρύτερο τμήμα φάσματος από ό,τι στο Ηνωμένο Βασίλειο, στο 790-862 MHz (η λεγόμενη ζώνη των 800 MHz). Για παράδειγμα:

- Στη Σουηδία, η κυβερνητική απόφαση που ελήφθη το 2007 τέθηκε σε ισχύ την 1^η Ιανουαρίου 2009.
- Στη Φινλανδία, η κυβέρνηση διέθεσε τη ζώνη 790-862 MHz σε ψηφιακά κινητά δίκτυα ευρυεκπομπής. Η απόφαση τέθηκε σε ισχύ την 1^η Ιουλίου 2008.
- Στη Γαλλία, η κυβέρνηση ανακοίνωσε την κατανομή της ζώνης συχνοτήτων των 790-862MHz σε ψηφιακά κινητά δίκτυα ευρυεκπομπής και με πλειστηριασμούς /διαγωνισμούς ανακοίνωσε για το 2009.

Όπως η Φινλανδία, η Γαλλία και η Σουηδία έχουν ήδη αποφασίσει να απελευθερώσουν αυτό το ευρύτερο τμήμα φάσματος των 72 MHz, ορισμένες άλλες χώρες αναμένεται να κάνουν το ίδιο. Από την άλλη πλευρά, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή βρίσκεται υπό διαβούλευση σχετικά με το πώς να εναρμονίσει την υλοποίηση του ψηφιακού μέρισματος για το σύνολο της Ευρώπης, έτσι ώστε να αποφευχθεί ο κατακερματισμός όσον αφορά τις πολιτικές μεταξύ των κρατών μελών. Όπως είδαμε παραπάνω, η Ofcom από την πλευρά της, είναι η ευθυγραμμίζει ήδη το ψηφιακό της μέρισμα στο ευρύτερο μπλοκ των 72 MHz, έτσι ώστε οι συσκευές να μπορούν να λειτουργήσουν σε όλα τα κράτη μέλη.

Για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το ψηφιακό μέρισμα («cleared spectrum» και «interleaved spectrum»), αποτελεί μια μεγάλη ευκαιρία για την υλοποίηση σημαντικών στοιχείων της στρατηγικής της Λισσαβόνας, όπως π.χ. παρέχοντας σημαντικές βελτιώσεις σε κινητές ευρυζωνικές υπηρεσίες, πολυμεσική και διαδικτυακή πρόσβαση. Το έργο COGEU στοχεύει στην αποτελεσματική εκμετάλλευση του «geographical interleaved spectrum» (που ονομάζεται επίσης TVWS).[28]

3. 2 TV WHITE-SPACES – INTERLEAVED SPECTRUM

3.2.1 Γενικά

Τα «White Spaces» είναι τα κενά μεταξύ των πομπών που λειτουργούν στο ίδιο κανάλι. Σκοπός τους είναι να εμποδίσουν κάποια αλληλεπίδραση που θα μπορούσε να παρουσιαστεί σε οποιαδήποτε επικάλυψη και είναι αναπόσπαστα συνδεδεμένη με

το σχεδιασμό της τηλεοπτικής υπηρεσίας - μια τέχνη που έχει προχωρήσει εδώ και πολλές δεκαετίες. Τα «White Spaces» είναι κατακερματισμένα, εξ ορισμού, και είναι συνήθως άφθονα στις αγροτικές περιοχές - οι οποίες έχουν συχνά μικρότερη προτεραιότητα για την τηλεοπτική κάλυψη .

Το φάσμα κατανέμεται σε διεθνές επίπεδο για τους ραδιοτηλεοπτικούς φορείς και χορηγείται εντός των περιφερειών.Εθνικά και περιφερειακά τηλεοπτικά δίκτυα βασίζονται σε προσεκτικό σχεδιασμό του διαθέσιμου φάσματος, με συντονισμό μεταξύ των γειτονικών χωρών προσθέτοντας διπλωματική πολυπλοκότητα σε τεχνικές δυσκολίες.Για να διασφαλίσουμε ότι οι παρεμβολές αποφεύγονται για τουλάχιστον το 99 τοις εκατό του χρόνου, περιορισμοί τίθενται σε ισχύ και μπορούν να εκπέμπονται από κάθε περιοχή τηλεοπτικού πομπού. Οι περιορισμοί αυτοί βασίζονται στην κατανόηση των χαρακτηριστικών διάδοσης των μηχανικών του φάσματος , συμπεριλαμβανομένης της ανοχής του καιρού, της διακύμανσης του εδάφους κ.λπ. Τα κριτήρια σχεδιασμού έχουν εξελιχθεί επί δεκαετίες, με την πρακτική εμπειρία της ευρυεκπομπής και με μία καλύτερη κατανόηση της μετάδοσης.

Το περιθώριο ασφαλείας μεταξύ των υπηρεσιών μετάδοσης το καθορίζουν τα «White Spaces».Με την πάροδο του χρόνου, οι ραδιοτηλεοπτικοί φορείς συνειδητοποίησαν ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν μετάδοση χαμηλής ισχύος για την πραγματοποίηση του προγράμματος χωρίς να προκαλούνται παρεμβολές. Έτσι, ο εξοπλισμός , όπως τα ασύρματα μικρόφωνα και τα in-ear monitor βρήκαν ένα βολικό σπίτι στη ζώνη των UHF, στα κενά που έμειναν από ραδιοτηλεοπτικούς οργανισμούς. Με την πάροδο του χρόνου, η η χρήση ενός τέτοιου εξοπλισμού έχει διευρυνθεί ώστε να συμπεριλάβει θέατρα και ένα ευρύ φάσμα άλλων δημόσιων χώρων. Παρ 'όλα αυτά, η χρήση του «White Space» περιορίζεται σε ένα εξειδικευμένο τμήμα από επαγγελματίες / ημι επαγγελματίες χρήστες, μέσα σε λίγες σαφώς καθορισμένες θέσεις.[22]

3.2.2 Διαθεσιμότητα των TV White Spaces

Το σχήμα 3.1 δείχνει την κατανομή του φάσματος του UHF, στο Ηνωμένο Βασίλειο,μετά την ολοκλήρωση της ψηφιακής μετάβασης. Τα 128 MHz του φάσματος που εμφανίζεται με πράσινο (16 ζώνες συχνοτήτων), είναι το «cleared» φάσμα στο οποίο η Ofcom σχεδιάζει να χορηγήσει άδεια μέσω δημοπρασιών.Τα 256 MHz (32 κανάλια) που σημειώνονται με μωβ είναι το «interleaved» φάσμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε γεωγραφική βάση για την πρόσβαση απαλλαγμένη από άδειες με χρήση της τεχνολογίας γνωσιακών δικτύων. Τέλος, το κανάλι που φαίνεται με ροζ χρώμα, έχει αδειοδοτηθεί από την Ofcom για αποκλειστική πρόσβαση για ασύρματα μικρόφωνα κλπ (PMSE).

Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι υπάρχει σημαντική διαθέσιμη χωρητικότητα διαθέσιμη για γνωσιακή πρόσβαση στις ζώνες UHF. Ωστόσο, λόγω της δευτερεύουσας φύσης της, η διαθεσιμότητα και η αποσύνθεση συχνότητας του φάσματος UHF για γνωσιακή πρόσβαση δεν είναι η ίδια σε όλες τις θέσεις και

εξαρτάται επίσης από τα επίπεδα ισχύος που χρησιμοποιούνται από τις γνωσιακές συσκευές. Αυτό είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της γνωσιακής πρόσβασης - απαλλαγμένης από άδειες -σε τηλεοπτικές ζώνες που το διακρίνουν αυτό από, π.χ.την πρόσβαση WiFi στις ζώνες ISM.

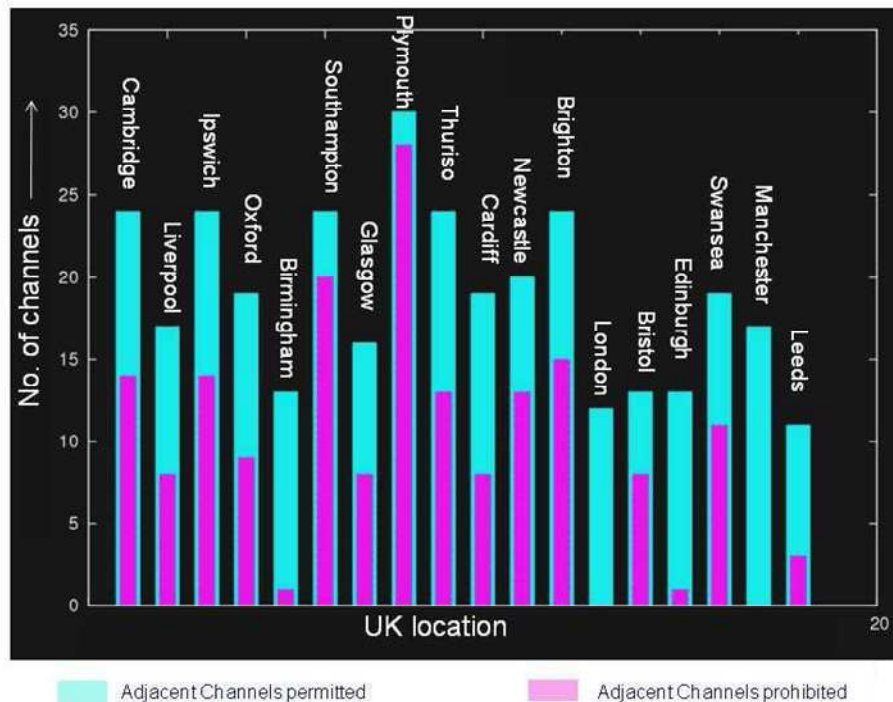
Πιθανές εμπορικές εφαρμογές των συσκευών «TV White Spaces»θα εξαρτηθούν σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο που η διαθεσιμότητα αυτού του φάσματος παρουσιάζει διακυμάνσεις,τόσο από τοποθεσία σε τοποθεσία όσο και σε συνάρτηση με την ισχύ εκπομπής γνωσιακών συσκευών. Μια σειρά από πρόσφατες μελέτες έχουν ερευνήσει διάφορες πτυχές του φάσματος «TV White Spaces» στις ΗΠΑ. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, έχει αναπτυχθεί ένα σύνολο εργαλείων μοντελοποίησης που έχουν επιτρέψει να προσδιοριστεί ποσοτικά η διαθεσιμότητα «TV White Space»φάσματος για την γνωστική πρόσβαση και η διακύμανσή της με τη θέση και την ισχύ εκπομπής.

Η πρώτη σειρά αυτών των εργαλείων μοντελοποίησης κάνει χρήση των διαθέσιμων-στο κοινό -χαρτών κάλυψης DTV στο Ηνωμένο Βασίλειο, οι οποίοι δημιουργήθηκαν μέσω προσομοιώσεων υπολογιστή από τη βάση δεδομένων της Ofcom, την ισχύ εκπομπής, το ύψος κεραίας και τη συχνότητα μετάδοσης των αμερικάνικων πομπών ψηφιακής τηλεόρασης, και ήταν ακόμη επικυρωμένοι και βελτιωμένοι μέσω των άμεσων παρατηρήσεων σε διάφορες περιοχές. Συνδυάζει αυτούς τους χάρτες κάλυψης με απλοποιημένους υπολογισμούς μοντέλων διάδοσης για να αποκτήσει άνω φράγματα για τις κενές συχνότητες «TV White Spaces» σε μια οποιαδήποτε τοποθεσία, καθώς δεσμεύεται και ένα χαμηλότερο φράγμα για τις διακυμάνσεις του φάσματος «TV White Spaces» με την ισχύ εκπομπής των γνωστικών συσκευών.

Ένα δεύτερο εργαλείο μοντελοποίησης βρίσκεται σήμερα στο τελικό στάδιο ανάπτυξής του. Το εργαλείο κάνει χρήση της δημοσιευμένης βάσης δεδομένων της Ofcom του πομπού ψηφιακής τηλεόρασης μαζί με τα εξαιρετικά ακριβή επίγεια δεδομένα και τα μοντέλα διάδοσης των προτύπων ραδιοφώνου UHF για να δημιουργήσει τους χάρτες περιγράμματος της λαμβανόμενης ισχύος για κάθε πομπό ψηφιακής τηλεόρασης στο Ηνωμένο Βασίλειο. Ο συνδυασμός αυτών των χαρτών περιγράμματος με τη μοντελοποίηση της διάδοσης των γνωσιακών συσκευών, το διαθέσιμο «TV White Space» για γνωστική πρόσβαση σε οποιαδήποτε θέση και για οποιοδήποτε αυθαίρετο επίπεδο ισχύος, υπολογίζεται στη συνέχεια με χωρική ανάλυση των 100 μ. Τα επίγεια δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε αυτό το εργαλείο προσομοίωσης βασίζονται στα STRM v2 επίγεια υψομετρικά δεδομένα. Τα STRM δεδομένα προέκυψαν από μια προσπάθεια για συνεργασία μεταξύ της NASA και των ΗΠΑ National Geographic Intelligence Agency, καθώς και από τη συμμετοχή του γερμανικού και του ιταλικού διαστημικού οργανισμού, και είναι σήμερα το πιο πλήρες και υψηλής ευκρίνειας ψηφιακό τοπογραφικό βάσης δεδομένων της Γης.

Έχουμε χρησιμοποιήσει την πρώτη σειρά των εργαλείων προσομοίωσης για τη διερεύνηση των διακυμάνσεων των TVWS σε συνάρτηση με τη θέση και την ισχύ εκπομπής των γνωστικών δικτύων και την εξέταση σχετικά με το πώς οι περιορισμοί στις εκπομπές γειτονικών καναλιών των γνωσιακών δικτύων μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα. Η ανάλυση αυτή παρέχει μια ρεαλιστική εικόνα στο δυναμικό του ραδιοφάσματος που σχετίζεται με τη γνωστική πρόσβαση στα «TV White Spaces» στο Ηνωμένο Βασίλειο, καθώς επίσης και παρουσιάζει την πρώτη ποσοτική μελέτη

σχετικά με τη διαθεσιμότητα και τη συχνοτική σύνθεση των «TV White Spaces» εκτός των Ηνωμένων Πολιτειών. Το Fig. 3.3 συνοψίζει σε ένα γράφημα τη διαθεσιμότητα των «TV White Spaces» καναλιών για 18 μεγάλα αστικά κέντρα στην Αγγλία, την Ουαλία και τη Σκωτία. Ο συνολικός αριθμός των καναλιών που διατίθενται σε κάθε τοποθεσία εμφανίζεται ως μπλε γραμμή. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στον αριθμό των καναλιών «TV White Spaces» καθώς προχωρούμε από μια βρετανική τοποθεσία σε άλλη. Για οποιαδήποτε δεδομένη τοποθεσία, ωστόσο, τουλάχιστον 12 κανάλια (96 MHz) είναι προσιτά σε χαμηλής ισχύος γνωσιακές συσκευές, ενώ η κατά μέσο όρο ικανότητα ανά τοποθεσία είναι μόλις πάνω από 150 MHz.

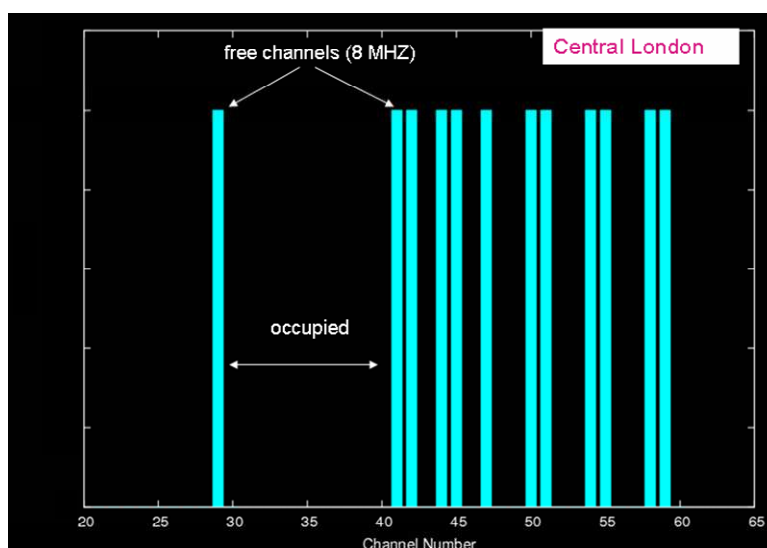


Σχήμα 3.2 Διαθέσιμη χωρητικότητα των TV White-space για χαμηλής ισχύος γνωσιακή πρόσβαση σε 18 τοποθεσίες στο Ηνωμένο Βασίλειο όπως προκύπτει από την κάλυψη που αναπαρίσταται.

Όταν μια υψηλής ισχύος γνωσιακή συσκευή λειτουργεί σε κενό τηλεοπτικό κανάλι, η διαρροή της ενέργειας σε γειτονικά κανάλια μπορεί να προκαλέσει παρεμβολές σε γειτονικές συχνότητες, οι οποίες μπορούν να καταληφθούν. Η Ofcom είχε εκφράσει ανησυχίες ότι η λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης στις γνωσιακές συσκευές σε κάποιο σταθμό μπορεί επίσης να προκαλέσει παρεμβολές στα γειτονικά κανάλια για τους κινητούς τηλεοπτικούς δέκτες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση. Κατά συνέπεια, ακόμη και σε μερικές μελλοντικές περιπτώσεις χρήσης, οι γνωσιακές συσκευές είναι δυνατό να περιοριστούν ώστε να μην χρησιμοποιούν κενά κανάλια, των οποίων οι άμεσες γειτονικές συχνότητες χρησιμοποιούνται για «Mobile TV». Ο συνολικός αριθμός των διαθέσιμων «TV White Spaces» μετά την επιβολή των ανωτέρω περιορισμών στα παρακείμενα κανάλια εμφανίζεται ως κόκκινες γραμμές στο σχήμα. 3.3. Μπορεί να διαπιστωθεί ότι η επιβολή του περιορισμού μειώνει σημαντικά το ποσό του προσβάσιμου φάσματος στις περισσότερες τοποθεσίες (κατά μέσο όρο η διαθέσιμη ικανότητα μειώνεται σε μόλις κάτω από 40 MHz / τοποθεσία).

Πρόσφατες μελέτες για την ποσοτικοποίηση της διαθεσιμότητας των «TV White Spaces» στις Ηνωμένες Πολιτείες, αναφέρθηκαν σε ορισμένες δημοσιεύσεις και το αποτέλεσμα είναι σύμφωνο με τα πορίσματα για το Ηνωμένο Βασίλειο. Συγκεκριμένα μια λεπτομερή μελέτη που διεξήχθη δείχνει ότι στις ΗΠΑ τα κύρια κανάλια συνάφειας είναι τα χαμηλότερα κανάλια UHF, όπου 15 (90 MHz) κανάλια ανά τοποθεσία / ανά άτομο είναι διαθέσιμα για χαμηλής ισχύος γνωσιακή πρόσβαση. Ωστόσο ο αριθμός αυτός μειώνεται σημαντικά (σε 5), όταν γειτονικά κανάλια, επίσης, πρέπει να προστατεύονται.

Εκτός από τα εκτιμώμενα συνολικά διαθέσιμα «TV White Spaces», είναι σημαντικό να διερευνηθεί η σύνθεση του καναλιού του εν λόγω φάσματος. Στο Fig. 3.3 δείχνουμε, ως παράδειγμα, τη σύνθεση του καναλιού των «TV White Spaces» στο κεντρικό Λονδίνο. Σε αυτό το σχήμα εμφανίζονται τα κενά κανάλια ως μπλε γραμμές ενώ τα κατειλημμένα κανάλια είναι τα μαύρα και αριστερά. Όπως φαίνεται από το σχήμα, τα διαθέσιμα κανάλια «TV White Spaces» μπορούν να είναι άκρως μη συνεχόμενα. Αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να περιορίσει σημαντικά την πρόσβαση στα «TV White Spaces» από τις πιο πρόσφατες ασύρματες τεχνολογίες, καθώς τα συστήματα διαμόρφωσης που εφαρμόζονται σε αυτές τις τεχνολογίες συχνά απαιτούν ένα συνεχόμενο τμήμα του φάσματος. Στην περίπτωση του Λονδίνου αν και συνολικά είναι διαθέσιμα τα 96 MHz του φάσματος, μόνο 16 MHz μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συνεχόμενη συχνοτική πρόσβαση.



