



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ

TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTE OF EPIRUS

*ADSL και “Αποδεσμοποίητη Πρόσβαση στον  
Τοπικό Βρόχο, κίνδυνοι και προοπτικές στην  
Κυπριακή Τηλεπικοινωνιακή αγορά”*

*Πτυχιακή Εργασία*

**Κουνναπή Στέλλα**

*Άρτα 2006*

## Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή .....	- 4 -
Κεφάλαιο 2 ADSL.....	- 7 -
2.1 Πως δουλεύει το ADSL.....	- 9 -
2.2 Στο φυσικό επίπεδο .....	- 9 -
2.3 Το σχέδιο συχνότητων του ADSL.....	- 10 -
2.4 Μέθοδοι διαμόρφωσης ADSL.....	- 11 -
2.5 Πρότυπα ADSL .....	- 15 -
2.6 Λειτουργία .....	- 16 -
2.7 Πρωτόκολλα και Διαμορφώσεις.....	- 18 -
2.8 Τεχνολογίες DSL.....	- 18 -
2.9 Αρχιτεκτονική Εφαρμογής .....	- 23 -
2.10 Αρχιτεκτονική.....	-23-
2.11 Δυνατότητες μεταφοράς ADSL.....	- 25 -
2.12 Το μέλλον του ADSL .....	- 26 -
Κεφάλαιο 3 Αδεσμοποίητη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο.....	- 29 -
3.1 Ελευθεροποίηση υπηρεσιών τηλεπικοινωνιών .....	- 33 -
3.2 Αδεσμοποίητη πρόσβαση Διεθνώς.....	- 36 -
3.3 Αδεσμοποίητη πρόσβαση στην Κύπρο .....	- 38 -
3.4 Προϊόντα αδεσμοποίητης πρόσβασης στην Κύπρο.....	- 41 -
3.5 Ανταγωνισμός στη Κύπρο .....	- 44 -
Κεφάλαιο 4 Κύκλωμα ADSL .....	56
4.1 Bernoulli Binary Generator .....	60

4.2 General CRC Generator.....	62
4.3 Convolutional Interleaver.....	64
4.4 Scrambler.....	65
4.5 Convolutional Deinterleaver.....	67
4.6 Descrambler.....	67
4.7 General CRC Syndrome Detector .....	68
4.8 Πείραμα .....	70
Κεφάλαιο 5 Συμπέρασμα .....	76
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	77

## Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1. Αρχιτεκτονική ADSL.....	- 24 -
Σχήμα 2 Ταχύτητες downstream .....	- 25 -
Σχήμα 3 Ταχύτητες upstream .....	- 26 -
Σχήμα 4 Εγκαταστημένες ευρυζωνικές γραμμές.....	- 27 -
Σχήμα 5. Σχεδιάγραμμα πλήρης αδεσμοποίησης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο .....	- 42 -
Σχήμα 6. Σχεδιάγραμμα μεριζόμενης αδεσμοποίησης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο.....	- 43 -
Σχήμα 7. Ποσοστό οικιακών ευρυζωνικών συνδέσεων .....	3-47
Σχήμα 8. Ποσοστό ατόμων που χρησιμοποιούν το διαδίκτυο .....	3-48
Σχήμα 9. Ποσοστό εταιριών που έχουν ευρυζωνικές συνδέσεις.....	3-49
Σχήμα 10. Ρυθμός χρήσης ευρυζωνικών συνδέσεων .....	3-50
Σχήμα 11. Το κύκλωμα ADSL .....	58

## Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Η αρχή της τεχνολογίας του DSL χρονολογείται πίσω στο 1988, όταν ο Joseph Lechleider της Bellcore (τόρα Telcordia Technologies) μέσα από μαθηματική ανάλυση απέδειξε ότι είναι εφικτή η αποστολή των broadband signals και έτσι θεωρείται από πολλούς ότι είναι ο δημιουργός της τεχνολογίας αυτής. Επίσης πρότεινε την ασυμμετρία (το A στο ADSL) αναγνωρίζοντας ότι πολλοί χρήστες θα ωφελούνταν από πιο ψηλές ταχύτητες προς την μια κατεύθυνση. Επίσης εφεύρε ένα τρόπο για μεταφορά ενός ψηφιακού σήματος διαμέσου των αχρησιμοποίητων συχνοτήτων που είναι διαθέσιμες στα καλώδια twisted pair μέσα από τα κεντρικά γραφεία της εταιρείας τηλεπικοινωνιών και τις εγκαταστάσεις του πελάτη. Η υλοποίηση του DSL θα έδινε τη δυνατότητα στην κοινή γραμμή τηλεφώνου για ψηφιακή επικοινωνία χωρίς παρεμβάσεις στις φωνητικές υπηρεσίες.

Οι πρώτες προσπάθειες δημιούργησαν το ISDN και μετά τη γραμμή T-1 το οποίο τώρα ονομάζεται HDSL. Το ISDN ποτέ δεν προωθήθηκε αποτελεσματικά στις ΗΠΑ αλλά παραμένει δημοφιλές στην Ευρώπη. Σε αντίθεση το HDSL ήταν πολύ επιτυχημένο και χρησιμοποιείται στα περισσότερα κυκλώματα T-1 που εγκαθίστανται μέχρι σήμερα. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 πολλοί αναζήτησαν ένα τρόπο για τη διάθεση ευρυζωνικών συνδέσεων σε περισσότερους χρήστες, όταν ο John Cioffi, τώρα καθηγητής στο Stanford δημιούργησε το DMT το στανταρντ για τα

περισσότερα κυκλώματα DSL. Με το διαχωρισμό του σήματος σε 256 υποκανάλια πολλά προβλήματα που είχαν σχέση με θόρυβο στη γραμμή μπορούσαν να ελαχιστοποιηθούν. Τότε ίδρυσε την Amati όπου σχεδίασαν εξοπλισμό που το 1993 έδινε δραματικά καλύτερα αποτελέσματα από τους ανταγωνιστές στην Bellcore και έγινε το πιο κοινό στάνταρντ.

Όμως οι τότε local exchange carriers δεν ήταν ενθουσιασμένες με το DSL επειδή δεν ήταν τόσο επικερδές όσο η εγκατάσταση δεύτερης τηλεφωνικής γραμμής για καταναλωτές που προτιμούσαν ταυτόχρονα dial-up internet και τηλεφωνικές συνδέσεις. Αυτό άλλαξε στο τέλος της δεκαετίας του 1990 όταν οι εταιρείες καλωδιακής τηλεόρασης άρχιζαν να προωθούν ευρυζωνική σύνδεση στο internet. Συνειδητοποιώντας ότι οι περισσότεροι καταναλωτές θα προτιμούσαν ευρυζωνικό internet από το dial-up internet, οι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί έσπευσαν προς την τεχνολογία του DSL, την οποία καθυστέρησαν να υλοποιήσουν, σαν μια απόπειρα να κερδίσουν μερίδιο αγοράς από τους ευρυζωνικότητα που προσφερόταν από τις εταιρείες καλωδιακής τηλεόρασης. Το όνειρο των τηλεπικοινωνιακών οργανισμών ήταν η διανομή βίντεο κατά ζήτηση, τη στιγμή που οι καλωδιακές εταιρείες υπόσχονταν 500 κανάλια. Ο Kim Maxwell, της Amati, ήταν ο στρατηγικός ιδρυτής του ADSL Forum, που έφερε τη βιομηχανία πιο κοντά. Αλλά ενόσω οι επιστήμονες πίστευαν ότι κάτι τέτοιο ήταν δυνατό, πολύ λίγα έγιναν στο πεδίο αυτό και έτσι δημιουργήθηκε μια συμμαχία μεταξύ των τηλεπικοινωνιακών εταιρειών και εταιρειών H/Y (Intel και Compaq) που δημιούργησε το στάνταρντ G.Lite. Το G.Lite έγινε το 1999 και είχε στόχο να μειώσει διάφορα κόστη του DSL όπως το κόστος εγκατάστασης. Σήμερα το DSL είναι ο κύριος ανταγωνιστής των

καλωδιακών modems για ιντερνετ υψηλής ταχύτητας σε οικιακούς καταναλωτές στην Ευρώπη και Βόρειο Αμερική.

Σε αυτή την εργασία γίνεται μια ανασκόπηση και αναλυτική επεξήγηση της τεχνολογίας ADSL και του ανταγωνισμού που αναπτύσσεται μεταξύ κρατικών και ιδιωτικών εταιριών τηλεπικοινωνιών. Ο ανταγωνισμός έγινε δυνατός μετά τις πρωτοβουλίες κρατών που προώθησαν την αδεσμοποίηση πρόσβαση στον τοπικό βρόχο. Ανασκοπούμε την ανάπτυξη της ευρυζωνικότητας παγκόσμια και ειδικότερα στην Κύπρο και λιγότερο στην Ελλάδα.

Επίσης παρουσιάζουμε και επεξηγούμε αναλυτικά το κύκλωμα ADSL και δίνουμε τα αποτελέσματα ενός πειράματος για να δούμε τη δυνατότητα διόρθωσης λαθών.

## Κεφάλαιο 2 ADSL

Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) είναι μια μορφή DSL, μια τεχνολογία αποστολής δεδομένων που επιτρέπει πιο γρήγορη αποστολής δεδομένων μέσα από τις χάλκινες τηλεφωνικές γραμμές παρά τις ταχύτητες που δίνουν τα συμβατικά μόντεμς.

Το ξεχωριστό χαρακτηριστικό του ADSL από τα xDSL είναι ότι ο όγκος μεταφορά δεδομένων είναι πιο μεγάλος στην μια κατεύθυνση από την άλλη, υπάρχει ασυμμετρία. Οι παροχείς συνήθως διαφημίζουν το ADSL ως μια υπηρεσία για τον καταναλωτή να συνδεθεί στο ίντερνετ σε σχετικά παθητική μορφή: μπορούν να χρησιμοποιήσουν την πιο γρήγορη κατεύθυνση για να κατεβάσουν από το ίντερνετ αλλά δεν έχουν εξυπηρετητές που χρειάζονται μεταφορά μεγάλου όγκου δεδομένων προς την άλλη κατεύθυνση.

Υπάρχουν και τεχνικοί και διαφημιστικοί λόγοι που εξηγούν γιατί το ADSL είναι σε πολλά μέρη ότι πιο κοινό προσφέρεται στους οικιακούς χρήστες. Από την τεχνική πλευρά είναι πιθανό να υπάρχει αρκετά περισσότερη αντέγκληση (crosstalk) από άλλα κυκλώματα στην άκρη του DSLAM (όπου τα καλώδια από πολλά τοπικούς βρόχους είναι κοντά) παρά στις εγκαταστάσεις του χρήστη. Έτσι το upload signal είναι ασθενέστερο στον τοπικό βρόχο ενώ το download signal είναι πιο δυνατό (noisiest part) στον τοπικό βρόχο. Κάνει νόημα τεχνικά να βάζουμε το DSLAM να στέλνει δεδομένα σε μεγαλύτερες ταχύτητες από ότι το μόντεμ στην μεριά του πελάτη. Επειδή ο τυπικός οικιακός χρήστης στην πραγματικότητα προτιμά



μεγαλύτερη ταχύτητα download, οι τηλεφωνικές εταιρείες διάλεξαν το ADSL. Για το συμβατικό ADSL, οι ταχύτητες download ξεκινούν στα 128Kbit/s μέχρι 8Mbit/s με 1.5km απόσταση του κεντρικού γραφείου εξοπλισμένου με DSLAM από το χρήστη. Οι ταχύτητες upstream ξεκινούν στα 64 kbit/s και συνήθως φτάνουν μέχρι 128 kbit/s ή 256 kbit/s αλλά μπορούν να πάνε μέχρι και 1024 kbit/s. Το όνομα ADSL Lite χρησιμοποιείται μερικές φορές για τις πιο αργές εκδόσεις.

Να σημειώσουμε ότι οι αποστάσεις είναι μόνο προσεγγίσεις στοχευμένες στους καταναλωτές των υπηρεσιών ADSL. Η εξασθένιση του σήματος και η αναλογία σήματος προς θόρυβο είναι σημαντικά χαρακτηριστικά που μπορούν να διαφοροποιηθούν σημαντικά ανεξαρτήτως της απόστασης. Επίσης η πραγματική απόδοση εξαρτάται από την αντίσταση της γραμμής που μπορεί να αλλάξει δυναμικά σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες ή τον αριθμό και ποιότητα των συνδέσεων ή διασταυρώσεων σε συγκεκριμένο καλώδιο.

Μια νεότερη παραλλαγή ονομάζεται ADSL2 και δίνει μεγαλύτερες ταχύτητες downstream μέχρι 12 Mbit/s για αποστάσεις μικρότερες των 2.5 km.

ADSL2+, ονομάζεται και ITU G.992.5, έχει ταχύτητες μέχρι 24 Mbit/s για αποστάσεις μικρότερες του 1.5 km. Το ADSL2+ προσφέρει θεωρητικά ταχύτητες μέχρι 50Mbit/s για δύο γραμμές, αφού δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιούνται δύο γραμμές ταυτόχρονα σε μια σύνδεση.

Λόγω της σχετικά χαμηλής ταχύτητας δεδομένων (σε σύγκριση με οπτικά σπονδυλικά δίκτυα), η ATM είναι η κατάλληλη τεχνολογία για σύνθεση

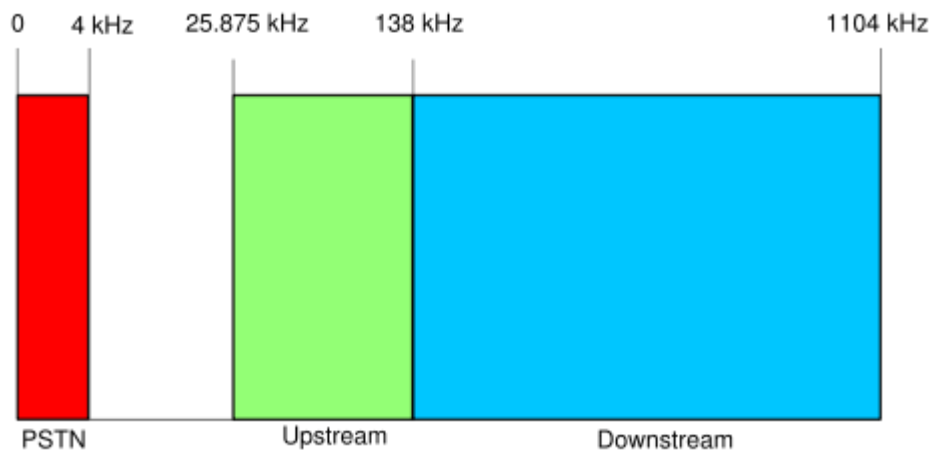
(multiplexing) δεδομένων time-critical όπως η ψηφιακή φωνή και λιγότερο time-critical δεδομένα όπως η κίνηση στο διαδίκτυο. Το ADSL μεταφέρεται συνήθως με το ATM. Σε σενάριο τριπλού παιχνιδιού (triple-play) τα διαφορετικά κυκλώματα ATM μπορούν να χρησιμοποιούνται για διαφορετικές υπηρεσίες.

Πιο πρόσφατα, οι χειριστές δικτύων εγκαταλείπουν το ATM προς λύσεις βασισμένες σε Ethernet όπου 802.1Q and/or VPLS δίνουν λύσεις σύνθεσης (multiplexing). Ο κύριος λόγος για την αλλαγή είναι τα κόστα και η πιθανότητα της αφαίρεσης των πιο παλιών και ακριβότερων δικτύων ATM. Η παροχές ADSL μπορεί να προσφέρουν public or static IP addressing. Το public addressing είναι προτιμητέο από άτομα που επιθυμούν να συνδεθούν στο γραφείο τους μέσω ενός ιδεατού ιδιωτικού δικτύου, για παιχνίδια στο διαδίκτυο και για αυτούς που χρησιμοποιούν το ADSL για να εγκαταστήσουν ένα εξυπηρετητή διαδικτύου.

## **2.1 Πως δουλεύει το ADSL**

### **2.2 Στο φυσικό επίπεδο**

Το ADSL χρησιμοποιεί δύο διαφορετικές ομάδες συχνοτήτων. Με το συνήθες ADSL οι συχνότητες από 25.875 [kHz](#) μέχρι 138 kHz χρησιμοποιούνται για upstream, ενώ οι συχνότητες από 138 kHz – 1104 kHz χρησιμοποιούνται για downstream communication.



### 2.3 Το σχέδιο συχνοτήτων του ADSL

Κάθε μια από αυτές χωρίζεται περαιτέρω σε μικρότερα κομμάτια των 4.3125 kHz. Στην αρχική training, το μοντεμ ADSL ελέγχει πιο από τα διαθέσιμα κομμάτια έχει αποδεκτή αναλογία σήματος προς θόρυβο. Η απόσταση από το telephone exchange ή ο θόρυβος του χάλκινου καλωδίου μπορούν να εισάγουν προβλήματα σε κάποιες συχνότητες. Διατηρώντας τα κομμάτια μικρά το λάθος σε μια συχνότητα δεν μπορεί να αφήσει τη γραμμή αχρησιμοποίητη. Απλά το κομμάτι δεν θα χρησιμοποιηθεί με αποτέλεσμα μειωμένο όγκο σε μια εντελώς λειτουργήσιμη σύνδεση ADSL.

Οι κατασκευαστές μπορούν να υποστηρίξουν χρησιμοποίηση των ψηλότερων συχνοτήτων σαν μια αναγκαία προέκταση του κανονικού. Όμως αυτό προυποθέτει συμβατό εξοπλισμό και από τα δύο άκρα της γραμμής και πολύ πιθανό να έχει αποτέλεσμα σε θέματα αντεγκλίσεων που θα επηρεάσουν άλλες γραμμές στην ίδια δέσμη.

Υπάρχει μια άμεση διασύνδεση μεταξύ του αριθμού των διαθέσιμων κομματιών και της απόδοσης της σύνδεσης ADSL. Η ακριβής

χωρητικότητα δεδομένων για κάθε κομμάτι εξαρτάται από την μέθοδο κωδικοποίησης που χρησιμοποιείται.

Ένα κοινό λάθος που γίνεται στο ADSL είναι η λέξη ασύγχρονο αντί ασύμμετρο. Ο λόγος είναι ότι η τεχνολογία ADSL χρησιμοποιεί ένα σύγχρονο πρωτόκολλο για μεταφορά δεδομένων στο καλώδιο.

## **2.4 Μέθοδοι διαμόρφωσης ADSL**

Το ANSI στάνταρντ περιγράφει ένα βασικό σύστημα ADSL που χρησιμοποιεί τη διαμόρφωση DMT (Discrete Multitone). Υπάρχει τουλάχιστον ακόμα ένα σύστημα ADSL. Αυτό χρησιμοποιεί διαμόρφωση Carrierless AM/PM (CAP).

Το ADSL αρχικά υπήρχε σε δύο παραλλαγές, την CAP και την DMT. Το CAP ήταν το ντε φάκτο στάνταρντ για το ADSL όπου μέχρι το 1996, χρησιμοποιόταν στο 90% των εγκαταστάσεων ADSL. Όμως το DMT είχε επιλεγεί για τα πρώτα ITU-T ADSL στάνταρντς, G.992.1 and G.992.2 (καλούνται G.dmt και G.lite αντίστοιχα). Έτσι όλες οι σύγχρονες εγκαταστάσεις του ADSL στηρίζονται στο DMT.

Το Frequency Division Multiplexing (FDM) χρησιμοποιείται στο ADSL στις συχνότητες πάνω από 1 MHz. Η ταχύτητα δεδομένων προς το χρήστη εξαρτάται κυρίως από το μήκος της συνδρομητικής γραμμής από το telephone exchange και από το gauge του καλωδίου twisted pair. Ο Richard Karpinski δίνει ανάγκες σε μήκος και gauge requirements στον πίνακα 1.

Loop Class	Description	Expected Rate
Class I	6,000 ft, 26 gauge	6.176 Mb/s
Class II	8,000 ft, 26 gauge	4.632 Mb/s
Class III	12,000 ft, 24 gauge or 9,000 ft, 26 gauge	3.088 Mb/s
Class IV	18,000 ft, 26 gauge	1.544 Mb/s

**Πίνακας 1. Τα χαρακτηριστικά του ADSL**

Υπάρχουν δύο κύριοι μέθοδοι διαχείρισης της σύνδεσης FDM, το CAP και DMT.

### **CAP και DMT**

Υπήρχε μια μεγάλη συζήτηση για την υλοποίηση του ADSL γύρω από δύο μεθόδους κωδικοποίησης. Αυτές είναι η Carrierless Phase/Amplitude Modulation (CAP) και η Discrete Multitone Technology (DMT). Το DMT έχει επιλεγεί ως το στάνταρντ του ADSL στο ANSI T1.413-1995.

### **Carrierless Phase/Amplitude Modulation (CAP)**

CAP είναι ένας κοντινός συγγενής στη τεχνική κωδικοποίησης γνωστή ως Quadrature Amplitude Modulation (QAM). Οι δύο τεχνικές είναι σχεδόν μαθηματικά οι ίδιες εκτός από το ότι το CAP δεν μεταδίδει τον carrier αλλά τον ανακατασκευάζει ηλεκτρονικά στον προορισμό. Για αυτό το λόγο το είναι επίσης γνωστό ως carrier-suppressed QAM. Για καλύτερη κατανόηση του CAP είναι πιο σωστό να κατανοήσουμε το QAM.

### **Quadrature Amplitude Modulation (QAM)**

Το QAM είναι ένας τρόπος να χωρέσει η πληροφορία σε μια γραμμή περιορισμένων συχνοτήτων, που στην περίπτωση του ADSL είναι το

χάλκινο καλώδιο. Το QAM χωρίζει ένα σήμα σε 16 χρησιμοποιώντας phase and amplitude modulation. Το QAM χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό κυμάτων ημιτόνων και συνημιτόνων σε διαφορετικές φάσεις από το καθένα για να δημιουργήσει αυτά τα σήματα. Χρησιμοποιεί τέσσερα διαφορετικά amplitudes για κάθε ένα από τα κύματα. Με αυτό τον τρόπο 16 διαφορετικά είδη σημάτων δημιουργούνται χρησιμοποιώντας όλα τα δυνατά ζεύγη των amplitudes, π.χ.

$A_1 \sin(Ft) + A_1 \cos(Ft), A_1 \sin(Ft) + A_2 \cos(Ft), A_1 \sin(Ft) + A_3 \cos(Ft), \dots$  Αυτό δημιουργεί αυτό που είναι γνωστό ως QAM «αστερισμός» μια συλλογή από 16 σήματα το καθένα να αντιπροσωπεύει 4-bits. Αυτός ο αστερισμός είναι διαφορετικός. Αυτό σημαίνει ότι είναι 15 μοίρες εκτός φάσης με τα προηγούμενα 4 bits, δηλ. δεν παραπέμπεται σε ένα αμετάβλητο σήμα. Το CAP/QAM είναι τεχνική ενός μεταφορέα.

### **Discrete Multitone Technology (DMT)**

Το DMT όπως και το QAM προσπαθεί να βάλει πληροφορία πάνω στη γραμμή. Το DMT χωρίζει το εύρος συχνοτήτων σε ένα μεγάλο αριθμό υποκαναλιών που ισαπέχουν και ονομάζονται υπομεταφορείς. Το εύρος είναι συνήθως 1.1MHz και χωρίζεται σε 256 υπομεταφορείς, ξεκινώντας από τα 0Hz. Κάθε υπομεταφορέας είναι 4.13125 kHz, που δίνει ολική χωρητικότητα 1.104 MHz στο βρόχο. Τα περισσότερα συστήματα DMT χρησιμοποιούν μόνο 249 ή 250 από τους υπομεταφορείς για πληροφορία. Γενικά οι υπομεταφορείς #1 μέχρι #6 είναι κρατημένοι για το 4 kHz passband για αναλογική φωνή, δίνοντας στο ADSL τη δυνατότητα να μεταφέρει δεδομένα και τηλεφωνική συνομιλία παράλληλα στην ίδια

γραμμή. Έξι φορές 4.3125 kHz είναι 25.875 kHz έτσι είναι γνωστό ότι οι υπηρεσίες ADSL ξεκινούν στα 25 kHz. Συνήθως οι πάνω υπομεταφορείς χάνουν πληροφορία έτσι αυτοί πάνω από #250 δεν χρησιμοποιούνται.

