

**Πανεπιστήμιο Κρήτης
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών**

**Χρέωση Υπηρεσιών Ταχείας
Πρόσβασης στο Internet και Υπηρεσιών
Νοητών Ιδιωτικών Δικτύων**

**Χρήστος Κ. Ρέτσας
Μεταπτυχιακή Εργασία**

Ηράκλειο
Δεκέμβριος 2000

στην οικογένειά μου

Χρέωση Υπηρεσιών Ταχείας Πρόσβασης στο Internet και Υπηρεσιών Νοητών Ιδιωτικών Δικτύων

Χρήστος Κ. Ρέτσας

Μεταπτυχιακή Εργασία

Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η κοινωνία της πληροφορίας προβλέπει την οικονομικά προσιτή παροχή σύγχρονων δικτυακών εφαρμογών στην ευρείας κλίμακας αγορά των οικιακών αλλά και επαγγελματικού χαρακτήρα συνδρομητών. Το DSL (*Digital Subscriber Line*) αποτελεί μία τεχνολογία για modems, η οποία μετατρέπει το φυσικό μέσο της παραδοσιακής τηλεφωνίας, δηλ. το συνεστραμμένο ζεύγος χάλκινων καλωδίων του τοπικού βρόχου, σε μία υποδομή πρόσβασης κατάλληλη για την παροχή σύγχρονων δικτυακών υπηρεσιών υψηλών απαιτήσεων σε χωρητικότητα. Αναμένεται να απαιτηθούν δεκαετίες μέχρις ότου οι νέες υποδομές ευρείας ζώνης για τον τοπικό βρόχο (π.χ. οπτική ίνα) να καλύψουν το σύνολο των εν δυνάμει συνδρομητών. Συνεπώς, το DSL στις διάφορες εκδόσεις του (xDSL, π.χ. ADSL, SDSL, HDSL, VDSL), παρέχοντας ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των εκατοντάδων kbps μέχρι δεκάδων Mbps πάνω από την υπάρχουσα υποδομή του τοπικού βρόχου, αναμένεται να παίξει έναν σημαντικό ρόλο για τα επόμενα χρόνια.

Οι θετικές αυτές προοπτικές της τεχνολογίας του DSL, αποτέλεσαν το ερέθισμα για την παρούσα εργασία, η οποία κινείται σε δύο κατευθύνσεις:

1. την χρέωση υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet (*Fast Internet*), δηλ. υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet παρεχόμενων σε συνδρομητές DSL.
2. την χρέωση υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων (*virtual private networks – VPNs*), τόσο διασύνδεσης απομακρυσμένων εταιρικών δικτύων που διαθέτουν υποδομή πρόσβασης DSL (*intranet/extranet VPNs*), όσο και απομακρυσμένης πρόσβασης μεμονωμένων χρηστών-συνδρομητών DSL σε εταιρικά δίκτυα (*access VPNs*).

Η πρόσβαση στο Internet και τα νοητά ιδιωτικά δίκτυα συνιστούν δύο συγκεκριμένες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας με μεγάλες επιχειρηματικές προοπτικές για τους παροχείς, προς τις οποίες “στοχεύει” η τεχνολογία πρόσβασης του DSL.

Στην παρούσα εργασία λοιπόν μελετάται το ζήτημα της χρέωσης υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet (*Fast Internet*). Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αρχιτεκτονικής υπηρεσιών που υλοποιείται στα δίκτυα πρόσβασης DSL στην περίπτωση της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πρόσβασης στο Internet (πακέτο υπηρεσιών *Fast Internet*), προτείνονται συγκεκριμένες μέθοδοι διαμόρφωσης χρεώσεων, τόσο σταθερού ρυθμού (*flat-rate*) δηλ. χρεώσεων με πάγιο, όσο και βάσει της

χρήσης (usage-based), για τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP (Internet service provider). Οι προτεινόμενες μέθοδοι χρέωσης αυτές αποτελούν εφαρμογή και κατάλληλη προσαρμογή της μεθόδου χρέωσης *abc*, της μεθόδου χρέωσης βάσει χρήσης που προτάθηκε παλαιότερα από το έργο CASHMAN για υπηρεσίες ATM.

Επίσης, δεδομένης της συγκεκριμένης ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αρχιτεκτονικής υπηρεσιών που υλοποιείται στα δίκτυα πρόσβασης DSL για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet και της εμπλοκής περισσότερων του ενός λειτουργών δικτύων στην παροχή της τελικής υπηρεσίας του Fast Internet, προτείνεται μία μέθοδος για την κατά δίκαιο τρόπο κατανομή στους συνδρομητές των παραπάνω χρεώσεων που αφορούν τις υπηρεσίες πρόσβασης των συνδρομητών από τον εξοπλισμό τους στο δίκτυο του ISP. Οι προτάσεις αυτές για την χρέωση των υπηρεσιών πρόσβασης των συνδρομητών στο δίκτυο του ISP και για την κατανομή των χρεώσεων αυτών στους συνδρομητές, εξετάζονται ως προς την εφαρμογή τους στο πλαίσιο των τριών επιχειρησιακών μοντέλων που συναντώνται σήμερα στην πράξη σε παγκόσμιο επίπεδο για την παροχή προστιθέμενης αξίας υπηρεσιών σε συνδρομητές DSL, άρα και υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet σε συνδρομητές DSL (Fast Internet).

Εκτός από το ζήτημα της χρέωσης υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet, η παρούσα εργασία ασχολείται επίσης και με το ζήτημα της χρέωσης των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας των νοητών ιδιωτικών δικτύων (VPN), οι οποίες παρέχονται πάνω από ευρυζώνια δίκτυα πρόσβασης DSL. Η μελέτη που πραγματοποιείται πάνω στο ζήτημα αυτό καλύπτει όλους τους τύπους των νοητών ιδιωτικών δικτύων που υλοποιούνται πάνω από δημόσια δίκτυα (*intranet/extranet VPNs* και *access VPNs*) και για κάθε εξεταζόμενο τύπο νοητού ιδιωτικού δικτύου όλες τις δυνατές αρχιτεκτονικές υλοποίησης του.

Ειδικότερα, για την υπηρεσία των **intranet/extranet VPNs επιπέδου 2** (*layer 2 intranet/extranet VPNs*) αναπτύσσεται μία μέθοδος χρέωσης *επίπεδου ρυθμού* καθώς και δύο διαφορετικές μέθοδοι χρέωσης *βάσει χρήσης*. Ομοίως, για την υπηρεσία των **intranet/extranet VPNs επιπέδου 3** (*layer 2 intranet/extranet VPNs*) προτείνεται τόσο μία μέθοδος διαμόρφωσης χρεώσεων *επίπεδου ρυθμού*, όσο και μία μέθοδος διαμόρφωσης χρεώσεων *βάσει χρήσης*. Ανάλογες μέθοδοι διαμόρφωσης χρεώσεων τόσο *επίπεδου ρυθμού* όσο και *βάσει χρήσης* διατυπώνονται και για την υπηρεσία των **access VPNs** απομακρυσμένων χρηστών που διαθέτουν πρόσβαση βασισμένη στο DSL. Συνεπώς, η παρούσα εργασία καλύπτει πλήρως το ζήτημα της χρέωσης υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων όλων των τύπων και αρχιτεκτονικών, προτείνοντας συγκεκριμένες μεθόδους χρέωσης, τόσο σταθερού ρυθμού όσο και βάσει της χρήσης, που μπορούν να εφαρμοστούν σε εμπορικό επίπεδο.

Επόπτης: Γεώργιος Δ. Σταμούλης
 Επίκουρος Καθηγητής Επιστήμης Υπολογιστών
 Πανεπιστήμιο Κρήτης

Ευχαριστίες

Φτάνοντας το τέλος της μεταπτυχιακής μου εργασίας, αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στα πρόσωπα εκείνα που συνέβαλαν το καθένα με τον δικό του τρόπο, άμεσα ή έμμεσα, στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής και κατ' επέκταση των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Κατ' αρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επόπτη καθηγητή μου κ. Γεώργιο Δ. Σταμούλη, για την πολύτιμη και ουσιαστική καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας και γενικότερα των μεταπτυχιακών μου σπουδών, καθώς και την συμμετοχή του στην επιτροπή εξέτασης. Εξίσου θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιστημονικό μου σύμβουλο κ. Στέλιο Σαρτζετάκη υπό την άμεση επίβλεψη και καθοριστική καθοδήγηση του οποίου πραγματοποιήθηκε η μεταπτυχιακή μου εργασία. Τον τελευταίο ευχαριστώ επίσης ιδιαίτερα και για την εποικοδομητική συνεργασία που είχαμε ως ομάδα εργασίας του Πανεπιστημίου Κρήτης σε δύο συγκεκριμένα τμήματα του Πιλοτικού Έργου ADSL του Ο.Τ.Ε. Επρόκειτο για μία συνεργασία διάρκειας ενός έτους περίπου μέσα από την οποία μου δόθηκε η δυνατότητα να αποκτήσω πολύτιμη εμπειρία και γνώσεις στην τεχνολογία πρόσβασης DSL και σε ζητήματα χρέωσης και παροχής υπηρεσιών προσφερόμενων πάνω από πρόσβαση DSL. Πρόκειται για εμπειρία και γνώσεις που με βοήθησαν σε πολύ μεγάλο βαθμό στην ενασχόλησή μου με το αντικείμενο της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Εκφράζω επίσης τις ευχαριστίες μου στους καθηγητές κ. Απόστολο Τραγανίτη και κ. Κατερίνα Χούστη για την συμμετοχή τους στην επιτροπή εξέτασης και τις εύστοχες παρατηρήσεις τους στην εργασία μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες επιθυμώ να εκφράσω και για το Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης για τις υψηλού επιπέδου μεταπτυχιακές σπουδές που μου παρείχαν για την απόκτηση μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης στις θεματικές περιοχές των *Δικτύων Υπολογιστών και Ψηφιακών Επικοινωνιών* (πρωτεύουσα περιοχή) και των *Πληροφορικών Συστημάτων και Τεχνολογίας Λογισμικού* (δευτερεύουσα περιοχή). Ευχαριστώ επίσης την ομάδα Δικτύων και Τηλεπικοινωνιών του Ινστιτούτου Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας για τις δυνατότητες και τα εναύσματα που μου έδωσε η συμμετοχή στις δραστηριότητές της, ώστε να έρθω σε επαφή με ερευνητικά και τεχνολογικά ζητήματα αιχμής από τον χώρο των τηλεπικοινωνιών και δικτύων. Ευχαριστώ επίσης το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας συνολικά για την υλικοτεχνική υποδομή που μου παρείχε.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα να δώσω επίσης στους φίλους και τις φίλες μου, τόσο τους παλιούς, όσο και όλους εκείνους που έκανα κατά την διάρκεια των σπουδών μου στην Κρήτη. Οι τελευταίοι ήταν εκείνοι με τους οποίους μοιραστήκαμε αλλά και ζήσαμε πολλά πράγματα καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μας. Η ονομαστική αναφορά των φίλων αυτών εδώ είναι περιττή, καθώς αρκεί που γνωρίζομαστε μεταξύ μας. Εύχομαι να είναι καλά και στο μέλλον να πραγματοποιηθούν όλες οι επιθυμίες τους τόσο σε προσωπικό όσο και επαγγελματικό επίπεδο.