Σχήμα 3.3 TV White Space κανάλια διαθέσιμα για γνωσιακή πρόσβαση στο Κεντρικό Λονδίνο.

Σημειώνουμε ότι τα παραπάνω αποτελέσματα επιτεύχθηκαν χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό πολύ ρεαλιστικών χαρτών κάλυψης ψηφιακής τηλεόρασης με ένα απλοποιημένο μοντέλο απώλειας διαδρομής και πολλαπλασιασμού, το οποίο είναι επαρκές κατά την εξέταση χαμηλής κατανάλωσης γνωσιακών συσκευών.[20]

3.2.3 Εφαρμογές και περιπτώσεις χρήσης

Οι χρήστες θα επωφεληθούν από το πρόσφατα διαθέσιμο φάσμα TVWS. Το κύριο όφελος από τα TVWS προέρχεται από τα καλύτερα χαρακτηριστικά διάδοσης και συνεπώς αυξημένη εμβέλεια και αξιοπιστία, σε σύγκριση με υψηλότερες συχνότητες. Η ικανότητα να λειτουργούν σε χαμηλότερα επίπεδα ισχύος, για μια συγκεκριμένη περιοχή θα είχε ως αποτέλεσμα την καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Το πρόσθετο φάσμα στα TVWS βοηθά την ενασχόληση με την υπερπλήρωση των ζωνών ISM. Επιπλέον, η άμεση διαθεσιμότητα των στοιχείων υλικού, όπως των δεκτών ραδιοσυχνοτήτων, καθιστά αυτές τις ζώνες συχνοτήτων ιδιαίτερες ελκυστικές. Παραδείγματα εφαρμογών που υποστηρίζονται από αυτό το πρότυπο είναι τα εξής:

- Ισχυρή παράδοση του βίντεο υψηλής ευκρίνειας μέσα στο σπίτι και διαμέσου πολλών τοίχων.
- Ισχυρή κάλυψη στο εσωτερικό κτιρίων και σε πανεπιστημιούπολεις για ασύρματες εφαρμογές δεδομένων όπως ασύρματα VoIP και κινητές ενοποιημένες επικοινωνίες.
- Βελτιωμένο εύρος για το δήμο, την κοινότητα και την αγροτική διαδικτυακή πρόσβαση χωρίς επαρκή γραμμή της κάλυψης.
- Ενισχυμένη κάλυψη για έξυπνες υπηρεσίες και απομακρυσμένες - μηχανής με μηχανή - και RFID υλοποιήσεις, όπως το έξυπνο δίκτυο, η έξυπνη μέτρηση, η μεταφορά, οι βιομηχανικοί αυτοματισμοί, η αυτοματοποίηση της αλυσίδας εφοδιασμού, η ιχνηλάτηση κεφαλαίου και η περιβαλλοντική παρακολούθηση.
- Νέες διαδραστικές εφαρμογές για τους ραδιοτηλεοπτικούς φορείς, όπως ο καιρός και ενημερώσεις στις ειδήσεις, επερχόμενα προγράμματα προεπισκόπησης, διαδραστικές διαφημίσεις καθώς και παιχνίδια και πρόσβαση στο διαδίκτυο.
- Υψίστης σημασίας είναι το γεγονός ότι το TVWS μπορεί να προσφέρει αναβαθμισμένη γκάμα, αντοχή και ποιότητα για την ανταπόκριση σε επείγουσες ανάγκες και σε δημόσιες υπηρεσίες επικοινωνιών δικτύων.[21]

3.2.4 Επιμονή των TV WHITE-SPACES

Μερικοί έχουν προβλέψει ότι τα «TV White Spaces» σταδιακά θα εξαφανιστούν μέσω της εισαγωγής νέων υπηρεσιών από ραδιοτηλεοπτικούς οργανισμούς και άλλους φορείς. Αυτό φαίνεται απίθανο επειδή η επίγεια μετάδοση σχεδιάζεται γύρω

από σχετικά ανελαστικά δίκτυα διανομής. Ενώ οι λειτουργικές δαπάνες μπορούν να είναι χαμηλότερες με τα εν λόγω διασκορπισμένα δίκτυα, επιβάλλουν ένα κόστος όσον αφορά την αποδοτικότητα του ραδιοφάσματος, με τη μορφή:

1. Γεωγραφικών κενών που πρέπει να μείνουν «υπό αγρανάπαυση», έτσι ώστε οι πομποί που χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα να μην επικαλύπτονται και να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.
2. Καναλιών που γειτνιάζουν με τις μεταδόσεις που είναι τυπικά ελεύθερα να διευκολύνουν τις απαιτήσεις του δέκτη.
3. Έλλειψη ευελιξίας προκειμένου να ρυθμιστούν ξανά τα δίκτυα μετάδοσης.

Η έλλειψη ελαστικότητας προκύπτει από το υψηλό κόστος των υποδομών, την έλλειψη των κατάλληλων χώρων και από τη διαδικασία σχεδιασμού του δικτύου. Το γεγονός ότι οι μεταδόσεις υψηλής ισχύος αναπόφευκτα διαχέονται στα διεθνή σύνορα σημαίνει ότι ο σχεδιασμός της εκπομπής του δικτύου απαιτεί εκτεταμένο συντονισμό με διοικήσεις σε γειτονικές χώρες. Στην περιοχή 1 (Ευρώπη, Αφρική, τη Μέση Ανατολή), η πρώτη τέτοια άσκηση, για την αναλογική τηλεόραση στις ζώνες UHF, ήταν στη Στοκχόλμη το 1960. Το σχέδιο και οι κανόνες αναθεωρήθηκαν το 1997 για να επιτρέψουν στις ψηφιακές υπηρεσίες να αρχίσουν, παράλληλα με τις αναλογικές υπηρεσίες. Το 2006, το σχέδιο αυτό αντικαταστάθηκε με ένα πλήρως-ψηφιακό σχέδιο εκπομπής που καλύπτει τις 120 χώρες της περιοχής 1. Αυτή ήταν μία άσκηση μαμούθ, απαιτώντας χρόνια προετοιμασίας και κοστίζοντας δεκάδες εκατομμύρια ευρώ. Αυτό το τελευταίο σχέδιο επιτρέπει στις διοικήσεις να κάνουν αλλαγές στις δικές τους εφαρμογές, όπως είναι η εισαγωγή νέων υπηρεσιών, υπό τον όρο ότι παραμένουν εντός του «επιδόματος παρεμβολών» που έχει συμφωνηθεί. Κατ' αρχήν, οι ραδιοτηλεοπτικοί φορείς θα μπορούσαν να αλλάξουν σε χαμηλότερης ισχύος, πιο πυκνά, δίκτυα εκπομπής. Αυτό θα βελτιώσει την εσωτερική κάλυψη για φορητότητα καθώς και τη μείωση των επιπτώσεων στην υπηρεσία σχεδιασμού σε γειτονικές χώρες. Ορισμένοι υποστηρίζουν ότι η μετάβαση στα ενιαίας συχνότητας επίγεια δίκτυα (SFNs) εξαλείφει τα γεωγραφικά «white spaces», διότι δεν χρειάζεται να παραμείνουν κενά μεταξύ των περιοχών κάλυψης πομπού. (Οι πομποί μέσα σε ένα SFN ενισχύουν αντί να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας ένα ειδικό χαρακτηριστικό της επίγεια ψηφιακής τεχνολογίας διαμόρφωσης.) Αυτό είναι σωστό, εντός της περιοχής που καλύπτεται από τους πομπούς που λειτουργούν σε ένα τέτοιο δίκτυο, ωστόσο, οι ίδιοι οι SFNs έχουν όρια. Κατ' αρχήν, παρόλο που θα μπορούσε να είναι δυνατή η οικοδόμηση SFNs που καλύπτουν πολύ μεγάλες περιφέρειες, οι διαφορετικές απαιτήσεις περιεχομένου των περιφερειών και των χωρών σημαίνουν ότι τα δίκτυα αυτά θα πρέπει να καταταμηθούν και να μείνουν κατάλληλα κενά μεταξύ αυτών που χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα. Ένας άλλος περιορισμός για την εισαγωγή στα SFNs είναι η απόσταση μεταξύ των πομπών – οι υφιστάμενες ιστοσελίδες ίσως να μην είναι με επαρκώς πυκνή διάταξη.[22]

3.2.5 ΚΑΛΥΨΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ

Η αυξανόμενη χρήση της ασύρματης πρόσβασης στο Internet (ιδιαίτερα κινητές ευρυζωνικές υπηρεσίες), αναγκάζει τους διαχειριστές να αναζητήσουν μεγαλύτερη χωρητικότητα. Αυξανόμενες προσδοκίες στην ταχύτητα σύνδεσης θα ασκήσουν ακόμα περαιτέρω πιέσεις στην χωρητικότητα. Μέρος αυτής της ζήτησης μπορεί να καλυφθεί μέσω της περαιτέρω χρήσης του υπάρχοντος φάσματος, αναπτύσσοντας νέες τεχνολογίες, όπως η LTE, αλλά ορισμένες θα χρειαστεί να προέλθουν από «νέο» φάσμα. Νέο φάσμα καθίσταται διαθέσιμο είτε μέσω συμψηφισμού με τις ζώνες των υφιστάμενων εφαρμογών είτε επιτρέποντας νέους τρόπους επιμερισμού - όπως συμβαίνει με τα white spaces.

Οι ρυθμιστικές αρχές επιζητούν να εξασφαλίσουν ότι αυτό το νέο φάσμα τίθεται στη βέλτιστη χρήση του κάνοντας τις επιλογές για το πώς θα κατανέμεται. Τα συνήθη μέσα για να επιτευχθεί αυτό είναι μέσω της χορήγησης αδειών, από τις οποίες χορηγούνται ομαλά αποκλειστικά δικαιώματα για «τους πιο άξιους» αιτούντες για το φάσμα. Τα κριτήρια για τον προσδιορισμό του αιτούντος νικητή ποικίλλουν από ένα δυνητικά πολύπλοκο κοκτέιλ απαιτήσεων, στην περίπτωση της μεθόδου beauty parade allocation, μέσα από απλά τη μεγαλύτερη προσφορά, στην περίπτωση της μεθόδου δημοπρασίας. Το πλεονέκτημα της αποκλειστικότητας είναι σημαντικό για τους παρόχους υπηρεσιών και τους υποστηρικτές τους: επαρκές για να στηρίξει εκατοντάδες εκατομμυρίων ευρώ των εκτεταμένων επενδύσεων σε ορισμένες περιπτώσεις.

Το μειονέκτημα της αποκλειστικότητας είναι ότι η τιμή για τους καταναλωτές και η οικονομία περιορίζεται από την επενδυτική ικανότητα ή το ενδιαφέρον του δικαιοδόχου. Περαιτέρω, το διαθέσιμο φάσμα ίσως να έπρεπε να είχε κατανεμηθεί για να επιτρέψει σε έναν αριθμό δυνητικών δικαιοδόχων να λειτουργήσουν ως ανταγωνιστές. Αυτή ήταν η περίπτωση κατά την ανάθεση του φάσματος για κινητές υπηρεσίες τρίτης γενιάς, με πέντε άδειες που προσφέρονται στο Ηνωμένο Βασίλειο. Τέλος, οι ρυθμιστικές αρχές γενικά το βρίσκουν ευκολότερο να ασχολούνται με τους τύπους των μεγάλων παικτών που συνήθως προκύπτουν από την προσέγγιση της αδειοδότησης. Για τους προαναφερθέντες λόγους, η χορήγηση αδειών σε αποκλειστική βάση παραμένει το πρωταρχικό μέσο για τον έλεγχο της πρόσβασης στο φάσμα σε ολόκληρο τον κόσμο. Ενώ τα μέσα κατανομής των αδειών έχουν σταδιακά μετατοπιστεί από μια κυβέρνηση –κατευθύνονται προς αυτή την κατεύθυνση περισσότερες προσεγγίσεις καθοδηγημένες από την αγορά - προκύπτουν και από τις δημοπρατήσεις συχνότητων - η αποκλειστικότητα της πρόσβασης παραμένει ο κανόνας στο μεγαλύτερο μέρος του πιο πολύτιμου φάσματος. Αυτό περιλαμβάνει τη μεγάλη πλειοψηφία του φάσματος κάτω των 3 GHz.

Ωστόσο, η αδειοδότηση έχει τα όριά της. Η απόκτηση μιας άδειας για τη χρήση του φάσματος μπορεί να είναι μια δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία. Ακόμη και τα μέτρα που επιτρέπουν άδειες φάσματος για να αποτελέσουν αντικείμενο συναλλαγής είχαν περιορισμένα αποτελέσματα μέχρι σήμερα για την «ρευστότητα» του φάσματος. Η αδειοδότηση γίνεται και δυσκίνητη όταν πρόκειται για ιδιαίτερα κατακερματισμένο φάσμα όπως το «white space», επειδή το κόστος συναλλαγής αρχίζει να πλησιάζει ή ακόμη και να υπερβαίνει την αξία που θα μπορούσε να

εξαχθεί. Πρόκειται για ένα βασικό λόγο για τον οποίο το «white space» παρέμεινε σχετικά υπο-χρησιμοποιημένο.

Μεγάλοι φορείς ενδιαφέρονται γενικά περισσότερο για την απόκτηση πανεθνικού μπλοκ του φάσματος, για να ενισχύσουν την κλίμακα της αγοράς τους, παρά να αναζητήσουν για τα ανταλλακτικά τεμάχια, όπως μπορούν να βρεθούν ανάμεσα στα χαμόκλαδα των επίγειων εκπομπών.[22]

3.3 Δράση των ρυθμιστικών αρχών της Ευρώπης στον τομέα των γνωσιακών «TV White Spaces»

Η επόμενη ενότητα περιγράφει λεπτομερώς τις δράσεις που έχουν ξεκινήσει εθνικές ρυθμιστικές αρχές (σε ευρωπαϊκό επίπεδο) για την εκμετάλλευση των TVWS. Επιπλέον, το Ηνωμένο Βασίλειο είχε περιληφθεί από τότε που η Ofcom ήταν μια από τις πιο δραστήριες ρυθμιστικές αρχές στον τομέα αυτό. Οι διάφορες δράσεις που έχουν λάβει χώρα στην Ευρώπη παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.

3.3.1 Ηνωμένο Βασίλειο

Στη δήλωση της Ofcom, της 13ης Δεκεμβρίου 2007, η Ofcom προσέγγισε την ανάθεση του ψηφιακού μερίσματος.[40] Η Ofcom έλαβε υπόψιν τη χρήση του «interleaved» φάσματος από μη αδειοδοτημένες εφαρμογές και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι θα πρέπει να επιτρέψει την γνωσιακή πρόσβαση όσο οι γνωσιακές συσκευές δεν προκαλούν επιζήμιες παρεμβολές σε αδειοδοτημένες χρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της επίγεια ψηφιακής τηλεόρασης του προγράμματος λήψης αποφάσεων και ειδικών εκδηλώσεων (PMSE). Αυτό θα μπορούσε δυνητικά να επιφέρει σημαντικά οφέλη για τους πολίτες και τους καταναλωτές με τη μορφή των νέων συσκευών και υπηρεσιών. Οι γνωσιακές συσκευές θα πρέπει να ανιχνεύσουν το φάσμα, που είναι κατά τα άλλα αχρησιμοποίητο και να διαβιβάζουν χωρίς να προξενούν επιζήμιες παρεμβολές. Έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα χρήσεων, συμπεριλαμβανομένων της υψηλής ταχύτητας (πάντα) εκπομπής.

Εν τω μεταξύ, η Ofcom, έκανε μια σημαντική πρόοδο στην ανάπτυξη κανονισμών για τα «TV White Spaces» με μια πρώτη διαβούλευση που κυκλοφόρησε τον Φεβρουάριο του 2009, και μια περαιτέρω δήλωση τον Ιούλιο του 2009.[39] Οι λεπτομερείς κανόνες πρέπει ακόμη να κυκλοφορήσουν, αλλά μια πρώτη ένδειξη είναι ότι οι συσκευές «TV White Spaces» θα απαιτήσουν είτε αισθητήρες ή geolocation

πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων σε αντίθεση με τους κανόνες του FCC που απαιτούν τον συνδυασμό και των δύο μηχανισμών προστασίας. Τα αισθητήρια επίπεδα που προτείνονται για γνωσιακές συσκευές είναι -120 dBm για την ψηφιακή τηλεόραση και -126 dBm για τα ασύρματα μικρόφωνα.

Τον Νοέμβριο του 2009, η Ofcom κυκλοφόρησε μία διαβούλευση σχετικά με μία geolocation για την γνωσιακή πρόσβαση στο «interleaved» φάσμα,[41] όπου η λήξη της προθεσμίας για τις απαντήσεις ήταν 9 Φεβρουαρίου 2010. Σε αυτό το έγγραφο διαβούλευσης η Ofcom ισχυρίζεται ότι η πιο πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση για ανίχνευση είναι η geolocation, όπου οι γνωσιακές συσκευές μετρούν τη θέση τους και κάνουν χρήση μιας "geolocation" βάση δεδομένων για να καθορίσει ποιες συχνότητες μπορούν να χρησιμοποιήσουν στην τρέχουσα θέση τους.

3.3.2 Γερμανία

Η γερμανική ρυθμιστική αρχή BNetzA εξέτασε την χρήση των «White Spaces» ως μία επιλογή για την παροχή ευρυζωνικών επικοινωνιών σε αγροτικές περιοχές κατά το 2007. Μετά από τη συζήτηση σχετικά με το ψηφιακό μέρισμα που οδήγησε στην εκκαθάριση της ζώνης των 790 - 862 MHz από την ευρυεκπομπή και τις PMSE εφαρμογές μέχρι το 2015, ως συμβιβαστική λύση, αποφασίστηκε ότι η ζώνη 470 - 790 MHz θα πρέπει να μοιράζεται αποκλειστικά μεταξύ του PMSE (Special Events and Program Making) και των ραδιοτηλεοπτικών υπηρεσιών.

Όπως είναι αναμενόμενο η χρήση των γνωσιακών τεχνολογιών θα μπορούσε εν μέρει να ανακουφίσει την έλλειψη φάσματος για το PMSE ,με αιχμή τη χρήση -όπως και για σημαντικά γεγονότα-η γερμανική ρυθμιστική αρχή, συμμετέχει ενεργά σε μελέτες στα «white spaces» και στα γνωσιακά δίκτυα, όπως για παράδειγμα, στο SE43. Πέραν αυτού, υπάρχει επίσης η ιδέα ότι οι γνωσιακές τεχνολογίες θα διευκολύνουν την ανάπτυξη και τις διαδικασίες εκχώρησης συχνότητας.

Το SE43 έχει προσδιορίσει διάφορους τομείς για τη χρήση των «TV White Spaces» από γνωσιακές συσκευές. Μεταξύ αυτών είναι οι εξής:

- Ανίχνευση: Κατώφλι ανίχνευσης / Κρυφό Περιθώριο κόμβου
- Geolocation, Βάση δεδομένων
- Όρια εκπομπών
- Διεξαγωγή Προγραμμάτων και Ειδικών Εκδηλώσεων(PMSE)

3.3.3 Πορτογαλία

Η πορτογαλική ρυθμιστική αρχή, [42] ANACOM κυκλοφόρησε μια διαδικασία δημόσιας διαβούλευσης σχετικά με τις "δυναμικές χρήσεις του ψηφιακού μερίσματος" που ολοκληρώθηκε το Μάιο του 2009. Τα περισσότερα από τα θέματα είχαν σχέση με την κατανομή των 800 MHz του «cleared» φάσματος, ωστόσο, υπήρχε μια συγκεκριμένη ερώτηση σχετικά με τη γνωσιακή πρόσβαση στα «TV White Spaces». Η πλειοψηφία των απαντήσεων θεώρησε ότι οι γνωσιακές ραδιο-τεχνολογίες δεν είναι αρκετά ώριμες για να επιτραπούν από τους Πορτογαλικούς και ευρωπαϊκούς ρυθμιστικούς οργανισμούς. Υπάρχει ομοφωνία σχετικά με την ανάγκη περαιτέρω μελετών σχετικά με τη συνύπαρξη με τις ευρωπαϊκές κατεστημένες υπηρεσίες. Ορισμένοι υποστηρίζουν την ιδέα της ειδικής πιλοτικής ζώνης του ψηφιακού μερίσματος για δοκιμές καινοτόμων τεχνολογιών, όπως τα γνωσιακά δίκτυα.