Υπάρχουν 32 μεταφορείς upstream, ξεκινώντας από τον #7 και 250 downstream κανάλια, δίνοντας το "Ασύμμετρο" στο ADSL. Αν τα κανάλια upstream και downstream επικαλυφθούν χρησιμοποιούνται τεχνικές echo cancellation techniques για να εμποδίσουν λάθη όπου τα υποστελλόμενα σήματα θεωρούνται λανθασμένα για εισερχόμενα. Μερικά κανάλια είναι κρατημένα για ειδικό σκοπό όπως πιλοτικά σήματα. Κατά την ενεργοποίηση τα μηχανήματα ADSL μετρούν κάθε ένα από αυτά τα κανάλια για εξασθένηση σήματος και θόρυβο, σε μια πολύπλοκη διαδικασία «handshake». Το DMT μπορεί να παρακολουθεί τα κανάλια για αλλαγή ποιότητας επιτρέποντας DMT granularity (possible speed drop) of only 32 kbps against CAP's granularity of 340 kbps.

Κάθε υπομεταφορέας λειτουργεί μια τεχνική κωδικοποίησης βασισμένη στο QAM. Ο συνολικός όγκος είναι το άθροισμα όλων των bits QAM που στέλνονται από όλα τα ενεργά κανάλια σε μια δεδομένη στιγμή. Ο όγκος διατηρείται σε μια σύνδεση DMT με την απενεργοποίηση όλων των υπομεταφορέων που έχουν εξωτερικές παρεμβολές αντί να ξαναστέλνουν ολόκληρο το σήμα. Οι συσκευές DMT είναι Rate Adaptive DSL (RADSL) αφού ο κάθε υπομεταφορέας μπορεί να στείλει σε διαφορετικό ρυθμό από τους άλλους ανάλογα με την ποιότητα του σήματος στον καθένα.

## 2.5 Πρότυπα ADSL

Όνομα πρότυπου	Τύπος πρότυπου	Downstream rate	Upstream rate
ANSI T1.413-1998 Issue 2	ADSL	8 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.1	ADSL (G.DMT)	8 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.2	ADSL Lite (G.Lite)	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s
ITU G.992.3/4	ADSL2	12 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.3/4 Annex J	ADSL2	12 Mbit/s	3.5 Mbit/s
ITU G.992.3/4 Annex L <sup>[1]</sup>	RE-ADSL2	5 Mbit/s	0.8 Mbit/s
ITU G.992.5	ADSL2+	24 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.5 Annex L <sup>[1]</sup>	RE-ADSL2+	24 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.5 Annex M	ADSL2+	24 Mbit/s	3.5 Mbit/s



## 2.6 Λειτουργία

Ο τοπικός βρόχος του Public Switched Telephone Network (POTS) είχε αρχικά σχεδιαστεί για να μεταφέρει υπηρεσίες φωνής (τηλεφωνικές συνομιλίες) λόγω του ότι η έννοια της μεταφοράς δεδομένων όπως τη ξέρουμε σήμερα δεν υπήρχε. Για λόγους οικονομίας, ένα τηλεφωνικό σύστημα στέλλει ήχο μεταξύ των 300 και 3400Hz που είναι το απαραίτητο εύρος ούτως ώστε η ανθρώπινη ομιλία να είναι κατανοητή. Αυτό είναι γνωστό και ως εμπορικό εύρος. Οι υπηρεσίες dial-up περιορίζονται από την χωρητικότητα του καναλιού των POTS. Στο local telephone exchange η ομιλία ψηφιοποιείται σε 64Kbit/s σε σήμα 8bits χρησιμοποιώντας ρυθμό δειγματοληψίας 8000Hz. Έτσι σύμφωνα με το θεώρημα Nyquist κάθε σήμα πάνω από 4000Hz δεν περνά από το τηλεφωνικό δίκτυο.

Ο τοπικός βρόχος που συνδέει το telephone exchange με τους περισσότερους συνδρομητές, είναι ικανός να μεταφέρει συχνότητες αρκετά πιο πάνω από το όριο των 3.4KHz που είναι το άνω φράγμα του POTS. Ανάλογα με το μήκος και τη ποιότητα του βρόχου, το άνω φράγμα μπορεί να είναι δεκάδες MegaHertz. Το DSL χρησιμοποιεί τις αχρησιμοποίητες συχνότητες του τοπικού βρόχου και δημιουργεί κανάλια πλάτους 4312.5 Hz ξεκινώντας από τα 10 και 100KHz, ανάλογα με το σύστημα. Η χρησιμοποίηση των καναλιών συνεχίζεται σε πιο μεγάλες συχνότητες (μέχρι 1.1MHz για το ADSL) μέχρι τα νέα κανάλια να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Κάθε κανάλι ελέγχεται για τη δυνατότητα χρήσης με τον ίδιο τρόπο ένα αναλογικό μόντεμ σε μια σύνδεση POTS. Περισσότερα διαθέσιμα κανάλια σημαίνει μεγαλύτερο εύρος. Για αυτό το λόγο η απόσταση και η ποιότητα γραμμής είναι σημαντικοί παράγοντες. Τα καλά

κανάλια τότε χωρίζονται σε δύο ομάδες για upstream και downstream traffic βάση μια προαποφασισμένης αναλογίας. Όταν οι δύο ομάδες έχουν δημιουργηθεί τα ατομικά κανάλια τοποθετούνται σε ένα ζεύγος ιδεατών κυκλωμάτων ένα για κάθε κατεύθυνση. Όπως τα αναλογικά μόντεμς, η ποιότητα κάθε καναλιού παρακολουθείται συνεχώς και θα προστεθούν ή θα αφαιρεθούν κανάλια από την υπηρεσία αν είναι χρησιμοποιήσιμα ή όχι.

Η εμπορική επιτυχία του DSL και παρόμοιων τεχνολογιών αντανακλάει στο γεγονός ότι τις τελευταίες δεκαετίες ενώ τα ηλεκτρονικά γίνονται πιο γρήγορα και πιο φθηνά, το κόστος της εγκατάστασης νέων καλωδίων (χάλκινων ή οπτικών) παραμένει μεγάλο. Όλα τα είδη του DSL χρησιμοποιούν αρκετά πολύπλοκους αλγορίθμους επεξεργασίας ψηφιακού σήματος για να ξεπεράσουν τους περιορισμούς των υπάρχοντων καλωδίων twisted pair. Πριν μερικά χρόνια το κόστος επεξεργασίας σήματος θα ήταν απαγορευτικό αλλά λόγω της τεχνολογίας VLSI, το κόστος της εγκατάστασης του DSL στον υπάρχον τοπικό βρόχο, με DSLAM στο ένα άκρο και DSL μόντεμ στο άλλο άκρο είναι πάρα πολύ λιγότερο από το κόστος της εγκατάστασης νέων, μεγάλου εύρους οπτικών καλωδίων στις ίδιες διαδρομές και αποστάσεις.

Οι περισσότερες υλοποιήσεις DSL οικιακού και μικρών γραφείων κρατούν τις χαμηλές συχνότητες για τηλεφωνικές υπηρεσίες, ούτως ώστε οι υπάρχουσες υπηρεσίες φωνής να εξακολουθήσουν να λειτουργούν ανεξάρτητα από την υπηρεσία DSL. Έτσι οι επικοινωνίες POTS που συμπεριλαμβάνουν τηλεομοιότυπα και αναλογικά μόντεμς μπορούν να μοιραστούν τα καλώδια με το DSL. Μόνο ένα DSL μόντεμ μπορεί να χρησιμοποιήσει μια συνδρομητική γραμμή κάθε φορά. Ο συνηθισμένος

τρόπος είναι να αφήσουμε αρκετούς H/Y να μοιραστούν μια σύνδεση DSL με τη χρήση ενός δρομολογητή, ο οποίος θα δημιουργήσει σύνδεση μεταξύ του DSL μόντεμ και ένα τοπικό Ethernet ή Wi-Fi δίκτυο στις εγκαταστάσεις του πελάτη.

Εφόσον τα upstream και downstream κανάλια έχουν δημιουργηθεί, χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τον πελάτη με μια υπηρεσία παροχής υπηρεσιών διαδικτύου.

## **2.7 Πρωτόκολλα και Διαμορφώσεις**

Πολλές υπηρεσίες DSL υλοποιούν ένα ATM layer πάνω στο low-level bitstream layer για να δώσουν τη δυνατότητα της προσαρμογής διάφορων τεχνολογιών πάνω στην ίδια γραμμή.

Οι υλοποιήσεις DSL μπορούν να δημιουργήσουν δίκτυα bridged ή routed. Σε διαμόρφωση bridged, η ομάδα των υπολογιστών του συνδρομητή συνδέονται σε ένα μοναδικό subnet. Οι πρώτες υλοποιήσεις χρησιμοποιούσαν DHCP για να δώσουν τις πληροφορίες δικτύου όπως IP address στον εξοπλισμό του συνδρομητή, με αναγνώριση μέσω της MAC address ή την ανάθεση ονόματος host. Επόμενες υλοποιήσεις χρησιμοποιούν PPP μέσω Ethernet ή ATM (PPPoE ή PPPoA), μέσω αναγνώρισης χρησιμοποιώντας όνομα χρήστη και κωδικό και τη χρήση του μηχανισμού PPP για να δώσει τα στοιχεία δικτύου.

## **2.8 Τεχνολογίες DSL**

Οι περιορισμοί του μήκους γραμμής από το telephone exchange στον συνδρομητή είναι πιο περιοριστικά για μεγαλύτερες ταχύτητες μεταφοράς

δεδομένων. Τεχνολογίες όπως η VDSL δίνουν πάρα πολύ γρήγορες, μικρές συνδέσεις ως μια μέθοδο μεταφοράς υπηρεσιών «triple play». Οι τεχνολογίες DSL συμπεριλαμβάνουν:

1. High Data Rate Digital Subscriber Line (HDSL)
2. Symmetric Digital Subscriber Line (SDSL), άλλη έκδοση του HDSL
3. Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL), έκδοση DSL με χαμηλότερη ταχύτητα upload
4. Rate-Adaptive Digital Subscriber Line (RADSL)
5. Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line (VDSL)
6. Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line 2 (VDSL2), βελτιωμένη έκδοση του VDSL
7. G. Symmetric High-speed Digital Subscriber Line (G.SHDSL), αντικατάσταση του SDSL από τον International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector
8. Powerline Digital Subscriber Line (PDSL), πολύ γρήγορη λύση επικοινωνίας με powerline που μεταφέρει δεδομένα πολύ γρήγορα σε υπάρχουσα υποδομή μεταφοράς ηλεκτρισμού

Παρακάτω περιγράφουμε πιο αναλυτικά τις διάφορες τεχνολογίες DSL.

High Data Rate Digital Subscriber Line (HDSL) ήταν η πρώτη τεχνολογία DSL που χρησιμοποίησε το φάσμα υψηλών συχνοτήτων του χαλκού. Αναπτύχθηκε αρχικά στις ΗΠΑ. Στις ΗΠΑ υπάρχουν κυκλώματα για 1.544 Mbit/s (γραμμές T1), προορισμένες για να χρησιμοποιηθούν με μεγαλύτερα local exchange carrier συστήματα, τις συνδέσεις από δρομολογητές σε

άλλους δρομολογητές και άλλα συστήματα επικοινωνιών. Προηγουμένως το σύστημα διανομής που χρησιμοποιούνταν ως το line code ήταν το AMI-Code (Alternate Mark Inversion). Αυτό δεν είχε ικανοποιητική ακτίνα δράσης και χρειαζόταν τη χρήση repeaters σε μεγάλα κυκλώματα. Επίσης κατανάλωνε πολλή ενέργεια.

Η πρώτη τεχνολογία HDSL ήταν το line code 2B1Q από το οποίο 784Kbits/s του εύρους του καλωδίου twisted pair χρησιμοποιούνταν. Με δύο καλώδια twisted pair, επιτυγχανόταν η ταχύτητα 1.544 Mbit/s. Από τότε, ένα νέο line code υλοποιήθηκε, το λεγόμενο CAP που επιτύχανε τη μέγιστη απόδοση. Τα νέα συστήματα HDSL χρησιμοποιούν αυτό το code.

Η Symmetric Digital Subscriber Line (SDSL) είναι ένα είδος DSL με ταχύτητες (72 to 2320 kbit/s). Υλοποιείται πάνω σε ένα ζεύγος χάλκινων συρμάτων με μέγιστη ακτίνα περίπου 3 χιλιόμετρα. Η κύρια διαφορά του ADSL και SDSL είναι ότι το SDSL έχει την ίδια ταχύτητα μεταφοράς upstream και downstream ενώ το ADSL έχει πάντα μικρότερη ταχύτητα upstream. Το SDSL ποτέ δεν έγινε κανονικά πρότυπο μέχρι που το G.SHDSL έγινε πρότυπο από το ITU. Το SDSL συνήθως συγχέεται με το G.SHDSL. Επίσης στην Ευρώπη το G.SHDSL έγινε πρότυπο από το ETSI με το όνομα 'SDSL'. Ο εξοπλισμός που χρειάζεται για την υποστήριξη του SDSL είναι αποκλειστικός και επικοινωνεί με τον εξοπλισμό SDSL από τον ίδιο κατασκευαστή ή εξοπλισμό από άλλους κατασκευαστές που χρησιμοποιούν το ίδιο DSL chipset. Οι περισσότερες νέες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν εξοπλισμό G.SHDSL αντί SDSL

Το RADSL είναι μια παραλλαγή του ADSL. Στο RADSL το μόντεμ αναπροσαρμόζει την ταχύτητα upstream της σύνδεσης ανάλογα με το μήκος και την ποιότητα της γραμμής από το telephone exchange ως στο μόντεμ σε μια προσπάθεια να διατηρήσει μια συγκεκριμένη ταχύτητα downstream.

Όταν το μόντεμ συνδεθεί με RADSL η ταχύτητα upstream αναπροσαρμόζεται για να δημιουργήσει μεγαλύτερο εύρος συχνοτήτων για την κίνηση downstream. Με αυτή τη τεχνική η γραμμή γίνεται πιο ανεκτική στα λάθη που δημιουργούνται από το θόρυβο και την απώλεια σήματος. Όταν η συχνότητα αναπροσαρμόζεται το εύρος upstream μπορεί να μειωθεί αν υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό θορύβου στη γραμμή ή καταστροφή σήματος, κάτι το οποίο μπορεί να μειώσει το εύρος upstream στα 64Kbit/sec την ίδια ταχύτητα ενός καναλιού ISDN. Στο Ηνωμένο Βασίλειο το RADSL είναι γνωστό ως MaxDSL.

Το VDSL μπορεί να έχει μεταφορά δεδομένων μέχρι το θεωρητικό όριο των 52Mbit/s downstream και 12Mbit/s upstream μέσα από ένα καλώδιο twisted pair. Το συνηθισμένο VDSL χρησιμοποιεί μέχρι 4 διαφορετικές ομάδες συχνοτήτων, 2 για upstream και 2 για downstream. Η συνηθισμένη τεχνική κωδικοποίησης είναι η QAM ή η DMT που δεν είναι συμβατές αλλά έχουν παρόμοιες επιδόσεις. Οι διαθέσιμες ταχύτητες ξεκινούν από τα 26Mbit/s για ένα βρόχο 1500m μέχρι τα 100Mbit/s συμμετρικά για μερικές εκατοντάδες μέτρα. Με αυτές οι ταχύτητες το VDSL έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει εφαρμογές που χρειάζονται μεγάλες ταχύτητες όπως HDTV και υπηρεσίες τηλεφωνίας (Voice over IP) και συνδέσεις στο διαδίκτυο από μια σύνδεση.

Επίσης ένα νέο VDSL πρότυπο υπάρχει τώρα, το VDSL2. Το πρότυπο ITU-T G.993.2 VDSL2 είναι το πιο νέο και προηγμένο πρότυπο της τεχνολογίας DSL. Είναι σχεδιασμένο για υπηρεσίες triple play όπως φωνή, βίντεο, δεδομένα, τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV) και διαδραστικά παιχνίδια. Το VDSL2 επιτρέπει την σταδιακή και φθηνή αναβάθμιση της υπάρχουσας υποδομής xDSL. Επιτρέπει την μεταφορά δεδομένων (συμμετρικά και ασυμμετρικά) με ταχύτητες μέχρι 200Mbit/s σε twisted pairs με εύρος μέχρι 30MHz. Όμως εξασθενεί γρήγορα στο θεωρητικό μέγιστο των 250Mbit/s στην πηγή, 100Mbit/s στο 0.5km και 50Mbit/s στο 1km. Σε μεγαλύτερες αποστάσεις εξασθενεί με πιο αργούς ρυθμούς και είναι ακόμη καλύτερο από το VDSL. Από τα 1.6km η απόδοση του είναι ίση με το ADSL2+.

Η G.SHDSL έχει συμμετρικές ταχύτητες από 192 kbit/s μέχρι 2,304 kbit/s αυξανόμενη κατά 64 kbit/s για ένα ζεύγος και 384 kbit/s μέχρι 4,608 kbit/s αυξανόμενη κατά 128 kbit/s για δύο ζεύγη. Η απόσταση μπορεί να είναι μέχρι 3km. Τα δύο ζεύγη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πιο μεγάλες αποστάσεις κρατώντας τις ταχύτητες χαμηλές.

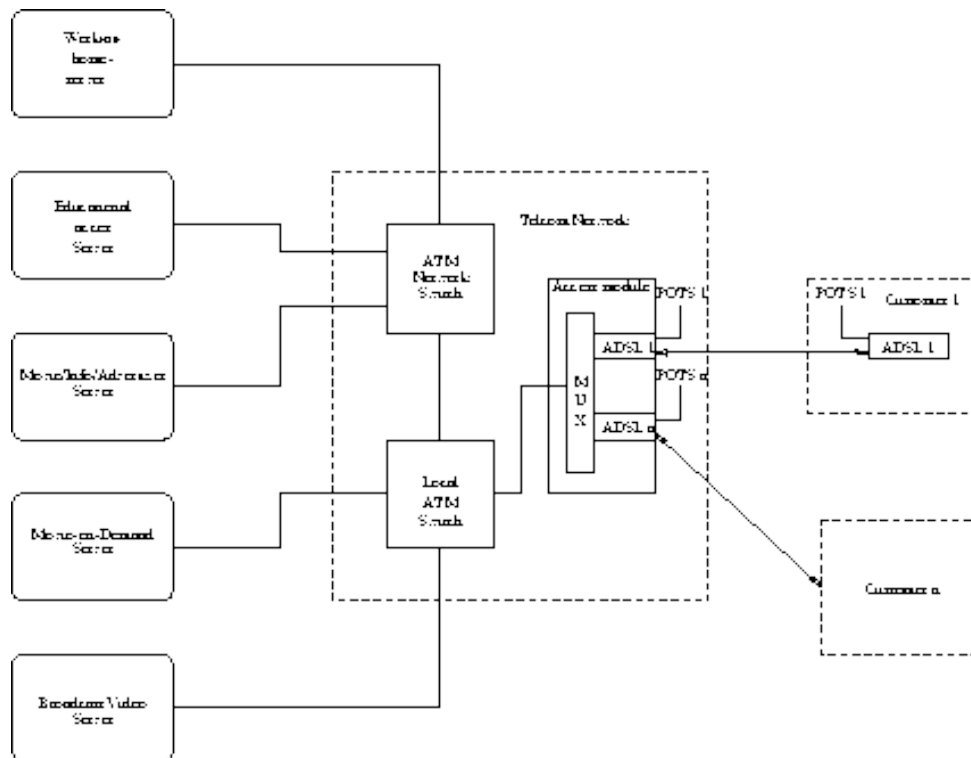
Ο όρος Power line communication (PLC), ή Mains Communication ή Power Line Telecoms (PLT) ή Powerband, περιγράφει αρκετά διαφορετικά συστήματα που χρησιμοποιούν τα καλώδια μεταφοράς ηλεκτρισμού για ταυτόχρονη μετάδοση δεδομένων. Ο μεταφορέας μπορεί να μεταφέρει ήχο και δεδομένα βάζοντας ένα αναλογικό σήμα πάνω στο ρεύμα των 50 ή 60 Hz. Περιλαμβάνει ευριζωνικές συνδέσεις στις γραμμές ηλεκτρισμού με ταχύτητες δεδομένων μερικές φορές πάνω από 1MBit/s και συνδέσεις με

πολύ χαμηλότερες ταχύτητες. Παραδοσιακά χρησιμοποιούσαν κυκλώματα χαμηλών ταχυτήτων για έλεγχο των υποσταθμών, φωνητική επικοινωνία και προστασία των γραμμών μεταφοράς υψηλής τάσης. Η μεταφορά γρήγορων δεδομένων έχει αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας τις γραμμές μεταφοράς χαμηλής τάσης που χρησιμοποιούνται για διανομή ηλεκτρισμού. Παρόμοια τεχνολογία χρησιμοποιείται για αυτοματοποίηση σπιτιού.

## **2.9 Αρχιτεκτονική Εφαρμογής**

Ένα πιθανό σύστημα ADSL φαίνεται στο Σχήμα 1. Ένας ευέλικτος τρόπος να συνδεθούν διάφοροι εξυπηρετητές είναι οι ATM switches. Ένα τοπικό ATM switch συνδέεται με μια μονάδα πρόσβασης στο κεντρικό τηλεφωνικό κέντρο. Η μονάδα πρόσβασης χρησιμοποιείται για να συνδέσει το δίκτυο ATM με τηλεφωνικές γραμμές. Στην μονάδα πρόσβασης ATM η ροή δεδομένων από τον εξυπηρετητή αποσυντήθεται και δρομολογείται στις αντίστοιχες τηλεφωνικές γραμμές.





Σχήμα 1. Αρχιτεκτονική ADSL

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών ειδών εξυπηρετητών που μπορεί να έχει πρόσβαση ένα σύστημα ADSL. Ένας υπάλληλος χρησιμοποιώντας ένα εξυπηρετητή στο σπίτι μπορεί να εκμεταλλευτεί πλήρως τις δυνατότητες υψηλών ταχυτήτων του συστήματος ADSL με πολλούς τρόπους. Επίσης η υπηρεσία βίντεο κατά ζήτηση είναι ένα από τα πιο ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά του ADSL. Χρησιμοποιώντας βίντεο κωδικοποιημένο ως MPEG είναι δυνατόν να διανεμηθούν ταινίες ποιότητας βίντεο στους υπάρχοντες χάλκινους βρόχους στον πελάτη με μόνο 1.5Mbps ταχύτητα. Μαζί με τέτοιες υπηρεσίες μπορούν να συνδυαστούν υπηρεσίες ταινιών/πληροφοριών/διαφήμισης.

## 2.10 Δυνατότητες μεταφοράς ADSL

Υπάρχουν τρεις τάξεις μεταφοράς ADSL. Αυτές είναι οι 2M-1, 2M-2 και 2M-3. Στην 2M-1 αντιστοιχεί η ψηλότερη ταχύτητα και η μικρότερη ακτίνα.