Ιδιαίτερη αναφορά από καρδιάς θα ήθελα να κάνω στο σημείο αυτό και για την οικογένεια του κ. Παντελή και της κ. Γεωργίας Νικηφορίδη. Πρόκειται για μία οικογένεια η οποία κατά την 2ετή και πλέον παραμονή μου στο Ηράκλειο μου φέρθηκε σαν πραγματική μου οικογένεια και όχι ως απλοί, τυπικοί σπιτονοικοκύρηδες. Δεν θα ξεχάσω ποτέ τις φροντίδες και το ενδιαφέρον της κ. Γεωργίας για τις σπουδές μου, τα άγχη μου και γενικά την ζωή μου στο Ηράκλειο. Ευχή μου είναι συμπεριφορά σαν αυτή που γνώρισα εγώ από αυτούς

τους ανθρώπους, να γνωρίσουν ο Νικηφόρος και ο Γιώργος όποτε βρεθούν μακριά από την οικογένεια τους, όπως εγώ που βρέθηκα στην Κρήτη λόγω των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Τέλος, θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου, την μητέρα μου Έφη, τον πατέρα μου Κώστα και τον αδερφό Γιώργο για την υποστήριξη και την συμπαράσταση τους όχι μόνο στις σπουδές μου αυτές αλλά και σε όλη την μέχρι τώρα ζωή μου. Στους γονείς μου οφείλω όχι μόνο την φυσική μου ύπαρξη, αλλά την μόρφωση μου και την οποιαδήποτε παιδεία ως άνθρωπο μπορεί να μου αναγνωρίσει κανείς. Τους ευχαριστώ λοιπόν και εύχομαι και εγώ στο μέλλον ως γονιός να ανταποκριθώ στον ρόλο αυτό το ίδιο καλά με αυτούς.

Η οικογένειά μου είναι αυτή στην οποία αφιερώνω την παρούσα εργασία.

Χρήστος Κ. Ρέτσας

Περιεχόμενα

Περίληψη	i
Ευχαριστίες.....	iii
Περιεχόμενα.....	v
Κατάλογος Σχημάτων.....	xi
Κατάλογος Πινάκων	xiii
1. Εισαγωγή	1
1.1. Τεχνολογίες πρόσβασης ευρείας ζώνης.....	1
1.2. Αντικείμενο εργασίας	4
1.2.1. Χρέωση υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet	5
1.2.2. Χρέωση υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων	6
1.3. Συνεισφορά εργασίας	7
1.4. Οργάνωση του κειμένου.....	11
2. Εισαγωγή στην χρέωση δικτυακών υπηρεσιών.....	15
2.1. Η έννοια της χρέωσης.....	15
2.1.1. Ταρίφες και τιμές	16
2.1.2. Μέρη χρέωσης.....	17
2.1.2.1. Χρέωση συνδρομής.....	17
2.1.2.2. Χρέωση χρήσης.....	17
2.1.2.3. Χρέωση περιεχομένου.....	18
2.1.3. Στόχοι της χρέωσης	19
2.1.3.1. Παραγωγή εσόδων για τους παροχείς δικτυακών υπηρεσιών	19
2.1.3.2. Παροχή κινήτρων στους χρήστες για αποδοτική χρήση του δικτύου ..	19
2.1.3.3. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την χρέωση	21
2.2. Χρέωση σε δίκτυα ευρείας ζώνης πολλαπλών υπηρεσιών	21
2.2.1. Υπηρεσίες.....	21
2.2.1.1. Εγγυημένες υπηρεσίες και συμβόλαιο κυκλοφορίας.....	21
2.2.1.2. Ελαστικές υπηρεσίες.....	23
2.2.2. Χρέωση εγγυημένων υπηρεσιών.....	24
2.2.3. Χρέωση ελαστικών υπηρεσιών	24
2.3. Απαιτήσεις πολιτικών χρέωσης.....	25
2.3.1. Απαιτήσεις λειτουργού δικτύου-παροχέα υπηρεσιών	25
2.3.2. Απαιτήσεις τελικού χρήστη-πελάτη υπηρεσιών.....	25
2.4. Γενικές μορφές πολιτικών χρέωσης.....	26
2.4.1. Χρέωση επίπεδου ρυθμού	27
2.4.1.1. Πλεονεκτήματα.....	27
2.4.1.2. Μειονεκτήματα	28
2.4.1.3. Καταλληλότητα εφαρμογής	29
2.4.2. Χρέωση βάσει χρήσης.....	29
2.4.2.1. Πλεονεκτήματα.....	30

2.4.2.2. Μειονεκτήματα	30
2.4.2.3. Συγκεκριμένες μορφές πολιτικών χρέωσης βάσει χρήσης	30
3. Επισκόπηση τεχνολογίας DSL	33
3.1. Προσδιορισμός τεχνολογίας DSL	33
3.1.1. Ορισμός	33
3.1.2. Ιστορικό ανάπτυξης	34
3.1.3. Αρχιτεκτονική δικτύων πρόσβασης DSL και χρησιμοποιούμενη ορολογία	36
3.1.4. Βασικές αρχές τεχνολογίας DSL	39
3.1.4.1. Εκμεταλλεύσιμο φάσμα συχνοτήτων	39
3.1.4.2. Διαχείριση διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων	39
3.1.4.3. Τεχνικές διαμόρφωσης σήματος	41
3.2. Χαρακτηριστικά υπηρεσιών DSL	41
3.3. Τύποι τεχνολογίας DSL (xDSL)	42
3.3.1. Τύποι τεχνολογίας DSL ασυμμετρικού χαρακτήρα	44
3.3.1.1. ADSL	44
3.3.1.2. ADSL Lite	44
3.3.1.3. RADSL	45
3.3.1.4. VDSL	45
3.3.2. Τύποι τεχνολογίας DSL συμμετρικού χαρακτήρα	46
3.3.2.1. IDSL	46
3.3.2.2. HDSL	46
3.3.2.3. HDSL 2	47
3.3.2.4. SDSL	47
3.3.2.5. VDSL	48
3.4. Φορείς προτυποποίησης τεχνολογιών xDSL	48
3.5. Ανταγωνιστικές του DSL τεχνολογίες	48
3.5.1. Αναλογικά modems	49
3.5.2. ISDN	50
3.5.3. Καλωδιακά modems	51
3.6. Εφαρμογές υπηρεσιών πρόσβασης DSL	52
3.6.1. Εφαρμογές οικιακού χαρακτήρα	53
3.6.2. Εφαρμογές επαγγελματικού χαρακτήρα	54
4. Επιχειρησιακά μοντέλα για παροχή υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση DSL	57
4.1. Οι έννοιες του επιχειρησιακού μοντέλου και των επιχειρησιακών ρόλων στο γενικό πλαίσιο της παροχής δικτυακών υπηρεσιών	57
4.1.1. Επιχειρησιακό μοντέλο	57
4.1.2. Επιχειρησιακός ρόλος	58
4.1.3. Γενικό επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών	58
4.1.4. Παράδειγμα επιχειρησιακού μοντέλου για την παροχή δικτυακής υπηρεσίας	61
4.2. Επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών υψηλού επιπέδου πάνω από υποδομή πρόσβασης DSL	62
4.2.1. Μοντέλο αναφοράς παροχής υπηρεσιών πάνω από DSL	62
4.2.2. Εμπλεκόμενοι ρόλοι	64