Υπάρχει μια κοινή αντίληψη ότι μια προσέγγιση εναρμόνισης μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών όσον αφορά το ψηφιακό μέρισμα ενισχύοντας την οικονομική κλίμακα είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις μικρές ευρωπαϊκές χώρες. Επιπλέον, στην έκθεση διαβούλευσης η ANACOM τόνισε ότι το δευτεροβάθμιο καθεστώς φάσματος, που επιτρέπει τη νέα κατανομή των δικαιωμάτων χρήσης του φάσματος, είναι ήδη δυνατό από την πορτογαλική εθνική νομοθεσία από το 2004 (Lei n. ° 5 / 2004) και οι μηχανισμοί εφαρμογής της θα είναι σύντομα αντικείμενο μιας ειδικής διαδικασίας εθνικής διαβούλευσης.

3.3.4 Ιρλανδία

Η Ιρλανδική ρυθμιστική αρχή, η Επιτροπή κανονισμού Τηλεπικοινωνιών (ComReg), βρίσκεται στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης της θέσης της ,σχετικά με τις μελλοντικές χρήσεις του αναθεωρημένου τηλεοπτικού φάσματος. Τον Μάρτιο του 2009, η ComReg ξεκίνησε μια συζήτηση για τη μετάβαση στην ψηφιακή τηλεόραση με τη δημοσίευση ενός εγγράφου διαβούλευσης.[43] Αυτό το έγγραφο διαβούλευσης ήταν αρκετά ανοιχτό στο πεδίο εφαρμογής του, αναζητώντας τις απαντήσεις των ενδιαφερόμενων μερών τόσο στο «Cleared» φάσμα όσο και στο «interleaved» φάσμα (TVWS). Η στάση της ComReg στη διαβούλευση αυτή ήταν ουδέτερη, εκτός από το ότι επισήμανε ότι «θεωρεί ότι τα δικαιώματα χρήσης του φάσματος που περιλαμβάνουν το ψηφιακό μέρισμα της Ιρλανδίας θα πρέπει ως προς το συμφέρον της προώθησης των μηχανισμών της αγοράς και του ελαφρύτερου κανονισμού αφής να είναι γενικά διαθέσιμες σε τεχνολογία και εξυπηρέτηση σε ουδέτερη βάση. Η ανταπόκριση στη διαβούλευση αυτή, η οποία δημοσιεύθηκε τον Ιανουάριο του 2010, αποκάλυψε ότι υπάρχει βιομηχανικό ενδιαφέρον στην Ιρλανδία προκειμένου να εξεταστεί η χρήση των «TV White Spaces» από γνωσιακές τεχνολογίες.

Ενώ η ComReg δεν ανέφερε το όραμά της για τα «TV White Spaces» στην εν λόγω διαβούλευση, η απάντησή της στην Ευρωπαϊκή διαβούλευση της Επιτροπής[44] τον

Αύγουστο του 2009, αποκάλυψε ότι η ComReg στηρίζει σθεναρά την διερεύνηση της σκοπιμότητας της υιοθέτησης μιας κοινής ευρωπαϊκής θέσης για τη χρήση των «White Spaces» από γνωσιακές ραδιοτεχνολογίες. Γι 'αυτό το σκοπό η ComReg ενθαρρύνει την EC να επενδύσουν στη χρηματοδότηση του τομέα αυτού, προκειμένου να τονωθεί η περαιτέρω έρευνα και να επιταχυνθεί η υλοποίηση των μαζικών καταναλωτικών συσκευών στην αγορά που χρησιμοποιούν γνωσιακή τεχνολογία για να μεγιστοποιήσουν τη χρήση του «White Space». Επιπλέον, η ComReg τάχθηκε υπέρ της οδηγίας WAPECS, και ενώ αυτή η οδηγία δεν ρυθμίζει συγκεκριμένα γνωσιακές τεχνολογίες, προτείνει μια τεχνολογική και υπηρεσιακά ουδέτερη προσέγγιση που μπορεί να διευκολύνει γνωσιακά «TV White Spaces».

3.3.5 Ελλάδα

Η τελική φάση της ψηφιακής μετάβασης βασίζεται σε μία οριστικοποιημένη τεχνική μελέτη που καλύπτει ολόκληρη τη χώρα. Το σχέδιο μετάδοσης, που προέκυψε από την παραπάνω μελέτη, έχει βασιστεί στις συχνότητες που χορηγούνται στην Ελλάδα από το σχέδιο της Γενεύης το 2006 για την επίγεια ψηφιακή τηλεόραση. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της ευρυεκπομπής προσδιορίζονται μεταξύ διαφόρων τυποποιημένων παραμέτρων ανάλογα με τις ρυθμίσεις του δικτύου κάθε παρόχου. Το δωρεάν νομικό πλαίσιο για την πλήρη μετάβαση είναι ακόμα σε στάδιο προετοιμασίας. Ο ψηφιακός χάρτης μετάδοσης για την υπηρεσία ψηφιακής τηλεόρασης (πλήρης εφαρμογή) περιλαμβάνει δικτυακές ιστοσελίδες μετάδοσης για κάθε δίκτυο μονής συχνότητας (SFN) από τις 11 περιφερειακές υπηρεσίες. Τα αντίστοιχα κανάλια συχνότητων για κάθε SFN ορίζονται εκεί.

Καθώς η ελληνική ψηφιακή μετάβαση είναι στην νηπιακή της ηλικία, έχουν ληφθεί μόνο λίγα μέτρα για την εκμετάλλευση και τη ρύθμιση των «TV White Spaces». Ανάμεσά τους είναι μια πρόσφατα δημοσιευμένη «Πρόσκληση Ενδιαφέροντος» από το Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών, τον Αύγουστο του 2009, σε ό, τι αφορά την επιστημονική έρευνα στα πεδία εκμετάλλευσης του φάσματος και χρήσης των ραδιοσυχνότητων. Η πρόσκληση στοχεύει στα ερευνητικά ινστιτούτα και στον ακαδημαϊκό κόσμο με εμπειρία στις ραδιοεπικοινωνίες και στις τεχνολογίες εκμετάλλευσης φάσματος, μέσω της χρηματοδότησης (μετά από μία διαδικασία αξιολόγησης) των υπαρχόντων προσεγγίσεων, των εφαρμογών και των αποτελεσμάτων. Εν τούτοις, λόγω των κυβερνητικών αναδιαρθρωτικών διεργασιών, δεν υπάρχει καμία πραγματική εφαρμογή για αυτές τις πράξεις.

3.3.6 Γαλλία

Το σχέδιο του ρυθμιστή ορίζει ότι το αναλογικό σήμα μετάδοσης θα καταργηθεί έως τις 30 Νοεμβρίου του 2011 το αργότερο, για να αντικατασταθεί από ένα ψηφιακό

σήμα, το οποίο καταναλώνει έξι φορές λιγότερο φάσμα. Αυτό το «σβήσιμο» θα ελευθερώσει μια σημαντική ποσότητα από συχνότητες κάτω από 1 GHz. Ο χάρτης πορείας επίσης ορίζει ότι η πλειοψηφία από αυτό το καινούριο διαθέσιμο φάσμα, θα ανατεθεί σε οπτικοακουστικές υπηρεσίες, ώστε να καταστεί δυνατή η ανάπτυξη νέων λύσεων όπως υψηλής ευκρίνειας τηλεόραση(HDTV) και προσωπική τηλεόραση κινητών. Προβλέπει, ωστόσο τη δυνατότητα ανάθεσης ενός μέρους των συχνοτήτων σε ηλεκτρονικές επικοινωνίες. Αυτή η ευκαιρία που σχετίζεται με την ανάγκη οι χαμηλές συχνότητες να παραδώσουν πολύ υψηλές ταχύτητες υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας κατά την επόμενη δεκαετία, είναι ένα οικονομικό και κοινωνικό ζήτημα που θα διαμορφώσει την αγορά τα επόμενα χρόνια.

Η απόφαση να ανατεθεί η υποζώνη των 790-862 MHz με υπερβολικά υψηλές ταχύτητες κινητής τηλεφωνίας ανακοινώθηκε από την κυβέρνηση στις 20 Οκτωβρίου του 2008, όταν αποκάλυψε το σχέδιο «Ψηφιακή Γαλλία 2012". Αυτό ακολουθήθηκε σύντομα από έναν αναπροσαρμοσμένο εθνικό πίνακα κατανομής συχνοτήτων: η ARCEP γίνεται το μοναδικό πρόσωπο που είναι υπεύθυνο για την κατανομή των υποζωνών, την ανάθεση των τμημάτων των 790-830MHz και 830-862MHz στη μετάδοση και το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, αντίστοιχα. Επιπλέον, η Γαλλική αρχή ραδιοτηλεόρασης, η CSA, καλείται να μην χρησιμοποιεί αυτό το φάσμα στις υποζώνες κατά το σχεδιασμό για την ψηφιακή τηλεόραση, μετά την κατάργηση της αναλογικής μετάδοσης. Οι εξαιρέσεις σε αυτό το τελευταίο σημείο, οι οποίες θα μπορούσαν να αποδειχθούν απαραίτητες για τον συντονισμό της χρήσης του φάσματος με τις γειτονικές χώρες, θα επιτρέπονται μόνο από την κυβέρνηση σε προσωρινή βάση. Με βάση τις πληροφορίες που αναφέρονται ανωτέρω, τα σενάρια που ονομάζονται «Ευκαιριακά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας" είναι ενεργοποιημένα, όπου το αχρησιμοποίητο φάσμα προτίθεται να χρησιμοποιηθεί από έναν «Ευκαιριακό διαχειριστή κινητής τηλεφωνίας».

3.3.7 Πολωνία

Οι ψηφιακές εκπομπές θα εισαχθούν σταδιακά στην Πολωνία, σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα που καθορίζεται από τον πρόεδρο του UKF. Προβλέπεται ότι η εθνική κάλυψη με ψηφιακό σήμα εντός του MUX-1 θα λάβει χώρα το πολύ μέχρι τις 31 Ιουλίου 2011. Πλήρης κατάργηση της αναλογικής τηλεόρασης θα πρέπει να λάβει χώρα στην Πολωνία, το πολύ στις 31 Ιουλίου 2013.

Εξαιτίας διάφορων διαδικαστικών, η εφαρμογή του MUX-1 έχει καθυστερήσει. Οι πρώτοι τέσσερις πομποί έχουν εργαστεί από το Σεπτέμβριο του 2009, σε προσωρινή βάση και η ημερομηνία σύνδεσης νέων ορίστηκε για το τέλος Μαρτίου 2010. Σύμφωνα με τον πρόεδρο του UKF, η καθυστέρηση στην πλήρη εφαρμογή του MUX-1 υπολογίζεται σε ακόμη ένα έτος.

Μέχρι στιγμής, τα πολωνικά όργανα διοίκησης (ο αρμόδιος υπουργός για τις επικοινωνίες, σήμερα ο υπουργός Υποδομών, και ο πρόεδρος του UKE) δεν έχουν αναλάβει οποιαδήποτε πρωτοβουλία σχετικά με τα «TV White Spaces», ιδίως για τη χρήση της γνωσιακής ραδιο-τεχνολογίας. Τα όργανα αυτά παρατηρούν αχόρταγα τα έργα που αναλύουν τις δυνατότητες χρήσης της ζώνης UHF και σε άλλα συστήματα με βάση το «interleaved» φάσμα ή τα «White Spaces» τα οποία βρίσκονται σε εξέλιξη στην Ευρώπη (ECC TG4) και στις ΗΠΑ (FCC).

Στην αναφορά του Ινστιτούτου Τηλεπικοινωνιών (Βαρσοβία)[45] είχε γίνει μία παρατήρηση που είναι πιθανή στο μέλλον, αναφέροντας ότι η χρησιμοποίηση των συστημάτων «TV White Spaces» θα προγραμματιστεί με την εξέταση του γεγονότος ότι αυτά τα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια ζώνη συχνοτήτων δευτερευούσης σημασίας (έλλειψη προστασίας και εξάλειψη των παρεμβολών σε άλλα συστήματα) και, συνεπώς, δεν πρέπει να υπόκεινται σε άμεση κατανομή των συχνοτήτων.

Μία από τις προτάσεις που περιλαμβάνονται είναι η κατανομή του συνόλου της ζώνης UHF (σαν δευτερευούσης σημασίας) στα γνωσιακά συστήματα ευρυζωνικής πρόσβαση (IEEE 802,22 κ.λπ.). Ωστόσο, η πραγματική χρήση της εν λόγω ζώνης συχνοτήτων στο μέλλον θα εξαρτηθεί από την απόφαση των οργάνων διοίκησης των ευρωπαϊκών χωρών και από τις δραστηριότητες που αναλαμβάνονται στην Πολωνία.

3.3.8 Κύπρος

Η ψηφιακή τηλεοπτική μετάβαση στην Κύπρο θα συμβεί την 1η Ιουλίου του 2011. Την ημερομηνία αυτή η αναλογική μετάδοση θα τερματιστεί και οι ψηφιακές τηλεοπτικές πλατφόρμες θα είναι ο μοναδικός αναμεταδότης τηλεοπτικών σημάτων. Η ρυθμιστική αρχή στην Κύπρο έχει προνοήσει για δύο ψηφιακές τηλεοπτικές πλατφόρμες που θα χρησιμοποιήσουν τις συχνότητες που συμφωνήθηκαν κατά τη διάρκεια της περιφερειακής συμφωνίας σχετικά με το σχεδιασμό των επίγειων ψηφιακών ραδιοτηλεοπτικών υπηρεσιών (GE06). Προκειμένου να καλυφθεί το σύνολο της Δημοκρατίας της Κύπρου, απαιτούνται δύο συχνότητες για την ενιαία συχνότητα του δικτύου (SFN) για κάθε πλατφόρμα και επιπλέον ζεύγη για μελλοντική χρήση.

Όσον αφορά τη χρήση των «TV White Spaces» στην Κύπρο στη ζώνη του UHF (470-860 MHz) δεν έχει ακόμη αποφασιστεί το πώς το υπόλοιπο φάσμα θα χρησιμοποιηθεί. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω της τρέχουσας κατάστασης της Ευρωπαϊκής πολιτικής σκηνής στην αγορά. Οι διάφορες επιλογές εξετάζονται στο πλαίσιο της χρήσης του φάσματος. Η σημερινή κατάσταση δείχνει ότι τα «TV White Spaces» στην Κύπρο μπορούν να αξιοποιηθούν με πολλούς τρόπους, προκειμένου να παράσχουν καινοτομίες προς τις υπάρχουσες υπηρεσίες στις αστικές και αγροτικές περιοχές.[28]

3.4 Ρυθμιστικές αρχές φάσματος

3.4.1 Ευρωπαϊκές ρυθμιστικές αρχές

3.4.1.1 RSPG

Η Ομάδα Πολιτικής Ραδιοφάσματος (RSPG) είναι μια υψηλού επιπέδου συμβουλευτική ομάδα που επικουρεί την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την ανάπτυξη της πολιτικής του ραδιοφάσματος. Η RSPG καθιερώθηκε βάσει της απόφασης 2002/622/EC, η οποία ήταν μία από τις πρωτοβουλίες της Επιτροπής μετά την υιοθέτηση της απόφασης για το ραδιοφάσμα 676/2002/EK και υιοθετεί απόψεις, έγγραφα με θέσεις και αναφορές, καθώς και εκδόσεις των βεβαιώσεων, τα οποία έχουν ως στόχο να βοηθήσουν και να συμβουλέψουν την Επιτροπή σε στρατηγικό επίπεδο για:

- θέματα πολιτικής ραδιοφάσματος,
- συντονισμό των προσεγγίσεων πολιτικής και,
- Εναρμονισμένες συνθήκες, κατά περίπτωση, όσον αφορά τη διαθεσιμότητα και την αποτελεσματική χρήση του ραδιοφάσματος που απαιτούνται για την εγκαθίδρυση και τη λειτουργία της εσωτερικής αγοράς.

Η αποστολή της RSPG έχει επεκταθεί ως αποτέλεσμα της υιοθέτησης του νέου ρυθμιστικού πλαισίου των τηλεπικοινωνιών στην 2009. Σύμφωνα με τη νέα εντολή, η RSPG μπορεί πλέον να ζητήσει από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και / ή το Συμβούλιο, εκτός από την Επιτροπή, να εκφέρει γνώμη ή να υποβάλει έκθεση για συγκεκριμένα θέματα πολιτικής ραδιοφάσματος που αφορούν τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες. Αυτές οι γνώμες και οι εκθέσεις διαβιβάζονται από την Επιτροπή στο φορέα που υποβάλλει σχετική αίτηση. Ανάλογα με την περίπτωση, μπορούν να είναι με τη μορφή προφορικής παρουσίασης στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και / ή το Συμβούλιο από τον πρόεδρο της ομάδας ή ένα μέλος που ορίζεται από τον Όμιλο.[31]

- Δράση της RSPG στον τομέα των γνωσιακών «TV White Spaces»

Η RSPG επικεντρώνεται στις επιπτώσεις και τις προκλήσεις των καινοτόμων γνωσιακών τεχνολογιών σχετικά με την πρόσβαση στο ραδιοφάσμα. Ο στόχος είναι να κατανοήσουμε τις κατάλληλες ρυθμιστικές συνθήκες για δυναμική πρόσβαση στο ραδιοφάσμα και να προσδιορίσουμε τα ζητήματα που χρήζουν περαιτέρω προσοχής.

Τα γνωσιακά δίκτυα θα μπορούσαν να προβλεφθούν σε διάφορες ρυθμίσεις κατανομής φάσματος. Η RSPG επικεντρώνεται σε δύο μοντέλα: ένα μοντέλο που βασίζεται σε συλλογική χρήση του ραδιοφάσματος και ένα μοντέλο σύμφωνα με το

οποίο τα δικαιώματα χρήσης θα μπορούσαν να εμπορευματοποιηθούν ή να μισθωθούν. Και στις δύο περιπτώσεις μπορεί κανείς να διακρίνει ανάμεσα στην κάθετη κατανομή, που τα γνωσιακά δίκτυα μοιράζονται το φάσμα με τους υπάρχοντες χρήστες, και στην οριζόντια κατανομή, που οι γνωσιακές ραδιοτεχνολογίες έχουν τα ίδια δικαιώματα για πρόσβαση στο φάσμα ως υπάρχοντες χρήστες.

Η RSPG παρέχει επίσης πληροφορίες σχετικά με τις οικονομικές πτυχές των γνωσιακών ραδιο-συστημάτων και την ανάγκη από την προοπτική της βιομηχανίας να καθορίσει βιώσιμα αρχικά επιχειρηματικά μοντέλα. Αναγνωρίζει, επίσης, την ανάγκη για ρυθμιστικές αρχές και για τη βιομηχανία να εργάζεται σε στενή συνεργασία για τη μεγιστοποίηση των οφελών των γνωσιακών τεχνολογιών εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα την προστασία των άλλων χρηστών.

Η έκθεση της RSPG για τις «Γνωσιακές τεχνολογίες», εντόπισε διάφορες πτυχές που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν εξετάζεται η γνωσιακή πρόσβαση των δευτερευόντων συστημάτων στη ζώνη των UHF. Πρώτα απ' όλα, τα πρότυπα της επίγεια ψηφιακής τηλεόρασης και η ρυθμιστική κατάσταση στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ είναι διαφορετικές και, επομένως, η ρυθμιστική λύση που αναπτύχθηκε στην Ευρώπη, είναι επίσης πιθανόν να διαφέρει. Η βιομηχανία θα πρέπει να ενημερώνεται σωστά για τις ευρωπαϊκές απαιτήσεις για να εξασφαλίζεται η σαφής κατανόηση των προϋποθέσεων που πρέπει να τηρούνται. Επίσης, υπάρχουν πολλές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τόσο οι ρυθμιστικές αρχές όσο και οι βιομηχανίες. Οι ρυθμιστικές αρχές θα πρέπει να πεισθούν ότι έχουν καθορισμένες κατάλληλες συνθήκες πρόσβασης που προστατεύουν κατεστημένους χρήστες και να επιτρέψουν την εφικτή λειτουργία των γνωσιακών συσκευών και συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των πρόσθετων ρυθμιστικών εκτιμήσεων όπως είναι η διαχείριση λύσεων των βάσεων δεδομένων.