Η χωρητικότητα του ADSL downstream κυμαίνεται από 2.048 Mbps μέχρι 6.144 Mbps

Η ταχύτητα 6.144 Mbps μπορεί να επιτευχθεί σε ακτίνα περίπου 3km. Με μικρότερη ταχύτητα, η ακτίνα είναι πιο μεγάλη. Το άνω όριο σύμφωνα με τα πειράματα είναι στα 9km. Είναι δυνατόν να επιτευχθούν ταχύτητες 52Mbps και 155Mbps σε ακτίνα 2km περίπου αν το καλώδιο μεταφοράς είναι οπτικό. Χρησιμοποιώντας DMT ADSL είναι δυνατές και άλλες ταχύτητες, αλλά η ακριβής ταχύτητα εξαρτάται μόνο από τα κυκλώματα διασύνδεσης. Οι ταχύτητες downstream περιγράφονται στο Σχήμα 2.

Default bearer channels $n \times 2.048$ Mbit/s			
	Transport Class 2M-1	Transport Class 2M-3	Transport Class 2M-3
Total downstream simplex bearer capacity	6.144 Mbit/s	4.096 Mbit/s	2.048 Mbit/s
Duplex C channel	64 kbit/s	64 kbit/s	(see note 1)
Total for optional duplex bearers	0, 160, 384, 544, or 576 kbit/s (see note 2)	0, 160, or 384 kbit/s	0 or 160 kbit/s
Total bearer channel capacity	6.208 - 6.784 Mbit/s	4.160 - 4.544 Mbit/s	2.048 - 2.208 Mbit/s (see note 3)
Overhead range	128 - 192 kbit/s	128 - 192 kbit/s	128 - 160 kbit/s
Aggregate rate range (typical)	6.336 - 6.976 Mbit/s (6.912 Mbit/s)	4.288 - 4.736 Mbit/s (4.704 Mbit/s)	2.176 - 2.368 Mbit/s (2.336 Mbit/s)
NOTES 1. The 16 kbit/s duplex C channel is transported entirely within the overhead dedicated to synchronization capacity. 2. 544 kbit/s is required when a 160 kbit/s and a 384 kbit/s optional duplex bearer are both included. 3. The duplex C channel is not included in total bearer channel rates for transport class 2M-3; it's included in the overhead. 4. The overhead required for FEC is not shown in this table.			

Σχήμα 2 Ταχύτητες downstream

Η ταχύτητα upstream του ADSL είναι 0-640kbps ανάλογα με την τάξη μεταφοράς. Οι ταχύτητες upstream περιγράφονται στο Σχήμα 3.

	Transport Class 2M-1	Transport Class 2M-2 (see note 1)	Transport Class 2M-3
Duplex C channel	64 kbit/s	64 kbit/s	(see note 2)
Total for optional duplex bearers	0, 160, 384, 544, or 576 kbit/s (see note 3)	0, 160, or 384 kbit/s	0 or 160 kbit/s
Total bearer channel capacity	64 - 640 kbit/s	64 - 448 kbit/s	0 - 160 kbit/s
Overhead range	96 - 128 kbit/s	96 - 128 kbit/s	96 - 128 kbit/s
Aggregate rate range (typical)	160 - 768 kbit/s (768 kbit/s)	160 -576 kbit/s (576 kbit/s)	96 - 288 kbit/s (288 kbit/s)
<p>NOTES</p> <p>1. If it is determined that transport class 2M-2 can support the 576 kbit/s optional duplex bearer, then the maximum total bearer channel capacity and maximum aggregate rate will increase by 32 kbit/s.</p> <p>2. For transport class 2M-3, the duplex C channel is 16 kbit/s; this is not included in the total bearer channel rates because it is transported entirely within the overhead dedicated to synchronization capacity.</p> <p>3. 544 kbit/s obtained when both optional duplex bearers are included.</p> <p>4. The overhead required for FEC is not shown in this table.</p>			

Σχήμα 3 Ταχύτητες upstream

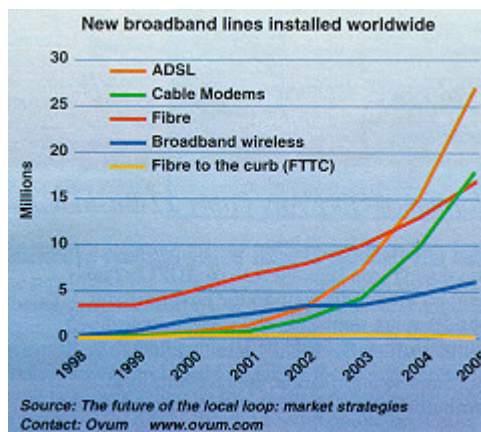
## 2.11 Το μέλλον του ADSL

Αυτή η ευρυζωνική υποδομή μπορεί να μεταφέρει την επόμενη γενεά υπηρεσιών σε οικιακούς και επαγγελματικούς πελάτες. Μια γραμμή ATM προς τον τελικό χρήστη μπορεί αποτελεσματικά να διαχειριστεί πολλαπλές εφαρμογές και να δώσει τη δυνατότητα σε οργανισμούς να διαχειριστούν καλύτερα την μεταφορά των υπηρεσιών τους.

Ένα δίκτυο παροχέα υπηρεσιών μπορεί να καλύψει όλες τις πλευρές μεταφοράς και υποστήριξης νέων υπηρεσιών, με αρκετή προσοχή να

αφιερώνεται στην παροχή διαχείριση υπηρεσιών. Τα πιο επικερδή δίκτυα θα προσφέρουν εξαιρετική προσαρμοστικότητα στη δημιουργία, προσφορά, διαχείριση και λειτουργία νέων υπηρεσιών και δικτύων.

Το Σχήμα 4 δείχνει τον αριθμό των νέων ευρυζωνικών γραμμών που εγκαταστάθηκαν σε 7 χρόνια. Όπως μπορούμε να δούμε από τον γράφο υπάρχει μια ραγδαία αύξηση σε εγκαταστάσεις γραμμών ADSL παγκοσμίως. Περισσότερες από 25 εκατομμύρια γραμμές έχουν εγκατασταθεί μέχρι το 2005.



**Σχήμα 4** Εγκαταστημένες ευρυζωνικές γραμμές

Αυτό που είναι σημαντικό σήμερα δεν είναι πια τεχνολογία είναι η πιο επιτυχημένη αλλά ότι οι καταναλωτές και επιχειρήσεις έχουν ευρυζωνική πρόσβαση. Η ευρυζωνική πρόσβαση προωθεί άλλα πράγματα όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο, νέες επιχειρήσεις στο διαδίκτυο που δεν είχαμε καν σκεφτεί, περισσότερο video conferencing και άλλες.

Η αυξανόμενη αποδοχή του ADSL και η διαθεσιμότητα του στις ΗΠΑ, Ευρώπη και Κύπρο θα αναπτύξει την αγορά ευρυζωνικών συνδέσεων. Ένας σημαντικός λόγος είναι ότι υπάρχει και θα υπάρχει ανάγκη για μεγαλύτερες ταχύτητες.

## **Κεφάλαιο 3 Αδεσμοποίητη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο**

Ένας από τους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) είναι να εξασφαλιστεί ότι οι επιχειρήσεις, τα κράτη και οι πολίτες της Ευρώπης θα εξακολουθήσουν να διαδραματίζουν κινητήριο ρόλο και να συμμετέχουν ενεργά στην παγκόσμια οικονομία της γνώσης και της πληροφορίας.

Για την επίτευξη του στόχου αυτού, χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

- προώθηση των ερευνητικών εργασιών που αφορούν την ανάπτυξη και την εξάπλωση νέων τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών·
- καθιέρωση και διατήρηση ενός ευνοϊκού για τον ανταγωνισμό πλαισίου κανονιστικών ρυθμίσεων και προτύπων·
- προώθηση της ανάπτυξης εφαρμογών και περιεχομένου, με παράλληλη υποστήριξη των πρωτοβουλιών που ενθαρρύνουν όλους τους ευρωπαϊούς πολίτες και τους παρέχουν τη δυνατότητα να αποκομίζουν τους ευεργετικούς καρπούς της κοινωνίας της πληροφορίας συμμετέχοντας σε αυτήν.

Το Διαδίκτυο αποτελεί τον πρωταγωνιστικό παράγοντα της κοινωνίας της πληροφορίας. Για το λόγο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει καταρτίσει μια στρατηγική που θα οδηγήσει στην προώθηση και ανάπτυξη της χρήσης του Διαδικτύου, και η οποία έχει τους εξής τρεις κύριους στόχους:

- να αποκατασταθεί η απευθείας σύνδεση για κάθε πολίτη, οικία, σχολείο, επιχείρηση και διοικητική αρχή, καθιστώντας την πρόσβαση στο Διαδίκτυο ταχύτερη, φθηνότερη και ασφαλέστερη·
- να δημιουργηθεί η ψηφιακά εξοικειωμένη και επιχειρηματικά δραστήρια Ευρώπη μέσω του Διαδικτύου·
- να οικοδομηθεί σε κοινωνικό επίπεδο συνενταξιακή κοινωνία της πληροφορίας για όλους.

Η πολιτική τηλεπικοινωνιών, η οποία εγκαινιάστηκε το 1987 με την έκδοση της Πράσινης Βίβλου για την απελευθέρωση των τηλεπικοινωνιών. Τρεις ήταν οι βασικοί στόχοι που επιδιώκονταν, οι οποίοι εξακολουθούν να διατηρούν όλη τους την εγκυρότητα και σήμερα: απελευθέρωση των τμημάτων της αγοράς στα οποία επικρατούν μονοπωλιακές συνθήκες· εναρμόνιση του κλάδου των ευρωπαϊκών τηλεπικοινωνιών με τη θέσπιση κοινών κανόνων και προτύπων· αυστηρή εφαρμογή των κανόνων του ανταγωνισμού στα απελευθερωμένα τμήματα της αγοράς, για να αποτραπούν τα φαινόμενα σύναψης συμφωνιών εμπαιγμού, καταχρηστικής εκμετάλλευσης αλλά και δημιουργίας δεσποζουσών θέσεων.

Οι νέες τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) επιτρέπουν την ανάπτυξη νέων προϊόντων, υπηρεσιών και εφαρμογών. Η απελευθέρωση της αγοράς των τηλεπικοινωνιών αποτελεί τον κύριο συντελεστή της ευρύτατης διάδοσης και ενσωμάτωσης των νέων αυτών προϊόντων, υπηρεσιών και εφαρμογών. Ενδεικτικό παράδειγμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των ερευνών στον τομέα ΤΠΕ και των κανονιστικών ρυθμίσεων για τις τηλεπικοινωνίες αποτελεί η ψηφιακή κινητή τηλεφωνία. Η κινητή

τηλεφωνία στην Ευρώπη χρησιμοποιεί την τεχνολογία GSM (Global System for Mobile Communications), οι τεχνικές προδιαγραφές, η επικύρωση και οι δοκιμές της οποίας είχαν γίνει στο πλαίσιο ερευνητικών έργων της ΕΕ. Το σύστημα GSM εγκαινιάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 υπό τη μορφή προτύπου για τις πανευρωπαϊκές κινητές επικοινωνίες. Το 1996 ακολούθησε η απελευθέρωση της ευρωπαϊκής αγοράς κινητής τηλεφωνίας. Ο συνδυασμένος αντίκτυπος του προτύπου υψηλής ποιότητας και του άκρατου ανταγωνισμού είχε ως συνέπεια την ταχύτατη εξάπλωση του συστήματος GSM: στα μέσα του 2002, υπήρχαν περίπου 285 εκατομμύρια χρήστες GSM στην ΕΕ ενώ, σε ορισμένα κράτη μέλη, ο συντελεστής διείσδυσης στην αγορά των κινητών έφθασε σχεδόν το επίπεδο κορεσμού (μεγαλύτερος του 85% σε τέσσερα κράτη μέλη). Συνέπεια της επιτυχίας που σημείωσε στην Ευρώπη ήταν να αυτοεπιβληθεί το σύστημα GSM ως το πρότυπο που χρησιμοποιείται σε παγκόσμια κλίμακα σε άλλες 130 χώρες.

Για να επιτευχθεί η παροχή γρήγορου και φθηνού διαδικτύου είναι αναγκαίο να αποδεσμοποιηθεί ο τοπικός βρόχος. Δηλαδή ο τοπικός βρόχος να παρέχεται, από τον τοπικό φορέα τηλεπικοινωνιών, σε αδειοδοτημένους παροχείς, ούτως ώστε αυτοί με την σειρά τους να μπορούν να προσφέρουν στενοζωνικές (τηλεφωνία) ή ευρυζωνικές (xDSL) υπηρεσίες στους καταναλωτές.

Ο τοπικός βρόχος (ή συνδρομητική γραμμή) είναι η φυσική σύνδεση ή κύκλωμα που συνδέει το υποστατικό του πελάτη με το δίκτυο του μεταφορέα (παροχέα τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών). Στο άκρο του



δικτύου του μεταφορέα στο παραδοσιακό τηλεφωνικό δίκτυο ο τοπικός βρόχος τερματίζει σε ένα κύκλωμα διακοπών (circuit switch) housed in an [ILEC](#) (Incumbent Local Exchange Carrier) [CO](#) (Central Office). Παραδοσιακά ο τοπικός βρόχος ήταν ένα καλώδιο από τον πελάτη στο κεντρικό γραφείο, στη μορφή ενός ηλεκτρικού κυκλώματος (π.χ. βρόχος) που διατεθόταν ως ένα καλώδιο twisted pair για υποστήριξη φωνητικής επικοινωνίας. Όμως, σήμερα ουσιαστικά αποτελείται από ένα σύστημα ψηφιακού βρόχου ή σύστημα οπτικών ινών.

Ο τοπικός βρόχος μπορεί να υποστηρίζει εφαρμογές δεδομένων ή συνδυασμό εφαρμογών φωνής και δεδομένων (DSL). Κάνοντας διαθέσιμο τον τοπικό βρόχο, συνήθως δια νόμου, στους ανταγωνιστές του ιδιοκτήτη, ονομάζεται αποδεσμοποίηση του τοπικού βρόχου. Ο όρος «τοπικός βρόχος» χρησιμοποιείται μερικές φορές για την τελική σύνδεση στον πελάτη, ανεξαρτήτως τεχνολογίας ή σκοπού. Έτσι υπάρχει και ο όρος ασύρματος τοπικός βρόχος.

Με αυτή την έννοια έχουμε τους ακόλουθους τοπικούς βρόχους:

- Electric local loop: PLT και PLC.
- Satellite local loop: communications satellite και cosmos Internet connections of satellite television (DVB-S).
- Cable local loop: Cablemodem.
- Wireless local loop

Η παροχή του τοπικού βρόχου σε άλλους παροχείς θα βοηθήσει την ανάπτυξη του ανταγωνισμού στην παροχή νέων υπηρεσιών σε επίπεδο τοπικής πρόσβασης στους καταναλωτές. Άμεσο αποτέλεσμα αυτής της ελευθεροποίησης του τοπικού βρόχου είναι η ανάπτυξη υπηρεσιών όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο (e-commerce) και πρόσβασης σε υπηρεσίες πολυμέσων και ευρυζωνικής πρόσβασης στο Διαδίκτυο. Ως αποτέλεσμα των πιο πάνω οι καταναλωτές θα έχουν περισσότερες επιλογές σχετικά με τις υπηρεσίες που θα λαμβάνουν, την ποιότητα των υπηρεσιών αυτών καθώς και τις τιμές που θα πληρώνουν.

### **3.1 Ελευθεροποίηση υπηρεσιών τηλεπικοινωνιών**

Σε αντίθεση με τα περισσότερα άλλα μέτρα οικονομικής φιλελευθεροποίησης, η αποδεσμοποίηση του τοπικού βρόχου περιλαμβάνει περισσότερη νομοθεσία. Συνήθως οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς (ιδιοκτήτες του τοπικού βρόχου) αντιτίθενται την αποδεσμοποίηση του, ο οποίος τις πλείστες φορές ήταν μονοπώλιο κρατικών οργανισμών πριν την ελευθεροποίηση των τηλεπικοινωνιών. Επιχειρηματολογούν ότι αναγκάζονται να δίνουν σε ανταγωνιστές χρήσιμη βοήθεια, ότι η αποδεσμοποίηση καταστρέφει τον ανταγωνισμό σε θέματα υποδομής και τεχνολογικής ανάπτυξης επειδή οι νέοι παίχτες θα χρησιμοποιούν το υφιστάμενο δίκτυο αντί να δημιουργήσουν το δικό τους. Επίσης υποστηρίζουν ότι οι κανονισμοί που ρυθμίζουν την αποδεσμοποίηση είναι επιβλαβείς στην αγορά.

Απο την άλλη, οι νέοι παίχτες υποστηρίζουν ότι αφού είναι οικονομικά ασύμφορο να δημιουργήσουν άλλο τοπικό βρόχο, δεν μπορούν ουσιαστικά

να προσφέρουν συγκεκριμένες υπηρεσίες, όπως ADSL, χωρίς την αποδεσμοποίηση του τοπικού βρόγχου επιτρέποντας έτσι το μονοπώλιο της αγοράς και εξουδετέρωση της τεχνολογικής αναβάθμισης. Επίσης προτείνουν ότι εναλλακτικές τεχνολογίες, όπως ο ασύρματος τοπικός βρόγχος, έχουν αποδειχτεί μη ανταγωνιστικοί και μη πρακτικοί και κάτω από τα συγκεκριμένα τιμολογιακά μοντέλα, ο τηλεπικοινωνιακός φορέας έχει εγγυημένη δίκαιη τιμή για τη χρήση των εγκαταστάσεων του, περιλαμβανόμενης μιας σωστής επιστροφής στην επένδυση του. Τέλος υποστηρίζουν ότι οι φορείς δεν κατασκεύασαν τον τοπικό βρόγχο κάτω από ανταγωνιστικό περιβάλλον αλλά κάτω από την προστασία του μονοπωλίου χρησιμοποιώντας λεφτά των φορολογούμενων κάτι που σημαίνει ότι οι φορείς δεν πρέπει να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν μονοπωλιακά τον τοπικό βρόγχο.

Τα περισσότερα αναπτυγμένα κράτη, περιλαμβανομένων των ΗΠΑ και των μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχουν εισαγάγει κανονισμούς που προωθούν την αποδεσμοποίηση. Δεδομένων των προβλημάτων που αναφέρθηκαν, οι ρυθμιστές αντιμετωπίζουν την πρόκληση να ρυθμίσουν μια αγορά που αλλάζει πολύ γρήγορα, χωρίς να σκοτώσουν οποιοδήποτε τύπο τεχνολογικής αναβάθμισης και χωρίς να δώσουν πλεονέκτημα σε οποιοδήποτε ανταγωνιστή.

### **Ελευθέρωση των υπηρεσιών τηλεπικοινωνιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση**

Σύσταση της Επιτροπής προς τα κράτη μέλη, που συνοδεύεται από ανακοίνωση, σχετικά με την αποδεσμοποιημένη πρόσβαση στον τοπικό βρόγχο προκειμένου να καταστεί δυνατή η παροχή με ανταγωνιστικούς

όρους ενός πλήρους φάσματος ηλεκτρονικών υπηρεσιών, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται κυρίως οι ευρυζωνικές πολυμεσικές υπηρεσίες και το Internet υψηλής ταχύτητας.

Παραπομπές:

Συμπεράσματα του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της Βιέννης - Δελτίο 3-2000, σημείο I.6

Ανακοίνωση της Επιτροπής σχετικά με την πρωτοβουλία "eΕυρώπη: μια κοινωνία των πληροφοριών για όλους" για το έκτακτο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο της Λισσαβόνας της 23ης και 24ης Μαρτίου 2000 - COM(1999) 687 και Δελτίο 12-1999, σημείο 1.2.139

Έκδοση από την Επιτροπή στις 26 Απριλίου. Τα συμπληρωματικά αυτά κείμενα εγγράφονται στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας της Επιτροπής eΕυρώπη και αποτελούν το πρώτο σκέλος της απάντησής της στα συμπεράσματα του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της Λισσαβόνας με στόχο την ουσιαστική μείωση του κόστους χρήσης του Internet και την προώθηση της κοινωνίας των πληροφοριών για όλους.

Η Επιτροπή στη σύστασή της καλεί τα κράτη μέλη να λάβουν τα κατάλληλα νομοθετικά και κανονιστικά μέτρα προκειμένου οι εγκατεστημένοι οργανισμοί τηλεπικοινωνιών να παρέχουν έως τις 31 Δεκεμβρίου 2000 πλήρως αποδεσμοποιημένη πρόσβαση στους τοπικούς βρόχους χάλκινου αγωγού με διαφανείς, δίκαιους και ίσους όρους. Με τον όρο "τοπικός βρόχος" νοείται το φυσικό κύκλωμα που συνδέει τις εγκαταστάσεις του πελάτη με το τοπικό κέντρο μεταγωγής ή με κάθε άλλη ανάλογη εγκατάσταση του τηλεπικοινωνιακού οργανισμού. Με τη

διασφάλιση της αποδεσμοποιημένης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο θα επιτρέπεται και σε άλλους φορείς να χρησιμοποιούν, εν μέρει ή εξ ολοκλήρου, τους τοπικούς βρόχους που έχουν εγκαταστήσει οι υφιστάμενοι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί και κατά συνέπεια θα έχουν τη δυνατότητα εγκατάστασης νέων αποδοτικών ως προς το κόστος τεχνολογιών όπως είναι ο ψηφιακός συνδρομητικός βρόχος DSL (Digital Subscriber Loop). Η πλήρως αποδεσμοποιημένη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο επιτρέπει στους νεοεισερχόμενους φορείς τον πλήρη έλεγχο των εμπορικών σχέσεων με τους πελάτες τους. Κατά τον τρόπο αυτό θα είναι σε θέση να αναπτύξουν όλες τις νέες τεχνολογίες και να παρέχουν ανταγωνιστικές υπηρεσίες στους καταναλωτές συμπεριλαμβανομένων των νέων ευρυζωνικών υπηρεσιών.

Στην ανακοίνωσή της η Επιτροπή αναλύει τη σχέση μεταξύ της σύστασης και των κοινοτικών κανόνων περί ανταγωνισμού που υποχρεώνει τους εγκατεστημένους οργανισμούς να παρέχουν αποδεσμοποιημένη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο σε ορισμένες περιπτώσεις. Η ταυτόχρονη έκδοση της ανακοίνωσης ενισχύει το στόχο της σύστασης που είναι η παροχή της δυνατότητας στους νεοεισερχόμενους φορείς να έχουν πρόσβαση στους τοπικούς βρόχους, γεγονός που θα ενισχύσει στον ανταγωνισμό και την τεχνολογική καινοτομία και θα διευκολύνει την παροχή πλήρους φάσματος τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνονται οι πολυμεσικές ευρυζωνικές υπηρεσίες και το Internet υψηλής ταχύτητας.

### **3.2 Αδεσμοποίητη πρόσβαση Διεθνώς**

#### **Ηνωμένο Βασίλειο**

Μέχρι τον Ιανουάριο 2006, 210,000 τοπικοί βρόγχοι έχουν αποδεσμοποιηθεί από την BT. Ο ρυθμιστής πίστευε ότι 1 εκατομμύριο τοπικοί βρόγχοι θα αποδεσμοποιούνταν μέχρι τον Ιούνιο 2006. Όμως, όπως ανακοινώθηκε από το The Register, στις 15 του Ιουνίου 2006, ο αριθμός έφτασε τις 500,000 όμως αυξανόταν κατά 20,000 την εβδομάδα.

Μέχρι τον Ιούνιο 2006, η AOL H.B. αποδεσμοποίησε 100,00 γραμμές κάνοντας την το μεγαλύτερο χειριστή αποδεσμοποιητών τοπικών βρόγχων στην αγορά του Ηνωμένου Βασιλείου.