4.2.2.1. Τελικός χρήστης.....	65
4.2.2.2. Συνδρομητής.....	65
4.2.2.3. Παροχέας τοπικού βρόχου.....	66
4.2.2.4. Παροχέας πρόσβασης δικτύου.....	66
4.2.2.5. Παροχέας μεταφοράς δικτύου.....	66
4.2.2.6. Παροχέας δικτυακής υπηρεσίας.....	67
4.2.3. Σενάρια κυριότητας επιμέρους δικτύων γενικού μοντέλου αναφοράς του DSL	67
4.2.4. Συνηθέστερα επιχειρησιακά μοντέλα.....	68
5. Επισκόπηση τρέχουσας πρακτικής χρέωσης υπηρεσιών πρόσβασης DSL.....	73
5.1. Υιοθέτηση πολιτικών χρέωσης επίπεδου ρυθμού.....	73
5.1.1. Υιοθετούμενη χρέωση αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού.....	73
5.1.2. Υιοθετούμενη κλιμακωτή χρέωση επιπέδων χρέωσης επίπεδου ρυθμού και βάσει χρήσης	74
5.1.2.1. Γενική μορφή επιβαλλόμενης κλιμακωτής χρέωσης	75
5.1.2.2. Παραδείγματα εμπορικής εφαρμογής κλιμακωτής χρέωσης.....	76
5.1.3. Τεκμηρίωση τρέχουσας πρακτικής χρέωσης	76
5.1.3.1. Τεκμηρίωση τρέχουσας πρακτικής χρέωσης αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού.....	76
5.1.3.2. Τεκμηρίωση πρακτικής κλιμακωτής χρέωσης επιπέδων χρέωσης επίπεδου ρυθμού και βάσει χρήσης.....	77
5.2. Επισκόπηση εφαρμοζόμενων πολιτικών χρέωσης στην αγορά DSL υπηρεσιών των Η.Π.Α.....	79
5.3. Επισκόπηση εφαρμοζόμενων πολιτικών χρέωσης στην αγορά υπηρεσιών DSL της Ευρώπης	79
6. Χρέωση υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet πάνω από πρόσβαση ADSL	81
6.1. Υποθέσεις	82
6.1.1. Επιχειρησιακό μοντέλο	82
6.1.1.1. Εμπλεκόμενοι ρόλοι.....	83
6.1.1.2. Αλληλεπίδραση ρόλων.....	87
6.1.2. Αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2	87
6.1.3. ATM ως πρωτόκολλο επιπέδου 2 στο δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς	89
6.2. Χονδρική χρέωση από NAP σε ISP.....	90
6.2.1. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης.....	90
6.2.1.1. Χρέωση συνδρομής.....	91
6.2.1.2. Χρέωση χρήσης.....	92
6.2.2. Χρέωση υπηρεσίας μεταφοράς	92
6.2.2.1. Κριτήρια επιλογής μορφής πολιτικής χρέωσης υπηρεσίας μεταφοράς.....	92
6.2.2.2. Χρέωση συνδρομής.....	93
6.2.2.3. Χρέωση χρήσης.....	97
6.2.3. Χρέωση υπηρεσίας διασύνδεσης.....	104
6.2.3.1. Κριτήρια επιλογής μορφής πολιτικής χρέωσης υπηρεσίας διασύνδεσης.....	105

6.2.3.2. Χρέωση συνδρομής.....	105
6.2.3.3. Χρέωση χρήσης.....	107
6.3. Κατανομή από ISP σε συνδρομητές χονδρικός επιβαλλόμενων χρεώσεων	108
6.3.1. Κατανομή από ISP σε συνδρομητές χρέωσης συνδρομής υπηρεσίας διασύνδεσης.....	109
6.3.1.1. Κατανομή χρέωσης τυπικά χρησιμοποιούμενων ή δεσμευμένων πόρων περιεχόμενης σε χρέωση συνδρομής υπηρεσίας διασύνδεσης.....	109
6.3.1.2. Κατανομή σταθερού λειτουργικού και διαχειριστικού περιεχόμενου σε χρέωση συνδρομής υπηρεσίας διασύνδεσης	112
6.3.2. Κατανομή από ISP σε συνδρομητές χρέωσης χρήσης υπηρεσίας διασύνδεσης.....	113
6.4. Λιανική χρέωση ISP σε συνδρομητή	114
6.5. Εφαρμογή προτεινόμενης μεθόδου χρέωσης επιμέρους υπηρεσιών πρόσβασης και κατανομής αυτών σε συνδρομητές στο πλαίσιο άλλων επιχειρησιακών μοντέλων.....	122
6.5.1. Επιχειρησιακό μοντέλο χονδρικής παροχής υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας από ISP σε NAP και λιανικής παροχής υπηρεσίας Fast Internet από NAP σε συνδρομητή	123
6.5.1.1. Εμπλεκόμενοι ρόλοι.....	124
6.5.1.2. Αλληλεπίδραση ρόλων.....	124
6.5.1.3. Χονδρική χρέωση ISP σε NAP.....	124
6.5.1.4. Λιανική χρέωση NAP σε συνδρομητή	125
6.5.2. Επιχειρησιακό μοντέλο λιανικής παροχής υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας από ISP σε συνδρομητή και λιανικής παροχής επιμέρους υπηρεσιών πρόσβασης από NAP σε συνδρομητή	126
6.5.2.1. Εμπλεκόμενοι ρόλοι.....	126
6.5.2.2. Αλληλεπίδραση ρόλων	127
6.5.2.3. Λιανική χρέωση NAP σε συνδρομητή	127
6.5.2.4. Λιανική χρέωση ISP σε συνδρομητή	128
7. Χρέωση υπηρεσιών intranet/extranet VPN υλοποιούμενων πάνω από πρόσβαση DSL.....	129
7.1. Νοητά ιδιωτικά δίκτυα	130
7.1.1. Ορισμός.....	130
7.1.2. Τύποι	130
7.2. Επιχειρησιακό μοντέλο παροχής υπηρεσιών intranet/extranet VPN.....	132
7.3. Χρέωση υπηρεσιών intranet/extranet VPN επιπέδου 2	135
7.3.1. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης intranet/extranet VPN επιπέδου 2....	135
7.3.2. Ορισμός υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2	137
7.3.2.1. Παράμετροι ορισμού υπηρεσίας.....	137
7.3.2.2. Παρεχόμενες εγγυήσεις απόδοσης υπηρεσίας	137
7.3.2.3. Παράδειγμα ορισμού υπηρεσίας	138
7.3.3. Χρέωση υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2	139
7.3.3.1. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης DSL.....	139
7.3.3.2. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL.....	139
7.3.3.3. Χρέωση υπηρεσίας διασύνδεσης.....	139

7.3.4. Κριτήρια επιλογής πολιτικής χρέωσης.....	140
7.3.5. Μέθοδος χρέωσης επίπεδου ρυθμού υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2.....	141
7.3.5.1. Χρέωση συνδρομής υπηρεσίας VPN.....	141
7.3.5.2. Παράδειγμα χρέωσης υπηρεσίας VPN.....	141
7.3.6. Μέθοδοι χρέωσης βάσει χρήσης υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2.....	142
7.3.6.1. Χρέωση συνδρομής.....	142
7.3.6.2. Χρέωση χρήσης.....	142
7.3.6.3. Απαιτήσεις μέτρησης χρήσης.....	146
7.3.6.4. Παράδειγμα χρέωσης υπηρεσίας VPN με χρέωση χρήσης ως το άθροισμα των χρεώσεων χρήσης επιμέρους υπηρεσιών.....	146
7.3.6.5. Παράδειγμα χρέωσης υπηρεσίας VPN με ενιαία ταρίφα χρέωσης χρήσης.....	147
7.4. Χρέωση υπηρεσιών intranet/extranet VPN επιπέδου 3.....	148
7.4.1. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης intranet/extranet VPN επιπέδου 3....	148
7.4.2. Ορισμός υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3.....	153
7.4.2.1. Παράμετροι ορισμού υπηρεσίας.....	153
7.4.2.2. Παρεχόμενες εγγυήσεις απόδοσης υπηρεσίας.....	154
7.4.2.3. Παράδειγμα ορισμού υπηρεσίας.....	154
7.4.3. Χρέωση υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3.....	157
7.4.3.1. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης DSL.....	157
7.4.3.2. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL.....	157
7.4.3.3. Χρέωση υπηρεσίας μεταφοράς.....	157
7.4.3.4. Χρέωση υπηρεσίας διασύνδεσης.....	157
7.4.3.5. Χρέωση υπηρεσίας σήραγγας.....	158
7.4.4. Μέθοδος χρέωσης επίπεδου ρυθμού υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3.....	158
7.4.4.1. Χρέωση συνδρομής.....	158
7.4.4.2. Παράδειγμα χρέωσης υπηρεσίας intranet VPN.....	158
7.4.5. Μέθοδος χρέωσης βάσει χρήσης υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3.....	159
7.4.5.1. Χρέωση συνδρομής.....	159
7.4.5.2. Χρέωση χρήσης.....	160
7.4.5.3. Απαιτήσεις μέτρησης χρήσης.....	161
7.4.5.4. Παράδειγμα χρέωσης υπηρεσίας VPN.....	161
8. Χρέωση υπηρεσιών access VPN υλοποιούμενων πάνω από πρόσβαση DSL.....	163
8.1. Επιχειρησιακό μοντέλο παροχής υπηρεσιών access VPN.....	163
8.2. Χρέωση υπηρεσιών access VPN.....	166
8.2.1. Αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2.....	166
8.2.2. Γενικές αρχιτεκτονικές υλοποίησης access VPNs.....	167
8.2.3. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης access VPN πάνω από πρόσβαση DSL.....	169
8.2.4. Λιανική χρέωση NAP σε εταιρικό φορέα.....	171

8.2.4.1.	<i>Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης DSL</i>	171
8.2.4.2.	<i>Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης μη DSL</i>	172
8.2.4.3.	<i>Χρέωση υπηρεσίας μεταφοράς</i>	172
8.2.4.4.	<i>Χρέωση υπηρεσίας διασύνδεσης</i>	172
8.2.4.5.	<i>Χρέωση υπηρεσίας σήραγγας</i>	172
8.2.5.	Κατανομή από εταιρικό φορέα σε απομακρυσμένους χρήστες του των λιανικώς επιβαλλόμενων χρεώσεων	172
8.2.5.1.	<i>Κατανομή από εταιρικό φορέα σε απομακρυσμένους χρήστες του της χρέωσης υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL</i>	173
8.2.5.2.	<i>Κατανομή από εταιρικό φορέα σε απομακρυσμένους χρήστες του της χρέωσης υπηρεσίας διασύνδεσης</i>	173
8.2.5.3.	<i>Κατανομή από εταιρικό φορέα σε απομακρυσμένους χρήστες του της χρέωσης υπηρεσίας σήραγγας</i>	174
9.	Ανακεφαλαίωση - Μελλοντικά θέματα	175
9.1.	Χρέωση υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet	175
9.1.1.	Ανακεφαλαίωση	175
9.1.2.	Μελλοντικά θέματα	176
9.2.	Χρέωση υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων	176
9.2.1.	Ανακεφαλαίωση	176
9.2.2.	Μελλοντικά θέματα	177
9.3.	Επιχειρησιακά μοντέλα	178
	Αναφορές	179
	Ακρωνύμια	191
	Ευρετήριο	195