Οι βιομηχανίες θα πρέπει να αναπτύξουν τεχνολογικές λύσεις για την κάλυψη των ρυθμιστικών απαιτήσεων που θα εξακολουθούν να καταστούν δυνατή την εφικτή περίπτωση επιχειρήσεων με αποδεκτά κόστη εφαρμογής. Τέλος, υπάρχουν σημαντικά οφέλη όσον αφορά την υιοθέτηση μιας εναρμονισμένης προσέγγισης για την εργασία αυτή. Η έγκαιρη διαθεσιμότητα του φάσματος σε ολόκληρη την Ευρώπη και ο εναρμονισμένος καθορισμός των γνωσιακών συσκευών θα αξιοποιήσουν τις οικονομίες κλίμακας και θα ενθαρρύνουν τις βιομηχανικές επενδύσεις, επιτρέποντας έτσι νέες γνωσιακές εφαρμογές που θα μπορούσαν να αποφέρουν σημαντικά οφέλη στις Ευρωπαϊκές αγορές με τη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικής και αποδοτικής χρήσης του φάσματος. Αυτό θα επιτευχθεί μόνο εάν οι κοινές τεχνικές συνθήκες είναι δυνατόν να συμφωνήσουν σε ευρωπαϊκό επίπεδο για τις προσδιοριζόμενες ζώνες συχνοτήτων, οι οποίες παρέχουν επαρκή ασφάλεια και σταθερότητα στη βιομηχανία, εντός ενός εύλογου χρονικού διαστήματος.[32]

3.4.1.2 CEPT

Η Ευρωπαϊκή Διάσκεψη Ταχυδρομικών και Τηλεπικοινωνιακών Οργανισμών (CEPT), συστάθηκε στις 26 Ιούνη του 1959 ως συντονιστικός φορέας για τις Ευρωπαϊκές κρατικές τηλεπικοινωνίες και τις ταχυδρομικές οργανώσεις. Το ακρώνυμο προέρχεται από τη γαλλική εκδοχή του ονόματος «Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications.»

Η CEPT είναι οργανωμένη σε δύο κύρια μέρη:

- **Επιτροπή ηλεκτρονικών επικοινωνιών (ECC)** – υπεύθυνη για τις ραδιοεπικοινωνίες και θέματα τηλεπικοινωνιών. Η μόνιμη γραμματεία του ECC είναι το Ευρωπαϊκό Γραφείο Ραδιοεπικοινωνιών(ERO)
- **Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ταχυδρομικής Ρύθμισης (CERP, μετά το γαλλικό «Comité européen des régulateurs postaux")** - υπεύθυνη για τις ταχυδρομικές υποθέσεις. [33]

Η CEPT έλαβε εντολή από την EC να προβεί σε τεχνικές δραστηριότητες, προκειμένου να παράσχει στην Ευρωπαϊκή Ένωση τις σχετικές τεχνικές πληροφορίες προετοιμασίας για μια πολιτική πρόταση σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την επίτευξη κατάλληλου συντονισμού και τη συνέπεια των προσεγγίσεων, όσον αφορά το ψηφιακό μέρισμα, εν όψει της μεγιστοποίησης της συνολικής αξίας του. Αυτό στοχεύει επίσης στην ανάπτυξη εναρμονισμένων όρων για τη διαθεσιμότητα του ραδιοφάσματος να είναι σε θέση να ικανοποιήσει μία μελλοντική ζήτηση για πανευρωπαϊκές υπηρεσίες.

Η COGEU θα εξαγάγει τα σχετικά υποσύνολα των υφιστάμενων προδιαγραφών του CEPT στο πεδίο εφαρμογής της πρόσβασης των «TV White Spaces»και των απαιτήσεων προστασίας.[34]

3.4.2 ITU-R

Ο τομέας Ραδιο-επικοινωνιών ITU (ITU-R) είναι ένας από τους τρεις τομείς (τμήματα ή μονάδες), της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών (ITU) και είναι υπεύθυνος για την ασύρματη επικοινωνία.

Ο ρόλος του είναι να διαχειριστεί το διεθνές φάσμα των ραδιοσυχνοτήτων και τους πόρους των δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά και να αναπτύξει τα πρότυπα για τα συστήματα ραδιοεπικοινωνιών με στόχο τη διασφάλιση της αποτελεσματικής χρήσης του φάσματος.

Η ITU υποχρεούται, σύμφωνα με το Σύνταγμα της, να κατανέμει φάσμα και να καταγράφει την κατανομή συχνοτήτων, τροχιακές θέσεις και άλλες παραμέτρους των δορυφόρων, «προκειμένου να αποφευχθούν επιζήμιες παρεμβολές μεταξύ των ραδιοφωνικών σταθμών διαφορετικών χωρών». Το διεθνές σύστημα διαχείρισης του

φάσματος ως εκ τούτου βασίζεται σε ρυθμιστικές διαδικασίες για το συντονισμό συχνοτήτων, την κοινοποίηση και εγγραφή των.[35]

- **Δράση των ITU-R στον τομέα των γνωσιακών TV Whitespaces**

Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) είναι μια υπηρεσία του ΟΗΕ, με συμμετοχή 191 χωρών. Η ITU-R, συντονίζει και οργανώνει την εργασία στις Παγκόσμιες Διασκέψεις Ραδιοεπικοινωνιών (WRC), όπου οι αποφάσεις λαμβάνονται συλλογικά για το πώς να αποφευχθεί η παρεμβολή στο ραδιοφάσμα μεταξύ των χωρών, με την ενημέρωση, την τροποποίηση και την προσθήκη στις παγκόσμιες συμφωνίες.

Η χρήση των συχνοτήτων αναλογικής τηλεόρασης στην Ευρώπη οργανώθηκε από το σχέδιο της Στοκχόλμης της ITU το 1961. Στην τελευταία Περιφερειακή Διάσκεψη Ραδιοεπικοινωνιών (RCC), το 2006, μια νέα συμφωνία για συχνότητες εκδόθηκε, που αντικαθιστά το σχέδιο για την αναλογική μετάδοση. Το σχέδιο συχνοτήτων της ITU της Γενεύης του 2006 (GE06) ορίζει τη χρήση των ζωνών μετάδοσης III (VHF - 174-230 MHz) και των ζωνών IV/V (UHF - 470 - 862 MHz) για την επίγεια ψηφιακή μετάδοση (T-DAB και DVB-T ψηφιακών υπηρεσιών) για τις επόμενες δεκαετίες, σε μια μεγάλη έκταση, συμπεριλαμβανόμενες 118 χώρες. Στην πράξη, το σχέδιο της Γενεύης είναι ένα πλήρες-ψηφιακό σχέδιο για χρήση μετά που θα έχουν κλείσει οι υπηρεσίες της αναλογικής τηλεόρασης. Πράγματι, καθιστά σαφές ότι οι αναλογικές τηλεοπτικές υπηρεσίες στις ζώνες UHF IV & V δεν θα πρέπει να προστατεύονται έναντι παρεμβολών μετά τις 17 Ιουνίου 2015. Οι παρεμβολές είναι ένα κρίσιμο θέμα και δεν σταματά στα σύνορα. Γι' αυτό είναι το μεγαλύτερο πρόβλημα στις διασκέψεις προγραμματισμού της ITU. Κατά συνέπεια, η συμφωνία της Γενεύης πρέπει να τηρείται.

Η Παγκόσμια Διάσκεψη Ραδιοεπικοινωνιών 2007 (WRC-07) μοίρασε το πάνω μέρος της ζώνης UHF (790-862 MHz) στην υπηρεσία κινητής τηλεφωνίας στην Περιοχή 1 από το 2015, και επέτρεψε σε ορισμένες χώρες της περιοχής αυτής να χρησιμοποιούν αυτή την κατανομή αμέσως, υπό ορισμένες συνθήκες. Οι προϋποθέσεις αυτές περιλαμβάνουν την προστασία από τη συμφωνία GE06 και όλες τις μελλοντικές εξελίξεις της.[28]

4 Γνωσιακά Δίκτυα και Καθεστώς κατανομής φάσματος.

4.1 Εισαγωγή των Γνωσιακών Δικτύων

Ο όρος Γνωσιακά Δίκτυα ορίστηκε για πρώτη φορά από τον Mitola ως "το σημείο στο οποίο οι ασύρματοι προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί (PDAs), καθώς και τα συναφή

δίκτυα είναι αρκετά ευφυή όσο αναφορά ραδιο-πόρους και σχετίζουν τις επικοινωνίες από υπολογιστή σε υπολογιστή για να :

- ανιχνεύουν τις επικοινωνίες του χρήστη ως συνάρτηση του πλαισίου χρήσης, και
- παρέχουν πόρους ραδιοφώνου και ασύρματων υπηρεσιών, πιο κατάλληλους για τις ανάγκες αυτές. "

Έτσι, ένα Γνωσιακό Δίκτυο είναι σε θέση να επιλέγει αυτόματα την καλύτερη και φθηνότερη υπηρεσία για μια ραδιοφωνική μετάδοση και είναι ακόμη σε θέση να καθυστερήσει ή να επισπεύσει ορισμένες μεταδόσεις ανάλογα με την τρέχουσα ή σύντομα να γίνονται διαθέσιμοι πόροι. Η μαθησιακές και οι συλλογιστικές ικανότητες των Γνωσιακών Δικτύων που απαιτούνται για την εκπλήρωση αυτού του στόχου οι οποίες θα υλοποιηθούν στο λογισμικό ως λειτουργικότητα υψηλών στρωμάτων, έχουν ερευνηθεί. Ωστόσο, το έργο αυτό στερείται ειδικής αρχιτεκτονικής ραδιοφώνου για το φυσικό και το επίπεδο ζεύξης που θα επέτρεπε τη προηγμένες γνωσιακές τεχνικές.

Πρόσφατα, ο όρος Γνωσιακά Δίκτυα χρησιμοποιήθηκε υπό στενότερη έννοια: Η FCC εκτιμά ότι οποιοδήποτε ραδιόφωνο που έχει προσαρμοστική επίγνωση του φάσματος θα πρέπει να αναφέρεται ως «Γνωσιακό Δίκτυο». Πιο συγκεκριμένα: «Ένα γνωσιακό δίκτυο (CR) είναι ένα ραδιόφωνο που μπορεί να αλλάξει τις παραμέτρους του πομπού που βασίζονται στην αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, στο οποίο λειτουργεί. Η πλειοψηφία των Γνωσιακών Δικτύων μάλλον θα είναι SDRs(Software Defined Radios), αλλά ούτε έχοντας λογισμικό ούτε όντας προγραμματισμένο το πεδίο ,είναι απαιτήσεις του γνωσιακού δικτύου». Έμμεση στην υλοποίηση αυτού του τύπου ραδιοφώνου είναι μια μεγάλου βαθμού ευελιξία που απαιτείται για την καταπολέμηση της υψηλής διακύμανσης στην ποιότητα του καναλιού και στις παρεμβολές.[11]

Επίσης, η FCC θα ήθελε να χρησιμοποιήσει την αντίληψη και την ικανότητα της αυτο-τροποποίησης του γνωσιακού δικτύου για να αντιμετωπίσει τις ακόλουθες εφαρμογές:

- Η αύξηση της ισχύος πομπού κατά 8 dB σε περιοχές με χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού και χαμηλό ποσοστό χρήσης του φάσματος (που ορίζονται ως αγροτικές περιοχές). Τα Γνωσιακά Δίκτυα θα πρέπει να είναι σε θέση να αντιλαμβάνονται τη χαμηλή χρήση του φάσματος και να αυξάνουν την ισχύ εκπομπής ανάλογα.
- Διακοπτόμενη μίσθωση φάσματος από τον πρωταρχικό χρήστη σε έναν δευτερεύων χρήστη. Ο δευτερεύων χρήστης πρέπει να έχει δυνατότητα ανίχνευσης για να προσδιορίζει το αχρησιμοποίητο φάσμα και να αναγνωρίζει την εκχώρηση των συχνοτήτων με αναγνωριστικά σήματα από το πρωταρχικό χρήστη. Αυτή η μέθοδος είναι κατάλληλη για τα κανάλια δημόσιας ασφαλείας.
- Δυναμική συντονισμένη κατανομή του φάσματος που χρησιμοποιεί τη γνώση των χωρικών και χρονικών χαρακτηριστικών των χρηστών.
- Διευκόλυνση της διαλειτουργικότητας μεταξύ των συστημάτων ,να λαμβάνουν και

να διαβιβάζουν χρησιμοποιώντας διαφορετική διαμόρφωση/κωδικοποίηση/σχήματα διόρθωσης σφαλμάτων.

- Multi-hop δίκτυα ραδιοσυχνοτήτων που χρησιμοποιούν τη Μετάδοση ελέγχου ισχύος(TPC) και καθορισμένες ιδιότητες του περιβάλλοντος των Γνωσιακών Δικτύων.[11]

Τα ασύρματα συστήματα σήμερα χαρακτηρίζονται από σπάταλη στατική κατανομή του φάσματος, σταθερές λειτουργίες ραδιοφώνου, καθώς και περιορισμένο συντονισμό του δικτύου. Μερικά συστήματα σε μη αδειοδοτημένες ζώνες συχνοτήτων έχουν επιτύχει αποτελεσματική χρήση του φάσματος, αλλά έρχονται αντιμέτωπα με όλο και αυξανόμενη παρεμβολή η οποία περιορίζει τη χωρητικότητα του δικτύου και την επεκτασιμότητα. Τα συστήματα γνωσιακών δικτύων προσφέρουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούνται τεχνικές δυναμικής διαχείρισης του φάσματος για την παρεμπόδιση παρεμβολών, προσαρμόζονται στην άμεση τοπική διαθεσιμότητα του φάσματος μέσω της δημιουργίας του χρόνου και της θέσης που εξαρτώνται από τις «εικονικές μη αδειοδοτημένες ζώνες», δηλαδή ζώνες που χρησιμοποιούνται από κοινού με τους πρωταρχικούς χρήστες. Μοναδική στη λειτουργία του γνωσιακού ραδιοφώνου είναι η προϋπόθεση ότι το ραδιόφωνο είναι σε θέση να αντιληφθεί το περιβάλλον για τεράστιες «δρεπανιές» του φάσματος και να το προσαρμόσει καθώς το ραδιόφωνο δεν έχει τα πρωταρχικά δικαιώματα σε όλες τις προ-εγκωρημένες συχνότητες. Αυτή η νέα λειτουργία του ραδιοφώνου θα περιλαμβάνει το σχεδιασμό των διαφόρων αναλογικών τεχνικών, ψηφιακών, και τεχνικών διεργασιών δικτύου προκειμένου να καλυφθούν προκλητικές απαιτήσεις ευαισθησίας ραδιοφώνου και ευκινησία ευρείας ζώνης συχνοτήτων.

Η αντίληψη φάσματος είναι καλύτερα να αντιμετωπιστεί ως ένα πρόβλημα σχεδιασμού cross-layer. Η ευαισθησία του γνωσιακού δικτύου μπορεί να βελτιωθεί με την ενίσχυση της ευαισθησίας των ραδιοσυχνοτήτων, την εκμετάλλευση κέρδους ψηφιακής επεξεργασίας σημάτων για συγκεκριμένα σήματα πρωταρχικού χρήστη, καθώς και τη συνεργασία του δικτύου όπου οι χρήστες μοιράζονται τις μετρήσεις αντίληψης φάσματος. [12]

4.2 Οι δυνατότητες του γνωσιακού δικτύου

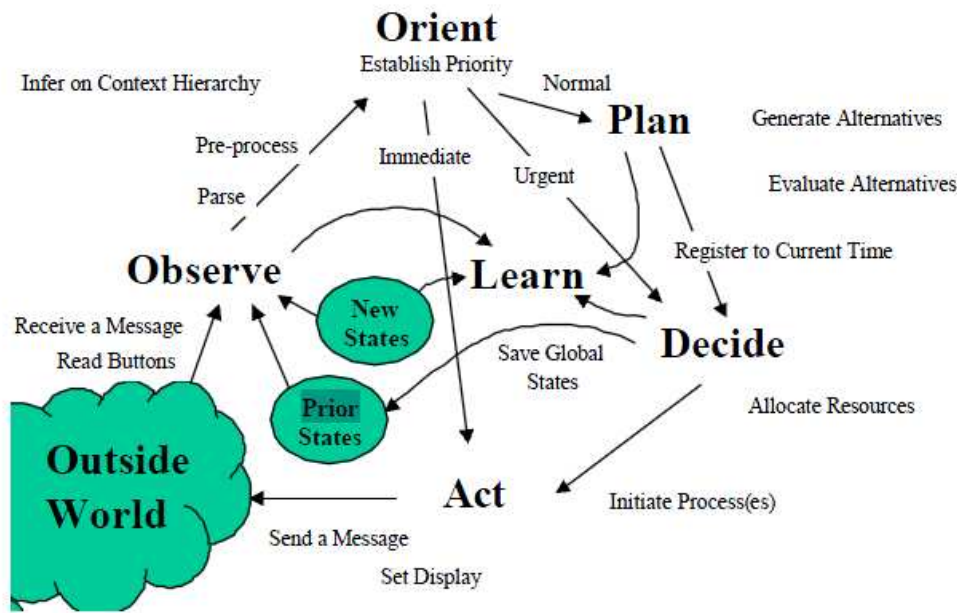
- **Ευελιξία και ευκινησία:** είναι η ικανότητα να αλλάξει η κυματομορφή και άλλες ραδιοφωνικές λειτουργικές παράμετροι. Αυτό είναι σε περιορισμένο βαθμό πιθανό με τα σημερινά ραδιόφωνα πολλαπλών συχνοτήτων πολλαπλής πρόσβασης. Ωστόσο, η πλήρης ευελιξία καθίσταται δυνατή όταν τα γνωσιακά δίκτυα είναι χτισμένα πάνω σε ένα SDR. Ένα SDR είναι ένα ραδιόφωνο στο οποίο οι ιδιότητες του εύρους ζώνης (της φέρουσας συχνότητας του σήματος), η διαμόρφωση και η πρόσβαση στο δίκτυο καθορίζονται από το λογισμικό. Εκτός από την SDR, μια άλλη σημαντική προϋπόθεση για να επιτευχθεί η ευελιξία, η οποία συχνά παραβλέπεται, είναι οι αναδιαρθρώσιμες ή και

ευρυζωνικές τεχνολογίες κεραιών για την υποστήριξη της ευκινησίας μιας ευρείας ζώνης του φάσματος.

- **Αντίληψη:** η ικανότητα να παρατηρούμε και να μετράμε την κατάσταση του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένης της φασματικής πληρότητας. Η αντίληψη είναι απαραίτητη, αν η συσκευή είναι να αλλάξει τη λειτουργία της με βάση τις τρέχουσες γνώσεις του περιβάλλοντος ραδιοσυχνότητας.
- **Μάθηση και προσαρμοστικότητα:** είναι η ικανότητα να αναλύουμε αισθητηριακές πληροφορίες, να αναγνωρίζουμε σχέδια και να τροποποιούμε την εσωτερική λειτουργική συμπεριφορά με βάση τη συνακόλουθη ανάλυση της νέας κατάστασης, και όχι βασιζόμενοι μόνο στους προ-κωδικοποιημένους αλγορίθμους, αλλά επίσης, ως αποτέλεσμα ενός μαθησιακού μηχανισμού. Το IEEE 802.11 στρώμα MAC επιτρέπει σε μια συσκευή να προσαρμόσει τη δραστηριότητα της μετάδοσής της στη διαθεσιμότητα καναλιού που αντιλαμβάνεται. Ωστόσο, αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ένα προκαθορισμένο «listen-before-talk» και μία εκθετική υπαναχώρηση του αλγορίθμου, και έτσι μια συσκευή 802.11 δεν είναι γνωσιακή. [23]

4.3 Ο Γνωσιακός Κύκλος

Ένας γνωσιακός κύκλος, με τον οποίο ένα γνωσιακό δίκτυο μπορεί να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον φαίνεται στο Σχήμα 4-2. Ο Stimuli εισήγαγε το γνωσιακό δίκτυο ως διακοπτόμενο, το οποίο αποστέλλεται στον γνωσιακό κύκλο για απάντηση. Ένα τέτοιο γνωσιακό ραδιόφωνο παρατηρεί συνεχώς το περιβάλλον, προσανατολίζει το ίδιο, δημιουργεί σχέδια, αποφασίζει και, στη συνέχεια δρα. Επιπλέον, η μηχανική μάθηση είναι δομημένη σε αυτές τις φάσεις. Δεδομένου ότι η αφομοίωση της γνώσης με την μηχανική μάθηση μπορεί να είναι υπολογιστικά εντατική, το γνωσιακό δίκτυο έχει εποχές «ύπνου» και «προσευχής» που υποστηρίζουν την μηχανική μάθηση. Η «εποχή του ύπνου» είναι ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα (π.χ. λεπτά έως ώρες) κατά το οποίο το ραδιόφωνο δεν θα είναι σε χρήση, αλλά διαθέτει επαρκή ηλεκτρική ισχύ για τη διεργασία. Κατά τη διάρκεια της εποχής του ύπνου, το ραδιόφωνο μπορεί να τρέξει αλγορίθμους μηχανικής μάθησης χωρίς να μειώνεται η ικανότητά του να υποστηρίζει τις ανάγκες των χρηστών του. Ευκαιρίες μάθησης που δεν αναλύονται στην εποχή του ύπνου, μπορούν να τεθούν στην προσοχή του χρήστη, του δικτύου υποδοχής ή ενός σχεδιαστή κατά τη διάρκεια μιας εποχής προσευχής.