## **ΗΠΑ**

Ο ρυθμιστής απαιτεί από τους φορείς να νοικιάζουν τοπικούς βρόγχους σε ανταγωνιστές σε μια συγκεκριμένη χονδρική τιμή.

## **Νέα Ζηλανδία**

Η επιτροπή εμπορίου έκανε σύσταση ενάντια στην αποδεσμοποίηση του τοπικού βρόγχου στο τέλος του 2003, αφού η Telecom πρόσφερε λύσεις στην αγορά. Μέρος της δέσμευσης της Telecom για την αποφυγή της αποδεσμοποίησης του τοπικού βρόγχου ήταν η δέσμευση να διαθέσει 250,000 νέες οικιακές ευρυζωνικές συνδέσεις μέχρι το τέλος του 2005, από τις οποίες το 1/3 θα πωλείτο χονδρικά μέσω άλλων παροχέων. Η Telecom απέτυχε να πετύχει τον αριθμό των συνδέσεων για χονδρική πώληση που χρειαζόταν, παρά την προσπάθεια της διεύθυνσης να πείσει ότι η συμφωνία ήταν για το 1/3 των νέων συνδέσεων αντί του ολικού αριθμού. Η προσπάθεια απορρίφθηκε από την επιτροπή εμπορίου αφού πρόσφεραν 50,000 λιγότερες συνδέσεις από ότι προνοούσε η συμφωνία. Έτσι τον Μάη

του 2006 η κυβέρνηση της Νέας Ζηλανδίας ανακοίνωσε την αποδεσμοποίηση του τοπικού βρόγχου.

### **Ελβετία**

Η Ελβετία είναι ένα από τα πολύ λίγα ανεπτυγμένα κράτη που δεν αποδεσμοποίησαν τον τοπικό βρόγχο, αφού το Ελβετικό Ανώτατο Δικαστήριο αποφάσισε το 2001 ότι δεν χρειάζεται. Αν και η κυβέρνηση προσπαθεί να πετύχει αποδεσμοποίηση, δεσμεύεται ακόμα από την απόφαση του Ανωτάτου Δικαστηρίου.

### **Γερμανία**

Η Γερμανία αν και αποδεσμοποίησε τον τοπικό βρόγχο από το 2001, αντιμετώπισε προβλήματα με την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο λόγος ήταν ότι η χονδρική τιμή πώλησης του τοπικού βρόγχου ήταν πιο ακριβή από την λιανική. Στην συνέχεια όμως έλυσε τα προβλήματα ανταγωνισμού, δεν υπάρχει μεγάλη διείσδυση της ευρυζωνικότητας σε σύγκριση με τους 15 της Ε.Ε, αφού το 2005 κατατάγεται μόλις 13η. Ο κύριος λόγος είναι ότι άργησε να λύσει τα προβλήματα του ανταγωνισμού και ενώ το 2003 καταταγόταν 7η και είχε ραγδαία ανάπτυξη επέσε η διείσδυση της ευρυζωνικότητας.

### **3.3 Αδεσμοποίητη πρόσβαση στην Κύπρο**

Ο τοπικός βρόγχος στη Κύπρο αποδεσμοποιήθηκε δια νόμου το 2004. Ο Επίτροπος αντλεί από τον Περί Ρυθμίσεως Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και Ταχυδρομικών Υπηρεσιών Νόμο του 2004, Ν112(I)/2004 εξουσία να ρυθμίζει την Παροχής Αδεσμοποίητης Πρόσβασης στον Τοπικό Βρόχο και

Υπο-βρόχο. Περαιτέρω ο Νόμος παρέχει την εξουσία στον Επίτροπο όπως επιβάλλει διαδικασία υπολογισμού κόστους και τελών για την Παροχή Αδεσμοποίητης Πρόσβασης στον Τοπικό Βρόχο και Υπο-βρόχο. Η παροχή Πρόσβασης στα σημεία του Τοπικού Βρόχου και Υπο-Βρόχου συνδέεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση με την ανάπτυξη και επίτευξη πιο αποτελεσματικού ανταγωνισμού.

Μέσα σε αυτά τα πλαίσια ο Επίτροπος έχει τη δυνατότητα να επιβάλλει όρους και προϋποθέσεις επίτευξης συμφωνιών, στα πλαίσια αποδεσμοποίησης τοπικού βρόχου και υπο-βρόχου, μεταξύ των παροχέων με στόχο την άρση και αποφυγή εμποδίων εισδοχής παροχέων στην αγορά ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Ο Επίτροπος έχει εξουσία επίλυσης διαφορών που προκύπτουν από τη προσπάθεια σύναψης τέτοιων συμφωνιών για παροχή πρόσβασης.

Περαιτέρω, ο Επίτροπος μετά από διαβουλεύσεις με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη δύναται να εκδίδει και δημοσιεύει διάταγμα με το οποίο να καθορίζει ελάχιστο περιεχόμενο τέτοιων συμφωνιών, όρους και προϋποθέσεις παροχής Αδεσμοποίητης Πρόσβασης στον Τοπικό Βρόχο.

Η Αδεσμοποίητη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο (Local Loop Unbundling - LLU) αφορά την παροχή πρόσβασης στους αδειούχους παροχείς υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών να χρησιμοποιούν τον τοπικό βρόχο του κοινοποιημένου Φορέα εκμετάλλευσης.

Η εν λόγω χρησιμοποίηση δεν συνεπάγεται με αλλαγές στο καθεστώς ιδιοκτησίας του τοπικού βρόχου και υπό-βρόχου. Επιπλέον, η πρόσβαση



χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, την πλήρως αδεσμοποίητη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο ή υπο-βρόχο και την κοινή (μεριζόμενη) πρόσβαση.

Η πλήρως αδεσμοποίητη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο ή υπο-βρόχο, παρέχει στον δικαιούχο πρόσβαση στον τοπικό βρόχο ή υπο-βρόχο του κοινοποιημένου φορέα εκμετάλλευσης και επιτρέπει την χρήση του πλήρους φάσματος συχνοτήτων του στρεπτού ζεύγους μεταλλικών καλωδίων.

Η κοινή (μεριζόμενη) πρόσβαση παρέχει στον δικαιούχο πρόσβαση στον τοπικό βρόχο ή στον τοπικό υπο-βρόχο του κοινοποιημένου φορέα εκμετάλλευσης και επιτρέπει την χρήση της μη φωνητικής περιοχής του φάσματος συχνοτήτων του στρεπτού ζεύγους μεταλλικών καλωδίων. Ο δε τοπικός βρόχος ή υπόβρόχος συνεχίζει να χρησιμοποιείται από τον κοινοποιημένο φορέα εκμετάλλευσης για να παρέχει στον τελικό χρήστη τηλεφωνική υπηρεσία.

Η Παγκόσμια Ημέρα Τηλεπικοινωνιών 17 Μαΐου 2005 βρίσκει την Κυπριακή Τηλεπικοινωνιακή Αγορά σε στάδιο κομβικό αφού:

(α) έχουν ολοκληρωθεί (πλαίσιο λιανικών τιμών ΑΤΗΚ, Υπόδειγμα Προσφοράς Διασύνδεσης ΑΤΗΚ 2005) ή βρίσκονται στο τελικό στάδιο (Προσφορά Αναφοράς για την Αποδεσμοποιημένη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο ΑΤΗΚ 2005) ρυθμιστικά μέτρα που αφορούν τη σταθερή τηλεφωνία, τα οποία δημιουργούν προοπτική μετάβασης σε περιβάλλον ανταγωνισμού βασισμένο στην ανάπτυξη υποδομής.

(β) βρίσκεται σε εξέλιξη διαδικασία ανάλυσης αγοράς που αφορά:

(i) την κινητή τηλεφωνία

(ii) την προσφορά ευρυζωνικών υπηρεσιών

η οποία αναμένεται να οδηγήσει στη λήψη ρυθμιστικών μέτρων που θα προωθήσουν περαιτέρω την ανάπτυξη του ανταγωνισμού με αποτέλεσμα την προσφορά επιλογής στον καταναλωτή από ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών στις αγορές αυτές.

### **3.4 Προϊόντα αδεσμοποίητης πρόσβασης στην Κύπρο**

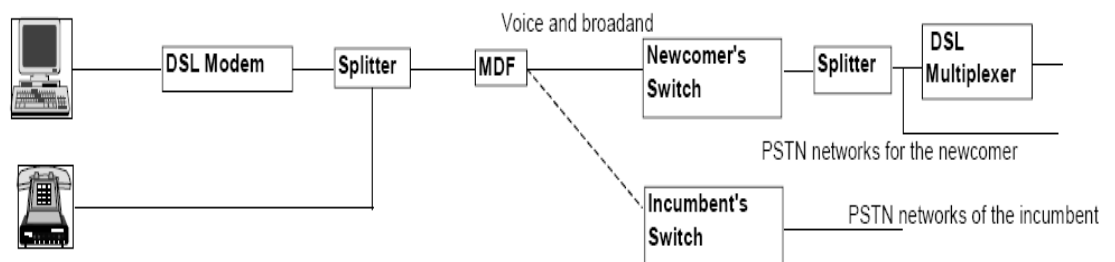
Τα προϊόντα που προσφέρονται αυτή την στιγμή από την ΑΤΗΚ είναι:

1. Πλήρης Αδεσμοποίητη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο
2. Μεριζόμενη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο
3. Πλήρης Αδεσμοποίητη Πρόσβαση στον Τοπικό Υποβρόχο
4. Μεριζόμενη Πρόσβαση στον Τοπικό Υπόβροχο

#### **Πλήρης Αδεσμοποίητη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο**

Η πλήρης αδεσμοποίητη πρόσβαση (Σχήμα 5) επιτυγχάνεται όταν τα χάλκινα καλώδια που συνδέουν το δυνδρομητή με το δίκτυο πρόσβασης της ΑΤΗΚ ενοικιάζονται από κάποια άλλη εταιρεία. Η εταιρεία αυτή παίρνει

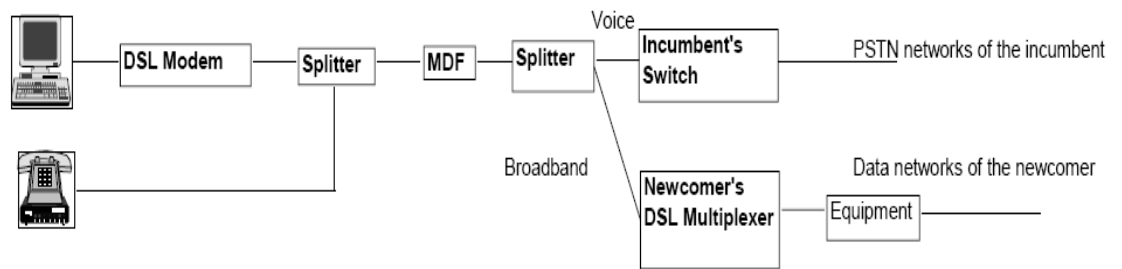
ολικό έλεγχο πάνω στα χάλκινα καλώδια και μπορεί να προσφέρει στους συνδρομητές όλες τις υπηρεσίες συμπεριλαμβανομένης και φωνής. Η εταιρεία μπορεί επίσης να βελτιώσει τα χάλκινα καλώδια προσθέτοντας τεχνολογία ADSL. Η ΑΤΗΚ έχει πλήρη ιδιοκτησία του τοπικού βρόγχου και είναι υπεύθυνη για τη συντήρηση του.



Σχήμα 5. Σχεδιάγραμμα πλήρης αδεσμοποίησης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο

### Μεριζόμενη Πρόσβαση στον Τοπικό Βρόχο

Η μεριζόμενη πρόσβαση επιτρέπει στην ΑΤΗΚ να διατηρεί έλεγχο των χάλκινων καλωδίων και συνεχίζει να διαθέτει κάποιες υπηρεσίες στο συνδρομητή ενώ επιτρέπει ενοικίαση μέρους συχνοτήτων των χάλκινων καλωδίων από άλλη εταιρεία και να προσφέρει υπηρεσίες στον ίδιο συνδρομητή. Η μεριζόμενη πρόσβαση επιτρέπει στην ΑΤΗΚ να προσφέρει τηλεφωνικές υπηρεσίες ενώ ο ανταγωνιστής να προσφέρει ευρυζωνικές (xDSL) υπηρεσίες από την ίδια γραμμή.



**Σχήμα 6. Σχεδιάγραμμα μεριζόμενης αδεσμοποίητης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο**

### **Πλήρης Αδεσμοποίητη Πρόσβαση στον Τοπικό Υποβρόχο**

Η δυνατότητα να συνδεθούν ανταγωνιστικές εταιρείες σε σημείο μεταξύ του συνδρομητή και το σημείο επαφής της ΑΤΗΚ λέγεται αποδεσμοποίηση τοπικού υποβρόγχου. Η αποδεσμοποίηση του τοπικού υποβρόγχου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για νέες τεχνολογίες όπως το VDSL όπου ο εξοπλισμός πρέπει να είναι πιο κοντά στο σπίτι να μεταφέρει πολύ ψηλές ταχύτητες. Ο εξοπλισμός θα αποτελείται και από οπτικές ίνες για να μπορεί να διαθέτει ταχύτητες VDSL. Στη πλήρη αδεσμοποίητη πρόσβαση ο ανταγωνιστής νοικιάζει τον υποβρόγχο και παίρνει πλήρη έλεγχο σε αυτό.

### **Μεριζόμενη Πρόσβαση στον Τοπικό Υπόβροχο**

Όταν υπάρχει μεριζόμενη πρόσβαση ο συνδρομητής απολαμβάνει τηλεφωνικές υπηρεσίες μέσω του τοπικού βρόγχου και από ανταγωνιστική εταιρεία ευρυζωνικές υπηρεσίες από τον υποβρόγχο.

### 3.5 Ανταγωνισμός στη Κύπρο

Στην Κύπρο, τους τελευταίους μήνες, έχει αναπτυχθεί έντονα ο ανταγωνισμός στις ευρυζωνικές συνδέσεις. Υπάρχει ένας εναλλακτικός παροχέας με πλήρη πρόσβαση στο τοπικό βρόγχο και περίπου τέσσερεις εναλλακτικοί παροχείς με μεριζόμενη πρόσβαση στον τοπικό βρόγχο. Επίσης υπάρχει ένας παροχέας που χρησιμοποιεί καλωδιακή τεχνολογία και δημιουργεί το δικό του δίκτυο.

Όμως η ευρυζωνικότητα είναι ακόμη στα σπάργαλα της. Δυστυχώς ακόμη καλύπτονται κυρίως μόνο αστικές περιοχές ενώ μεγάλες υπαίθριες περιοχές δεν έχουν τη δυνατότητα να έχουν ευρυζωνικές συνδέσεις. Επίσης αν συγκρίνουμε τη Κύπρο με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα σπίτια, όπως και ο ολικός αριθμός (σπίτια ή εταιρείες), που έχουν ευρυζωνική σύνδεση είναι το 4%, κάτι που είναι εξαιρετικά χαμηλό αφού ο μέσος όρος των 15 και 25 είναι πάνω από 20%. Επίσης στην Ισλανδία οι οικιακές ευρυζωνικές συνδέσεις είναι γύρω στο 65%.

Αυτό το ποσοστό είναι πολύ διαφορετικό από τον αριθμό ευρυζωνικών συνδέσεων στις επιχειρήσεις (~40%) και τη χρήση του διαδικτύου από άτομα (~30%) που αν και ψηλά ποσοστά είναι κάτω από τον μέσο όρο στην Ε.Ε.

Υπάρχουν αρκετοί λόγοι που δικαιολογούν τέτοια χαμηλά ποσοστά ή με άλλα λόγια εμποδίζουν την εξάπλωση της ευρυζωνικότητας. Καταρχήν μέχρι στιγμής υπάρχουν τεχνικά προβλήματα που μειώνουν την ποιότητα της σύνδεσης, τα οποία είναι εμφανή στα πακέτα xDSL που προσφέρουν ψηφιακή τηλεόραση. Επίσης η Κύπρος καθυστέρησε αρκετά να

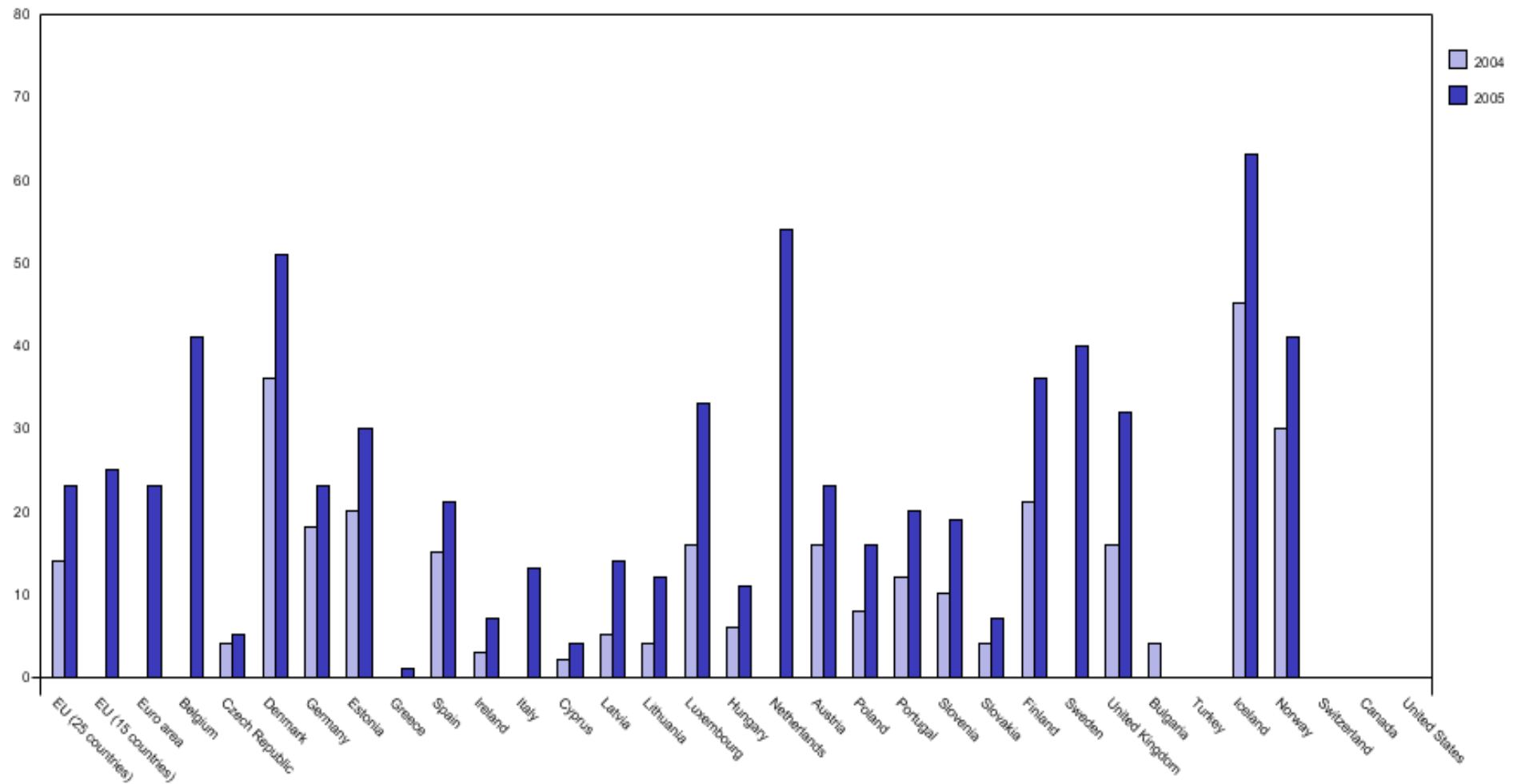
αποδεσμοποιήσει τον τοπικό βρόγχο αφού το έκανε δια νόμου μόλις το 2004, αλλά ουσιαστικά άρχισε να εφαρμόζεται το 2005.

Το πιο σημαντικό πρόβλημα είναι το κόστος εν σχέσει με το όφελος του καταναλωτή. Μια ευρυζωνική σύνδεση που προσφέρει τηλεφωνία και διαδίκτυο (300KB/128KB) κοστολογείται γύρω στις 25ΛΚ + ΦΠΑ το μήνα εξαιρουμένου του κόστους εγκατάστασης και μια ευρυζωνική σύνδεση που προσφέρει και τηλεόραση στοιχίζει 30ΛΚ+ΦΠΑ αλλά χωρίς αξιόλογο πακέτο καναλιών και χωρίς ελληνικούς υποτίτλους. Αυτό το πολύ ψηλό κόστος για το μέσο χρήστη έγκειται στο γεγονός ότι ο εναλλακτικός παροχέας πληρώνει 6.80ΛΚ + ΦΠΑ το μήνα ενοίκιο για τη χρήση του τοπικού βρόγχου και τέλος εγκατάστασης στην ΑΤΗΚ για ενεργό και ανενεργό τοπικό βρόγχο 36.70ΛΚ + ΦΠΑ και 81.90 +ΦΠΑ, αντίστοιχα. Λόγω του γεγονότος ότι ο εναλλακτικός παροχέας κάνει προσφορές δωρεάν εγκατάστασης για να προσελκύσει πελάτες (η εγκατάσταση είναι ιδιαίτερα ακριβή 40-100ΛΚ) και έχει τα έξοδα παροχής διαδικτύου, τηλεφωνίας, τηλεόρασης αλλά και της επένδυσης τότε μένει με ένα ουσιαστικά ελάχιστο ποσοστό κέρδους με τις παρούσες τιμές και με την ελπίδα να προσελκύσει ικανό αριθμό συνδρομητών για να επιβιώσει. Επίσης είναι αναγκασμένος να αυξήσει τις τιμές του με την πρόσθεση καλύτερου πακέτου τηλεόρασης που αυξάνουν το κόστος σε 40ΛΚ + ΦΠΑ.

Αυτές οι τιμές της ΑΤΗΚ θεωρούνται εξαιρετικά ψηλές αν λάβουμε υπόψη και το γεγονός ότι δημιούργησε όλη την υποδομή σε μη ανταγωνιστικό περιβάλλον με τα λεφτά του φορολογούμενου πολίτη, απόσβεσε την επένδυση και έρχεται τώρα να βγάξει ένα σταθερό εισόδημα, χωρίς ρίσκο, με την αποδεσμοποίηση του τοπικού βρόγχου. Επίσης η ΑΤΗΚ λόγω του

γεγονότος ότι μπήκε στον ανταγωνισμό υπηρεσιών τηλεφωνίας, διαδικτύου, τηλεόρασης και είναι ένας εύρωστος ημικρατικός οργανισμός και μοναδικός που έχει δίκτυο παγκύπρια έχει τη δυνατότητα να κλειδώνει τις τιμές ανά πάσα στιγμή παίζοντας με τις χονδρικές τιμές και μειώνοντας έτσι τις δυνατότητες του ανταγωνισμού.