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.	Αρχιτεκτονικές τεχνολογιών πρόσβασης ευρείας ζώνης	2
Σχήμα 2.	Συμβόλαιο κυκλοφορίας εγγυημένης υπηρεσίας	22
Σχήμα 3.	Η τεχνολογία πρόσβασης γραμμής DSL	34
Σχήμα 4.	Αρχιτεκτονική δικτύων πρόσβασης DSL	37
Σχήμα 5.	Μέθοδοι διαμοίρασης διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων στην τεχνολογία DSL για την δημιουργία πολλαπλών καναλιών	40
Σχήμα 6.	Γενικό επιχειρησιακό μοντέλο παροχής τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών	60
Σχήμα 7.	Μοντέλο αναφοράς για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές DSL.....	62
Σχήμα 8.	Σενάρια κυριότητας επιμέρους δικτύων (domains) του γενικού μοντέλου αναφοράς για το DSL.....	68
Σχήμα 9.	Συνηθέστερα επιχειρησιακά μοντέλα παροχής δικτυακών υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές διαθέτοντες υποδομή πρόσβασης DSL	70
Σχήμα 10.	Υιοθετούμενο επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet..	82
Σχήμα 11.	Αρχιτεκτονική βασικών υπηρεσιών υλοποίησης υπηρεσίας Fast Internet	84
Σχήμα 12.	Αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2 για την παροχή υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet σε συνδρομητές DSL (Fast Internet).....	88
Σχήμα 13.	Επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet με χονδρική παροχή υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας από ISP σε NAP και λιανική παροχή υπηρεσίας Fast Internet από NAP σε συνδρομητή	123
Σχήμα 14.	Επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet με λιανική παροχή υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας από ISP σε συνδρομητή και λιανική παροχή επιμέρους υπηρεσιών πρόσβασης από NAP σε συνδρομητή	127
Σχήμα 15.	Τύποι νοητών ιδιωτικών δικτύων	131
Σχήμα 16.	Μοντέλο αναφοράς παροχής υπηρεσιών intranet/extranet VPN σε απομακρυσμένα δίκτυα διαθέτοντα πρόσβαση βασιζόμενη στο DSL.....	133
Σχήμα 17.	Επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών intranet/extranet VPN σε συνδρομητές DSL.....	134
Σχήμα 18.	Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2 πάνω από πρόσβαση DSL	135
Σχήμα 19.	Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3 πάνω από πρόσβαση DSL σύμφωνα με την αρχιτεκτονική intranet/extranet VPNs που βασίζεται σε σήραγγες επιπέδου 3.....	149
Σχήμα 20.	Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3 πάνω από πρόσβαση DSL σύμφωνα με την αρχιτεκτονική intranet/extranet VPNs που βασίζεται στην μεταγωγή επιπέδου 3 βάσει ετικετών	150
Σχήμα 21.	Μοντέλο αναφοράς παροχής υπηρεσιών access VPN σε απομακρυσμένους χρήστες διαθέτοντες πρόσβαση βασιζόμενη στο DSL.....	164

Σχήμα 22.	<i>Επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών access VPN σε συνδρομητές DSL.....</i>	<i>165</i>
Σχήμα 23.	<i>Αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2 για την παροχή υπηρεσιών access VPN σε συνδρομητές DSL</i>	<i>166</i>
Σχήμα 24.	<i>Αρχιτεκτονικές υλοποίησης access VPNs.....</i>	<i>168</i>
Σχήμα 25.	<i>Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης υπηρεσίας access VPN πάνω από πρόσβαση DSL σύμφωνα με την αρχιτεκτονική των υποχρεωτικών σηράγγων επιπέδου 2</i>	<i>169</i>

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.	<i>Γενικές πολιτικές χρέωσης</i>	26
Πίνακας 2.	<i>Διαφορετικοί τύποι τεχνολογίας DSL</i>	43
Πίνακας 3.	<i>Αντιστοίχιση επιχειρησιακών ρόλων για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών πάνω από DSL με τους γενικούς επιχειρησιακούς ρόλους για την παροχή τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών</i>	65
Πίνακας 4.	<i>Σύνοψη πολιτικών χρέωσης ευρωπαϊκής αγοράς παροχών υπηρεσιών DSL</i>	80
Πίνακας 5.	<i>Απαιτήσεις περιεχόμενου χρέωσης συνδρομής υπηρεσίας μεταφοράς</i>	93
Πίνακας 6.	<i>Δυνατές πολιτικές χρέωσης επιμέρους υπηρεσιών και τελικού πακέτου υπηρεσιών Fast Internet</i>	114
Πίνακας 7.	<i>Λιανική χρέωση επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού για τις υπηρεσίες μεταφοράς και διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 1)</i>	115
Πίνακας 8.	<i>Λιανική χρέωση βάσει χρήσης για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού για τις υπηρεσίες μεταφοράς και διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 2)</i>	116
Πίνακας 9.	<i>Λιανική χρέωση επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία μεταφοράς και βάσει χρήσης για την υπηρεσία διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 3)</i>	117
Πίνακας 10.	<i>Λιανική χρέωση βάσει χρήσης για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία μεταφοράς και βάσει χρήσης για την υπηρεσία διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 4)</i>	118
Πίνακας 11.	<i>Λιανική χρέωση επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης βάσει χρήσης για την υπηρεσία μεταφοράς και επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 5)</i>	119
Πίνακας 12.	<i>Λιανική χρέωση βάσει χρήσης για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης βάσει χρήσης για την υπηρεσία μεταφοράς και επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 6)</i>	120
Πίνακας 13.	<i>Λιανική χρέωση επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης βάσει χρήσης για τις υπηρεσίες μεταφοράς και διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 7)</i>	121
Πίνακας 14.	<i>Λιανική χρέωση βάσει χρήσης για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης βάσει χρήσης για τις υπηρεσίες μεταφοράς και διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 8)</i>	122
Πίνακας 15.	<i>Παράδειγμα ορισμού υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2</i>	138
Πίνακας 16.	<i>Χρέωση επίπεδου ρυθμού συγκεκριμένου παραδείγματος υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2</i>	142

Πίνακας 17.	<i>Χρέωση βάσει χρήσης συγκεκριμένου παραδείγματος υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2 σύμφωνα με προτεινόμενη μέθοδο 1 διαμόρφωσης χρέωσης χρήσης υπηρεσίας</i>	146
Πίνακας 18.	<i>Χρέωση βάσει χρήσης συγκεκριμένου παραδείγματος υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2 σύμφωνα με προτεινόμενη μέθοδο 2 διαμόρφωσης χρέωσης χρήσης υπηρεσίας</i>	147
Πίνακας 19.	<i>Παράδειγμα ορισμού υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3</i>	156
Πίνακας 20.	<i>Χρέωση επίπεδου ρυθμού συγκεκριμένου παραδείγματος υπηρεσίας intranet VPN επιπέδου 3</i>	159
Πίνακας 21.	<i>Χρέωση βάσει χρήσης συγκεκριμένου παραδείγματος υπηρεσίας intranet VPN επιπέδου 3</i>	162

1. Εισαγωγή

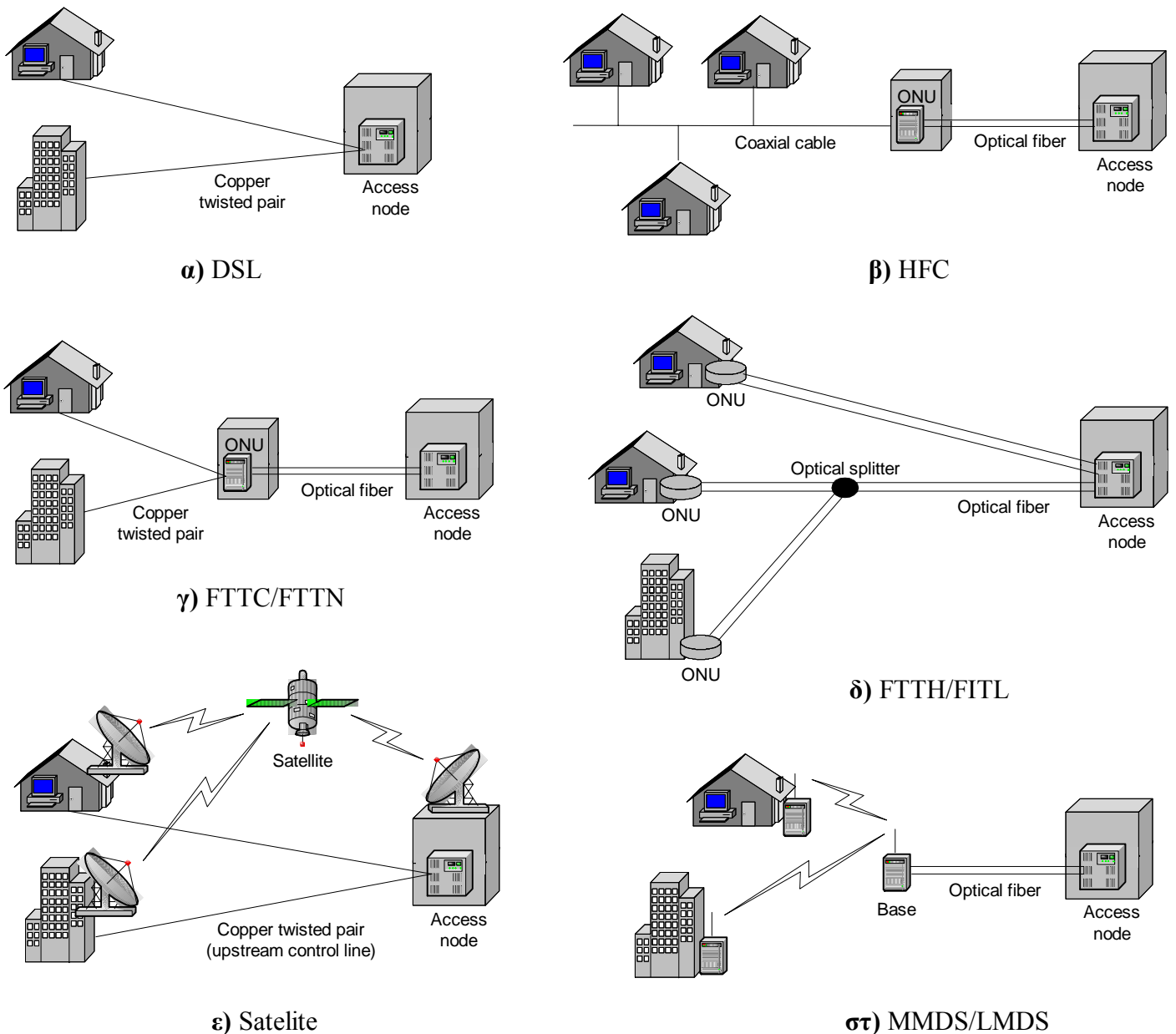
Η κοινωνία της πληροφορίας προβλέπει την οικονομικά προσιτή παροχή σύγχρονων δικτυακών εφαρμογών στην ευρεία κλίμακα αγορά των οικιακών αλλά και επαγγελματικού χαρακτήρα συνδρομητών. Πρόκειται για εφαρμογές, οι οποίες είτε βασιζόμενες στην διακίνηση πολυμεσικού χαρακτήρα δεδομένων μεγάλου όγκου, είτε διακρινόμενες από το χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης ή της λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο, διακρίνονται για τις υψηλές απαιτήσεις τους σε εύρος ζώνης. Συνεπώς η υλοποίηση των εφαρμογών αυτών στην κλίμακα ολόκληρης της κοινωνίας, απαιτεί την ύπαρξη οικονομικά προσιτών υπηρεσιών πρόσβασης των τελικών χρηστών από το χώρο κατοικίας ή εργασίας τους στα σημεία παροχής των δικτυακών υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Η υλοποίηση λοιπόν της κοινωνίας της πληροφορίας είναι συνυφασμένη με το πρόβλημα της οικονομικά αποδοτικής επίλυσης του ζητήματος της εξασφάλισης «ευρείας ζώνης στο σπίτι» (*broadband to the home* – BTTH).