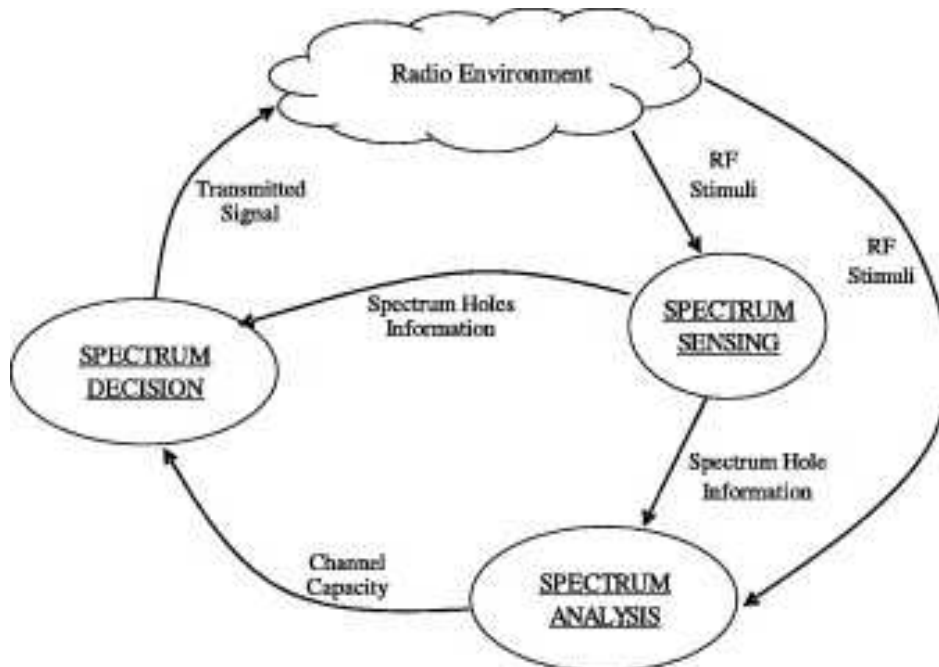


Σχήμα 4.1 Αλληλεπίδραση μεταξύ γνωσιακού δικτύου – περιβάλλοντος.

Κατά τη διάρκεια της εποχής του ζυγνήματος, η παραλαβή ενός νέου ερεθίσματος σε οποιονδήποτε από τους αισθητήρες ξεκινάει ένα νέο πρωταρχικό γνωσιακό κύκλο. Το γνωσιακό δίκτυο παρατηρεί το περιβάλλον του μεταφέροντας τα εισερχόμενα ρεύματα πληροφορίας. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν την παρακολούθηση ραδιοεκπομπών, π.χ. το κανάλι καιρού, κλπ. Κάθε RF-LAN ή άλλες μικρής εμβέλειας ασύρματες μεταδόσεις που προσφέρουν επίγνωση της πληροφορίας του περιβάλλοντος έχουν επίσης αναλυθεί. Στη φάση της παρατήρησης, διαβάζουν την τοποθεσία, τη θερμοκρασία και τους αισθητήρες φωτεινού επιπέδου, κ.λπ. για να συναγάγουν το πλαίσιο επικοινωνιών του χρήστη. Το γνωσιακό δίκτυο προσανατολίζεται από τον καθορισμό της προτεραιότητας που συνδέονται με τα ερεθίσματα. Μια διακοπή ρεύματος θα μπορούσε να επικαλεστεί ευθέως μια πράξη («Άμεση» διαδρομή στο σχήμα). Μια μη επικαλυπτόμενη απώλεια σήματος σε ένα δίκτυο θα μπορούσε να επικαλεστεί ανακατανομή των πόρων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του μονοπατιού που χαρακτηρίζεται "Urgent" στην εικόνα. Ωστόσο, ένα εισερχόμενο μήνυμα στο δίκτυο θα έπρεπε κανονικά να αντιμετωπιστεί με τη δημιουργία ενός σχεδίου ("Normal" path). Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει την παραγωγή σχεδίου. Δεδομένου ότι τα τυπικά μοντέλα της αιτιότητας ενσωματώνονται σε εργαλεία σχεδιασμού, η φάση αυτή θα έπρεπε επίσης να περιλαμβάνει αιτιολογία σχετικά με το αιτιατό. Η "Decide" φάση επιλέγει μεταξύ των υποψήφιων σχεδίων. Το ραδιόφωνο μπορεί να έχει την επιλογή να ειδοποιεί τον χρήστη σε ένα εισερχόμενο μήνυμα (π.χ. συμπεριφέρεται σαν pager) ή να αναβάλλει τη διακοπή για αργότερα (π.χ. να συμπεριφέρεται σαν ένα γραμματέα ο οποίος ελέγχει τις κλήσεις σε μια σημαντική

συνεδρίαση). Η φάση “Acting” ξεκινά τη επιλεγμένες διαδικασίες χρησιμοποιώντας ενότιες συσκευών επίδρασης. Η μάθηση είναι μια λειτουργία των παρατηρήσεων και των αποφάσεων.

Ο γνωσιακός κύκλος προϋποθέτει ένα μεγάλο πεδίο δύσκολων προβλημάτων έρευνας για το γνωσιακό δίκτυο. Η ανάλυση εισερχομένων μηνυμάτων απαιτεί επεξεργασία κειμένου φυσικής γλώσσας. Η σάρωση των καναλιών της φωνής του χρήστη για περιεχόμενο ,που ορίζει περαιτέρω το πλαίσιο επικοινωνιών, απαιτεί την επεξεργασία της ομιλίας. Η σχεδιασμένη τεχνολογία προσφέρει ένα ευρύ φάσμα εναλλακτικών λύσεων σε χρονικό λογισμό: προγραμματισμό βασισμένο σε περιορισμούς, σχεδιασμό του έργου, μοντελοποίηση του αιτιατού, και παρόμοια. Η κατανομή πόρων περιλαμβάνει αλγεβρικές μεθόδους για πρωτόκολλα προγραμματισμού wait-free, Open Distributed Processing (ODP), και παράλληλες εικονικές μηχανές (PVM) .Τέλος, η μηχανική μάθηση παραμένει μια από τις βασικές προκλήσεις στον τομέα της έρευνας της τεχνητής νοημοσύνης. Το επίκεντρο αυτής της έρευνας γνωσιακού δικτύου, έχει να κάνει με την ανάπτυξη κάθε μίας από τις τεχνολογίες αυτές καθαυτές. Μάλλον, έχει να κάνει με την οργάνωση των γνωσιακών καθηκόντων και με την ανάπτυξη των γνωσιακών πληροφοριακών δομών που απαιτούνται για να αφομοιώνουν τις συνεισφορές αυτών των διαφόρων ειδικοτήτων για την παράδοση ευαίσθητου περιεχομένου ασύρματων υπηρεσιών. Εξετάζοντας πρώτα τα δυναμικά γνωσιακά έργα.[13]



Σχήμα 4.2 Τα βήματα του γνωσιακού κύκλου

Τα βήματα του γνωσιακού κύκλου, όπως φαίνονται στην εικόνα. 5 είναι τα εξής:

1. Ανίχνευση φάσματος(spectrum sensing): Ένα γνωσιακό δίκτυο ανιχνεύει τις διαθέσιμες ζώνες φάσματος, καταγράφει τις πληροφορίες τους και στη συνέχεια εντοπίζει τις τρύπες του φάσματος (spectrum holes).

2. Ανάλυση φάσματος(spectrum analysis): Εκτιμούνται τα χαρακτηριστικά των spectrum holes που ανιχνεύονται μέσω της ανίχνευσης φάσματος.

3. Απόφαση φάσματος(spectrum decision): Ένα γνωσιακό δίκτυο καθορίζει το ρυθμό δεδομένων, τον τρόπο μετάδοσης, καθώς και το εύρος ζώνης της μετάδοσης. Στη συνέχεια, επιλέγεται η κατάλληλη ζώνη συχνότητας ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του φάσματος και τις απαιτήσεις των χρηστών.

Μόλις η ζώνη λειτουργίας του φάσματος καθοριστεί, η επικοινωνία μπορεί να πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια αυτής της ζώνης φάσματος. Ωστόσο, δεδομένου ότι το ραδιο-περιβάλλον αλλάζει με την πάροδο του χρόνου και του χώρου, το γνωσιακό δίκτυο θα πρέπει να παρακολουθεί τις αλλαγές του ραδιο-περιβάλλοντος. Εάν η τρέχουσα ζώνη φάσματος κατά τη χρήση είναι μη διαθέσιμη, η λειτουργία της κινητικότητας του φάσματος (spectrum mobility) εκτελείται για να παρέχει αδιάλειπτη μετάδοση. Οποιαδήποτε περιβαλλοντική αλλαγή κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, όπως η πρωταρχική εμφάνιση των χρηστών, η κίνηση του χρήστη, ή η παραλλαγή της κυκλοφορίας μπορεί να πυροδοτήσει αυτή την προσαρμογή. [17]

4.4 IEEE 802.22

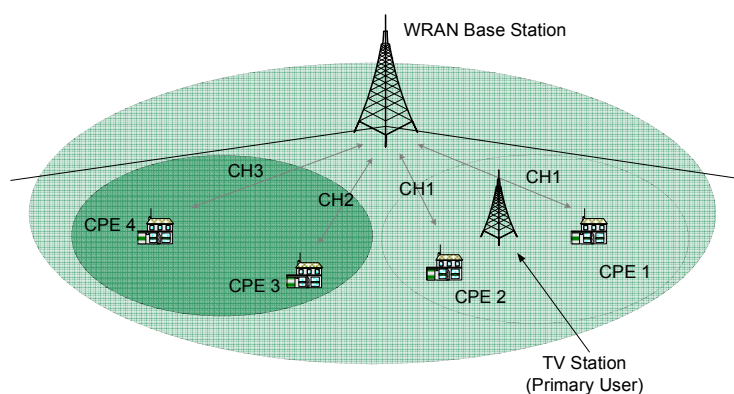
Τα γνωσιακά δίκτυα είναι ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο στον τομέα της έρευνας της ασύρματης επικοινωνίας. Αν και οι αλγόριθμοι και οι τεχνικές που οραματίστηκαν την έρευνα των γνωσιακών δικτύων μπορούν να ανήκουν σε οποιοδήποτε από τα στρώματα της στοίβας πρωτοκόλλου, οι τρέχουσες έρευνες σε γνωσιακά δίκτυα έχουν επικεντρωθεί στην λειτουργικότητα του φυσικού στρώματος. Η έρευνα στη διαχείριση των πόρων ραδιοφώνου (RRM) ενός κατανεμημένου, αποκεντρωμένου γνωσιακού δικτύου έχει αρχίσει πρόσφατα.

Το σύστημα IEEE 802.22 WRAN ισχυρίζεται ότι είναι το πρώτο πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας που υιοθετεί λειτουργίες γνωσιακού δικτύου. Ωστόσο, οι σημερινές προδιαγραφές φαίνονται να μοιάζουν περισσότερο με ένα «ευλύγιστο σύστημα ραδιοσυχνότητας». Για να είναι γνωσιακό ένα σύστημα, το σύστημα πρέπει να έχει τις δυνατότητες να αναγνωρίζει τα σενάρια λειτουργικού συστήματος, επιλέγοντας έξυπνα αποτελεσματικές στρατηγικές και αλγορίθμους, υποστηρίζοντας τη συνύπαρξη άλλων συστημάτων γνωσιακών δικτύων, και μαθαίνοντας από τις εμπειρίες του και τους προκαθορισμένους κανόνες.

Στις 19 Δεκεμβρίου του 2005, η Βουλή των Αντιπροσώπων των Ηνωμένων Πολιτειών ενέκρινε νομοθεσία για την πλήρη μετάβαση της χώρας σε νέα, υψηλότερης ποιότητας ψηφιακή τηλεόραση (TV) από 17 Φεβρουαρίου του 2009. Η ανακατανομή του φάσματος της αναλογικής τηλεόρασης προωθεί νέες εξελίξεις στις ασύρματες

τεχνολογίες της επικοινωνίας, με αξιοσημείωτες τις γνωσιακές τεχνολογίες. Το πρότυπο IEEE 802.22 θα είναι το πρώτο παγκοσμίως πρότυπο γνωσιακού δικτύου που θα υποστηρίξει τις μη αδειοδοτημένες τηλεοπτικές ζώνες λειτουργίας (54-862 MHz), οι οποίες είναι για να συνυπάρχουν με κατεστημένους χρήστες και να παρέχουν πρόσβαση ευρείας ζώνης στο διαδίκτυο σε αγροτικές και ημιαστικές περιοχές.

Σύμφωνα με την πρόσφατη δημόσια προειδοποίηση των ΗΠΑ FCC, τα προϊόντα των τηλεοπτικών ζωνών διατίθενται στην αγορά από τον Φεβρουάριο, 2009. Η ομάδα εργασίας του IEEE 802.22 ξεκίνησε το Νοέμβριο του 2004 και ενέκρινε το λειτουργικό έγγραφο με απαίτηση για WRAN συστήματα, τον Σεπτέμβριο του 2005. Δέκα αρχικές προτάσεις συγχωνεύτηκαν σε μία ενιαία το Μάρτιο του 2006, και το πρότυπο σχέδιο (D0.1) αναπτύχθηκε το Μάιο του 2006. Για τα 802.22 WRAN συστήματα, οι πρωταρχικοί χρήστες (PU), τα άτομα με δικαιώματα προτεραιότητας, περιλαμβάνουν κυρίως κατεστημένους αναλογικούς και ψηφιακούς τηλεοπτικούς σταθμούς, μεταφραστές τηλεόρασης, ενισχυτές τηλεόρασης, καθώς και ασύρματα μικρόφωνα. Τα WRAN συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των σταθμών βάσης (BS) και του εξοπλισμού παραδοχής των πελατών (CPE), είναι δευτερεύοντες χρήστες (SU), και ως εκ τούτου, θα πρέπει να αποφεύγονται οι επιβλαβείς παρεμβολές με τους πρωταρχικούς χρήστες (PU). Σε αυτό το πρότυπο, η "ευφυΐα" έγκειται στους σταθμούς βάσης 802.22 WRAN. Ο σταθμός βάσης έχει γνώση του περιβάλλοντος του, και επίσης παίρνει την καλύτερη απόφαση όσον αφορά τη διαχείριση του φάσματος και τη μεγιστοποίηση, καθώς και τη βελτιστοποίηση του δικτύου. Η CPE βοηθάει το σταθμό βάσης να αποκτήσει τις τρέχουσες πληροφορίες του ραδιοπεριβάλλοντος με σάρωση του ραδιοφάσματος στην περιοχή τους και την υποβολή αποτελεσμάτων. Το σχήμα 4.3 δείχνει το τυπικό σενάριο IEEE 802.22 WRAN. [36]



Σχήμα 4.3 IEEE 802.22 WRAN σενάριο

4.5 Καθεστώς Κατανομής Φάσματος

Από το 1927, το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα έχει διατεθεί σε χρήσεις και χρήστες από την Ομοσπονδιακή κυβέρνηση, καλύπτοντας ραδιοφωνικές εκπομπές, συστήματα επικοινωνιών μικροκυμάτων, τηλεοπτικές εκπομπές, δορυφόρους, αποστολές, αστυνομικές και εθνικές αμυντικές ανάγκες, μεταξύ πολλών άλλων. Οι εκδοχείς λαμβάνουν μία άδεια για να μεταδώσουν ορισμένα υλικά σε μια συγκεκριμένη συχνότητα και σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο ισχύος. Για πολλούς σκοπούς αυτή η άδεια είναι περιορισμένης χρονικής διάρκειας, αλλά με την πιθανότητα της ανανέωσης, οι άδειες ραδιοφώνου σχεδόν πάντα ανανεώνονται. Οι δικαιούχοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν το φάσμα μόνο για το συγκεκριμένο σκοπό και δεν μπορούν να το πωλούν ή να το ενοικιάζουν σε άλλους.

Οι οικονομολόγοι, από την εποχή του Ronald Coase (1959) έχουν υποστηρίξει έντονα και πειστικά ότι η κατανομή των εν ανεπαρκεία πόρων από το διοικητικό διάταγμα δεν έχει νόημα. Η δημιουργία μιας αγοράς φάσματος, στην οποία οι ιδιοκτήτες θα μπορούσαν να αγοράσουν, να πωλήσουν, να υποδιαιρέσουν και να αθροίσουν τα αγροτεμάχια φάσματος θα οδηγήσει σε μια πολύ πιο αποτελεσματική κατανομή του σπάνιου αυτού πόρου. Η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών (FCC) έχει σταδιακά χορηγήσει περισσότερο φάσμα για ευέλικτη χρήση και από το 1993 έχει χρησιμοποιήσει πλειστηριασμούς για να επιβραβεύσει νέες ασύρματες άδειες. Ωστόσο, αυτό το πείραμα που χρησιμοποιείται στο να φέρει τις δυνάμεις της αγοράς να κατανέμουν το ραδιοφάσμα έχει εφαρμοστεί σε περίπου 10 τοις εκατό του πιο πολύτιμου φάσματος. Οι οικονομολόγοι συνεχίζουν να ασκούν πιέσεις για "εμπορευματοποίηση" του φάσματος ως το πιο σίγουρο μέσο για να χρησιμοποιηθεί αυτός ο σημαντικός εθνικός πόρος αποτελεσματικά.

Εν τω μεταξύ, έχουν γίνει σημαντικά βήματα στην ραδιο-τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένων του ευρυζωνικού ραδιοφώνου (όπως «spread spectrum» και «ultra wideband» (UWB)), "agile" ραδιόφωνο (μια από τις πολλές εφαρμογές λογισμικού του (SDR)), και «mesh»δικτύων (συμπεριλαμβανομένων των «ad hoc δικτύων» και άλλων μορφών από «peer-to-peer» αρχιτεκτονικές υποδομές). Οι προγραμματιστές των τεχνολογιών αυτών παρατηρούν ότι τα προϊόντα που βασίζονται στις τεχνολογίες αυτές υπονομεύουν το ισχύον σύστημα της διοικητικής κατανομής των αποκλειστικών αδειών χρήσης, και προσκαλεί για μία "ανοιχτής εμπέλειας", ή "commons", προσέγγιση του ραδιοφάσματος που θα απομακρύνει την αποκλειστική χρήση. Η "Άρση των φραχτών" σε αυτό το σημείο, θα οδηγήσει σε αποδοτικότερη χρήση του φάσματος.

Ενώ και οι οικονομολόγοι και οι μηχανικοί ραδιοφώνου πιστεύουν ότι το σημερινό σύστημα κατανομής φάσματος είναι αναποτελεσματικό και σπάταλο, φαίνεται να έχουν εκ διαμέτρου αντίθετες απόψεις για το τι θα πρέπει να το αντικαταστήσει. Οι οικονομολόγοι προσπαθούν να απελευθερώσουν τη δύναμη της αγοράς για την

επίτευξη αποδοτικών αποτελεσμάτων , ενώ οι μηχανικοί προσπαθούν να απελευθερώσουν τη δύναμη των «commons» για την επίτευξη της αποτελεσματικότητας. [37]

4.5.1 Spectrum Commons

Τα "Commons Spectrum" και οι "αγορές φάσματος" είναι τα κύρια εναλλακτικά καθεστώτα του συστήματος εκχώρησης φάσματος "εντολής και ελέγχου". Τα "Commons Spectrum" αντιμετωπίζουν τα προβλήματα της ζήτησης, αλλά βασίζονται σε μεγάλο βαθμό -από την πλευρά της προσφοράς -στην υλοποίησή τους και οι "αγορές φάσματος" λαμβάνουν υπ' όψιν τα δικαιώματα ιδιωτικής ιδιοκτησίας (δηλαδή, λύση η οποία θα αντιμετωπίζει το φάσμα της ζήτησης και τις εκτιμήσεις αποτίμησης).