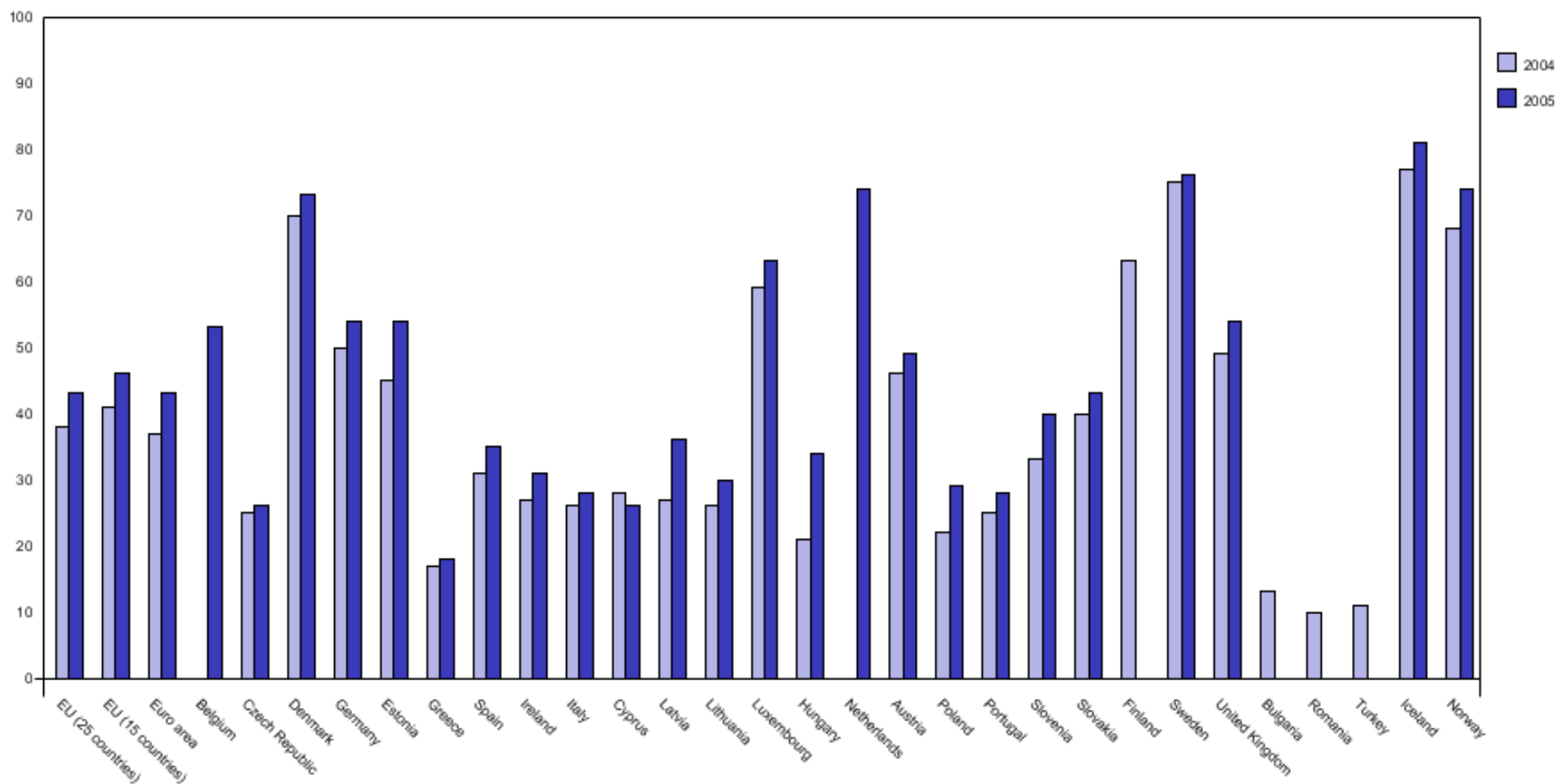
Share of households having a broadband connection



Σχήμα 7. Ποσοστό οικιακών ευρυζωνικών συνδέσεων

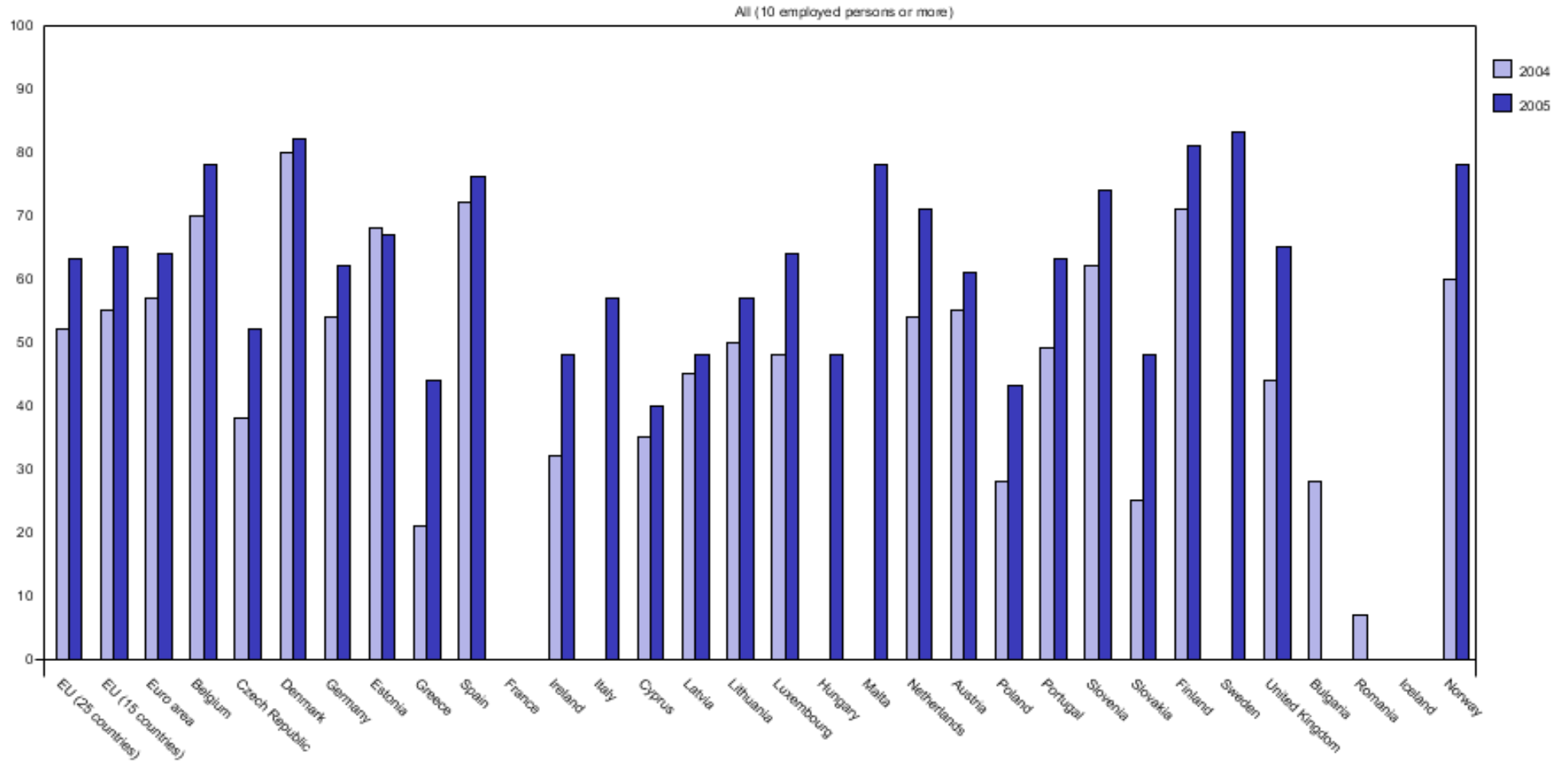


Share of individuals regularly using the Internet  
 Percentage of individuals who accessed the Internet, on average, at least once a week



Σχήμα 8. Ποσοστό ατόμων που χρησιμοποιούν το διαδίκτυο

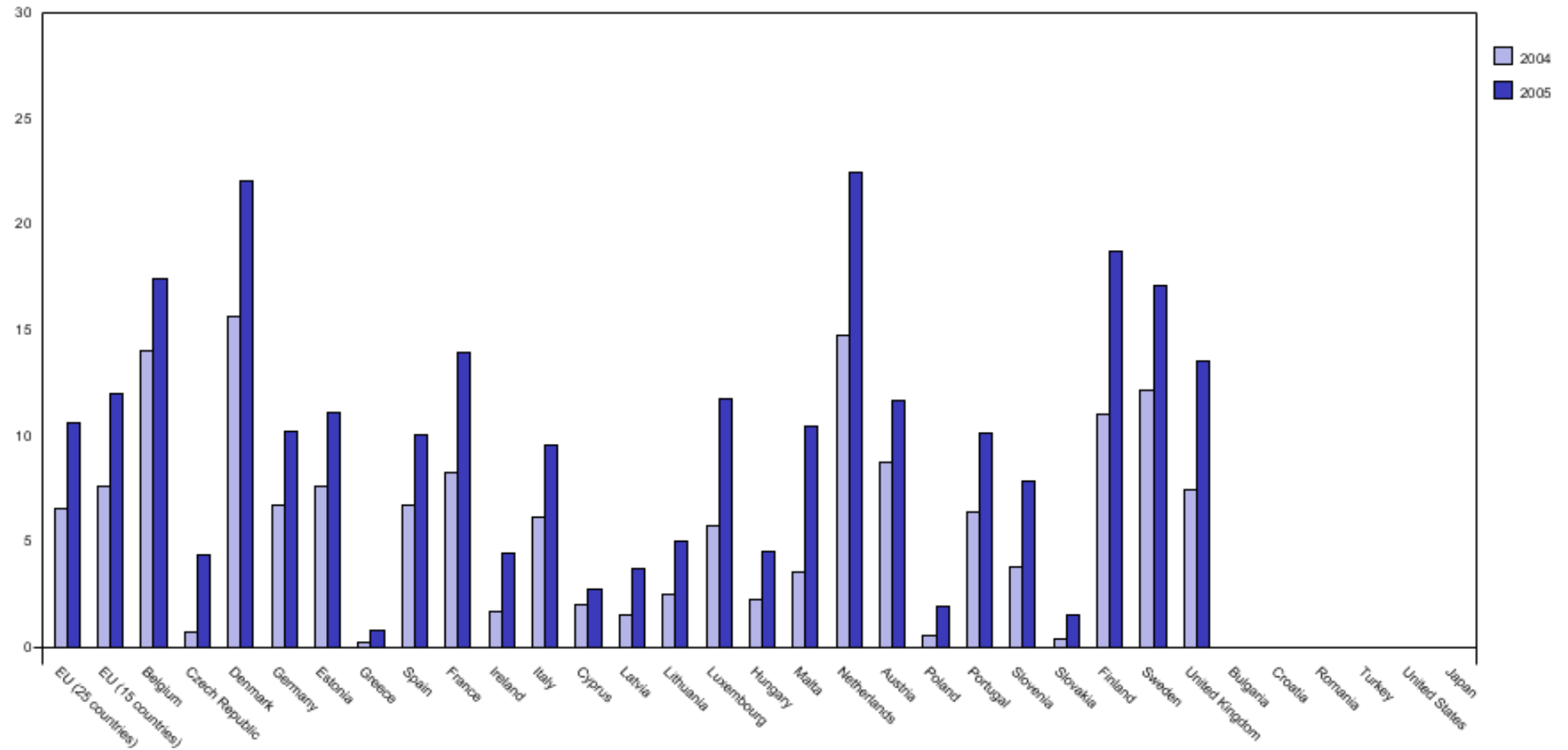
Share of enterprises having a broadband connection



Σχήμα 9. Ποσοστό εταιριών που έχουν ευρυζωνικές συνδέσεις

### Broadband penetration rate

Number of broadband lines subscribed in percentage of the population



Σχήμα 10. Ρυθμός χρήσης ευρυζωνικών συνδέσεων

Επίσης στην Ελλάδα υπάρχουν παρόμοια προβλήματα όπως φαίνεται και από τα στατιστικά του Eurostat. Η ευρυζωνικότητα στην Ελλάδα είναι κατά πολύ πιο κάτω από τα κυπριακά επίπεδα. Ουσιαστικά μπορούμε να πούμε χωρίς υπερβολή ότι είναι ανύπαρκτη εκτός από τον τομέα των επιχειρήσεων. Πιο κάτω παραθέτουμε ένα άρθρο που δημοσιεύτηκε στην «ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ», 25/06/2003 και παρουσιάζει τα προβλήματα της ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα.

### **Δικτυακή πρόσβαση DSL: Πολλές προσδοκίες, πολλά προβλήματα**

ΚΩΣΤΑΣ ΦΑΡΚΩΝΑΣ - mithrandir@enet.gr

Η συζήτηση για την ευρυζωνική δικτυακή πρόσβαση (broadband Internet) ή μάλλον για την έλλειψή της και τα προβλήματα που συνοδεύουν την εμφάνισή της στη χώρα μας είναι αρκετά παλιά. Όμως εδώ και μερικές μέρες οι σημαντικότεροι Internet Service Providers έχουν ανακοινώσει την εκ μέρους τους εμπορική πια διάθεση προϊόντων και υπηρεσιών βασισμένων στην περίφημη τεχνολογία ADSL.

Ξεκίνησε τυπικά η διάθεση των συνδέσεων τεχνολογίας DSL από τους Internet Providers, αλλά μόνο για χρήστες αρκετά τυχερούς που έχουν πρόσβαση στην υποδομή του ΟΤΕ...

Ομως μπορεί μεν οι Forthnet, OTEnet, Hellas On Line και ACN να έχουν κάνει τις σχετικές ανακοινώσεις, αλλά πόσοι καταναλωτές είναι σε θέση να αξιοποιήσουν τα σχετικά προϊόντα είναι ένα... πολύ πιο περίπλοκο ζήτημα, για μία σειρά από λόγους.

Πρώτος και σημαντικότερος εξ αυτών θα πρέπει να χαρακτηριστεί η **έλλειψη υποδομής**. Η Δικτυακή πρόσβαση τεχνολογίας DSL απαιτεί διαφορετικής φύσης σύνδεση από αυτήν του ISDN, πράγμα που σημαίνει ότι ο ΟΤΕ θα πρέπει να έχει από πριν δημιουργήσει και προσφέρει την υποδομή που απαιτείται, ώστε να «φτάσει» η γραμμή DSL μέχρι τον τελικό καταναλωτή. Πρόκειται για μία επένδυση εκ μέρους του ελληνικού τηλεπικοινωνιακού Οργανισμού αξίας πολλών εκατομμυρίων ευρώ, την οποία τα στελέχη του προφανώς δεν έκριναν ότι έπρεπε να γίνει καθολικά, αλλά σταδιακά: Αρχικά, μόνο τα τρία ή τέσσερα μεγάλα αστικά κέντρα θα διαθέτουν την υποδομή αυτή ενώ, τη στιγμή που γράφονται αυτές οι γραμμές, το DSL δεν έχει «φτάσει» καν σε... πάρα πολλές περιοχές της Αθήνας (οι φίλοι και οι φίλες που θέλουν να διαπιστώσουν αν είναι εφικτό να αποκτήσουν σύνδεση DSL, μπορούν να επισκεφθούν τη διεύθυνση <http://www.oteshop.gr/home/adslwizard.htm>, να εισαγάγουν το είδος της παρούσας τηλεφωνικής τους γραμμής, ISDN ή PSTN, και το νούμερό της, προκειμένου να βεβαιωθούν για τη διαθεσιμότητα της απαραίτητης υποδομής στην περιοχή τους). Κατά συνέπεια, το επίδοξο κοινό της ευρυζωνικής πρόσβασης περιορίζεται, σε πρώτη φάση, από την αντικειμενική έλλειψη αυτής καθεαυτήν της απαραίτητης υποδομής για την παροχή της σχετικής σύνδεσης.

Δεύτερο σημαντικό πρόβλημα στο ζήτημα της διάθεσης των συνδέσεων DSL – παρά το γεγονός ότι αναμφίβολα υπάρχει ένα αξιοπρεπούς μεγέθους καταναλωτικό κοινό που θα ήθελε ευρυζωνικής τεχνολογίας πρόσβαση στο σπίτι του – είναι το **τιμολογιακό**. Ούτε λίγο ούτε πολύ, για να αποκτήσει κανείς ακόμη και τη «βραδύτερη» εκ των τριών ταχυτήτων σύνδεση (384 Kbps λήψης και 128 Kbps αποστολής δεδομένων), πρέπει να καταβάλει α) 82 ευρώ εφάπαξ, για την ενεργοποίηση της σύνδεσης, β) 50 ευρώ εφάπαξ για την εγκατάσταση και γ) 55 ευρώ μηνιαίως για το τέλος σύνδεσης στον ΟΤΕ. Σε αυτά τα χρήματα, θα πρέπει να προστεθεί και το μηνιαίο τέλος της συνδρομής πρόσβασης στον Internet Service Provider της επιλογής του χρήστη (όλοι όσοι αναφέρθηκαν το έχουν προσδιορίσει στα 50 ευρώ περίπου). Με άλλα λόγια, θα πρέπει να καταβάλει κανείς πάνω από 110-120 ευρώ κάθε μήνα για τη «βασική» ταχύτητα των 384 Kbps - και αν ο χρήστης επιθυμεί 512 Kbps ή 1024 Kbps, οι τιμές αυξάνονται θεαματικά.

Όλα αυτά, τη στιγμή που στην Αγγλία και τη Γαλλία με τα μισά χρήματα των «ελληνικών» 384 Kbps οι καταναλωτές έχουν στη διάθεσή τους σύνδεση 1024 Kbps! Μάλλον όχι ο καλύτερος τρόπος να γεφυρώσει η Ελλάδα το χάσμα που τη χωρίζει από την υπόλοιπη ανεπτυγμένη Ευρώπη, όσον αφορά τη διείσδυση του broadband Internet.

Τρίτο, αλλά καθόλου λιγότερο σημαντικό πρόβλημα, είναι αυτό της **τεχνικής υποστήριξης για τον τελικό καταναλωτή**, αν υποθέσουμε ότι αυτός και μπορεί και έχει την οικονομική άνεση να εγκαταστήσει και να

χρησιμοποιήσει DSL σύνδεση. Όλοι θυμόμαστε τα προβλήματα που κατά καιρούς προέκυπταν με τις ISDN συνδέσεις τα πρώτα δύο χρόνια της διάθεσής τους στην αγορά και δυστυχώς, όπως με κάθε νέα τεχνολογία και παρά τις πιλοτικές δοκιμές των τελευταίων 18 μηνών, δεν έχουμε λόγο να πιστέψουμε ότι δεν θα δημιουργηθούν ανάλογα προβλήματα και στην περίπτωση του DSL. Με το σχήμα παροχής που έχει όμως ενστερνιστεί ο ΟΤΕ και οι Internet Providers, πολύ φοβόμαστε ότι θα είναι δύσκολο να προσδιοριστεί σε περίπτωση προβλήματος αν πρόκειται για ευθύνη του πρώτου ή των δεύτερων – και, σε τελική ανάλυση, μπορεί ο καταναλωτής να μην έπρεπε να ανησυχεί ή να ασχολείται με αυτό, αλλά πρακτικά αποδεικνύεται μάλλον δύσκολο. Ακόμη και οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις, δε, που αναμένεται να εκδηλώσουν αρχικά (λόγω οικονομίας κλίμακας) αρκετό ενδιαφέρον για το DSL, κατά πάσα πιθανότητα θα έχουν το ίδιο πρόβλημα σε περίπτωση ανάγκης. Κανείς δεν θέλει να νιώθει σαν μπαλάκι του πινγκ πονγκ...

Επειτα απ' όλ' αυτά, και πάντοτε με τα παρόντα δεδομένα, είναι δύσκολο να εκφράσει κανείς αισιοδοξία ή ικανοποίηση για την αποδοχή και την εμπορική πορεία του DSL μέσα στη χρονιά. Το υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών έχει μεν «ψαλιδίσει» το κόστος στο 50% των παραπάνω τιμών για μία «περίοδο γνωριμίας» μέχρι τον Οκτώβριο, όμως το μηνιαίο συνολικό ποσό παραμένει απαγορευτικό για τη μεγάλη πλειονότητα των ανθρώπων που θα ήθελαν να έχουν ταχύτερη πρόσβαση στο Internet.

Το γεγονός αυτό με τη σειρά του, φυσικά, έχει μια σειρά από παρενέργειες:

υπηρεσίες «επόμενης γενιάς» (π.χ. διανομή μουσικής, video on demand κ.λπ. κ.λπ.) δεν μπορούν ακόμη να αγγίζουν το καταναλωτικό κοινό, σημαντικές τάσεις (όπως π.χ. το online gaming μέσω Playstation 2 και Xbox) θα πρέπει ακόμη να περιμένουν πάρα πολύ για να εκδηλωθούν στη χώρα μας, ενώ αυτή καθεαυτή η ανυπαρξία υποδομής ευρυζωνικών τεχνολογιών «κρατά» και το Internet συνολικά στη χώρα μας σε επίπεδα που δεν εμπνέουν διάθεση για ανάπτυξη και επενδύσεις. Ας ελπίσουμε να πρυτανεύσουν ο ανταγωνισμός μεταξύ των τηλεπικοινωνιακών εταιρειών και η κοινή λογική, ώστε το ζωτικό κομμάτι της Δικτυακής αγοράς, αυτό που υιοθετεί γοργά τις νέες τεχνολογίες, να «αποκολληθεί» από το επίπεδο του dial-up Internet και να ωθήσει τα πράγματα σε πιο σύγχρονες κατευθύνσεις...



## **Κεφάλαιο 4 Κύκλωμα ADSL**

Σε αυτό το κεφάλαιο επεξηγείται το κύκλωμα ADSL. Το κύκλωμα ADSL ουσιαστικά αποτελείται από δύο κυκλώματα. Το πρώτο κύκλωμα χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση και την αποστολή του σήματος και το δεύτερο κύκλωμα χρησιμοποιείται για την λήψη και αποκωδικοποίηση του σήματος. Και στα δύο κυκλώματα (αποστολής και λήψης) τα δεδομένα ακολουθούν ένα από δύο παράλληλα μονοπάτια, όπου το ένα έχει καθυστέρηση και το άλλο δεν έχει. Βασικά το ένα μονοπάτι έχει convolutional interleaver ή deinterleaver, ενώ το άλλο δεν έχει. Προς το τέλος κάθε μονοπατιού υπάρχει ένα μπλοκ που υπολογίζει το ρυθμό λάθους (error rate), του οποίου η παράμετρος καθυστέρηση παραλαβής πρέπει να είναι η καθυστέρηση του συγκεκριμένου μονοπατιού.

Η περιγραφή χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος δίνει μια γενική περιγραφή του κυκλώματος ADSL ενώ το δεύτερο μέρος περιγράφει όλα τα μπλοκς που υπάρχουν μέσα στο κύκλωμα.