1.1. Τεχνολογίες πρόσβασης ευρείας ζώνης

Οι τεχνολογίες που μπορούν να παρέχουν υπηρεσίες πρόσβασης ευρείας ζώνης ποικίλουν κυρίως ως προς την τοπολογία που υλοποιούν (π.χ. αρτηρία/bus, αστέρι/star, δέντρο/tree) και ως προς φυσικό μέσο το οποίο χρησιμοποιούν. Ειδικότερα, το σύνολο των φυσικών μέσων αυτών περιλαμβάνει *ομοαξονικά καλώδια* (coaxial cables, coax), *χάλκινα καλώδια* (copper wires), *οπτικές ίνες* (optical fibers), καθώς και τον *αέρα* στην περίπτωση ασύρματων τεχνολογιών. Δεδομένης της διαθέσιμης αυτής φυσικής υποδομής, οι λύσεις οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν σήμερα για την υλοποίηση της παροχής ευρείας ζώνης στο σπίτι (BTTH) είναι οι ακόλουθες {[Khasn97], [AM98]}:

- η τεχνολογία **DSL** (*Digital Subscriber Line*) με χρήση για την φυσική σύνδεση του εξοπλισμού του συνδρομητή με το κόμβο πρόσβασης του γνωστού από τον κόσμο της παραδοσιακής τηλεφωνίας φυσικού μέσου του συνεστραμμένου ζεύγους των χάλκινων καλωδίων (Σχήμα 1α).
- η τεχνολογία της **καλωδιακής τηλεόρασης** (*cable television* – CATV) με χρήση αποκλειστικά της υφιστάμενης υποδομής των ομοαξονικών καλωδίων των δικτύων καλωδιακής τηλεόρασης.
- η τεχνολογία της **υβριδικής οπτικής ίνας - ομοαξονικού καλωδίου** (*hybrid fiber coax* – HFC). Πρόκειται για μία υβριδική τεχνολογία πρόσβασης, η οποία συνίσταται στην οπτική μετάδοση στο δίκτυο κορμού και την χρησιμοποίηση του ομοαξονικού καλωδίου των δικτύων καλωδιακής τηλεόρασης ως φυσικό μέσο για την διανομή των υπηρεσιών στους συνδρομητές. Η αρχιτεκτονική της συγκεκριμένης τεχνολογίας πρόσβασης φαίνεται γραφικά στο Σχήμα 1β παρακάτω.
- η τεχνολογία της **οπτικής ίνας στο πεζοδρόμιο** (*fiber to the curb* – FTTC) ή **οπτικής ίνας στη γειτονιά** (*fiber to the neighborhood* – FTTN). Πρόκειται για μία υβριδική τεχνολογία πρόσβασης, η οποία βασίζεται στην ύπαρξη συνδυασμού φυσικών μέσων

συνεστραμμένους ζεύγους χάλκινων καλωδίων και οπτικής ίνας. Το συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων εκτείνεται από τον εξοπλισμό του συνδρομητή μέχρι μία οπτική δικτυακή συσκευή (optical network unit – ONU), η οποία τοπολογικά εντοπίζεται στο πεζοδρόμιο των σπιτιών. Κάθε τέτοια ONU εξυπηρετεί μερικές δεκάδες σπίτια συνδρομητών στο επίπεδο της γειτονιάς και συνδέεται με το δίκτυο κορμού με οπτική ίνα. Η αρχιτεκτονική της συγκεκριμένης τεχνολογίας πρόσβασης απεικονίζεται στο Σχήμα 1γ.



Σχήμα 1. Αρχιτεκτονικές τεχνολογιών πρόσβασης ευρείας ζώνης

- η τεχνολογία της **οπτικής ίνας στο σπίτι** (*fiber to the home – FTTH*) ή της **οπτικής ίνας στον τοπικό βρόχο**¹ (*fiber in the loop – FITL*). Πρόκειται για μία εξ ολοκλήρου οπτική

¹ Γενικά, ως **τοπικός βρόχος** (*local loop*) ορίζεται το φυσικό μέσο το οποίο εκτείνεται από την τηλεπικοινωνιακή εγκατάσταση στον χώρο του συνδρομητή μέχρι το τοπικό τηλεπικοινωνιακό

τεχνολογία πρόσβασης, η οποία περιλαμβάνει την ύπαρξη οπτικής ίνας ως φυσικό μέσο στον τοπικό βρόχο. Η οπτική ίνα αυτή εκτείνεται από το κόμβο πρόσβασης (access node) μέχρι τον εξοπλισμό του συνδρομητή στον οποίο περιλαμβάνεται μία οπτική δικτυακή συσκευή (ONU). Η αρχιτεκτονική των δικτύων πρόσβασης της συγκεκριμένης τεχνολογίας πρόσβασης φαίνεται γραφικά στο Σχήμα 1δ παραπάνω.

- η **δορυφορική τεχνολογία**. Πρόκειται για μία ασύρματη τεχνολογία πρόσβασης, η οποία βασίζεται στην χρησιμοποίηση δορυφόρων χαμηλής τροχιάς (*low earth orbit* – LEO), μέσης τροχιάς (*medium earth orbit* – MEO) και γεωστατικής τροχιάς (*geostationary earth orbit* – GEO). Η ασύρματη σύνδεση του συνδρομητή με τον κόμβο πρόσβασης, η οποία παρέχει ευρείας ζώνης ρυθμούς μετάδοσης κατά την κατεύθυνση καθόδου², συνοδεύεται με μία ενσύρματη σύνδεση τεχνολογίας POTS ή ISDN (συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων χαλκού ως φυσικό μέσο) διασύνδεσης του συνδρομητή με το κόμβο πρόσβασης (βλ. Σχήμα 1ε). Η ενσύρματη φυσική σύνδεση χρησιμοποιείται για την μετάδοση σημάτων ελέγχου κατά την κατεύθυνση ανόδου³ στο πλαίσιο αλληλεπιδραστικών υπηρεσιών.
- άλλες ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης, όπως η τεχνολογία του **ασύρματου τοπικού βρόχου** (*wireless local loop* – WLL) και η τεχνολογία **LMDS/MMBS** (*local/multichannel multipoint distribution system*). Στο Σχήμα 1στ φαίνεται γραφικά η αρχιτεκτονική ενός δικτύου πρόσβασης LMDS/MMDS.

Από τις προαναφερθείσες τεχνολογίες, το DSL αποτελεί μία τεχνολογία πρόσβασης γραμμής, η οποία μετατρέπει το υπάρχον εδώ και δεκαετίες φυσικό μέσο της παραδοσιακής τηλεφωνίας, δηλ. το συνεστραμμένο ζεύγος χάλκινων καλωδίων του τοπικού βρόχου, σε μία υποδομή πρόσβασης κατάλληλη για την επαρκή από πλευράς επιδόσεων και οικονομικά αποδοτική παροχή των σύγχρονων δικτυακών υπηρεσιών ευρείας ζώνης της κοινωνίας της πληροφορίας. Έναντι των άλλων τεχνολογιών πρόσβασης που αναφέρθηκαν παραπάνω, το DSL έχει μεγάλες προοπτικές για την υιοθέτηση του ως την πρωτεύουσα λύση για την υλοποίηση ευρείας ζώνης στο σπίτι. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η τεχνολογία πρόσβασης του DSL βασίζεται στην εκμετάλλευση μίας ήδη υπάρχουσας τεράστιας υποδομής, η οποία καλύπτει το σύνολο των εν δυνάμει συνδρομητών των νέων δικτυακών υπηρεσιών ευρείας ζώνης. Πρόκειται για την υποδομή των τηλεφωνικών χάλκινων ζευγών καλωδίων του τοπικού βρόχου, το μέγεθος της οποίας ανέρχεται παγκοσμίως στα 750 με 800 εκατομμύρια ζεύγη καλωδίων {[DSL], [Barlet96]}. Τα ζεύγη καλωδίων χαλκού αυτά που αποτελούν το φυσικό μέσο υλοποίησης του DSL, υπολογίζεται ότι συνιστούν το 99,3 % των εγκατεστημένων αυτή την στιγμή γραμμών του τοπικού βρόχου [DSL].