Σύμφωνα με το καθεστώς "spectrum commons» οι νέες τεχνολογίες κατανομής του φάσματος χρησιμοποιούνται επιτρέποντας σε ένα σχεδόν απεριόριστο αριθμό προσώπων να χρησιμοποιούν το ίδιο φάσμα χωρίς να προκαλούν μεταξύ τους παρεμβολές, εξαλείφοντας την ανάγκη για είτε δικαιώματα ιδιοκτησίας ή κυβερνητικό έλεγχο του φάσματος. Σε ένα «spectrum commons» καθεστώς, δεν υπάρχει διαχειριστής του φάσματος να προεδρεύσει στην κατανομή των πόρων. Προκειμένου το καθεστώς «spectrum commons» να είναι βιώσιμο, ένας διαχειριστής του φάσματος πρέπει να ελέγχει την πηγή και να υποβάλλει εύρυθμους κανόνες κατανομής που θα διέπουν τη χρήση του. Αν ο ελεγκτής είναι η κυβέρνηση, που είναι υπεύθυνη για την κατανομή και την διαχείριση των «spectrum commons», τότε, παρόμοια με το καθεστώς "εντολής και ελέγχου" οι διεργασίες απασχολούνται ως αποτέλεσμα ενός αναποτελεσματικού τρόπου διαχείρισης του φάσματος. [25]

Το μοντέλο «Spectrum commons" προσφέρει πολλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της μεγαλύτερης ελευθερίας να πειραματιστούμε με τις τοπικές διαφοροποιήσεις σχετικά με τη χρήση του φάσματος και ενός μεγαλύτερου κινήτρου για την ανάπτυξη τεχνολογιών για την κοινή χρήση του φάσματος (όπως ραδιόφωνα «spread spectrum» ή τεχνολογία «ultra-wide-band»). Επιπλέον, η ρύθμιση του φάσματος ως «commons» θα μπορούσε να διευκολύνει την πραγματοποίηση αποτελεσματικών συναλλαγών μεταξύ ανταγωνιστικών χρηστών, και να επιτύχει οικονομίες κλίμακας εφικτές για διασυννοριακές χρήσεις. Τα πιθανά οφέλη είναι αρκετά μεγάλα για να δικαιολογήσουν τη σοβαρή εξέταση των «commons» ως ρυθμιστική δυνατότητα . Η ανάγκη ενός ελεγκτή φάσματος είναι ουσιώδης όταν το καθεστώς «spectrum commons» υιοθετείται προκειμένου να διαχειριστεί τους διαθέσιμους πόρους και να εμποδίσει την υποβάθμιση. Από την άποψη αυτή ο ιδιοκτήτης του φάσματος εσωτερικεύει το κόστος των ενεργειών του και, επομένως, κάνει προσπάθειες για να αποφευχθεί το είδος της «τραγωδίας», που επηρεάζει ένα ανοικτό καθεστώς πρόσβασης. Οι ιδιοκτήτες των «spectrum commons» θα πρέπει να έχουν την εξουσία να

διαχειρίζονται τον πόρο με τον καθορισμό και την εφαρμογή κανόνων και αποκλείοντας τους άλλους από τη χρήση του. Η κυριότητα ή τουλάχιστον ο νομικός έλεγχος, είναι επομένως απαραίτητος, προκειμένου το καθεστώς «spectrum commons» να είναι χρήσιμο και όχι να είναι ένα ανοικτό καθεστώς πρόσβασης που αυξάνει τον αναποτελεσματικότητα στη χρήση του φάσματος. Σε αυτή την κατεύθυνση ένας ιδιοκτήτης, μια ομάδα συνιδιοκτητών ή η κυβέρνηση πρέπει να ελέγχουν το φάσμα και να βάζουν κανόνες που περιορίζουν τον τρόπο που χρησιμοποιούνται οι πόροι. Αυτοί οι κανόνες που θεσπίζει ο ιδιοκτήτης επιτρέπουν την κοινοχρησία των εν ανεπαρκεία πόρων για να είναι το φάσμα πιο αποτελεσματικό.

Το μοντέλο «Spectrum commons» δεν χρησιμοποιεί τους μηχανισμούς της αγοράς ως μέσο για την κατανομή των εν ανεπαρκεία πόρων μεταξύ ανταγωνιστικών χρηστών. Από την άποψη αυτή, υπάρχει πάντα ο κίνδυνος ότι η ελεύθερη πρόσβαση θα οδηγήσει τελικά σε παρεμβολές και άνω-κορεσμό (δηλ. «tragedy of the commons»). Αυτά τα προβλήματα μπορούν να ξεπεραστούν σε κάποιο βαθμό, μέσω ρυθμιστικών οδηγιών, απαιτήσεων όπως η ισχύς και τα όρια των εκπομπών και μέσω της ανταλλαγής ετικετών. Αλλά αν πραγματικά η σπανιότητα του φάσματος εξακολουθεί να εμφανίζεται, τα δικαιώματα μπορεί να χρειαστεί να επαναπροσδιοριστούν και οι μηχανισμοί της αγοράς να εισαχθούν, ώστε να αποφευχθεί η αναποτελεσματική χρήση του φάσματος. [25]

Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις για το καθεστώς του «spectrum commons». Μία προσέγγιση, που περιγράφηκε ανωτέρω, επιτρέπει την πρόσβαση και τη χρήση του φάσματος χωρίς περιορισμό σε όλους τους δυνητικούς χρήστες και συνήθως αναφέρεται ως το καθεστώς «ελεύθερης πρόσβασης». Το καθεστώς αυτό δεν είναι αυτό που γενικά θεωρείται ως το καθεστώς των «spectrum commons». Το πρότυπο μοντέλο είναι ένα καθεστώς συνδιαχείρισης που αντλείται από επιτυχείς συνδιαχειριστικές εμπειρίες με τα άλλα είδη εν ανεπαρκεία κοινοτικών πόρων και είναι γνωστό ως καθεστώς «common property». Στην προσέγγιση αυτή, η κυβέρνηση νομιμοποιεί και προστατεύει τα όρια της χρήσης του φάσματος από μια ομάδα χρηστών (συμπεριλαμβανομένων των κριτηρίων για συμμετοχή στην ομάδα), αλλά δεν λαμβάνει μέρος στην εσωτερική του διακυβέρνηση. Η κοινότητα διαχείρισης φάσματος που καθορίστηκε και αποτελείται μόνο από τους τελικούς χρήστες, έχει την αποκλειστική εξουσία για τη χρήση του φάσματος, με τη θέσπιση προτύπων και την αντιμετώπιση των παρεμβολών. Στην ουσία, το μοντέλο αυτό εξαιρεί τα ατομικά δικαιώματα ιδιοκτησίας σε υπερεκμετάλλευση των πόρων πυρήνα, αλλά ανέχεται περιορισμούς πρόσβασης, πράγμα που παρέχει κάποιο βαθμό από κοινού-ιδιοκτησίας -από την ένταξη -στους χρήστες του κοινόχρηστου φάσματος. Οι προσεγγίσεις που περιορίζουν την πρόσβαση και τη χρήση της ζώνης συχνοτήτων από μια ομάδα χρηστών στο πλαίσιο δικαιωμάτων ιδιωτικής ιδιοκτησίας, αναφέρονται ως «privately run commons» ή «commons parks». Τα οφέλη των προσεγγίσεων των «spectrum commons» περιλαμβάνουν χαμηλούς φραγμούς εισόδου στην αγορά (η οποία αποτελεί πηγή ανταγωνισμού), καθόλου ή μικρή αβεβαιότητα σχετικά με την

πρόσβαση στη ζώνη συχνοτήτων, χαμηλούς χρόνους παράδοσης από την καινοτομία στην αγορά, λιγότερη πίεση στα αδειοδοτημένα τμήματα του φάσματος, δημιουργικότητα μέσω ανταλλαγής πληροφοριών και ποικιλομορφίας. Το μοντέλο αυτό μπορεί να είναι περισσότερο συμβατό με τις διεθνείς προσπάθειες εναρμόνισης και τυποποίησης καθώς παρέχει ένα συλλογικό αντί για ανταγωνιστικό περιβάλλον για τα πρότυπα εξοπλισμού (δηλαδή οι κατασκευαστές πρώτοι συνεργάζονται για τις προδιαγραφές και, στη συνέχεια ανταγωνίζονται στις αγορές).[27]

Είναι επομένως ένα εύλογο ερώτημα κατά πόσο μία τροποποίηση των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας εντός του κοινού πλαισίου ιδιοκτησίας, θα βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης συχνοτήτων. Μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα πρόταση είναι η εξάρτηση από περισσότερες ρυθμίσεις που βασίζονται σε κοινότητα ,για τη διαχείριση του φάσματος. Δύο λογικές μπορεί να συσχετιστούν με τις προτάσεις αυτές. Είναι η πρώτη που επεσήμανε ότι οι πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία «spread spectrum» εξαλείφει την αναγκαιότητα της ανάθεσης ενός συγκεκριμένου καναλιού σε ένα χρήστη. Αντίθετα, η τεχνολογία της εξαιρετικά χαμηλής ισχύος τμήματος κώδικα πολυπλεξίας επιτρέπει την ομαλή χρήση της ευρείας ζώνης φάσματος από ανταγωνιστικές χρήσεις και χρήστες. Δεδομένου ότι η αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας «spread spectrum» αυξάνεται, όλο και περισσότερες εφαρμογές μπορεί να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν την ίδια ζώνη φάσματος. Αυτό θα επιτρέψει τη ριζική αναδιοργάνωση της διαχείρισης του φάσματος. Δε θα παρέχεται αποκλειστική χρήση προνομίων για την ομαλή χρήση του φάσματος, αυτά θα γίνουν ακόμη και αντισυνταγματικά (Benkler 1998). Το φάσμα θα μπορούσε να το κατανέμει και να το διαχειρίζεται η κοινότητα των χρηστών βασισμένο σε κανόνες που έχουν θεσπιστεί με αποκεντρωμένο τρόπο .[29]

Δεύτερον, οι υποστηρικτές αυτής της θέσης στοχεύουν στην ειδική φύση της καινοτομίας και της νέας οργάνωσης της παραγωγικής διαδικασίας στις προηγμένες βιομηχανίες πληροφοριών και επικοινωνίας. Η καινοτομία στις βιομηχανίες πληροφοριών είναι συχνά σωρευτική, με την ανάπτυξη των προϊόντων και υπηρεσιών πληροφοριών να εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την πρόσβαση στη γνώση που δημιουργήθηκε προηγουμένως. Ομοίως, υπάρχουν ανεπίσημα στοιχεία, και μια διογκωμένη εννοιολογική συζήτηση που συνδέει την ταχύτητα της καινοτομίας στο Διαδίκτυο με τη διαθεσιμότητα μιας πλατφόρμας ανοικτής πρόσβασης (Bar et al. 2000, Lemley και Lessig 2001). Οι επόμενες γενιές επικοινωνίας κινητών τηλεφώνων θα μοιάζουν με την αλυσίδα αξίας στο σταθερό Internet καθώς και μια μεγάλη ώθηση της καινοτομίας, αναμένεται από την ανοικτή πρόσβαση στην πλατφόρμα ασύρματου δικτύου. Δυστυχώς, η χρήση των πλειστηριασμών θα αυξήσει πιθανόν το κίνητρο των φορέων παροχής υπηρεσιών δικτύου για να κλείσουν την πρόσβαση στις δικές τους θυγατρικές υπηρεσίες, ενδεχομένως μειώνοντας τη συνολική δυναμική στο σύνολο του τομέα. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη του φάσματος ως «commons» θεωρείται ζωτικής σημασίας για την υποστήριξη καινοτόμων διαδικασιών και για τη μεγιστοποίηση των οφελών από την προηγμένη επικοινωνία κινητών τηλεφώνων.[29]

Η αμερικανική Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών έχει ορίσει περισσότερο από 300 MHz του φάσματος στις ζώνες των 2 GHz και 5 GHz ως μη αδειοδοτημένες. Οι επικριτές επισημαίνουν ότι τα πειράματα με το μη αδειοδοτημένο φάσμα έχουν οδηγήσει σε χαμηλές επενδύσεις και σε τοπικές καταχρήσεις. Οι παρατηρήσεις αυτές φαίνεται να δείχνουν τις αδυναμίες του μοντέλου «commons» της διαχείρισης του φάσματος. Ωστόσο, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ελάττωμα του μη αδειοδοτημένου φάσματος είναι η έλλειψη κανόνων που θα επιτρέψει τη συστηματική χρήση του. Η Buck (2002 υπό έκδοση) συζητά για οκτώ μετα-κανόνες για «spectrum commons», περιλαμβάνοντας ένα σαφή καθορισμό των ορίων, αντιστοιχία μεταξύ των όρων πίστωσης και των τοπικών συνθηκών, τις συλλογικές ρυθμίσεις επιλογής και τις κατάλληλες διαδικασίες παρακολούθησης. Βασισμένοι σε γενικές ιδέες από τη βιβλιογραφία των «commons», οι κανόνες αυτοί θα μπορούσαν να δημιουργήσουν ένα διαρθρωμένο περιβάλλον για τη χρήση του φάσματος χωρίς τη δημιουργία αποκλειστικών δικαιωμάτων που βασίζονται στην οικονομική δύναμη.[29]

4.5.2 Spectrum Markets

Το καθεστώς «Spectrum commons» προωθεί τον επιμερισμό, αλλά δεν παρέχει επαρκή ποιότητα υπηρεσίας (QoS) για ορισμένες εφαρμογές. Για εφαρμογές που απαιτούν σποραδική πρόσβαση στο φάσμα και για τις οποίες οι εγγυήσεις QoS είναι σημαντικές, η καλύτερη λύση μπορεί να είναι το αδειοδοτημένο φάσμα με δευτερογενείς αγορές πραγματικού χρόνου (δηλαδή, το μοντέλο των αγορών φάσματος). Η εμπορευματοποίηση επιτρέπει στους παίκτες να συναλλάσσονται απευθείας τα δικαιώματα χρήσης του φάσματος, καθιερώνοντας έτσι μια δευτερογενή αγορά για τη μίσθωση και τον πλειστηριασμό φάσματος. Το μοντέλο αυτό έχει τη δυνατότητα να επιτρέψει στις μικρές επιχειρήσεις να εισέλθουν στην αγορά του φάσματος, ενισχύοντας τον ανταγωνισμό και την καινοτομία στον τομέα των ασύρματων τηλεπικοινωνιών. Σε αντίθεση με τις μη αδειοδοτημένες ζώνες του σήμερα, οι πρωτογενείς και οι δευτερογενείς χρήστες θα συντονιστούν άμεσα, καθιστώντας δυνατή την προστασία της ποιότητας υπηρεσίας τόσο για τους πρωτογενείς όσο και για τους δευτερογενείς χρήστες. Σε αυτό το ρητό συντονισμού, ο κάτοχος της άδειας τρέχει μηχανισμούς ελέγχου εισόδου, οι οποίοι επιτρέπουν σε δευτερογενείς χρήστες την πρόσβαση στο φάσμα, όταν η QoS θα ήταν επαρκής τόσο στους πρωτογενείς όσο και στους δευτερογενείς χρήστες. Ο κάτοχός της άδειας χρησιμοποιεί επίσης έναν ευφυή αλγόριθμο εκχώρησης συχνοτήτων για τον καθορισμό της συχνότητας στην οποία ένας δευτερεύων χρήστης θα πρέπει να αφηθεί να χειριστεί και για τα οικονομικά των εν λόγω συναλλαγών που παρέχουν κίνητρα για να μεγιστοποιήσουν τη χρησιμοποίηση του φάσματος. Οι δευτερογενείς χρήστες ζητούν δυναμικά την πρόσβαση στο φάσμα, όταν το φάσμα χρειάζεται. Η εμπορευματοποίηση της δευτερογενούς χρήσης μπορεί να συμβεί μέσω μεσαζόντων, όπως έναν μεσίτη φάσματος (spectrum broker). Σε γενικές γραμμές, οι μηχανισμοί που

ψάχνουν για έναν αγώνα μεταξύ των πρωτογενών και δευτερογενών χρηστών βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στους τύπους υπηρεσιών, τα χαρακτηριστικά της πρόσβασης και τα επίπεδα υπηρεσίας που επιζητούνται από τους δευτερογενείς χρήστες. Οι τύποι πρόσβασης θα μπορούσαν να αποτελούνται από μια μακροχρόνια μίσθωση, μία προγραμματισμένη μίσθωση και μία βραχυπρόθεσμη μίσθωση. Κάθε τύπος απαιτεί διαφορετικούς μηχανισμούς και εφαρμόζεται με διαφορετικά επίπεδα συμφωνιών παροχής υπηρεσιών.

4.5.3 Στοιχεία από μια αποτελεσματική μετάβαση στις αγορές φάσματος

Για να κατανέμει μια αγορά φάσμα αποτελεσματικά, τα δικαιώματά του φάσματος πρέπει να είναι ευέλικτα και αποκλειστικά και όλα τα δικαιώματα πρέπει να έχουν ανατεθεί. Αυτή δεν είναι η κατάσταση που επικρατεί στις περισσότερες ζώνες, όπου οι δικαιούχοι που συνήθως περιορίζονται σε στενές καθορισμένες χρήσεις, δίνουν μόνο τόσο φάσμα όσο προσδιορίζεται από την FCC ότι χρειάζεται για αυτή τη χρήση και σε ορισμένες περιπτώσεις πρέπει να χρονομεριστούν το φάσμα τους. Η μετάβαση από το σημερινό διοικητικό σύστημα σε μια κατανομή της αγοράς θα απαιτήσει επομένως θεμελιώδη αναδιάρθρωση και επαναπροσδιορισμό των δικαιωμάτων σε ένα μεγάλο εύρος του φάσματος. Η επιτυχία της μετάβασης θα εξαρτηθεί από το πόσο γρήγορα και σε γενικές γραμμές αυτό θα ολοκληρωθεί.

Οι ισχύοντες περιορισμοί στις άδειες δεν επιτρέπουν στις αποτελεσματικές αγορές να προκύψουν φυσικά, οπότε η FCC και η NTIA θα πρέπει να δημιουργήσουν ένα μηχανισμό μετάβασης στην αγορά. Θα αναφερθούμε σε ορισμένες επιθυμητές ιδιότητες ενός μηχανισμού της μετάβασης στην αγορά, με την επιφύλαξη ότι δεν υπάρχει τέλειος μηχανισμός:

4.5.3.1 Ταχύτητα

Η ταχύτητα είναι ένα ουσιώδες χαρακτηριστικό ενός καλού μηχανισμού μετάβασης, διότι η καθυστέρηση της ευρείας κατανομής στην αγορά του φάσματος θα μπορούσε να προκαλέσει δεκάδες δισεκατομμύρια δολάρια απώλεια οφελών για τους πελάτες. Η ταχύτητα θα πρέπει να περιλαμβάνει το χρόνο για την εφαρμογή του μηχανισμού, την ταχύτητα με την οποία ο μηχανισμός καθορίζει μία αποτελεσματική κατανομή της αγοράς, όταν υλοποιηθεί, και πιθανό καθυστερήσεις μετά-μηχανισμών, όπως νομικές προκλήσεις. Για παράδειγμα, το μπλοκ C της PCS δημοπρασίας πήρε λιγότερο από πέντε μήνες για να ολοκληρωθεί, αλλά το περισσότερο από το φάσμα εξακολουθεί να μην έχει ανατεθεί μετά από πέντε έτη που έκλεισε η δημοπρασία. Οι καθυστερήσεις του μετέπειτα μηχανισμού μπορεί να είναι σημαντικότερες από τις καθυστερήσεις της εφαρμογής του ίδιου του μηχανισμού. Μπορεί να είναι αδύνατο να υλοποιηθούν οποιαδήποτε αναμόρφωση του φάσματος, εφόσον θεωρείται άδικη.