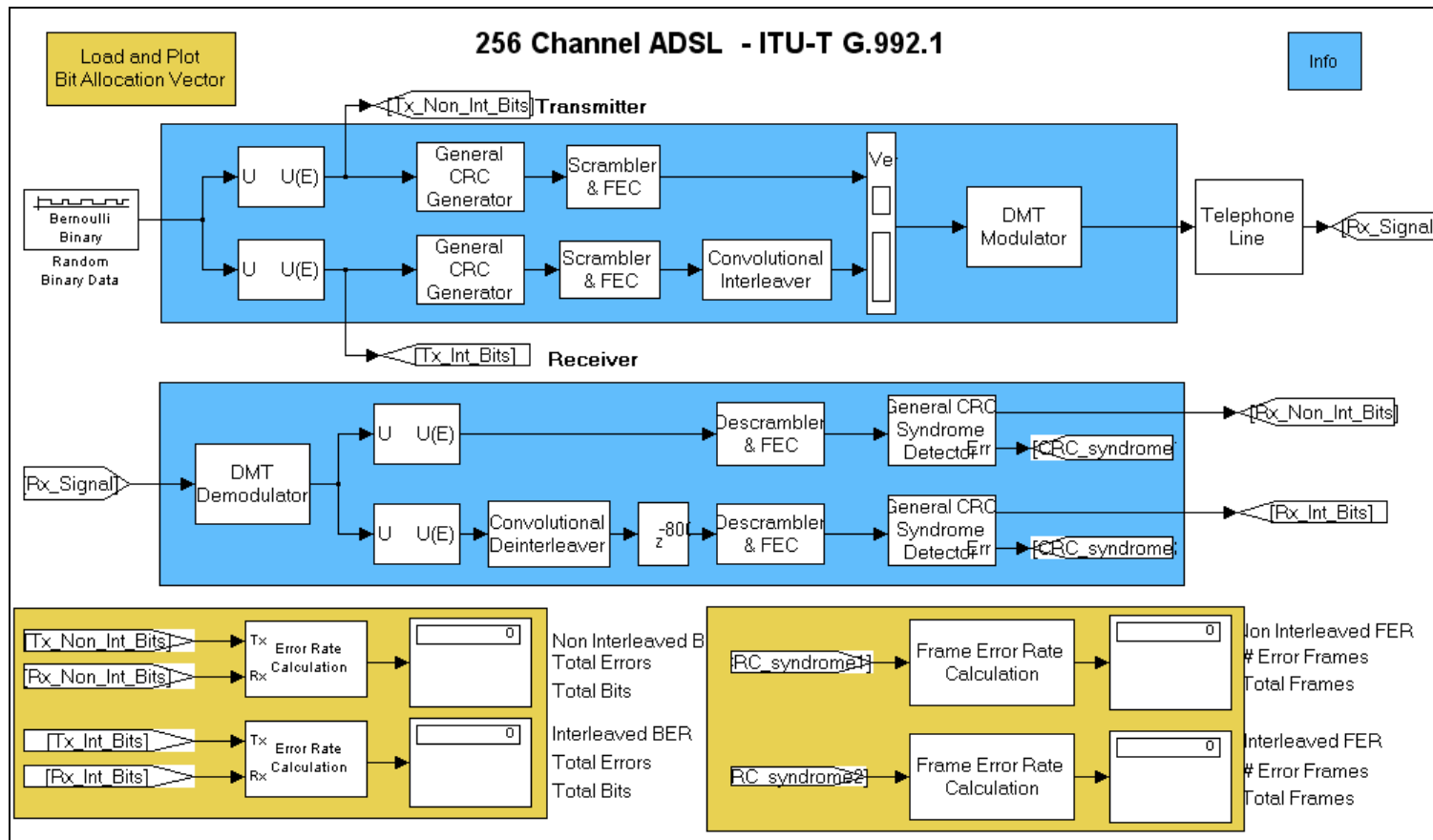
### **Περίοδοι πλαισίου**

Πριν να ψάξουμε για οποιεσδήποτε καθυστερήσεις, πρώτα παρατηρούμε ότι οι περισσότερες γραμμές σήματος στο μοντέλο του ADSL μοιράζονται την ίδια περίοδο πλαισίου (frame). Ως επακόλουθο, τα πλαίσια είναι μια καλή μονάδα μέτρησης καθυστερήσεων στα μπλοκς που επεξεργάζονται αυτά τα

σήματα. Έτσι ο υπολογισμός της συνολικής καθυστέρησης σε ένα μονοπάτι, είναι απλά το άθροισμα των πλαισίων.

### **Μονοπάτι για δεδομένα Interleaved**

Στον αποστολέα, το μονοπάτι που είναι interleaved είναι το κάτω μονοπάτι. Παρομοίως το interleaved μονοπάτι στο παραλήπτη είναι το κάτω. Προς το τέλος του μονοπατιού αυτού είναι το μπλοκ που υπολογίζει τον ρυθμό λάθους και ονομάζεται *Interleaved BER*.



Σχήμα 11. Το κύκλωμα ADSL

Ο ακόλουθος πίνακας δίνει τις καθυστερήσεις στο μονοπάτι με δεδομένα noninterleaved. Στη συνέχεια εξηγούνται οι καθυστερήσεις πιο αναλυτικά και εξηγείται γιατί η ολική καθυστέρηση σε σχέση με το μπλοκ ρυθμού λάθους είναι ένα πλαίσιο ή 776 δείγματα.

<b>Block</b>	<b>Delay, in Output Samples from Individual Block</b>	<b>Delay, in Frames</b>	<b>Delay, in Input Samples to Error Rate Calculation Block</b>
Convolutional Interleaver and Convolutional Deinterleaver pair	40	1 (combined)	776 (combined)
Delay	800		
<i>Total</i>	N/A	1	776

**Interleaving.** Σε αντίθεση με το μονοπάτι noninterleaved, το μονοπάτι interleaved περιέχει το convolutional interleaver μπλοκ στον αποστολέα και το convolutional deinterleaver μπλοκ στον παραλήπτη. Η καθυστέρηση από το ζεύγος interleaver/deinterleaver δημιουργείται από τις παραμέτρους **Rows of shift registers, Register length step, Rows of shift registers**. Σε αυτή την περίπτωση η καθυστέρηση του ζεύγους αυτού είναι 40 δείγματα.

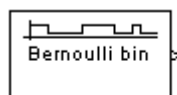
**Μπλοκ καθυστέρησης.** Το μέρος του παραλήπτη στο μονοπάτι interleaved περιέχει ένα μπλοκ καθυστέρησης το οποίο δημιουργεί καθυστέρηση 800 δειγμάτων στον ίδιο χρόνο που δημιουργείται καθυστέρηση 40 δειγμάτων

από το ζεύγος interleaver/deinterleaver. Έτσι η συνολική καθυστέρηση είναι 840 δείγματα. Αυτά τα δείγματα κάνουν ένα πλαίσιο δεδομένων να φεύγουν από το μπλοκ καθυστέρησης.

**Συνολικές καθυστερήσεις.** Επειδή κανένα άλλο μπλοκ δεν δημιουργεί καθυστέρηση αυτό σημαίνει ότι η συνολική καθυστέρηση είναι ένα πλαίσιο.

**Συνολική καθυστέρηση εν σχέσει με το μπλοκ υπολογισμού ρυθμού λάθους.** Το μπλοκ υπολογισμού ρυθμού καθυστέρησης που υπολογίζει την τιμή με όνομα Interleaved BER χρειάζεται μια παράμετρο **Receive delay** ισοδύναμη με ένα πλαίσιο. Η παράμετρος **Receive delay** μετριέται σε δείγματα και κάθε πλαίσιο εισόδου στο μπλοκ υπολογισμού ρυθμού λάθους αποτελείται από 776 δείγματα. Επίσης ο ρυθμός πλαισίων στις εξόδους όλων των μπλοκ που προκαλούν καθυστέρηση είναι ίσος με το ρυθμό πλαισίων που μπαίνει στο μπλοκ υπολογισμού ρυθμού λάθους. Έτσι η σωστή τιμή για την παράμετρο **Receive delay** είναι 776 δείγματα.

#### 4.1 Bernoulli Binary Generator



Το μπλοκ Bernoulli Binary Generator δημιουργεί τυχαίους δυαδικούς αριθμούς με διανομή Bernoulli. Η διανομή Bernoulli με παράμετρο  $p$  δίνει μηδεν με πιθανότητα  $p$  και ένα με πιθανότητα  $1-p$ . Η διανομή Bernoulli έχει μέση τιμή  $1-p$  και διάσταση (variance)  $p(1-p)$ . Η πιθανότητα του μηδέν

καθορίζει το  $p$ , που μπορεί να είναι ένας πραγματικός αριθμός μεταξύ μηδέν και ένα.

### **Χαρακτηριστικά του σήματος εξόδου**

Το σήμα εξόδου μπορεί να είναι ένας πίνακας πλαισίων, ένα διάνυσμα (γραμμής ή στήλης) με δείγματα ή ένας πίνακας μιας διάστασης με δείγματα. Αυτά τα χαρακτηριστικά ελέγχονται από τις παραμέτρους

**Frame-based outputs, Samples per frame και Interpret vector.**

Ο αριθμός των στοιχείων στις παραμέτρους Initial seed και Probability of a zero γίνεται ο αριθμός στηλών σε έξοδο με πλαίσια ή ο αριθμός στοιχείων σε διάνυσμα με δείγματα.

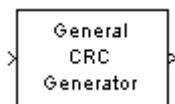
## Discrete Multitone Technology (DMT) Modulator

Το Discrete Multitone Signaling μπλοκ υλοποιεί τη τεχνική κωδικοποίησης **Discrete Multitone Technology (DMT)** που είναι μέρος του ADSL για μεταφορά δεδομένων και πολυμέσων διαμέσου των τηλεφωνικών γραμμών.

Το DMT χωρίζει το εύρος συχνοτήτων σε ένα μεγάλο αριθμό υποκαναλιών που ισαπέχουν και ονομάζονται υπομεταφορείς. Το εύρος είναι συνήθως 1.1MHz και χωρίζεται σε 256 υπομεταφορείς, ξεκινώντας από τα 0Hz. Κάθε υπομεταφορέας είναι 4.13125 kHz, που δίνει ολική χωρητικότητα 1.104 MHz στο βρόχο.

Επίσης υπάρχει το μπλοκ DMT demodulator που ουσιαστικά κάνει το αντίστροφο.

## 4.2 General CRC Generator



Το μπλοκ General CRC Generator δημιουργεί ψηφία κώδικα κυκλικής επανάληψης (cyclic redundancy code (CRC) bits) για κάθε πλαίσιο δεδομένων εισόδου και τα προσθέτει στο πλαίσιο. Μπορούμε να δηλώσουμε τη γεννήτρια πολυωνύμων του αλγορίθμου CRC χρησιμοποιώντας την παράμετρο **Generator polynomial**. Το μπλοκ είναι γενικό με την έννοια ότι ο βαθμός του πολυωνύμου δεν χρειάζεται να είναι

δύναμη του δύο. Ένα πολυώνυμο αναπαριστάται με ένα από τους πιο κάτω τρόπους:

- Ως ένα διάνυσμα γραμμής με δυαδικούς αριθμούς που έχει τους συντελεστές με φθίνουσα σειρά της δύναμης. Για παράδειγμα, το [1 1 0 1] αναπαριστά το πολυώνυμο  $x^3 + x^2 + 1$ .
- Ως ένα διάνυσμα γραμμής με ακέραιους αριθμούς που περιέχει τις δυνάμεις των μη-μηδενικών όρων στο πολυώνυμο σε φθίνουσα σειρά. Για παράδειγμα το [3 2 0] αναπαριστά το πολυώνυμο  $x^3 + x^2 + 1$ .

Μπορούμε να δηλώσουμε την αρχική κατάσταση του internal shift register με την παράμετρο **Initial states**. Η παράμετρος **Initial states** είναι αριθμός ή ένα διάνυσμα γραμμής δυαδικών αριθμών μήκους ίσου με το βαθμό του πολυωνύμου γεννήτορα.

Μπορούμε να δηλώσουμε τον αριθμό των αθροισμάτων ελέγχου (checksums) που υπολογίζει το μπλοκ για κάθε πλαίσιο εισόδου με την παράμετρο **Checksums per frame**. Η παράμετρος **Checksums per frame** πρέπει να μοιράσει σωστά το μέγεθος του πλαισίου εισόδου. Αν η τιμή της **Checksums per frame** είναι  $k$ , το μπλοκ κάνει τα ακόλουθα:

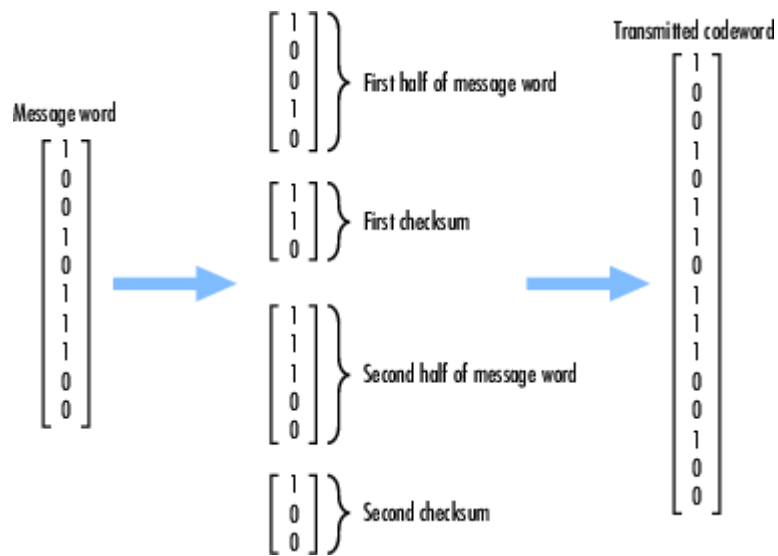
1. μοιράζει κάθε πλαίσιο εισόδου σε  $k$  ισομεγέθη υποπλαίσια.
2. δίνει τιμή στο διάνυσμα **Initial states** για κάθε ένα από τα  $k$  υποπλαίσια.
3. τρέχει τον αλγόριθμο CRC στο κάθε υποπλαίσιο.
4. προσθέτει τα αθροίσματα ελέγχου στο τέλος κάθε υποπλαισίου.
5. συνδέει τα υποπλαίσια και τερματίζει.



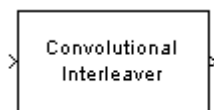
Αν το μέγεθος κάθε πλαισίου εισόδου είναι  $m$  και ο βαθμός του πολωνύμου γεννήτορα είναι  $r$ , το πλαίσιο εξόδου έχει μέγεθος  $m + k * r$ .

### Παράδειγμα

Έστω ότι το μέγεθος του πλαισίου εισόδου είναι 10, ο βαθμός του πολωνύμου γεννήτορα είναι 3, **Initial states** είναι [0], and **Checksums per frame** είναι 2. το μπλοκ μοιράζει κάθε πλαίσιο εισόδου σε δύο υποπλαίσια μεγέθους 5 και προσθέτει ένα άθροισμα ελέγχου μεγέθους 3 σε κάθε υποπλαίσιο, όπως φαίνεται πιο κάτω. Το πλαίσιο εξόδου έχει μέγεθος  $10 + 2*3 = 16$ .



## 4.3 Convolutional Interleaver

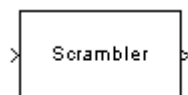


Το μπλοκ convolutional interleaver μεταθέτει τα σύμβολα του σήματος εισόδου. Εσωτερικά χρησιμοποιεί shift registers. Η τιμή καθυστέρησης του k shift register είναι (k-1) φορές την παράμετρο **Register length step**. Ο αριθμός των shift registers είναι η τιμή της παραμέτρου **Rows of shift registers**.

Η παράμετρος **Initial conditions** τις τιμές που γεμίζουν κάθε shift register στην αρχή της προσομοίωσης (εκτός από τον πρώτο shift register, που έχει καθυστέρηση μηδέν). Αν **Initial conditions** είναι αριθμός, τότε η τιμή της γεμίζει όλους τους shift registers εκτός από τον πρώτο. Αν **Initial conditions** είναι διάνυσμα στήλης του οποίου το μήκος είναι η παράμετρος **Rows of shift registers**, τότε κάθε τιμή του γεμίζει τον αντίστοιχο shift register. Η τιμή του πρώτου στοιχείου της παραμέτρου **Initial conditions** δεν είναι σημαντική, επειδή ο πρώτος shift register έχει καθυστέρηση μηδέν.

Η είσοδος του μπλοκ μπορεί να είναι αριθμός ή διάστημα στήλης με πλαίσια. Οι ρυθμοί δειγματοληψίας των σημάτων εισόδου και εξόδου είναι οι ίδιοι.

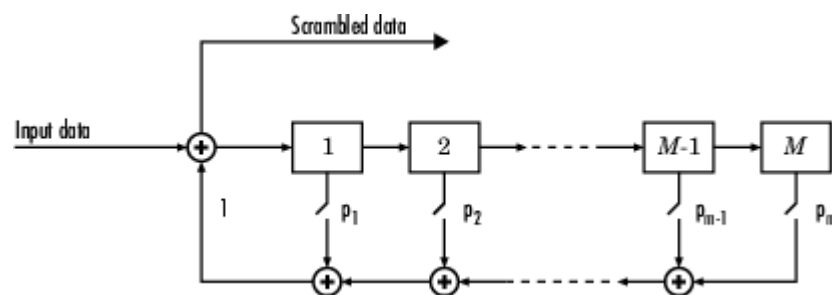
#### 4.4 Scrambler



Το μπλοκ scrambler κωδικοποιεί το σήμα εισόδου, το οποίο μπορεί να είναι αριθμός ή ένα διάνυσμα στήλης με πλαίσια. Αν η παράμετρος **Calculation**

**base** είναι  $N$ , τότε οι τιμές εισόδου πρέπει να είναι ακέραιοι μεταξύ 0 και  $N-1$ .

Ένας σκοπός της κωδικοποίησης είναι να μειώσει το μήκος της μεγάλης σειράς από 0 και 1 που θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα συγχρονισμού της μετάδοσης. Στο πιο κάτω σχήμα, φαίνεται ο scrambler. Όλοι οι προσθέτες κάνουν πρόσθεση modulo  $N$ .



Σε κάθε χρονικό βήμα, η είσοδος προκαλεί τα περιεχόμενα των registers να μετατοπιστούν σειριακά. Κάθε διακόπτης στον scrambler είναι ανοιχτός ή κλειστός όπως καθορίζεται από την παράμετρο **Scramble polynomial**. Μπορούμε να καθορίσουμε το πολυώνυμο δίνοντας τους συντελεστές του σε αύξουσα σειρά των δυνάμεων  $z^{-1}$ , όπου  $p(z^{-1}) = 1 + p_1z^{-1} + p_2z^{-2} + \dots$ , ή δίνοντας τις δυνάμεις του  $z$  που υπάρχουν στο πολυώνυμο με συντελεστή 1. Για παράδειγμα  $p = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1]$  και  $p = [0 \ -6 \ -8]$  αντιπροσωπεύουν αμφότερα το πολυώνυμο  $p(z^{-1}) = 1 + z^{-6} + z^{-8}$ .

Η παράμετρος **Initial states** δίνει τις τιμές των registers του scrambler όταν αρχίζει η προσομοίωση. Τα στοιχεία του διανύσματος πρέπει να είναι ακέραιοι μεταξύ 0 και  $N-1$ . Το μήκος του διανύσματος της παραμέτρου αυτής είναι ίσο με το μέγεθος του πολυωνύμου ανακατέματος.

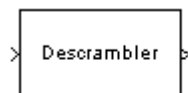
## 4.5 Convolutional Deinterleaver



Το μπλοκ convolutional deinterleaver ανακτά το σήμα που έγινε interleaved χρησιμοποιώντας το μπλοκ convolutional interleaver. Οι παράμετροι στα δύο μπλοκ πρέπει να έχουν τις ίδιες τιμές.

Η είσοδος μπορεί να είναι αριθμός ή ένα διάνυσμα στήλης με πλαίσια. Επίσης οι ρυθμοί δειγματοληψίας των σημάτων εισόδου και εξόδου είναι τα ίδια.

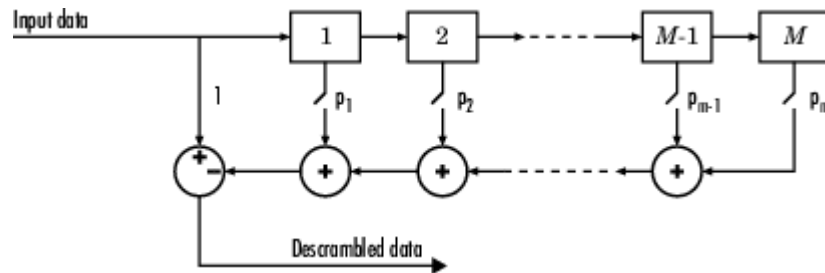
## 4.6 Descrambler



Το μπλοκ descrambler αποκωδικοποιεί το σήμα εισόδου, το οποίο μπορεί να είναι αριθμός ή ένα διάνυσμα στήλης με πλαίσια. Το μπλοκ descrambler κάνει την αντίστροφη δουλειά από το μπλοκ scrambler. Αν χρησιμοποιηθεί το μπλοκ scrambler στον μεταδότη, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί το μπλοκ descrambler στον παραλήπτη.

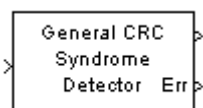
Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται ο descrambler. Όλοι οι προσθέτες και ο αφαιρέτης λειτουργούν με modulo  $N$ , όπου  $N$  είναι η παράμετρος

**Calculation base.** Οι τιμές εισόδου πρέπει να είναι ακέραιοι μεταξύ 0 και N-1.



Σε κάθε χρονικό βήμα, η είσοδος κάνει τις τιμές των registers να κάνουν shift σειριακά. Κάθε διακόπτης στον descrambler είναι ανοιχτός ή κλειστός όπως ορίζεται από την παράμετρο **Scramble polynomial**. Για να κάνει το μπλοκ descrambler την αντίστροφη λειτουργία του μπλοκ scrambler, πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι ίδιες παράμετροι και στα δύο μπλοκς. Αν δεν υπάρχει καθυστέρηση σήματος μεταξύ του scrambler και descrambler, τότε οι **Initial states** στα δύο μπλοκς πρέπει να είναι οι ίδιες.

#### 4.7 General CRC Syndrome Detector



Το μπλοκ General CRC Syndrome Detector υπολογίζει αθροίσματα ελέγχου για όλο το πλαίσιο εισόδου. Η δεύτερη έξοδος του μπλοκ είναι ένα διάνυσμα το οποίου το μέγεθος είναι ο αριθμός των αθροισμάτων ελέγχου. Οι τιμές τους είναι 0 αν ο υπολογισμός των αθροισμάτων ελέγχου δώσει

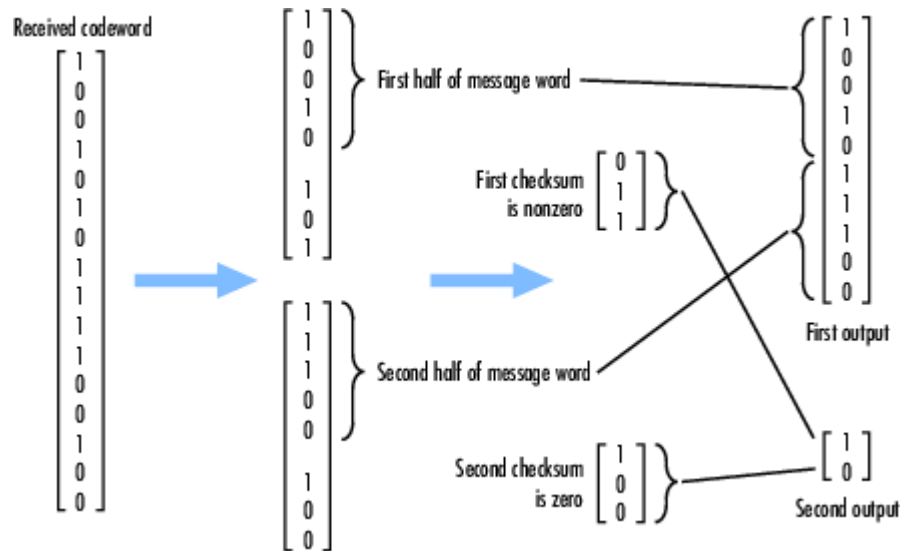
τιμή μηδέν και 1 αν όχι. Η πρώτη έξοδος του μπλοκ είναι το σύνολο των λέξεων του μηνύματος όταν αφαιρεθούν τα αθροίσματα ελέγχου.

Οι τιμές των παραμέτρων του μπλοκ πρέπει να συμφωνούν με τις τιμές των παραμέτρων του μπλοκ General CRC Generator.

Δηλώνουμε τον αριθμό των αθροισμάτων ελέγχου που υπολογίζει το μπλοκ σε κάθε πλαίσιο με την παράμετρο **Checksums per frame**. Αν η τιμή της παραμέτρου είναι  $k$ , το μέγεθος του πλαισίου εισόδου είναι  $n$  και ο βαθμός του πολυωνύμου γεννήτορα είναι  $r$ , τότε το  $k$  πρέπει να διαιρεί τον αριθμό  $n - k \cdot r$ , που είναι το μέγεθος του μηνύματος.