Συνεπώς, το DSL στις διάφορες εκδόσεις του (xDSL, π.χ. ADSL, SDSL, HDSL, VDSL), παρέχοντας ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των εκατοντάδων kbps μέχρι δεκάδων Mbps πάνω από το φυσικό μέσο του συνόλου σχεδόν (99,3%) του ήδη υφιστάμενου τοπικού βρόχου, αναμένεται να παίξει έναν σημαντικό ρόλο για τα επόμενα χρόνια στην παροχή υπηρεσιών ευρείας ζώνης στην ευρείας κλίμακας βάση των οικιακών αλλά και επαγγελματικού χαρακτήρα συνδρομητών. Αυτό αποδεικνύεται και από την μεγάλη κινητικότητα που ήδη υπάρχει αυτή την στιγμή γύρω από την συγκεκριμένη τεχνολογία με την ανάπτυξη δικτύων πρόσβασης βασισμένων στο DSL σε όλο τον κόσμο και την ολοένα

κέντρο κάποιας τηλεπικοινωνιακής εταιρίας (π.χ. τηλεφωνικής). Πρόκειται για το επίσης αποκαλούμενο και ως «τελευταίο μίλι» (*last mile*) στην διαδρομή από το δίκτυο κορμού παροχής κάποιων υπηρεσιών (π.χ. PSTN) προς τον φυσικό χώρο του συνδρομητή (π.χ. οικία).

² Ως κατεύθυνση **καθόδου** (*downstream direction*) ορίζεται η κατεύθυνση με φορά από τον κόμβο πρόσβασης προς τον συνδρομητή.

³ Ως κατεύθυνση **ανόδου** (*upstream direction*) ορίζεται η κατεύθυνση με φορά από τον συνδρομητή προς τον κόμβο πρόσβασης.

και σε μεγαλύτερο βαθμό εμπορική παροχή προστιθέμενης αξίας υπηρεσιών ευρείας ζώνης πάνω από πρόσβαση βασιζόμενη στο DSL (π.χ. υπηρεσίες ταχείας πρόσβασης στο Internet) [DSLWoDir].

1.2. Αντικείμενο εργασίας

Η μεγάλη αυτή δραστηριοποίηση που πραγματοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο σήμερα γύρω από την παροχή προστιθέμενης αξίας υπηρεσιών ευρείας ζώνης σε οικιακούς αλλά και επαγγελματίες χρήστες με χρήση της τεχνολογίας πρόσβασης DSL, έδωσε το ερέθισμα για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας. Ειδικότερα, τα θέματα με τα οποία ασχολείται η εργασία αυτή είναι τα εξής:

1. η χρέωση υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet (*Fast Internet*).
2. η χρέωση υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων (*virtual private networks – VPNs*), τόσο διασύνδεσης απομακρυσμένων εταιρικών δικτύων που διαθέτουν υποδομή πρόσβασης DSL (*intranet/extranet VPNs*), όσο και απομακρυσμένης πρόσβασης μεμονωμένων χρηστών-συνδρομητών DSL σε εταιρικά δίκτυα (*access VPNs*).

Στην σύγχρονη αγορά δικτυακών υπηρεσιών, ο όρος *ταχεία πρόσβαση στο Internet* (*Fast Internet*) αναφέρεται στην προστιθέμενης αξίας υπηρεσία πρόσβασης στο Internet συνδρομητών, η στοιχειώδης υπηρεσία πρόσβασης των οποίων από τον εξοπλισμό τους στο δίκτυο του ISP βασίζεται στην υψηλών επιδόσεων σε ρυθμούς μετάδοσης τεχνολογία του DSL.

Από την άλλη πλευρά, ως *νοητό ιδιωτικό δίκτυο* (*virtual private networks – VPNs*) ορίζεται ένα ιδιωτικό δίκτυο, το οποίο υλοποιείται χρησιμοποιώντας την υποδομή ενός διαμοιραζόμενου ή δημόσιου δικτύου (π.χ. Internet ή δίκτυο ενός παροχέα), και το οποίο παρέχει τα ίδια επίπεδα ασφάλειας, ποιότητας εξυπηρέτησης, αξιοπιστίας και ευκολίας διαχείρισης με αυτά που εξασφαλίζονται από τα παραδοσιακά ιδιωτικά δίκτυα. Τα *intranet* και *extranet VPNs* αποτελούν έναν συγκεκριμένο τύπο νοητών ιδιωτικών δικτύων που υλοποιούν μόνιμη συνδεσιμότητα ανάμεσα σε οποιοδήποτε αριθμό απομακρυσμένων δικτύων. Η διαφορά των δύο αυτών τύπων έγκειται στον αν τα απομακρυσμένα δίκτυα που αποτελούν μέλη του VPN (VPN sites) βρίσκονται στην δικαιοδοσία του ίδιου εταιρικού φορέα (*intranet VPN*) ή πολλών διαφορετικών συνεργαζόμενων μεταξύ τους εταιρικών φορέων (*extranet VPN*). Τα *access VPNs* αποτελούν έναν άλλο τύπο νοητών ιδιωτικών δικτύων τα οποία παρέχουν μία προσωρινού χαρακτήρα σύνδεση για την απομακρυσμένη πρόσβαση μεμονωμένων χρηστών στο άκρως ιδιωτικό ή εκτεταμένο δίκτυο εργασίας κάποιας εταιρίας (*corporate intranet* ή *extranet*).

Οι συγκεκριμένες εφαρμογές του *Fast Internet* και των *VPNs*, αποτελούν δύο από τις πιο δημοφιλείς προστιθέμενης αξίας δικτυακές υπηρεσίες υψηλού εύρους ζώνης στο σύγχρονο περιβάλλον της κοινωνίας της πληροφορίας και της νέας οικονομίας του ηλεκτρονικού εμπορίου και των αυξημένων αναγκών διαδικτύωσης. Το DSL, λόγω ακριβώς των μεγάλων προοπτικών του για οικονομικά αποδοτική παροχή υπηρεσιών πρόσβασης υψηλών επιδόσεων σε ευρεία κλίμακα συνδρομητών, έχει ήδη αρχίσει να παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο σε ό,τι αφορά την υλοποίηση των συγκεκριμένων δύο υπηρεσιών ευρείας ζώνης για τις οποίες υπάρχει μεγάλη ζήτηση.

Στην παρούσα λοιπόν εργασία, μελετάται το ζήτημα της χρέωσης υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet (*Fast Internet*), καθώς και υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων (VPNs) τόσο διασύνδεσης απομακρυσμένων εταιρικών δικτύων (*intranet/extranet VPNs*), όσο και απομακρυσμένης πρόσβασης μεμονωμένων χρηστών σε εταιρικά δίκτυα (*access VPNs*), παρεχόμενων πάνω από πρόσβαση που βασίζεται στην τεχνολογία DSL.

Γενικά, η χρέωση (*charging*) συνιστά ένα πολύ σημαντικό στοιχείο για την λειτουργία των σύγχρονων δικτύων δεδομένων ευρείας ζώνης, όπως είναι τα δίκτυα πρόσβασης που βασίζονται στην τεχνολογία του DSL για την παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας στους τελικούς συνδρομητές. Η σημαντικότητα της χρέωσης στα σύγχρονα δίκτυα δεδομένων ευρείας ζώνης έγκειται στο γεγονός ότι ο σκοπός της είναι διπλός. Συγκεκριμένα, πέρα από την καθαρά οικονομική της διάσταση (παραγωγή εσόδων), η χρέωση μπορεί να λειτουργήσει και ως ένας μηχανισμός ελέγχου από την πλευρά του διαχειριστή και λειτουργού του δικτύου για την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης στην λειτουργία του δικτύου. Η μέγιστη αυτή απόδοση σχετίζεται με την κατανομή των δικτυακών πόρων κατά δίκαιο τρόπο στους χρήστες, δηλ. βάσει της ωφελιμότητας αυτών από την χρήση του δικτύου. Η χρέωση, παρέχοντας τα κατάλληλα κίνητρα στους χρήστες, μπορεί να τους κατευθύνει στην χρήση των πόρων του δικτύου με τέτοιο τρόπο που συνεπάγεται την βέλτιστα αποδοτική και ομαλή λειτουργία του.

1.2.1. Χρέωση υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet

Το πρώτο ζήτημα με το οποίο καταπιάνεται η παρούσα εργασία είναι αυτό της χρέωσης υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet (*Fast Internet*).

Η επισκόπηση της υφιστάμενης σήμερα πραγματικότητας όσον αφορά στην χρέωση εμπορικά προσφερόμενων υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet πάνω από πρόσβαση DSL, καταδεικνύει ότι στην μεγάλη πλειοψηφία των περιπτώσεων η χρέωση της παρεχόμενης υπηρεσίας του *Fast Internet* περιλαμβάνει μία σταθερή, πάγια χρέωση η οποία καταβάλλεται υπό μορφή συνδρομής σε περιοδικά χρονικά διαστήματα της τάξης μηνών. Η σταθερή αυτή χρέωση διαφοροποιείται βάσει των ρυθμών μετάδοσης του DSL κυκλώματος και σε μερικές περιπτώσεις και άλλων δευτερευόντων παραμέτρων, όπως είναι η ταυτόχρονη παροχή υπηρεσίας POTS ή η παροχή επιπλέον υπηρεσιών όπως στατικών διευθύνσεων IP και Web hosting. Η πρακτική χρέωσης δηλ. που εφαρμόζεται σήμερα στην περίπτωση των υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet ευρείας ζώνης (*broadband Internet access*), ταυτίζεται με την πρακτική χρέωσης που εφαρμόζεται παγκοσμίως για τις «κλασικές» υπηρεσίες πρόσβασης στο Internet περιορισμένης ζώνης (*narrowband Internet access*) μέσω των παραδοσιακών dial-up υπηρεσιών πρόσβασης των αναλογικών και των ISDN modems.