4.5.3.2 Χαμηλό κόστος συναλλαγής

Ένας καλός μηχανισμός της αγοράς για το φάσμα πρέπει να έχει χαμηλό κόστος συναλλαγών. Αυτό σημαίνει χαμηλό κόστος για να συμμετάσχει και να τρέξει. Τα έξοδα συμμετοχής περιλαμβάνουν όχι μόνο τα άμεσα έξοδα, αλλά και τη δυνατότητα του προσωπικού και της διαχείρισης να αγοράζουν ή να πωλούν δικαιώματα φάσματος. Η συμμετοχή και το κόστος λειτουργίας της αγοράς πρέπει να είναι μικρό σε σχέση με την αξία που δημιουργείται από τις συναλλαγές.

4.5.3.3 Διαφάνεια

Ένας καλός μηχανισμός της αγοράς θα πρέπει να είναι διαφανής. Μια διαφανής διαδικασία είναι απολύτως κατανοητή από τους συμμετέχοντες και θεωρείται ως ελικρινής. Αν δεν είναι, πολλά μέρη θα επιλέξουν να μη συμμετέχουν και ορισμένα που ενισχύουν την αποτελεσματικότητα του εμπορίου δεν θα συμβούν. Η διαφάνεια προϋποθέτει συνεπή εφαρμογή των κανόνων και ότι οι συμμετέχοντες θα κρατήσουν τις δεσμεύσεις τους. Εάν, για παράδειγμα, ένας νικητής δημοπρασίας δεν περίμενε να καταβάλει το ποσό που προσφέρει στη δημοπρασία, αλλά αντί αυτού αναμένεται να είναι ελεύθερος να διαπραγματευτεί με τον πωλητή μετά το κλείσιμο της δημοπρασίας, η δημοπρασία θα μπορούσε συνεπώς να αποτύχει να αναθέσει τις άδειες φάσματος στα μέρη που τις αξίζουν περισσότερο. Οι αγοραστές θα πρόσφεραν τεράστια ποσά για τα δικαιώματα φάσματος, γνωρίζοντας ότι δεν θα πρέπει να πληρώσουν τις προσφορές τους, και έτσι η δημοπρασία δεν θα είχε νόημα.

4.5.3.4 Ρευστότητα

Η υψηλή ρευστότητα είναι μια άλλη επιθυμητή ιδιότητα μιας αγοράς. Σε μια εξαιρετικά ρευστή αγορά ενός αγοραστή ή πωλητή είναι πάντα δυνατό να γίνει μια συναλλαγή σε μία τιμή κοντά σε μια καθιερωμένη τιμή της αγοράς. Η αγορά του φάσματος θα είναι υψηλής ρευστότητας, εάν μεγάλα τμήματα του φάσματος είναι τεχνικά και νομικά υποκατάστατα και αν υπάρχουν πολλοί πωλητές και αγοραστές του φάσματος, αλλά κανείς τόσο μεγάλος ώστε να μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τις τιμές.

Όταν απουσιάζει η ρευστότητα στην αγορά για φάσμα, οι κατεστημένοι φορείς δεν έχουν σωστή πληροφόρηση σχετικά με την αξία του φάσματος τους, και οι πιθανοί αγοραστές δεν έχουν καλή πληροφόρηση του κόστους του αποκτημένου φάσματος. Μια ρευστή αγορά παρέχει τις πληροφορίες αυτές, και κατά συνέπεια διευκολύνει την μεταφορά του φάσματος στην υψηλότερη χρηστική αξία του. Μια ρευστή αγορά για φάσμα μειώνει επίσης τον "κίνδυνο ρευστότητας" από την επένδυση των

υπηρεσιών που βασίζονται σε φάσμα ,ακριβώς όπως οι ρευστές χρηματοπιστωτικές αγορές μειώνουν τον κίνδυνο επένδυσης σε οικονομικά κεφάλαια. Οι αγοραστές των ρευστών περιουσιακών στοιχείων μπορούν να πωλούν τα εν λόγω περιουσιακά στοιχεία σε σύντομο χρονικό διάστημα χωρίς να αναλαμβάνουν μεγάλο κόστος αναζήτησης για να βρεθεί ένας αγοραστής πρόθυμος να καταβάλει την τιμή αγοράς. Μια ρευστή αγορά φάσματος μειώνει τον κίνδυνο ότι μια εταιρεία θα είναι ανίκανη να πωλήσει το φάσμα, που δεν χρειάζεται ή ότι θα είναι ανίκανη να αγοράσει το φάσμα που έχει ανάγκη.

4.5.3.5 Συμμετοχή

Όλα τα μέρη που μπορούν να βγούν κερδισμένα από το εμπόριο θα πρέπει να έχουν το κίνητρο να συμμετάσχουν στο μηχανισμό της αγοράς. Δύο αποτυχίες της αγοράς που μπορεί να αποτρέψουν τις αποτελεσματικές διακινήσεις είναι στρατηγικές «holdouts and agents» που δεν επιδιώκουν το συμφέρον των εντολέων τους. Τα στρατηγικά «holdouts» είναι ένα πολύ γνωστό φαινόμενο σε μεγάλη κλίμακα ακινήτων, ανάπλασης έργων όταν πολλές κατεστημένοι φορείς πρέπει να έχουν καθαριστεί. Κάθε κατεστημένος φορέας ο οποίος μπορεί να μπλοκάρει ένα έργο ,ελπίζει να πάρει ένα μεγαλύτερο μερίδιο κέρδους από την ανάπτυξη με το να είναι ο τελευταίος που θα διευθετήσει. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η ενισχυμένη ανάπλαση είναι σημαντικά καθυστερημένη. Σε άλλες περιπτώσεις, το σχέδιο έχει αλλάξει για να αντιμετωπίσει κάποιον που αρνείται να πουλήσει, και μερικές φορές δεν συμβαίνει ανάπλαση παρόλο που θα ήταν ιδιαίτερα πολύτιμη.

Συγκρουόμενα κίνητρα στις επιχειρήσεις, που μερικές φορές αναφέρονται ως το πρόβλημα εντολέα-εντολοδόχου, είναι η δεύτερη αποτυχία της αγοράς που ενδέχεται να εμποδίσει την αποτελεσματική συμμετοχή. Τα ενδιαφέροντα των διαχειριστών φάσματος στο πλαίσιο μιας επιχείρησης δεν είναι απαραίτητα ευθυγραμμισμένα με τα συμφέροντα της επιχείρησης στο σύνολό της. Για παράδειγμα, οι εργαζόμενοι που είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση ενός μικροκυματικού συστήματος επικοινωνιών θα αντιταχθούν αντικαθιστώντας το σύστημα μικροκυμάτων με ένα σύστημα οπτικών ινών που θα μπορούσε να αυξήσει τα συνολικά κέρδη, αν αυτό σημαίνει την απώλεια των θέσεων εργασίας τους. Ακόμη και η αλλαγή της χρήσης του φάσματος μιας επιχείρησης από σταθερές σε κινητές εφαρμογές θα μπορούσε να βλάψει τη σταδιοδρομία των εργαζομένων με ειδικευση σε μόνο σταθερές εφαρμογές. Δεδομένου ότι η ανώτερη διοίκηση κατά κανόνα αναθέτει την ευθύνη για θέματα πολιτικής φάσματος στους διαχειριστές που είναι υπεύθυνοι για τα συστήματα επικοινωνιών -βασιζόμενα στο φάσμα-, οι επιχειρήσεις μπορούν να κάνουν αναποτελεσματικές επιλογές όταν βρίσκονται αντιμέτωπες με ζητήματα πολιτικής. [30]

5 Η επέκταση του LTE στα TV Whitespaces

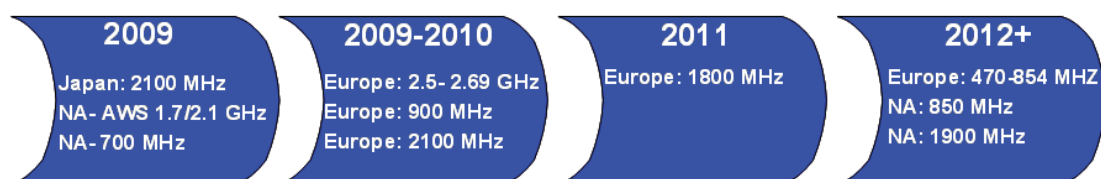
5.1 Κίνητρο

Η ικανότητα να αξιοποιήσουν τις νέες κατανομές του φάσματος και η ευκαιρία να αναπλάσουν δυνητικά το υπάρχων GSM φάσμα είναι δύο βασικοί τομείς που θα επιτρέψουν τις LTE αναπτύξεις. Η ενίσχυση των δυνατοτήτων του δικτύου παρουσιάζει νέες ευκαιρίες ανάπτυξης, οικονομίες κλίμακας και ανοίγει αγορές που ήταν προηγουμένως απρόσιτες.

Η μετάβαση από την αναλογική στην επίγεια ψηφιακή τηλεόραση θα απελευθερώσει μεγάλες ποσότητες του φάσματος για κινητές ευρυζωνικές αναπτύξεις - το λεγόμενο ψηφιακό μέρισμα (DD). Ορισμένες χώρες έχουν επιβεβαιώσει τώρα την διαθεσιμότητα της ζώνης των 790-862 MHz (με την επιφύλαξη των διαδικασιών κατανομής, δηλαδή πλειστηριασμού), που περιλαμβάνει τη Δανία, τη Φινλανδία, τη Γαλλία, τη Γερμανία, τη Σουηδία και την Ελβετία. Η Γερμανία σχεδιάζει να δημοπρατήσει ένα πακέτο του φάσματος που περιλαμβάνει 3 x 20 MHz DD φάσματος στο Q2 το 2010. Άλλες κυβερνήσεις στην Ευρώπη αναμένεται να ακολουθήσουν από το 2010 και μετά. Επίσης, πολλοί επιχειρηματίες θα αναπτύξουν το LTE στην εν λόγω ζώνη.

Κατά τα επόμενα χρόνια το τοπίο του φάσματος θα αλλάξει σημαντικά (Σχήμα 5.1). Οι επερχόμενες δημοπρασίες φάσματος (στις 700 MHz και 2.5 έως 2.6 GHz ζώνες) θα έχουν άμεση επίδραση στο LTE οικοσύστημα και στο οποίο η ζώνη LTE θα αναπτυχθεί. Επιπλέον, ο εντοπισμός των νέων ζωνών κινητής τηλεφωνίας IMT στο WRC-07 (450-470 MHz, 2300-2400 MHz, 698-862 MHz και 3400-3600 MHz) θα συμβάλει στην εκπλήρωση της προβλεπόμενης ανάγκης για μελλοντικό εύρος ζώνης καθώς και διευκόλυνση της παγκόσμιας περιαγωγής.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό της LTE τεχνολογίας είναι η καταλληλότητά της για ανάπτυξη σε κλιμακούμενης εύρους ζώνης εμβέλειας που κυμαίνεται από 1,4 MHz έως 20 MHz. Επιπλέον, μπορεί να λειτουργεί σε όλες τις 3GPP ζώνες συχνοτήτων σε στοιχισμένες και ασύζευκτες κατανομές φάσματος. Σε πρακτικό επίπεδο, η πραγματική απόδοση που μπορεί να επιτευχθεί με LTE εξαρτάται από το εύρος ζώνης που διατίθεται για τις υπηρεσίες, και όχι από την ίδια την επιλογή της ζώνης του φάσματος. Αυτό δίνει στους παρόχους σημαντική ευελιξία όσον αφορά τις εμπορικές και τεχνικές στρατηγικές τους. Όντας αναπτυγμένη σε υψηλότερες συχνότητες, η LTE είναι ελκυστική για στρατηγικές που επικεντρώνονται στη ικανότητα των δικτύων, ενώ σε χαμηλότερες συχνότητες μπορεί να παράσχει πανταχού οικονομική αποδοτική κάλυψη.



Σχήμα 5.1 Σενάριο ανάπτυξης του LTE

Η ευελιξία της LTE να λειτουργεί σε ένα επεκτάσιμο εύρος ζώνης, επιτρέπει στους φορείς να εκμεταλλευτούν το LTE στην υπάρχουσα κατανομή φάσματος τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της εκ νέου «καλλιέργειας», που μελετάται από πολλά πρόσωπα στην αλυσίδα αξίας των τηλεπικοινωνιών της κινητής τηλεφωνίας ως μια οικονομικά αποδοτική λύση για την αντιμετώπιση των αυξανόμενων απαιτήσεων της κυκλοφορίας.[38]

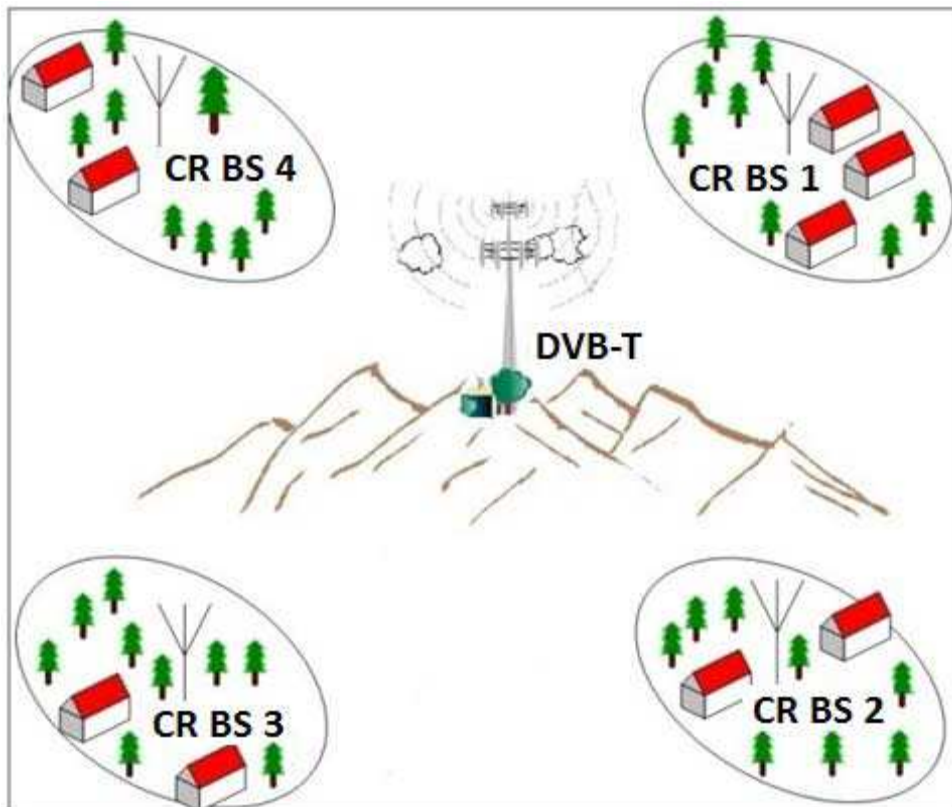
5.2 Στόχοι του LTE

Ο γενικός στόχος του Long-Term Evolution (LTE) του 3G, που μερικές φορές αναφέρεται ως Super-3G, είναι να καταλήξουμε σε μία εξελιγμένη τεχνολογία πρόσβασης ραδιοφώνου που μπορεί να παρέχει την απόδοση των υπηρεσιών στο ίδιο επίπεδο ή ακόμη και να το υπερβαίνει από την τωρινή πρόσβαση σταθερής τηλεφωνίας, με σημαντικά μειωμένο κόστος σε σύγκριση με την τρέχουσα πρόσβαση τεχνολογιών ραδιοφώνου. Οι στόχοι του LTE είναι οι εξής [46]:

- Η δυνατότητα να παρέχει σημαντικά υψηλότερες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων από ό, τι τα σημερινά στάδια της εξέλιξης 3G (HSDPA και ενισχυμένο uplink), με στοχευόμενη κορυφή μετάδοσης δεδομένων έως και 100 Mbps για το downlink και μέχρι 50 Mbps για το uplink,
- Η ικανότητα να παρέχει τρεις με τέσσερις φορές υψηλότερη απόδοση και δύο με τρεις φορές υψηλότερη απόδοση cell-edge (που μετράται στο 5ο εκατοστημόριο) σε σύγκριση με 3GPP Release 6 (Rel-6) συστήματα(π.χ. συστήματα που βασίζονται στο HSDPA και στο ενισχυμένο uplink),
- Βελτίωση της αποτελεσματικότητας του φάσματος, με στόχο τη βελτίωση της τάξης του συντελεστή των τριών σε σύγκριση με τα ισχύοντα πρότυπα,
- Να μειώσει σημαντικά τον έλεγχο και την καθυστέρηση του επιπέδου των χρηστών, όπου ο στόχος είναι λιγότερο από 10 ms επιπέδου χρηστών RAN χρόνου μετ'επιστροφής (RTT) και λιγότερο από 100 ms καθυστέρηση καναλιού εγκατάστασης.
- Μειωμένο κόστος για την επιχείρηση και τον τελικό χρήστη
- Ευελιξία φάσματος, που επιτρέπει την ανάπτυξη σε διαφορετικές κατανομές του φάσματος. Αυτό συνεπάγεται μια ομαλή μετάβαση σε άλλες ζώνες συχνοτήτων, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που χρησιμοποιούνται σήμερα για τις δεύτερης γενιάς (2G), κυψελοειδής τεχνολογίες όπως όπως το GSM και το IS-95.
- Μία επιπλέον απαίτηση είναι η δυνατότητα για ομαλή εισαγωγή σε τεχνικές λύσεις που πληρούν τους στόχους αυτούς.

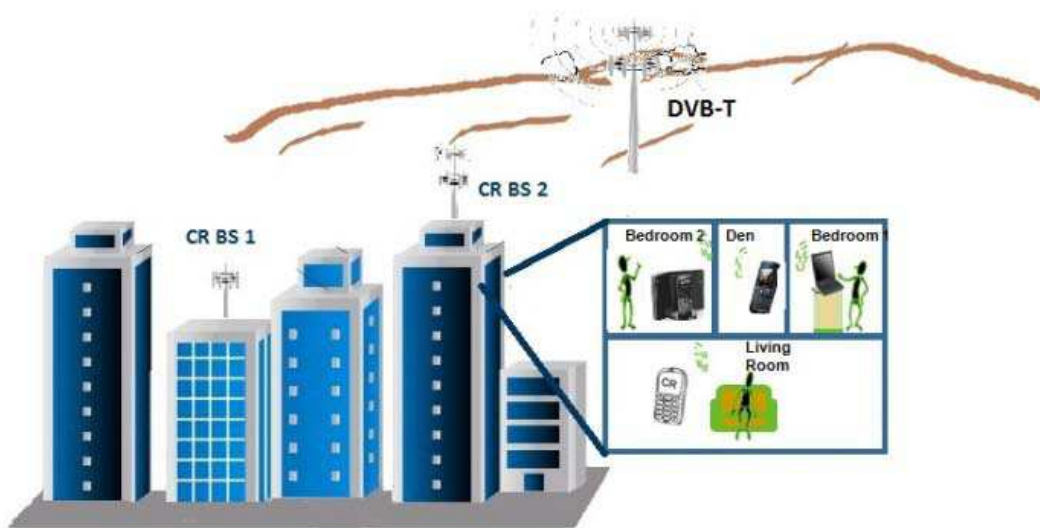
5.3 Περιοχή κάλυψης

Τα σενάρια σε χαμηλές συχνότητες (<1 GHz), είναι ιδανικά για την κάλυψη της υπαίθρου (Σχήμα 5.2) και των εσωτερικών χώρων διείσδυσης (σχήμα 5.3). Ιδιαίτερη σημασία έχει δοθεί στις αγροτικές περιοχές όπου η ανάπτυξη των κινητών συστημάτων γίνεται για να παρέχουν καλή κάλυψη. Ως εκ τούτου, η μείωση του αριθμού των τοποθεσιών αντιστοιχεί άμεσα σε μείωση του κόστους της προσφερόμενης υπηρεσίας.