### **Παράδειγμα**

Έστω ότι η λέξη εισόδου έχει μέγεθος 16, το πολυώνυμο γεννήτορας έχει βαθμό 3, **Initial states** είναι [0], και **Checksums per frame** είναι 2. Το μπλοκ υπολογίζει τα δύο αθροίσματα ελέγχου μεγέθους 3, το πρώτο από το πρώτο μισό της λέξης εισόδου και το άλλο από το δεύτερο μισό της, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Η παράμετρος Initial states δεν φαίνεται στο παράδειγμα, γιατί μια αρχική τιμή [0] δεν επηρεάζει την έξοδο του αλγόριθμου CRC. Το μπλοκ ενώνει τα δύο μισά του μηνύματος σε ένα διάνυσμα μεγέθους 10 και το δίνει ως έξοδο στην πρώτη θύρα εξόδου. Επίσης το μπλοκ δίνει ως έξοδο ένα διάνυσμα 2-επί-1 με δυαδικούς αριθμούς πλαισίου του οποίου οι τιμές εξαρτώνται από το κατά πόσο τα υπολογιζόμενα αθροίσματα ελέγχου είναι μηδέν. Το ακόλουθο σχήμα δείχνει ένα παράδειγμα στο οποίο το πρώτο άθροισμα ελέγχου δεν είναι μηδενικό και το δεύτερο άθροισμα ελέγχου είναι μηδέν. Αυτό δείχνει ότι έγινε κάποιο λάθος στη μετάδοση του πρώτου μισού του μηνύματος.



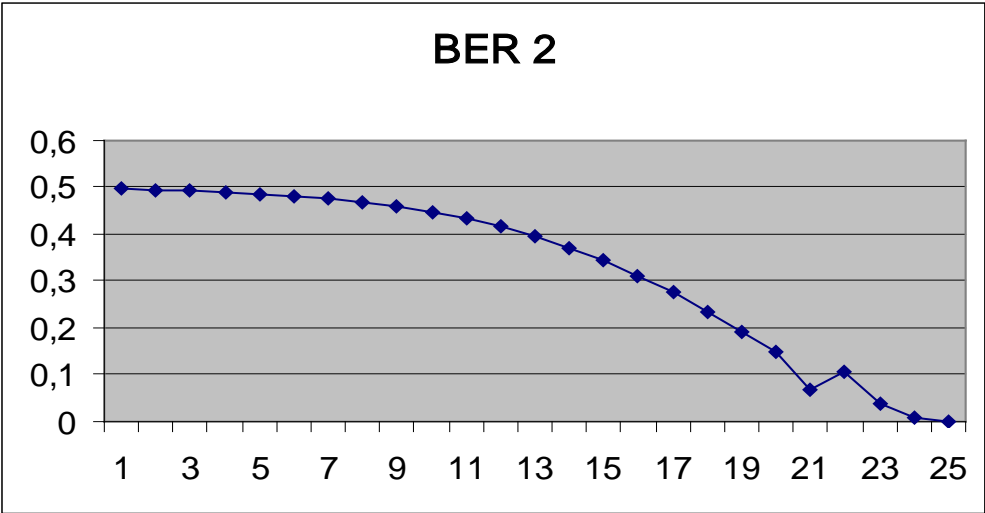
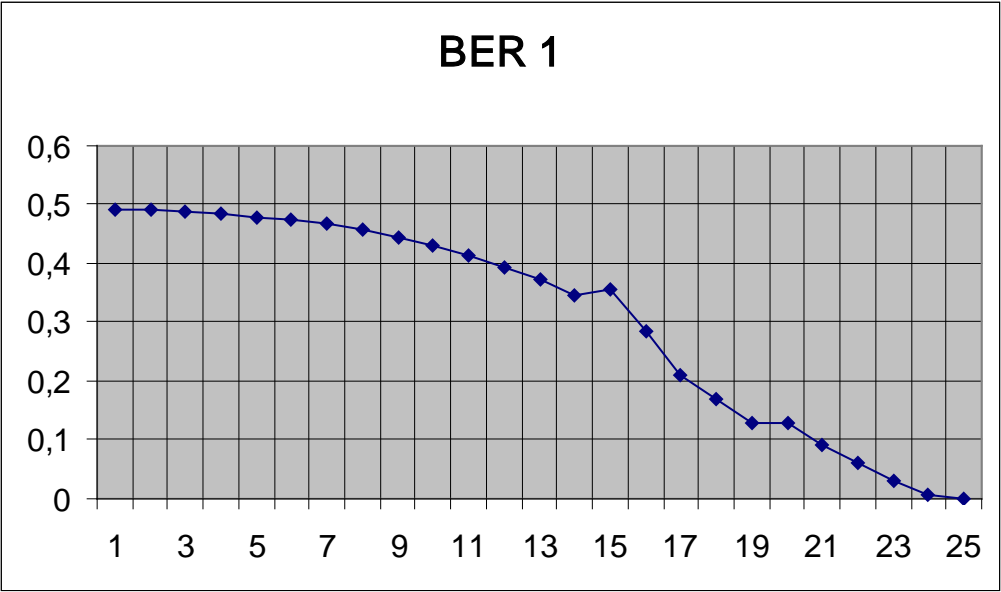
## Χαρακτηριστικά σήματος

Το μπλοκ General CRC Syndrome Detector έχει μια θύρα εισόδου και δύο θύρες εξόδου.

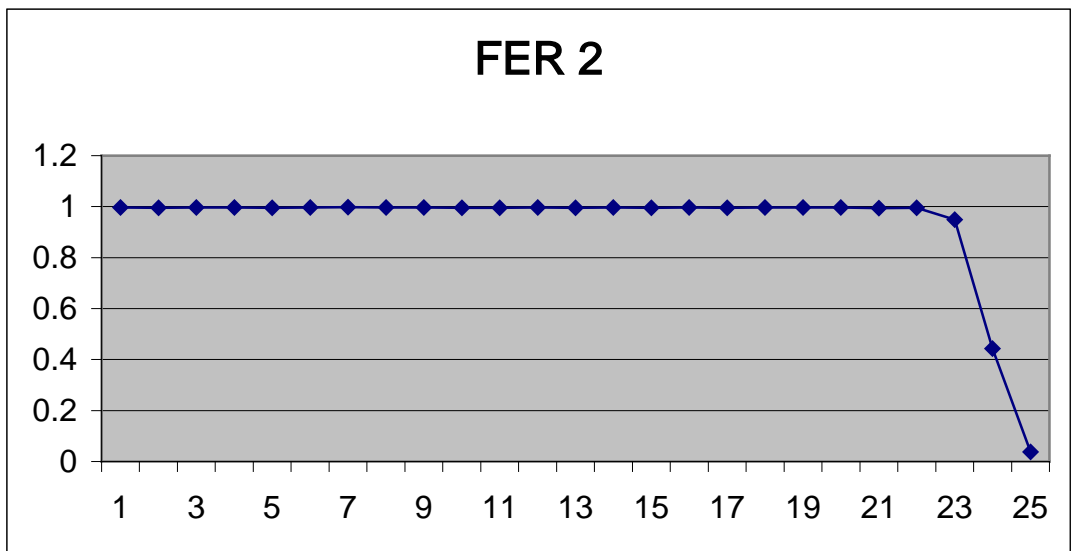
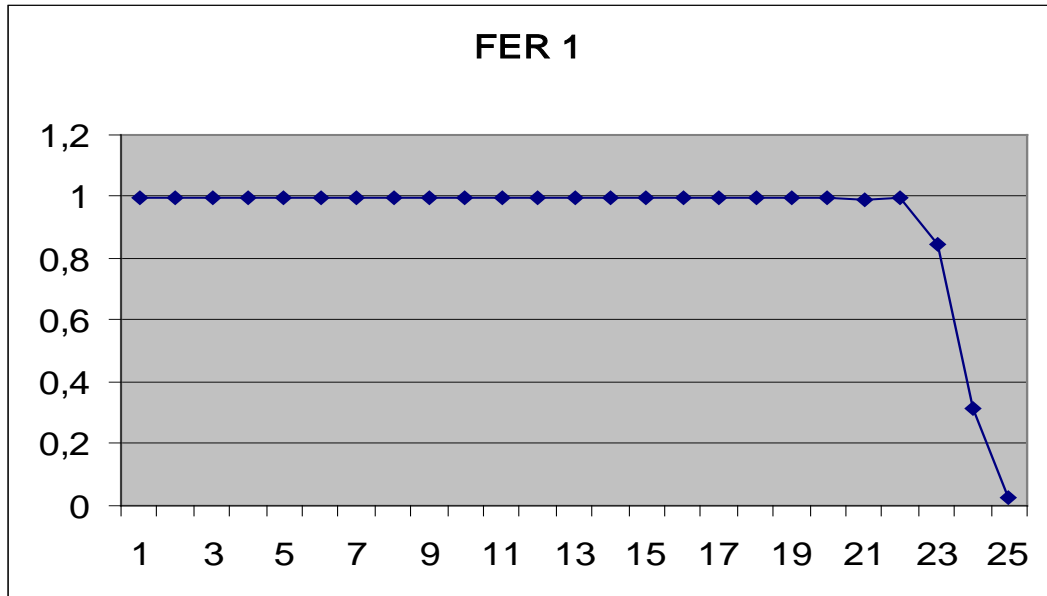
## 4.8 Πείραμα

Με βάση το κύκλωμα του ADSL το οποίο αναλύσαμε πιο πάνω, θελήσαμε να κάνουμε κάποιο πείραμα έτσι ώστε αλλάζοντας κάποιες παραμέτρους στην έξοδο του πρώτου κυκλώματος, να δούμε αν το σήμα εξόδου αλλάζει σε κάποιο σημείο.

Πήρα κάποιες μετρήσεις με τις οποίες κατασκεύασα 4 γραφικές παραστάσεις. Δύο για τα BER και δύο για τα FER. Συγκεκριμένα οι παράμετροι που έχουν αλλάξει είναι στο μπλοκ telephone line, στο AWGN στο  $E_s/N_0$  (dB) από το 1-25.







Παρατηρώντας τις γραφικές βλέπουμε ότι έχουμε όντως μια μείωση των σφαλμάτων καθώς αυξάνεται ο λόγος  $E_b/N_0$  σε κάθε περίπτωση, με αποτέλεσμα να είναι θεωρητικά αναλογικό.

## **Διαμόρφωση QAM**

Οι περισσότεροι διαμορφωτές που γνωρίζουμε είναι διαμορφωτές μιας ιδιότητας, που χρησιμοποιούν σύμβολα φάσης, πλάτους ή συχνότητας για την μεταφορά δεδομένων. Θα μπορούσαμε να σκεφτούμε ότι η απόδοση της διαμόρφωσης θα μπορούσε να αυξηθεί περισσότερο αν συνδυάζαμε δύο ή περισσότερα είδη συμβόλων και έτσι θα γινόταν ο συνδυασμός ανάμεσα στη τελική φασματική απόδοση και την ανοχή στο θόρυβο. Αυτό όντως μπορεί να συμβεί.

Συνήθως συνδυασμός που χρησιμοποιείτε είναι μεταξύ πλάτους και φάσης που άλλοτε αποκαλείτε APK (Amplitude and Phase Keying) και άλλοτε QAM (Quadrature Amplitude Modulation) ανάλογα με τους περιορισμούς που τίθενται στη σχέση πλάτους και φάσης.

Σ' αυτήν την περίπτωση θα ασχοληθούμε με την διαμόρφωση QAM την οποία χρησιμοποιεί και το ADSL (βλέπε παράγραφο 3.3).

## **Ανίχνευση διαμόρφωσης QAM**

Η μέθοδος διαμόρφωση QAM μπορεί να αποκωδικοποιηθεί χρησιμοποιώντας σύμφωνη ή διαφορικά σύμφωνη ανίχνευση, όπως ακριβώς και στα συστήματα διαμόρφωσης PSK. Όπως και στην μέθοδο QPSK, ένας αποδιαμορφωτής QAM απαιτεί την ανάκτηση των ορθογώνιων φερόντων στο δέκτη.

Η έξοδος κάθε αποδιαμορφωτή είναι ένα σύνολο συμβόλων βασικής ζώνης πολλών επιπέδων. Στην ιδανική περίπτωση τα σήματα αυτά θα έπρεπε να υποστούν προσαρμοσμένο φιλτράρισμα έτσι ώστε η ανοχή στον θόρυβο να γίνει μέγιστη πριν αυτά διαβιβαστούν σε ένα σύνολο συγκριτών, οι οποίοι

θα προσδιορίσουν την στάθμη της εξόδου κάθε αποδιαμορφωτή κατά την στιγμή της δειγματοληψίας και επομένως θα προσδιορίσουν ποιο σύμβολο έχει αποσταλεί.

### **Σύγκριση M-αδικών διαμορφώσεων QAM και PSK**

Αν συγκρίνουμε τα διαγράμματα αστερισμού των M-αδικών μεθόδων διαμόρφωσης QAM και PSK θα δούμε ότι η απόσταση ανάμεσα στις καταστάσεις συμβόλων της QAM είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη απόσταση στην PSK, η οποία περιορίζεται σε καταστάσεις συμβόλων σταθερού πλάτους, που βρίσκονται, επάνω σε ένα κύκλο με κέντρο την αρχή των αξόνων.

Στην περίπτωση της QAM η αυξημένη απόσταση ανάμεσα στα σύμβολα είναι λόγω του ότι η αντίστοιχη διαδικασία ανίχνευσής είναι λιγότερο ευάλωτη από τον θόρυβο.

Υπό αυτές τις συνθήκες η ισχύς κορυφή της QAM είναι παρ' όλα αυτά μεγαλύτερη από αυτή της M-αδικής PSK και αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν η διαδικασία εκπομπής έχει περιορισμό ως προς την μέγιστη ισχύ.

### **Ρυθμός εσφαλμένων bit στην διαμόρφωση QAM**

Αν συγκρίνουμε τις καμπύλες πιθανότητας εσφαλμένων bits για τις PSK και QAM θα διαπιστώσουμε ότι η QAM σε σχέση με PSK έχει επιπλέον ανοχή στον θόρυβο κατά περίπου 3.5dB, ανάμεσα στις 16-QAM και 16-PSK, αυτό προκύπτει στο ότι η QAM απαιτεί πιο περίπλοκα κυκλώματα, ικανά να διαχειριστούν πληροφορία που μεταφέρεται στο πλάτος, αλλά και

στην φάση και να αντιμετωπίσουν τα σφάλματα στο πλάτος και την φάση που προκαλούνται στο κανάλι.

## **Κεφάλαιο 5 Συμπέρασμα**

Στην εργασία έγινε μια εκτενής ανασκόπηση των τεχνολογιών DSL και ειδικότερα της ADSL. Παρουσιάστηκε η αδεσμοποίητη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο και οι δυνατότητες που πρόσφερε και προσφέρει παγκοσμίως. Εξετάστηκε η πρόοδος στην Ευρώπη και ειδικότερα στην Κύπρο.

Είδαμε ότι στην Κύπρο άνκαι τα τελευταία 2 χρόνια άρχισε να αναπτύσσεται η ευρυζωνικότητα και οι δυνατότητες ψηφιακής τηλεόρασης διαμέσου του ADSL, η ευρυζωνικότητα είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Οι λόγοι είναι διάφοροι με κυριότερους την ακρίβεια και ότι η ποιότητα υπηρεσιών εν σχέσει με το κόστος είναι δυσανάλογη.

Αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες είναι αρκετά προχωρημένες στον τομέα αυτό αλλά στην Κύπρο είμαστε αρκετά πίσω ακόμη γιατί οι κρατικές εταιρείες είναι ακόμα αρκετά προστατευόμενες από το κράτος εις βάρος του ανταγωνισμού και του καταναλωτή. Οι προοπτικές βελτίωσης των υπηρεσιών και του ανταγωνισμού είναι ευοίωνες ειδικά αν το κράτος κάνει τομές σε θέματα ανταγωνισμού.

Τέλος μελετήσαμε το κύκλωμα του ADSL και είδαμε ότι οι δυνατότητες του σε εντοπισμό και διόρθωση λαθών είναι αρκετά ικανή για να δώσει πολύ καλή ποιότητα στον καταναλωτή.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

της 25ης Μαΐου 2000

σχετικά με την αποδεσμοποιημένη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο: ανταγωνιστική παροχή πλήρους φάσματος υπηρεσιών ηλεκτρονικών επικοινωνιών, συμπεριλαμβανομένων ευρυζωνικών πολυμεσικών υπηρεσιών και Internet υψηλής ταχύτητας

[κοινοποιηθείσα υπό τον αριθμό E(2000) 1259]

(Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ)

(2000/417/ΕΚ)

Η ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ,

Έχοντας υπόψη τη συνθήκη για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, και ιδίως το άρθρο 211,

Εκτιμώντας τα ακόλουθα:

(1) Στα συμπεράσματα της ειδικής συνόδου του Ευρωπαϊκού

Συμβουλίου, στις 23 και 24 Μαρτίου 2000 στη Λισσαβόνα, σημειώνεται ότι, για να μπορέσει η Ευρώπη να εκμεταλλευθεί πλήρως το δυναμικό ανάπτυξης και δημιουργίας θέσεων εργασίας που διαθέτει η ψηφιακή και βασισμένη στη

γνώση οικονομία, είναι αναγκαία η πρόσβαση επιχειρήσεων και πολιτών σε φθηνή, παγκόσμιας κλάσης υποδομή επικοινωνιών και σε ευρύ φάσμα υπηρεσιών, ενώ για να εξασφαλισθεί αυτό καλούνται τα κράτη μέλη, από κοινού με την Επιτροπή, «να εργαστούν ώστε να τονώσουν τον

ανταγωνισμό στον τομέα των τοπικών δικτύων πριν από το τέλος του 2000 και να εισαγάγουν χωριστή χρέωση για τον τοπικό βρόχο, με σκοπό να συμβάλουν στην ουσιαστική μείωση των δαπανών χρήσης του διαδικτύου».

(2) Στην οδηγία 97/33/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 30ής Ιουνίου 1997, για τη διασύνδεση στο χώρο των τηλεπικοινωνιών προκειμένου να διασφαλιστεί η καθολική υπηρεσία και η διαλειτουργικότητα με εφαρμογή των αρχών παροχής ανοικτού δικτύου (ONP) (1), όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 98/61/EK (2), και ιδίως στο άρθρο 4 παράγραφος 2 και στα άρθρα 7, 9 και 11, καθορίζονται αρχές σχετικά με την πρόσβαση σε δίκτυα, συμπεριλαμβανομένης της συνεγκατάστασης, και παρέχονται στις εθνικές κανονιστικές αρχές εξουσίες για την άσκηση των αρμοδιοτήτων τους σχετικά.

(3) Στην οδηγία 98/10/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 26ης Φεβρουαρίου 1998, για την εφαρμογή της παροχής ανοικτού δικτύου (ONP) στη φωνητική τηλεφωνία και για την καθολική υπηρεσία στις τηλεπικοινωνίες σε ανταγωνιστικό περιβάλλον (3), και ιδίως στο άρθρο 16, καθορίζονται όροι σχετικά με ειδική πρόσβαση στο δίκτυο με σκοπό την τόνωση της ανάπτυξης νέων τύπων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών.

(4) Στην οδηγία 92/44/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 5ης Ιουνίου 1992, σχετικά με την εφαρμογή της παροχής ανοικτού δικτύου στις μισθωμένες γραμμές (4), όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 97/51/EK (5) και την απόφαση αριθ. 80/98/EK της Επιτροπής (6), και ιδίως στο άρθρο 8 παράγραφος 2, καθορίζονται όροι για την παροχή μισθωμένων γραμμών.

(5) Στην οδηγία 90/388/ΕΟΚ της Επιτροπής (7), όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 1999/64/ΕΚ (8), και ιδίως στο άρθρο 4 στοιχείο γ), καθορίζονται απαιτήσεις για την αναπροσαρμογή τιμολογίων σε πλήρως ελευθερωμένη αγορά.

(6) Ο «τοπικός βρόχος» αναφέρεται στο φυσικό χάλκινο γραμμικό κύκλωμα αγωγών στο τοπικό δίκτυο που συνδέει τις εγκαταστάσεις του πελάτη με τον τοπικό μεταγωγέα, συγκεντρωτή, ή αντίστοιχη ευκολία του φορέα εκμετάλλευσης. Όπως αναφέρεται στην πέμπτη έκθεση της Επιτροπής σχετικά με την εφαρμογή της δέσμης κανονιστικών μέτρων στον τομέα των τηλεπικοινωνιών (9), το τοπικό δίκτυο παραμένει ένα από τα λιγότερο ανταγωνιστικά τμήματα της ελευθερωμένης αγοράς τηλεπικοινωνιών, διότι οι νεοεισερχόμενοι δεν διαθέτουν εκτεταμένες εναλλακτικές υποδομές δικτύου και δεν είναι σε θέση να φτάσουν το επίπεδο των οικονομιών κλίμακας και το εύρος δραστηριοτήτων των φορέων εκμετάλλευσης που κοινοποιούνται ότι έχουν σημαντική ισχύ στην αγορά στο σταθερό δίκτυο (οι οποίοι στο εξής θα καλούνται ως «κοινοποιημένοι φορείς εκμετάλλευσης»). Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι οι φορείς εκμετάλλευσης ανέπτυξαν τα τοπικά δίκτυα μέσα σε σημαντικά χρονικά διαστήματα προστατευόμενοι από αποκλειστικά δικαιώματα και ήταν σε θέση να χρηματοδοτήσουν το επενδυτικό κόστος μέσω μονοπωλιακών μισθωμάτων.

(7) Η παροχή νέων βρόχων με οπτικές ίνες υψηλής χωρητικότητας, απευθείας σε μείζονες χρήστες, αποτελεί ειδική αγορά που αναπτύσσεται υπό ανταγωνιστικές συνθήκες με νέες επενδύσεις· ως εκ τούτου, στην



παρούσα σύσταση δεν γίνεται αναφορά σε αποδεσμοποιημένη πρόσβαση σε τοπικό βρόχο οπτικής ίνας.

(8) Δεν θα ήταν οικονομικά βιώσιμο για τους νεοεισερχόμενους να δημιουργήσουν εκ νέου υποδομή πρόσβασης τοπικού βρόχου χάλκινων αγωγών, αντίστοιχη με αυτή του επίσημου φορέα εκμετάλλευσης, στο σύνολό της και μέσα σε εύλογο χρονικό διάστημα, ενώ οι εναλλακτικές υποδομές τοπικής πρόσβασης (π.χ. καλωδιακή τηλεόραση, δορυφόροι, ασύρματοι τοπικοί βρόχοι) δεν προσφέρουν την ίδια λειτουργικότητα ή το γενικευμένο χαρακτήρα των δικτύων του επίσημου φορέα εκμετάλλευσης.

(9) Οι κοινοποιημένοι φορείς εκμετάλλευσης ήδη αναπτύσσουν ευρυζωνικές υπηρεσίες δυφιορεύματος υψηλής ταχύτητας για πρόσβαση στο Internet, ενδέχεται όμως να καθυστερήσουν την εισαγωγή ορισμένων τύπων τεχνολογιών και υπηρεσιών ψηφιακού συνδρομητικού βρόχου (DSL) στον τοπικό βρόχο, σε περιπτώσεις όπου οι τελευταίες θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν τις τρέχουσες προσφορές τους. Οποιαδήποτε τέτοια καθυστέρηση αποβαίνει εις βάρος των χρηστών. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να επιτραπεί σε τρίτα μέρη να έχουν αποδεσμοποιημένη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο του κοινοποιημένου φορέα εκμετάλλευσης ιδίως, όπως σημειώνεται στο σημείο 5 της σύστασης της Επιτροπής σχετικά με τη χρέωση της διασύνδεσης μισθωμένων γραμμών (10), ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες των χρηστών για την ανταγωνιστική παροχή μισθωμένων γραμμών και την πρόσβαση στο Internet με υψηλή ταχύτητα.