Υπό συνθήκες και ιδιαίτερα στην περίπτωση της παροχής υπηρεσιών με συγκεκριμένες εγγυήσεις σε απόδοση, αυτός ο τρόπος χρέωσης αποδεικνύεται μη αποδοτικός για το δίκτυο πρόσβασης, καθώς η επιβαλλόμενη χρέωση δεν βασίζεται σε μεγέθη που λαμβάνουν υπόψη τους την πραγματοποιούμενη από τον κάθε συνδρομητή χρήση στους πόρους του δικτύου. Παράλληλα τα τελευταία χρόνια υπάρχει μία τάση για εφαρμογή πιο εξεζητημένων σχημάτων χρέωσης που βασίζονται στην χρήση των πόρων του δικτύου. Τέτοιου είδους σχήματα θεωρούνται ορθότερα, καθώς είναι πιο δίκαια και συγχρόνως δίνουν στους χρήστες κίνητρα χρήσης τέτοια που οδηγούν σε αποδοτικότερη λειτουργία το δίκτυο. Σε κάθε όμως περίπτωση, το ζήτημα της χρέωσης υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet πάνω από τα ιδιαίτερων χαρακτηριστικών δίκτυα πρόσβασης DSL δεν έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης στην διεθνή βιβλιογραφία.

Στην παρούσα εργασία λοιπόν μελετάται ακριβώς το ζήτημα αυτό της χρέωσης υπηρεσιών *Fast Internet*. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της ιδιαίτερων χαρακτηριστικών

αρχιτεκτονικής υπηρεσιών που υλοποιείται στα δίκτυα πρόσβασης DSL στην περίπτωση της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πρόσβασης στο Internet, μελετάται ο τρόπος διαμόρφωσης συγκεκριμένων χρεώσεων, τόσο *σταθερού ρυθμού (flat-rate)* δηλ. χρεώσεων με πάγιο, όσο και *βάσει της χρήσης (usage-based)*, για τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP. Επίσης, δεδομένης αυτής της ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αρχιτεκτονικής υπηρεσιών που υλοποιείται στα δίκτυα πρόσβασης DSL για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet και της εμπλοκής περισσότερων του ενός λειτουργιών δικτύων στην παροχή της τελικής υπηρεσίας του Fast Internet, μελετάται το ζήτημα την μετακύλησης των χονδρικών χρεώσεων στους συνδρομητές.

1.2.2. Χρέωση υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων

Η παρούσα εργασία ασχολείται επίσης και με το ζήτημα της χρέωσης των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας των νοητών ιδιωτικών δικτύων (VPN), οι οποίες παρέχονται πάνω από ευρυζώνια δίκτυα πρόσβασης DSL. Η μελέτη που πραγματοποιείται πάνω στο ζήτημα αυτό καλύπτει όλους τους τύπους των νοητών ιδιωτικών δικτύων που υλοποιούνται πάνω από δημόσια δίκτυα (*intranet/extranet VPNs* και *access VPNs*⁴) και για κάθε εξεταζόμενο τύπο υπηρεσίας νοητού ιδιωτικού δικτύου κάθε αρχιτεκτονική υλοποίησης της υπηρεσίας αυτής.

Στο πρώτο της σκέλος, η μελέτη του ζητήματος της χρέωσης των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας των νοητών ιδιωτικών δικτύων (VPN) αφορά την δικτυακή υπηρεσία των **intranet/extranet VPNs** που υλοποιούνται είτε σε επίπεδο 2 είτε σε επίπεδο 3 κατά το μοντέλο αναφοράς OSI και πάνω από δίκτυα πρόσβασης βασιζόμενα στην τεχνολογία DSL. Ειδικότερα, μελετάται ο τρόπος διαμόρφωσης συγκεκριμένων χρεώσεων τόσο *σταθερού ρυθμού*, όσο και *βάσει της χρήσης* για την υπηρεσία των νοητών ιδιωτικών δικτύων διασύνδεσης απομακρυσμένων δικτύων (*intranet/extranet VPN*), τόσο επίπεδου 2 (*layer 2 intranet/extranet VPNs*), όσο και επίπεδου 3 (*layer 3 intranet/extranet VPNs*). Η μελέτη δηλ. που πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία για την χρέωση υπηρεσιών *intranet/extranet VPNs*, καλύπτει όλες τις δυνατές αρχιτεκτονικές υλοποίησης *intranet/extranet VPNs*.

Το δεύτερο σκέλος της μελέτης που πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία και αφορά το ζήτημα της χρέωσης υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων (VPN) παρεχόμενων πάνω από ευρυζώνια δίκτυα πρόσβασης DSL, αφορά την δικτυακή υπηρεσία των **access VPNs**. Ειδικότερα, μελετάται ο τρόπος διαμόρφωσης χρεώσεων τόσο *σταθερού ρυθμού* όσο και *βάσει χρήσης* για τις υπηρεσίες των νοητών ιδιωτικών δικτύων απομακρυσμένης πρόσβασης του δικτύου ενός εταιρικού φορέα.. Η μελέτη αυτή πραγματοποιείται στο πλαίσιο της ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αρχιτεκτονικής υπηρεσιών που υλοποιείται στα δίκτυα πρόσβασης DSL στην περίπτωση της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας *access VPN*. Επιπλέον, δεδομένης αυτής της αρχιτεκτονικής υπηρεσιών, μελετάται το ζήτημα υπολογισμού της χρέωσης που αναλογεί στον κάθε απομακρυσμένο χρήστη του εταιρικού φορέα από την συνολική χρέωση που ο εταιρικός φορέας αυτός υφίσταται για το σύνολο των απομακρυσμένων χρηστών του από τον παροχέα των υπηρεσιών *access VPN*.

⁴ Στους τύπους των νοητών ιδιωτικών δικτύων, εκτός από τα *intranet*, *extranet* και *access VPNs* τα οποία υλοποιούνται πάνω από δημόσια δίκτυα, συγκαταλέγονται και τα *intracompany VPNs* τα οποία υλοποιούνται στα πλαίσια του ιδιωτικού δικτύου ενός εταιρικού φορέα για την υλοποίηση συγκεκριμένων πολιτικών ασφάλειας στο ιδιωτικό δίκτυο αυτό. Ως τέτοιος, ο τελευταίος τύπος νοητών ιδιωτικών δικτύων δεν αφορά την μελέτη που πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία για την χρέωση υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων.

1.3. Συνεισφορά εργασίας

Στο πλαίσιο της πρώτης κατεύθυνσης στην οποία κινήθηκε η παρούσα εργασία, δηλ. την μελέτη του ζητήματος χρέωση υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet (Fast Internet), η συνεισφορά της εντοπίζεται στα εξής σημεία:

1. Ανάλυση του επιχειρησιακού μοντέλου που εφαρμόζεται ευρέως στην πράξη σε παγκόσμιο επίπεδο από μεγάλους παροχείς υπηρεσιών DSL στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πρόσβασης στο Internet σε συνδρομητές διαθέτοντες υποδομή πρόσβασης DSL (υπηρεσία Fast Internet).

Στα πλαίσια ενός περιβάλλοντος παροχής δικτυακών υπηρεσιών όπου εμπλέκονται πολλές διαφορετικές οντότητες λειτουργών δικτύων-παροχέων, ο ακριβής προσδιορισμός και περιγραφή του ισχύοντος επιχειρησιακού μοντέλου είναι απολύτως απαραίτητος για την διασαφήνιση του περιεχομένου των σχέσεων χρέωσης που υφίστανται μεταξύ των εμπλεκόμενων οντοτήτων-παροχέων. Με τον όρο *επιχειρησιακό μοντέλο (business model)* αναφερόμαστε στην ακριβή αφαιρετική περιγραφή σε όρους οντοτήτων-«παικτών» που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, δηλ. *επιχειρησιακών ρόλων (business roles)*, του όλου συστήματος-περιβάλλοντος το οποίο υφίσταται για την παροχή του τελικού προϊόντος μίας δικτυακής υπηρεσίας στους τελικούς χρήστες της.

Έτσι, στο πλαίσιο της μελέτης του ζητήματος της χρέωσης υπηρεσιών Fast Internet, αναλύεται το επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο μετά από σχετική έρευνα διαπιστώθηκε ότι εφαρμόζεται ευρέως στην πράξη σε παγκόσμιο επίπεδο από μεγάλους παροχείς υπηρεσιών DSL για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet. Συγκεκριμένα, προσδιορίζονται οι επιχειρησιακοί ρόλοι οι οποίοι εμπλέκονται στην παροχή του πακέτου των υπηρεσιών Fast Internet και καταγράφεται η ακριβής αλληλεπίδραση των ρόλων αυτών σε όρους παρεχόμενης λειτουργικότητας. Η λειτουργικότητα αυτή, η οποία καθορίζει το περιεχόμενο των σχέσεων χρέωσης των ρόλων μεταξύ τους, ορίζεται στο πλαίσιο μιας ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αρχιτεκτονικής υπηρεσιών επιπέδου 2 που κατά βάση υλοποιείται στα δίκτυα πρόσβασης που βασίζονται στο DSL για την παροχή στους συνδρομητές υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πρόσβασης στο Internet. Πρόκειται για μία αρχιτεκτονική συγκέντρωσης των υπηρεσιών επιπέδου 2.

Το επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο θεωρείται και αναλύεται στο πλαίσιο της μελέτης του ζητήματος της χρέωσης υπηρεσιών Fast Internet είναι αυτό στο οποίο ο παροχέας των υπηρεσιών πρόσβασης (*network access provider – NAP*) παρέχει σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συναλλαγής στον παροχέα της υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet (*Internet service provider – ISP*) τις στοιχειώδεις υπηρεσίες που υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP. Ο ISP αποτελεί την οντότητα η οποία παρέχει λικονικώς το πακέτο υπηρεσιών Fast Internet στον τελικό συνδρομητή.

2. Ανάπτυξη μιας μεθόδου διαμόρφωσης χονδρικών χρεώσεων στο πλαίσιο του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου, δηλ. χρεώσεων για τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP, τόσο επίπεδου ρυθμού, όσο και βάσει χρήσης.