Σχήμα 5.2 Κάλυψη της αγροτικής περιοχής

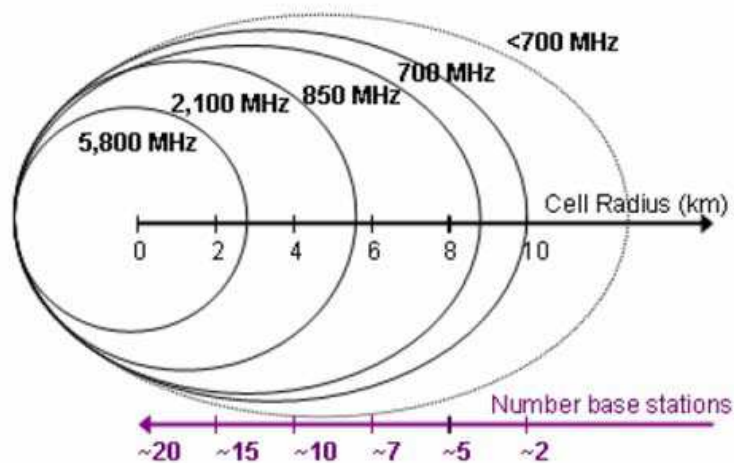
Ομοίως, στις αστικές περιοχές, η χαμηλότερη ζώνη συχνοτήτων έχει την τάση να διαθλάται καλύτερα γύρω από γωνίες και μπορεί να περάσει πιο εύκολα μέσα από τοίχους για την απόκτηση μίας βελτιωμένης εσωτερικής κάλυψης με τη δυνατότητα να εξυπηρετεί συσκευές στο σπίτι χωρίς μια εξωτερική κεραία. Τα TV Whitespaces θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη της κορύφωσης της κίνησης.



Σχήμα 5.3 Κάλυψη της αστικής περιοχής

5.4 Συχνότητες λειτουργίας

Φαίνεται στο σχήμα 5.4 ότι για την ίδια απαίτηση κάλυψης, η επίγεια, η ισχύ εκπομπής και το εύρος ζώνης, αν η συχνότητα που χρησιμοποιείται διπλασιάζεται, οι συνδεδεμένες απώλειες ραδιοφώνου αυξάνονται και ο αριθμός των τοποθεσιών που πρέπει να εγκατασταθούν σχεδόν διπλασιάζεται. Με άλλα λόγια, ο αριθμός των Σταθμών Βάσης που απαιτούνται στα 700 MHz ή 900 MHz έναντι των 2 GHz είναι μειωμένος κατά σχεδόν 65% για τον ίδιο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων και την ίδια κάλυψη.



Σχήμα 5.4 Τα χαρακτηριστικά διάδοσης του φάσματος

Το ψηφιακό μέρημα πρέπει να εξεταστεί στο ευρύτερο πεδίο του φάσματος για νέες εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας. Καταναλωτές εκπομπής κινητής τηλεφωνίας θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν είτε UMTS / HSPA είτε LTE τεχνολογίες (ανάλογα με διαδοχικές κυκλοφορίες και το χρόνο) σύμφωνα με τις ανάγκες φορέων, με τη χρήση της ευελιξίας των πολλαπλών προτύπων σταθμών βάσης (SDR BS).

Οι διαδικασίες αδειοδότησης θα μπορούσαν να «τυλίξουν» τις UHF ζώνες με κατανομές υψηλότερης ζώνης (πιθανότατα τα 2,5 GHz/3,5 GHz) παρέχοντας ικανότητα σε περιοχές υψηλής κυκλοφορίας (αστικές / προαστιακές ζώνες).

Η LTE προσφέρει τη δυνατότητα επιλογής του εύρους ζώνης φέροντος 1.4, 3, 5, 10, 15, 20 MHz. Το μεγαλύτερο εύρος ζώνης θα χρειαστεί για τις υψηλότερες ταχύτητες. Ο φορέας μπορεί να εισάγει LTE σε «νέες» ζώνες, όπου είναι πιο εύκολο να αναπτυχθεί, π.χ. 5 MHz φέρουσες σε ένα αδρανές κανάλι DVB-T (8MHz).

Προς το παρόν κανένα κυψελοειδές δίκτυο δεν έχει την ευελιξία της συχνότητας, της κυματομορφής και του πρωτοκόλλου για να «φιλοξενήσει» διαφορετική φασματική ανάθεση. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν πολλές αποτελεσματικές προκλήσεις που χρησιμοποιούν τα TVWS για κυψελοειδή επέκταση. Για παράδειγμα, το διαθέσιμο TVWS θα είναι κατακερματισμένο, ιδίως στις μητροπολιτικές περιοχές. Η διαθεσιμότητα των «white spaces» είναι διαχρονική και εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση του ραδιοφώνου (θέματα κινητικότητας). Έτσι, η βασική πρόκληση στο σχεδιασμό των γνωσιακών δικτύων κινητής τηλεφωνίας είναι η δυναμική κατανομή των «white spaces» σε διάφορα ραδιόφωνα στο δίκτυο. Η αποτελεσματικότητα της κατανομής του φάσματος καθορίζει τόσο τα κυψελοειδή δίκτυα QoS, καθώς και το συνολικό ποσοστό χρησιμοποίησης του φάσματος. Η Δευτερογενής αγορά φάσματος είναι το κατάλληλο καθεστώς για την εγγύηση QoS. Ένα ενδιαφέρον θέμα έρευνας, είναι να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις της κυψελοειδούς επέκτασης πάνω στα TVWS στο συνολικό κυψελοειδή σχεδιασμό για 3G και LTE συστήματα.

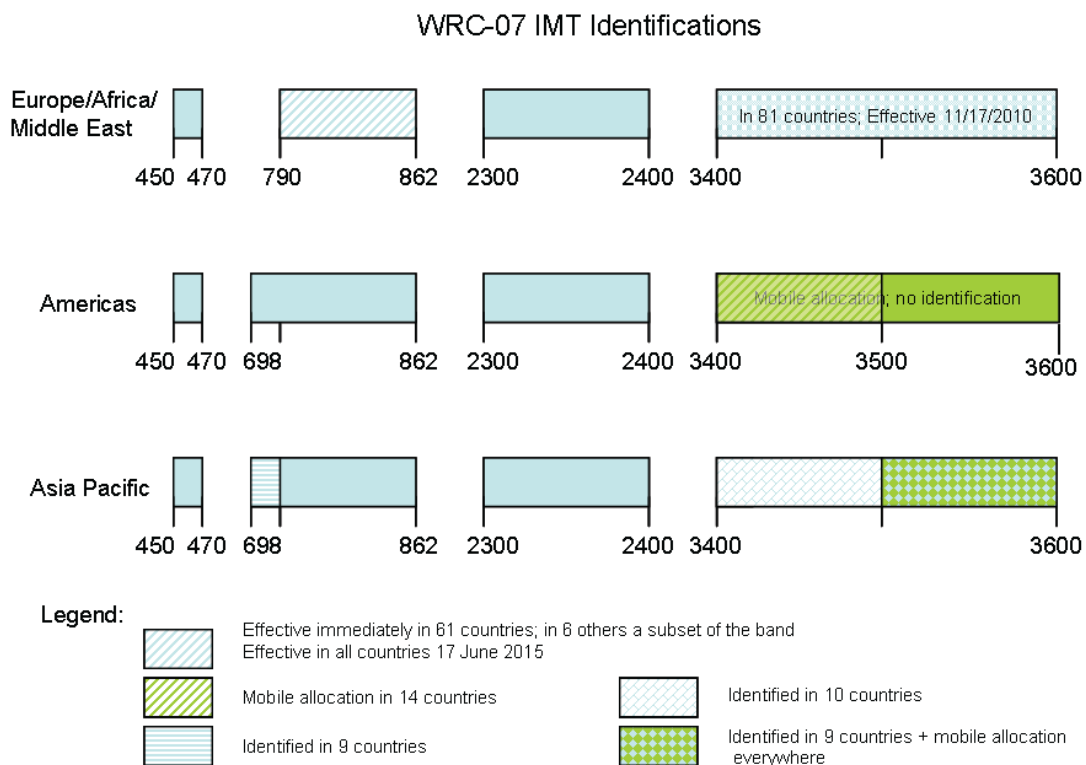
5.5 Μελλοντικές απαιτήσεις φάσματος

Η ITU (ITU-R M.2078) σχεδιάζει συνολικές απαιτήσεις φάσματος για τη μελλοντική εξέλιξη των IMT-2000 και για το IMT-Advanced. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι η πρόσθετη ζήτηση φάσματος μεταξύ 500 MHz και 1 GHz θα απαιτείται σε όλες τις Περιφέρειες της ITU μέχρι το 2020.

Εδώ εκφράζονται οι παράγοντες της αύξησης της κυκλοφορίας των 2 έως 3 μέχρι το 2010 για την Ευρώπη, σε σύγκριση με το σήμερα. Είναι σαφές ότι οι υφιστάμενες κατηγορίες δεν θα είναι αρκετές για τις IMT υπηρεσίες περίπου μετά το έτος 2015

και χρειάζονται πρόσθετες ζώνες. Προκειμένου να προσφέρουν μία πραγματική εμπειρία ευρείας ζώνης, μεγάλα τμήματα του φάσματος θα πρέπει να προσδιορισθούν και να κατανεμηθούν.

Ένας από τους στόχους της WRC-07 ήταν να προσδιορίσει επιπλέον, εναρμονισμένο, σε όλο τον κόσμο το φάσμα, ώστε να ενεργοποιήσει τις παγκόσμιες υπηρεσίες περιαγωγής κατά την άσκηση των οικονομιών κλίμακας σε πωλητές. Σε αυτό το πλαίσιο, η WRC-07 προσδιόρισε τα 450-470 MHz και τις 2300-2400 MHz ζώνες για το IMT (που περιλαμβάνουν τόσο το IMT-2000 όσο και το IMT-Advanced) σε παγκόσμια βάση. Επιπλέον, η WRC-07 εντόπισε τμήματα ή το σύνολο των 698-862 MHz και 3400-3600 MHz. Ο προσδιορισμός και η χρήση των ζωνών αυτών ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή και από χώρα προς χώρα, όπως αναφέρονται αναλυτικά στον Πίνακα 1. Οι τελικές πράξεις από την WRC-07 παρέχουν τις πλήρεις λεπτομέρειες σχετικά με αυτές τις τροποποιήσεις.



[38]

Η WC-07 έκανε θετικά βήματα με κατεύθυνση τη διάθεση φάσματος για μελλοντικές αναπτύξεις LTE. Συγκεκριμένα, η WRC-07 ξεκίνησε τη διαδικασία μεταφοράς φάσματος εκπομπής στη ζώνη συχνοτήτων 698-806 MHz για κινητές εφαρμογές. Τα επόμενα βήματα θα συνεργάζονται με επιμέρους χώρες για να διασφαλιστεί η αξιοποίηση του φάσματος και η άδεια για κινητά συστήματα σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, σε ολόκληρο τον κόσμο. Επιπλέον, η δημιουργία ενός διεθνούς εναρμονισμένου σχεδίου ζώνης για τη χρήση του φάσματος είναι επίσης σημαντικό.

6. Επίλογος – Συμπεράσματα

Στην πτυχιακή αυτή που εκπονήθηκε, μελετήθηκε η τεχνολογία γνωστή ως «Cognitive radio». Μέσω αυτής της τεχνολογίας μπορούμε να δούμε τις δυνατότητες του φάσματος για τυχόν αξιοποίησή του στο μέλλον. Επίσης προκύπτει μια σχέση αλληλεπίδρασης που υπάρχει με τα TV white spaces και πως το ένα ασκεί επιρροή στο άλλο. Ακόμη αξίζει να αναφερθεί η συνοχή όλων αυτών με την ψηφιακή μετάβαση, η οποία και είναι το λίκνο των προαναφερθέντων. Επί τη ευκαιρία γίνεται ένα πέρασμα από τις χώρες της Ευρώπης και μια έρευνα σχετικά με την κατάσταση που επικρατεί σε αυτές καθώς και τα τυχόν οφέλη και δυσκολίες που μπορεί να παρουσιαστούν κατά τη μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή τηλεόραση. Ακόμη μέσω των TV white spaces μου δίνεται η δυνατότητα να «εξερευνήσω» κάποιες Ευρωπαϊκές χώρες ξεχωριστά για να ανακαλύψω την πρόοδο που υφίστανται σε αυτόν τον τομέα και τα περιθώρια περαιτέρω ανάπτυξης τους. Στη συνέχεια αναλύονται τα καθεστώτα που επικρατούν ως προς την διανομή του φάσματος και φαίνεται πως αυτά επιδρούν στην όλη διαδικασία. Τέλος, γίνεται μελέτη για την εκμετάλλευση των «TV White-spaces» προς όφελος της ανάπτυξης της τεχνολογίας LTE.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] DigiTAG: Analogue Switch-off , “Strategies to end analogue terrestrial television in Europe”, Available <http://www.digitag.org/DVBHandbook.pdf>
- [2] Technospice: Available http://www.technospice.com/files/RS22217_20050812.pdf
- [3] Digitaltelevision: “ Moving Forward on Digital Switchover” March 2004, Available http://www.digitaltelevision.go67u5.uk/pdf_documents/publications/44408_DCMSDigital.pdf
- [4] Springerlink: “Analog Television”, Available <http://www.springerlink.com/content/x77p542145g7334x/fulltext.pdf>
- [5] Itu: Available http://www.itu.int/ITU-R/conferences/rrc/rrc-04/interession/workshops/damaskus/docs/Presentations/ntl_1_DVB-T_systems.pdf
- [6] Chengzhi Pan, Nader Bagherzadeh, Amir Hosein Kamalizad, and Arezou Koohi, all with ECE Department, University of California, Irvine, USA, “Design and Analysis of a Programmable Single-Chip Architecture for DVB-T Base-Band Receiver.”
- [7] Christophe Del Toso, Pierre Combelles, Jacques Galbrun, Ludovic Lauer, Pierre P´enard, Patrick Robertson, *Member, IEEE*, Fabio Scalise, Patrice Senn, and Laurent Soyer, “0.5- m CMOS Circuits for Demodulation and Decoding of an OFDM-Based Digital TV Signal Conforming to the European DVB-T Standard”
- [8] Wikipedia: “Analog-television”, Available http://en.wikipedia.org/wiki/Analog_television
- [9] DigiTAG: “Digital-Switch-over-in-Europe“, Available http://www.digitag.org/DTTResources/IBC06/DTT_Update.pdf
- [10] Croatian Agency for Post and Electronic communications , “Switchover and digital dividend in Croatia” .
- [11] Danijela Cabric, Shridhar Mubaraq Mishra, Daniel Willkomm, Robert Brodersen, Adam Wolisz, Berkeley Wireless Research Center, University of

California at Berkeley, USA, Telecommunication Networks Group, Technical University of Berlin, Germany, “A Cognitive Radio Approach for Usage of Virtual Unlicensed Spectrum.”

[12] Danijela Cabric ,Shridhar Mubaraq Mishra ,Robert W. Brodersen, “Implementation issues in spectrum sensing for cognitive radios”(2004)

[13] Joseph Mitola III, Cognitive Radio an Integrated Agent Architecture for Software Defined Radio

[14] Advanced Television Systems Committee, *ATSC Standard*:“Digital Television Standard, Revision B with Amendments 1 and 2”(2001)

[15] PETROS IOSIFIDIS, *DIGITAL TV*, “DIGITAL SWITCHOVER AND PUBLIC SERVICE BROADCASTING IN EUROPE”, Vol.14 (2007), No. 1, pp. 5 – 20.

[16] ELZA IBROSCHEVA,MARIA RAICHEVA-STOVER, “Development of Digital TV in Bulgaria:Opportunities and Problems”, *International Journal of Communication* 3 (2009), 87-107.

[17] Ian F. Akyildiz, Won-Yeol Lee, Mehmet C. Vuran and Shantidev Mohanty, “NeXt generation/dynamic spectrum access/cognitive radio wireless networks: A survey”, *Volume 50, Issue 13, 15 September 2006*

[18]Ofcom:“Digital-Dividend-Review”,Available
<http://www.ofcom.org.uk/consult/condocs/ddr/ddrmain.pdf>

[19] Neeraj Srivastava, Director of Technology Policy, Office of the CTO Sharon Hanson, Communications, Office of the CTO, “EXPANDING WIRELESS COMMUNICATIONS WITH “WHITE SPACES””(2008)

[20] Maziar Nekovee and Centre for Computational Science, University College London, “A Survey of Cognitive Radio Access to TV White Spaces”.

[21] Jianfeng Wang, Myung Sun Song , Soma Santhiveeran , Kyutae Lim , Gwangzeen Ko2, Kihong Kim, Sung Hyun Hwang, Monisha Ghosh, Vasanth Gaddam, Kiran Challapali, “First Cognitive Radio Networking Standard for Personal/Portable Devices in TV White Spaces”(2009)

[22] ANDREW STIRLING, “ White Spaces – the NewWi-Fi?”, *International Journal of Digital Television Volume 1 Number 1*

[23] Maziar Nekovee and Centre for Computational Science, University College London, “Impact of Cognitive Radio on Future Management of Spectrum” (Invited Paper)

- [24] Brito J., “The Spectrum Commons in Theory and Practice”, *Stanford Technology Law Review*, 2006b.
- [25] Buck S., “Replacing Spectrum Auctions with a Spectrum Commons”, *Stanford Technology Law Review*, 2(2) 2002.
- [26] Haykin S., “Cognitive Radio: Brain-empowered Wireless Communications”, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 23, no. 2, pp. 201–20, 2005.
- [27] Australian Communication and Media Authority (ACMA), “The Economics Of Spectrum management: A Review”, (2007)
- [28] Cognitive radio systems for efficient sharing of TV white spaces in European context D2.1 European TV White Spaces Analysis and COGEU use-cases.
- [29] Johannes M. Bauer, “Spectrum Management: Private Property Rights or Commons”.
- [30] Evan Kwerel ,John Williams, “A Proposal for a Rapid Transition to Market Allocation of Spectrum”.
- [31] RSPG: Available <http://rspg.groups.eu.int/>
- [32] RSPG Secretariat, Radio Spectrum Policy Group Report on Cognitive Technologies. Radio Spectrum Policy Group, Electronic Communications Policy. Brussels : European Commission - Information Society and Media Directorate-General, Oct. 2009. pp. 1 -28. RSPG09-299.
- [33] Wikipedia: “European Conference of Postal and Telecommunications Administrations” Available:http://en.wikipedia.org/wiki/European_Conference_of_Postal_and_Telecommunications_Administrations
- [34] CEPT REPORT 25, Technical Roadmap proposing relevant technical options and scenarios to optimise the Digital Dividend, including steps required during the transition period before analogue switch-off. 1 July 2008. CEPT Report 25.
- [35] Wikipedia: *ITU-R*, Available <http://en.wikipedia.org/wiki/ITU-R>
- [36] Lizdabel Morales-Tirado, Dr. Jeffrey H. Reed, advisor, “COGNITIVELY INSPIRED RADIO ENGINE FOR IEEE 802.22 WRAN”.
- [37] Lorrie Faith Cranor and Steven S. Wildman, “Rethinking rights and regulations” .
- [38] “Spectrum Analysis for Future LTE Deployments”, www.motorola.com.

[39] OFCOM, "Digital dividend: cognitive access ",Statement on licence-exempting cognitive devices using interleaved spectrum, July 2009, Available: <http://www.ofcom.org.uk/consult/condocs/cognitive/statement/statement.pdf>

[40] OFCOM, Digital Dividend Review, December 2007, Available: <http://www.ofcom.org.uk/consult/condocs/ddr/statement/statement.pdf>

[41] OFCOM, "Digital Dividend: Geolocation for Cognitive Access ", November 2009, Available : <http://www.ofcom.org.uk/consult/condocs/cogaccess/cogaccess.pdf>

[42] ANACOM, "Consultation Report on the Digital Dividend",

Available

http://www.anacom.pt/streaming/relatorio_consulta_dividendo_digital.pdf?contentId=968530&field=ATTACHED_FILE

[43] Commission for Communications Regulations, Consultation 09/81, "Digital Dividend in Ireland / A new approach to spectrum use in the UHF Band", March 2009.

[44] Commission for Communications Regulations, EC Submission 09/08, "Transforming the digital dividend opportunity into social benefits and economic growth for Europe ", August 2009.

[45] "Future use of frequencies released as a result of switch from analogue to digital broadcasting in terrestrial television (digital dividend)", SP IV.3 Report prepared within the governmental long term plan "Development of telecommunications and postal service in the era of information society", Institute of Telecommunications, Wrocław, October 2008 (in Polish).

[46] 3GPP "Requirements for Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved UTRAN (E-UTRAN)", Tech.rep. 25.913