(10) Σύμφωνα με το άρθρο 4 παράγραφος 2 της οδηγίας 97/33/ΕΚ και με το άρθρο 16 της οδηγίας 98/10/ΕΚ, οι κοινοποιημένοι φορείς ανταποκρίνονται σε εύλογες απαιτή-

σεις πρόσβασης στο δίκτυο που υποβάλλονται από νεοεισερχόμενους, ιδίως όσον αφορά κοινή πρόσβαση (11) στη χάλκινη γραμμή, και θα πρέπει να επιδιώκουν τη συμφωνία εμπορικών και τεχνικών όρων. Ωστόσο, η διάθεση μόνον κοινής πρόσβασης στον τοπικό βρόχο δεν ανταποκρίνεται στο σύνολο των απαιτήσεων της αγοράς, επομένως θεωρείται ενδεδειγμένο να παρέχει ο κοινοποιημένος φορέας επίσης και πλήρη αποδεσμοποίηση του τοπικού βρόχου (12), παράλληλα με την κοινή πρόσβαση, ώστε να ενισχύεται ο ανταγωνισμός και να βελτιώνεται η επιλογή για κάθε τύπο χρήστη, παρέχοντας τη δυνατότητα στην αγορά να αποφασίσει ποιες προσφορές αποδεσμοποιημένης πρόσβασης ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες των πελατών.

(11) Οι κοινοποιημένοι φορείς εκμετάλλευσης θα πρέπει να παρέχουν σε τρίτους πληροφορίες και αποδεσμοποιημένη πρόσβαση βάσει των ίδιων όρων και με την ίδια ποιότητα όπως παρέχουν για τις δικές τους υπηρεσίες ή αυτές των θυγατρικών τους εταιρειών ή των εταίρων τους. Για το σκοπό αυτό, η δημοσίευση προσφορών αναφοράς για αποδεσμοποιημένη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο, βραχυπρόθεσμα και κατά προτίμηση στο Internet, και υπό τον εποπτικό έλεγχο της εθνικής κανονιστικής αρχής (ΕΚΑ), θα συνέβαλε στη δημιουργία διαφανών και ισότιμων συνθηκών αγοράς.

(12) Μολονότι η εμπορική διαπραγμάτευση αποτελεί την προτεινόμενη μέθοδο επίτευξης συμφωνίας σε θέματα τεχνικά και τιμολόγησης, για την πρόσβαση στον τοπικό βρόχο, όπως προκύπτει από την εμπειρία, στις περισσότερες περιπτώσεις η κανονιστική παρέμβαση είναι απαραίτητη λόγω της ανισότητας στη διαπραγματευτική ισχύ μεταξύ του

νεοεισερχόμενου και του κοινοποιημένου φορέα εκμετάλλευσης, καθώς και λόγω της έλλειψης άλλων εναλλακτικών λύσεων. Η εθνική κανονιστική αρχή, σύμφωνα με το άρθρο 9 της οδηγίας 97/33/EK και το άρθρο 16 παράγραφος 4 της οδηγίας 98/10/EK, δύναται να παρεμβαίνει με δική της πρωτοβουλία για τον προσδιορισμό θεμάτων, συμπεριλαμβανομένης της τιμολόγησης, που προορίζονται για την εξασφάλιση της διαλειτουργικότητας των υπηρεσιών, τη μεγιστοποίηση της οικονομικής απόδοσης και το όφελος των τελικών χρηστών.

(13) Οι κανόνες κοστολόγησης και τιμολόγησης για τους τοπικούς βρόχους και σχετικές εγκαταστάσεις (όπως συνεγκατάσταση και μισθωμένη χωρητικότητα μετάδοσης) θα πρέπει να είναι διαφανείς, ισότιμοι και αντικειμενικοί, προκειμένου να διασφαλισθεί η δίκαιη αντιμετώπιση. Οι κανόνες τιμολόγησης θα πρέπει να εξασφαλίζουν ότι ο φορέας παροχής του τοπικού βρόχου είναι σε θέση να καλύπτει το νόμιμο κόστος για την αντίστοιχη υπηρεσία και να έχει επιπλέον μία λογική απόδοση. Οι κανόνες τιμολόγησης για τους τοπικούς βρόχους θα πρέπει να εξασφαλίζουν την απουσία στρεβλώσεων του ανταγωνισμού, ιδίως την απουσία οποιασδήποτε συμπίεσης των περιθωρίων μεταξύ των τιμών χονδρικής και λιανικής υπηρεσίας του κοινοποιημένου φορέα εκμετάλλευσης. Σημαντική θεωρείται, σχετικά, η διαβούλευση με τις αρμόδιες για τον ανταγωνισμό αρχές.

(14) Με την οδηγία 98/10/EK απαιτείται από τα κράτη μέλη να διασφαλίζουν ότι τουλάχιστον ένας φορέας εκμετάλλευσης ανταποκρίνεται σε όλα τα εύλογα αιτήματα σύνδεσης με το σταθερό δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο σε σταθερή θέση και πρόσβαση με τις σταθερές δημόσιες

τηλεφωνικές υπηρεσίες. Σε περίπτωση που πελάτης αποφασίσει να συνάψει συμβατική σχέση με νεοεισερχόμενο φορέα για την αποκλειστική παροχή υπηρεσιών μέσω πλήρως αποδεσμοποιημένου τοπικού βρόχου, τότε θεωρείται ότι ο κοινοποιημένος φορέας εκμετάλλευσης έχει εκπληρώσει την υποχρέωσή του βάσει του άρθρου 5 της οδηγίας 98/10/EK. Οι χρήστες θα πρέπει να είναι πλήρως ενημερωμένοι σχετικά με παρόμοιους όρους στα συμβόλαιά τους, σύμφωνα με το άρθρο 10 της οδηγίας 98/10/EK, με την επιφύλαξη της εφαρμογής της κοινοτικής νομοθεσίας όσον αφορά την προστασία των καταναλωτών.

(15) Η οδηγία 97/13/EK προβλέπει τη χρήση γενικών αδειών παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, εκτός από ορισμένες συγκεκριμένες συνθήκες που ορίζονται στο άρθρο 7 της οδηγίας αυτής. Εταιρείες που χρησιμοποιούν τεχνολογία DSL σε αποδεσμοποιημένους τοπικούς βρόχους για την παροχή υπηρεσιών σε πελάτες, θα πρέπει να αδειοδοτούνται σύμφωνα με την οδηγία 97/13/EK, βάσει των δραστηριοτήτων που αναλαμβάνουν και, σύμφωνα με την αρχή της τεχνολογικής ουδετερότητας, δεν θα πρέπει να επιβάλλονται συγκεκριμένοι κανονιστικοί περιορισμοί στις υπηρεσίες που παρέχονται με τον τρόπο αυτό. Οι εξουσιοδοτημένοι φορείς δικτύων δεδομένων ή οι φορείς δικτύων φωνητικής τηλεφωνίας θα πρέπει να λαμβάνουν από τους κοινοποιημένους φορείς εκμετάλλευσης το δικαίωμα από κοινού πρόσβασης ή/και λειτουργίας πλήρως αποδεσμοποιημένων τοπικών βρόχων, χωρίς να απαιτούνται συμπληρωματικές εγκρίσεις ή χωρίς να υπάγονται σε πρόσθετους περιορισμούς.

(16) Κρίνεται σκόπιμο, η Επιτροπή να αναθεωρεί την παρούσα σύσταση περιοδικά βάσει των εξελίξεων της αγοράς και της αποκτηθείσας εμπειρίας, ιδίως όσον αφορά τα θέματα τιμολόγησης και το περιεχόμενο της προσφοράς αναφοράς που περιλαμβάνεται στο παράρτημα.

(17) Παράλληλα με την παρούσα ανακοίνωση ισχύουν οι κοινοτικοί κανόνες περί ανταγωνισμού, ΣΥΝΙΣΤΑ:

#### Άρθρο 1

##### Παροχή πρόσβασης στον τοπικό βρόχο

1. Στο πλαίσιο της προώθησης μιας προηγμένης, εναρμονισμένης και ανταγωνιστικής αγοράς ηλεκτρονικών επικοινωνιών που παρέχει στους χρήστες ευρεία επιλογή πλήρους φάσματος επικοινωνιακών υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένων ευρυζωνικών υπηρεσιών και υπηρεσιών Internet υψηλής ταχύτητας, η παρούσα σύσταση αφορά τους όρους παροχής σε νεοεισερχομένους αποδεσμοποιημένης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο και σε σχετικές ευκολίες, εκ μέρους των φορέων εκμετάλλευσης του δημόσιου σταθερού δικτύου οι οποίοι, όπως ορίζεται από την εθνική κανονιστική αρχή, έχουν σημαντική ισχύ στην αγορά (στο εξής καλούμενοι ως «κοινοποιημένοι φορείς εκμετάλλευσης») σύμφωνα με τις οδηγίες 97/33/EK, 92/44/EK και 98/10/EK.

2. Με την επιφύλαξη εφαρμογής των κοινοτικών κανόνων ανταγωνισμού, συνιστάται ότι στα κράτη μέλη όπου δεν διατίθεται ακόμη πλήρης αποδεσμοποιημένη πρόσβαση θα πρέπει να ληφθούν κατάλληλα νομικά και κανονιστικά μέτρα προκειμένου να επιβληθεί, έως τις 31 Δεκεμβρίου 2000, η πλήρης αποδεσμοποιημένη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο χάλκινων

αγωγών των κοινοποιημένων φορέων εκμετάλλευσης υπό διαφανείς, δίκαιους και ισότιμους όρους.

3. Η συνιστώμενη παροχή πλήρως αποδεσμοποιημένης πρόσβασης στον τοπικό βρόχο των κοινοποιημένων φορέων εκμετάλλευσης ισχύει με την επιφύλαξη των υποχρεώσεων που απορρέουν από τις οδηγίες 97/33/EK και 98/10/EK για τους κοινοποιημένους φορείς εκμετάλλευσης όσον αφορά (13):

— την ικανοποίηση αιτήσεων για άλλες μορφές πρόσβασης, συμπεριλαμβανομένης της από κοινού πρόσβασης στον τοπικό βρόχο, σύμφωνα με το άρθρο 4 παράγραφος 2 της οδηγίας 97/33/EK και το άρθρο 16 της οδηγίας 98/10/EK, — τη συμμόρφωση με την αρχή της ισοτιμίας κατά τη χρήση του σταθερού δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου για την παροχή υπηρεσιών δυφιορεύματος υψηλής ταχύτητας σε τρίτους όπως παρέχεται για τις δικές τους υπηρεσίες, σύμφωνα με το άρθρο 16 παράγραφος 7 της οδηγίας 98/10/EK.

#### Ανάπτυξη νέων υπηρεσιών

4. Κατά την εφαρμογή της αρχής της ισοτιμίας που το κοινοτικό δίκαιο επιβάλλει στους κοινοποιημένους φορείς εκμετάλλευσης, συνιστάται ότι οι εθνικές κανονιστικές αρχές θα πρέπει να εξασφαλίζουν ότι ένας κοινοποιημένος φορέας εκμετάλλευσης παρέχει στους ανταγωνιστές του τις ίδιες ευκολίες με εκείνες τις οποίες παρέχει στον εαυτό του ή σε συνδεδεμένες με αυτόν εταιρείες και με τους ίδιους όρους και μέσα στο ίδιο χρονικό πλαίσιο. Αυτό αφορά ειδικότερα την ανάπτυξη νέων υπηρεσιών στο τοπικό δίκτυο, την πρόσβαση σε αποδεσμοποιημένους τοπικούς βρόχους, τη διάθεση χώρου συνεγκατάστασης, την παροχή χωρητικότητας

μισθωμένης μετάδοσης για πρόσβαση σε χώρους συνεγκατάστασης, τις διαδικασίες παραγγελιών και εφοδιασμού, ποιότητας και συντήρησης.

#### Τιμολόγηση

5. Προκειμένου να αποφευχθούν παρατεταμένες διαφορές σχετικά με την τιμολόγηση μεταξύ νεοεισερχομένων και κοινοποιημένων φορέων εκμετάλλευσης, οι οποίες ενδέχεται να καθυστερήσουν την αποτελεσματική εφαρμογή της αποδεσμοποίησης του τοπικού βρόχου, συνιστάται ότι οι εθνικές κανονιστικές αρχές θα πρέπει να προσδιορίσουν τη μεθοδολογία τιμολόγησης καθώς και τα σχετικά κριτήρια που θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των τιμών. Τα κράτη μέλη δύνανται, κατά περίπτωση, να καθορίζουν τις πραγματικές τιμές, όσου αυτό συμβιβάζεται με την κοινοτική νομοθεσία (14). Για το σκοπό αυτό ενδείκνυται να διεξαχθεί ανάλυση του ανταγωνισμού.

6. Όσο το επίπεδο του ανταγωνισμού στο δίκτυο τοπικής πρόσβασης δεν επαρκεί για την πρόληψη της υπερβολικής τιμολόγησης της αποδεσμοποιημένης πρόσβασης στους τοπικούς βρόχους, συνιστάται ότι οι τιμές για την αποδεσμοποιημένη πρόσβαση σε τοπικούς βρόχους θα πρέπει να ακολουθούν την αρχή της κοστοστρέφειας. Καταρχήν, η εφαρμογή μίας προσέγγισης πρόβλεψης βάσει του τρέχοντα κόστους (15) θα ενισχύσει τον δίκαιο και αειφόρο ανταγωνισμό και θα παράσχει εναλλακτικά επενδυτικά κίνητρα· ωστόσο, εάν αυτό μπορούσε να οδηγήσει σε στρεβλώσεις του ανταγωνισμού βραχυπρόθεσμα, για παράδειγμα σε περιπτώσεις όσου οι τιμές που επιβάλλουν οι κοινοποιημένοι φορείς εκμετάλλευσης στους τελικούς χρήστες παραμένουν ασύμμετρες βάσει του τρέχοντα κόστους, συνιστάται ότι η εθνική κανονιστική αρχή, κατά τη διαδικασία του σημείου

5, προσδιορίζει το απαιτούμενο εύλογο χρονικό διάστημα για τη σταδιακή προσαρμογή της τιμής των τοπικών βρόχων στο τρέχον κόστος, με παράλληλη τήρηση αλληλουχίας με το σύστημα κοστολόγησης που χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση λιανικών υπηρεσιών.

7. Σύμφωνα με την αρχή της ισοτιμίας, σε περιπτώσεις όπου οι κοινοποιημένοι φορείς εκμετάλλευσης ήδη παρέχουν οι ίδιοι υπηρεσίες ψηφιακού συνδρομητικού βρόχου (DSL) υψηλής ταχύτητας χρησιμοποιώντας αποδεδειγμένη πρόσβαση στο τοπικό βρόχο, οι εθνικές κανονιστικές αρχές δύνανται να απαιτήσουν την παροχή πρόσβασης στους τοπικούς βρόχους για τους ανταγωνιστές, στην ίδια τιμή με εκείνη την οποία ο κοινοποιημένος φορέας εκμετάλλευσης επιβάλλει στις δικές του υπηρεσίες DSL. Αυτός ο «ισότιμος» (αμερόληπτος) κανόνας τιμολόγησης θα πρέπει να ισχύει επίσης για την πρόσβαση από νεοεισερχόμενους σε συναφείς ευκολίες, όπως συνεγκατάσταση και μισθωμένη χωρητικότητα μετάδοσης στο δίκτυο πυρήνα, όπως χρησιμοποιείται από τον κοινοποιημένο φορέα εκμετάλλευσης για την υποστήριξη των υπηρεσιών DSL που ο ίδιος παρέχει ή των υπηρεσιών θυγατρικής του ή συνδεδεμένης με αυτόν εταιρείας.

8. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η εμπιστοσύνη στη δίκαιη τιμολόγηση των ευκολιών και προκειμένου να αποδειχθεί η συμμόρφωση με τις υποχρεώσεις αμεροληψίας, συνιστάται η διάθεση κατάλληλων και λεπτομερών πληροφοριών λογιστικής κόστους, συμπεριλαμβανομένου του εσωτερικού καθορισμού τιμών μεταφοράς σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές της σύστασης 98/322/EK της Επιτροπής (16), προς την εθνική κανονιστική αρχή, η οποία μπορεί να τις διαθέσει στα ενδιαφερόμενα μέρη



στο πλαίσιο μιας συμφωνίας μη κοινολόγησης, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη πτυχές που αφορούν την τήρηση του επαγγελματικού απορρήτου.

9. Συνιστάται ότι οι εθνικές κανονιστικές αρχές διεξάγουν περιοδικές ανασκοπήσεις των συνθηκών της αγοράς όσον αφορά την τοπική πρόσβαση, αναπροσαρμόζοντας αναλόγως αρχές τιμολόγησης και υποχρεώσεις ή αίροντας ρυθμίσεις τιμολόγησης μόλις η αγορά προσφέρει επαρκή ανταγωνισμό και επιλογές εναλλακτικών προσφορών. Η περίοδος ανασκόπησης θα ανακοινώνεται εκ των προτέρων προκειμένου να παρέχεται δυνατότητα πρόβλεψης στους παράγοντες της αγοράς.

#### Τεχνικοί όροι και συνεγκατάσταση

10. Η φυσική πρόσβαση παρέχεται σε κάθε εφικτό τερματικό σημείο του χάλκινου τοπικού βρόχου, όπου ο νεοεισερχόμενος μπορεί να συνεγκαταστήσει και να συνδέσει τον εξοπλισμό και τις ευκολίες του δικτύου του για παροχή υπηρεσιών στον πελάτη του, στον τοπικό μεταγωγέα, στον συγκεντρωτή ή σε αντίστοιχη ευκολία. Καταρχήν, θα πρέπει να επιτρέπεται στις συνεγκαθιστάμενες εταιρείες να τοποθετούν οποιοδήποτε εξοπλισμό ο οποίος είναι απαραίτητος για την πρόσβαση στον αποδεδιοποιημένο τοπικό βρόχο, χρησιμοποιώντας διαθέσιμο χώρο συνεγκατάστασης, καθώς και για την ανάπτυξη ή ενοικίαση ζεύξεων μετάδοσης από εκεί έως το σημείο όπου ευρίσκεται ο νεοεισερχόμενος. Συνιστάται ότι οι εθνικές κανονιστικές αρχές θα πρέπει να εξασφαλίζουν την παροχή χώρου συνεγκατάστασης στους ανταγωνιστές υπό διαφανείς, δίκαιους και ισότιμους όρους.

11. Όσον αφορά τις τεχνολογίες και τις υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται με τους αποδεδιοποιημένους τοπικούς βρόχους, συνιστάται ότι οι εθνικές

κανονιστικές αρχές θα πρέπει να εξασφαλίζουν ότι οποιοδήποτε περιορισμοί σχεδιάζονται για την προστασία της ακεραιότητας του δικτύου και, στην περίπτωση της από κοινού πρόσβασης στον τοπικό βρόχο, για την προστασία του διαύλου φωνητικής τηλεφωνίας, δεν θα εισάγουν διακρίσεις και θα στηρίζονται σε αντικειμενικά κριτήρια προσδιορισμένα εκ των προτέρων, σύμφωνα με το άρθρο 13 παράγραφος 2 στοιχείο β) της οδηγίας 98/10/EK. Σύμφωνα με την αρχή της τεχνολογικής ουδετερότητας, δεν θα πρέπει να επιβάλλονται πρόσθετοι ή ειδικοί κανονιστικοί περιορισμοί σε εταιρείες που χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες DSL στον τοπικό βρόχο ως μέσο παροχής υπηρεσιών στους πελάτες.

#### Διαφάνεια και συντονισμός

12. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος ανάπτυξης ανταγωνιστικών υπηρεσιών DSL από νεοεισερχόμενους, συνιστάται ότι οι εθνικές κανονιστικές αρχές θα πρέπει να εξασφαλίσουν ότι οι κοινοποιημένοι φορείς εκμετάλλευσης διαθέτουν, το ταχύτερο δυνατό, και κατά το δυνατόν μέσω Internet, μία προσφορά αναφοράς για πλήρως αποδεσμοποιημένη πρόσβαση και από κοινού πρόσβαση στον τοπικό βρόχο, η οποία περιλαμβάνει περιγραφή των προσφορών και των σχετικών όρων και προϋποθέσεων, συμπεριλαμβανομένων των τιμών.

Στο παράρτημα παρέχεται ενδεικτικός κατάλογος στοιχείων που θα πρέπει να περιλαμβάνονται στην προσφορά αναφοράς για αποδεσμοποιημένη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο.

13. Επιπλέον, συνιστάται ότι οι εθνικές κανονιστικές αρχές θα πρέπει να εξασφαλίζουν εύκολη διάθεση των ακόλουθων πληροφοριών σχετικά με υπηρεσίες επικοινωνιών σε αποδεσμοποιημένους τοπικούς βρόχους:

- όρους χορήγησης αδειών για φορείς εκμετάλλευσης,
- πληροφορίες για χρήστες που λαμβάνουν υπηρεσίες από φορείς εκμετάλλευσης που χρησιμοποιούν αποδεδомοποιημένη πρόσβαση στον τοπικό βρόχο, συμπεριλαμβανομένων όλων των συμβατικών όρων, ειδικών τιμολογίων, δικαιωμάτων των χρηστών, ελάχιστες περιόδους μίσθωσης και πτυχές καθολικής υπηρεσίας, λήξης της υπηρεσίας, παραπόνων και διαδικασιών αποκατάστασης.

14. Συνιστάται στις εθνικές κανονιστικές αρχές να συστήνουν εθνικές ομάδες συντονισμού αποτελούμενες από ενδιαφερόμενα μέρη, συμπεριλαμβανομένων εκπροσώπων των χρηστών, για την αποσαφήνιση των απαιτήσεων των σημείων 12 και 13, και να παρέχουν συμβουλές σε συνεχή βάση σχετικά με το βαθμό λεπτομέρειας των πληροφοριών που δημοσιεύονται στην προσφορά αναφοράς. Οι κοινοποιημένοι φορείς εκμετάλλευσης θα πρέπει να υποβάλουν τακτικά εκθέσεις στην οικεία ΕΚΑ σχετικά με την εφαρμογή εκ μέρους τους της αποδεδомοποίησης του τοπικού βρόχου, συμπεριλαμβανομένων στατιστικών πληροφοριών για τα στοιχεία που αναφέρονται στην προσφορά αναφοράς.

15. Συνιστάται ότι τα κράτη μέλη θα πρέπει να εξασφαλίζουν ότι οι εθνικές ομάδες συντονισμού λαμβάνουν υπόψη παρόμοιες δραστηριότητες που αναλαμβάνονται σε άλλα κράτη μέλη και σε συναφείς διεθνείς οργανισμούς. Προκειμένου να διευκολυνθεί ο συντονισμός, συνιστάται ότι οι εθνικές κανονιστικές αρχές θα πρέπει να υποβάλουν περιοδικά αναφορές στην επιτροπή παροχής ανοικτού δικτύου (ONP) σχετικά με θέματα που αφορούν την εφαρμογή της.

#### Ανασκόπηση

16. Η παρούσα σύσταση, και ιδίως το παράρτημα, θα επανεξεταστούν από την Επιτροπή υπό το φως των εξελίξεων της αγοράς και, όπου κριθεί απαραίτητο, θα επικαιροποιηθούν.