Για κάθε μία από τις επιμέρους υπηρεσίες που στο σύνολό τους υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP, αναλύονται τα στοιχεία τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην διαμόρφωση της χρέωσής της και παρουσιάζονται τα κριτήρια βάσει των οποίων μπορεί να γίνει η επιλογή της πολιτικής χρέωσης της υπηρεσίας (επίπεδου ρυθμού ή βάσει χρήσης). Για τις επιμέρους υπηρεσίες επιπέδου 2 που ορίζονται στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής υπηρεσιών του δικτύου

πρόσβασης DSL για την παροχή στους συνδρομητές υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πρόσβασης στο Internet, προτείνεται μία μέθοδος χρέωσης *επίπεδου ρυθμού* και μία μέθοδος χρέωσης *βάσει χρήσης*. Οι δύο μέθοδοι αυτές βασίζονται στην μέθοδο χρέωσης *abc*, μία μέθοδο χρέωσης βάσει χρήσης που προτάθηκε παλαιότερα από το έργο CA\$hMAN για υπηρεσίες ATM και γενικεύεται στην χρέωση δικτυακών υπηρεσιών οποιουδήποτε επιπέδου κατά το μοντέλο αναφοράς OSI.

3. Ανάπτυξη ενός τρόπου δίκαιης κατανομής από τον ISP στους συνδρομητές του των χρεώσεων που υφίστανται χονδρικός ο ISP από τον NAP στο πλαίσιο του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου.

Στο πλαίσιο του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου, οι χονδρικές χρεώσεις που υφίσταται ο ISP από τον NAP θα πρέπει μετακυληθούν από τον ISP στους συνδρομητές του. Δεδομένων όμως των χαρακτηριστικών συγκέντρωσης που διακρίνουν την αρχιτεκτονική υπηρεσιών επιπέδου 2 που υλοποιείται στα δίκτυα πρόσβασης DSL στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πρόσβασης στο Internet (Fast Internet), στις χρεώσεις που υφίσταται χονδρικός ο ISP από τον NAP περιλαμβάνονται και χρεώσεις οι οποίες επιβάλλονται σε μία βάση ανά ομάδα συνδρομητών του ISP και όχι ανά μεμονωμένο συνδρομητή. Συνεπώς, στο πλαίσιο της απαιτούμενης μετακύλησης των χονδρικών χρεώσεων στους συνδρομητές, για αυτές τις χονδρικές χρεώσεις που επιβάλλονται στον ISP σε επίπεδο ομάδας συνδρομητών του, θα πρέπει να υπάρχει στην διάθεση του ISP μία μέθοδος δίκαιης κατανομής τους στους συνδρομητές. Στην παρούσα εργασία προτείνεται ακριβώς μία τέτοια μέθοδος σύμφωνα με την οποία ο υπολογισμός της χρέωσης που αναλογεί στον κάθε συνδρομητή από μία χρέωση που επιβάλλεται στον ISP για μία ομάδα συνδρομητών του, γίνεται σύμφωνα με τεχνολογικά κριτήρια τα οποία ποσοτικοποιούν κατά αξιόπιστο τρόπο το σχετικό μέγεθος της χρήσης που πραγματοποιεί ο κάθε συνδρομητής.

4. Εφαρμογή των παραπάνω προτεινόμενων μεθόδων διαμόρφωσης χρεώσεων για τις υπηρεσίες πρόσβασης των συνδρομητών στο δίκτυο του ISP και κατανομής αυτών στους συνδρομητές, οι οποίες μέθοδοι διατυπώθηκαν στο πλαίσιο ενός συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου, στην περίπτωση δύο άλλων επιχειρησιακών μοντέλων τα οποία επίσης συναντώνται στην πράξη στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών Fast Internet.

Οι αναφερθείσες στα δύο προηγούμενα σημεία προτάσεις που αφορούν αντίστοιχα **α)** την διατύπωση μίας μεθόδου διαμόρφωσης χρεώσεων για τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP και **β)** ενός τρόπου δίκαιης κατανομής των χρεώσεων αυτών στους συνδρομητές, όπως σημειώθηκε σχετικά, πραγματοποιείται στο πλαίσιο ενός συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου. Πρόκειται για το επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο μετά από σχετική έρευνα διαπιστώθηκε ότι εφαρμόζεται ευρέως στην πράξη σε παγκόσμιο επίπεδο από μεγάλους παροχείς υπηρεσιών DSL για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet. Το επιχειρησιακό μοντέλο αυτό συγκαταλέγεται μεταξύ των 3 επιχειρησιακών μοντέλων τα οποία, όπως καταδεικνύει η ίδια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, συναντώνται στην πράξη για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών υψηλού επιπέδου πάνω από πρόσβαση DSL (Fast Internet). Δεδομένης αυτής της πραγματικότητας, οι προτεινόμενες μέθοδοι διαμόρφωσης χρεώσεων και κατανομής αυτών στους συνδρομητές, οι οποίες διατυπώθηκαν στο πλαίσιο του πρώτου επιχειρησιακού μοντέλου, γενικεύονται και στην περίπτωση των δύο άλλων επιχειρησιακών μοντέλων τα οποία επίσης συναντώνται στην πράξη. Έτσι, η παρούσα εργασία καλύπτει το ζήτημα

της χρέωσης υπηρεσιών Fast Internet σε ολόκληρο το φάσμα των επιχειρησιακών μοντέλων που εφαρμόζονται σήμερα για την εμπορική παροχή υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet πάνω από πρόσβαση βασισμένη στο DSL (Fast Internet).

Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο της δεύτερης κατεύθυνσης στην οποία κινήθηκε η παρούσα εργασία, δηλ. την μελέτη του ζητήματος χρέωση υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων (VPN), η συνεισφορά της εντοπίζεται στα εξής σημεία:

1. Ανάπτυξη μίας μεθόδου διαμόρφωσης χρεώσεων επίπεδου ρυθμού για υπηρεσίες intranet/extranet VPN επιπέδου 2.

Για κάθε μία από τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την προστιθεμένης αξίας τελική υπηρεσία της μόνιμης διασύνδεσης σε επίπεδο 2 απομακρυσμένων δικτύων σε ένα νοητά ιδιωτικό δίκτυο (*layer 2 intranet/extranet VPN*), αναλύονται τα στοιχεία βάσει των οποίων θα πρέπει να διαμορφώνεται η χρέωση συνδρομής τους (*subscription charge*) στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού. Για τις υπηρεσίες επιπέδου 2 που υλοποιούν την συνδεσιμότητα των δικτύων μελών του VPN στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής υλοποίησης intranet/extranet VPNs επιπέδου 2, η διαμόρφωση της χρέωσης συνδρομής προτείνεται να γίνεται σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης επίπεδου ρυθμού που διατυπώθηκε για την χρέωση των υπηρεσιών επιπέδου 2 στο πλαίσιο της υπηρεσίας Fast Internet.

2. Ανάπτυξη δύο διαφορετικών μεθόδων διαμόρφωσης χρεώσεων βάσει χρήσης για υπηρεσίες intranet/extranet VPN επιπέδου 2.

Η πρώτη από τις δύο προτεινόμενες μέθοδοι χρέωσης *βάσει χρήσης* της υπηρεσίας της μόνιμης διασύνδεσης σε επίπεδο 2 απομακρυσμένων δικτύων σε ένα νοητά ιδιωτικό δίκτυο (*layer 2 intranet/extranet VPN*), συνίσταται στον υπολογισμό της συνολικής χρέωσης χρήσης (*usage charge*) για την υπηρεσία VPN ως το άθροισμα των χρεώσεων χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών επιπέδου 2 που υλοποιούν την συνδεσιμότητα των δικτύων μελών του VPN. Η διαμόρφωση τόσο της χρέωσης συνδρομής, όσο και της χρέωσης χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών επιπέδου 2 που ορίζονται στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής υλοποίησης intranet/extranet VPNs επιπέδου 2, προτείνεται να γίνεται σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης βάσει χρήσης που διατυπώθηκε για την χρέωση των υπηρεσιών επιπέδου 2 στο πλαίσιο της υπηρεσίας Fast Internet.

Η δεύτερη μέθοδος χρέωσης που προτείνεται για την χρέωση βάσει χρήσης της υπηρεσίας του intranet/extranet VPN επιπέδου 2, συνίσταται στον υπολογισμό της συνολικής χρέωσης χρήσης για την υπηρεσία του intranet/extranet VPN μέσα από μία ενιαία ταρίφα. Η ενιαία ταρίφα αυτή προκύπτει από τις ταρίφες χρέωσης χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών επιπέδου 2 που υλοποιούν την συνδεσιμότητα των δικτύων-μελών του VPN, σύμφωνα με την εκτίμηση του τρόπου με τον οποίο αναμένεται να κατανέμεται ανά ζεύγη μελών του VPN η συνολική κυκλοφορία που διακινείται στο VPN. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται στις παραμέτρους κυκλοφορίας των υπηρεσιών επιπέδου 2 που ορίζονται στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής υλοποίησης intranet/extranet VPNs επιπέδου 2 υλοποιώντας την συνδεσιμότητα κάθε δικτύου-μέλους ενός VPN με τα υπόλοιπα. Επίσης, οι ταρίφες χρέωσης χρήσης των υπηρεσιών επιπέδου 2 του intranet/extranet/ VPN από τις οποίες προκύπτει η ενιαία ταρίφα υπολογισμού της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας VPN, προτείνεται να διαμορφώνονται σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης βάσει χρήσης που διατυπώθηκε για την χρέωση των υπηρεσιών επιπέδου 2 στο πλαίσιο της υπηρεσίας Fast Internet.

3. Ανάπτυξη μίας μεθόδου διαμόρφωσης χρεώσεων επίπεδου ρυθμού για υπηρεσίες intranet/extranet VPN επιπέδου 3.

Για κάθε μία από τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την προστιθεμένης αξίας τελική υπηρεσία της μόνιμης διασύνδεσης σε επίπεδο 3 απομακρυσμένων δικτύων σε ένα νοητά ιδιωτικό δίκτυο (layer 3 intranet/extranet VPN), αναλύονται τα στοιχεία βάσει των οποίων θα πρέπει να διαμορφώνεται η χρέωση συνδρομής τους στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού. Ειδικότερα, στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής υπηρεσιών υλοποίησης intranet/extranet VPNs επιπέδου 3, για τις υπηρεσίες επιπέδου 2 που υλοποιούν την πρόσβαση κάθε δικτύου-μέλους στο διαμοιραζόμενο δίκτυο επιπέδου 3, η διαμόρφωση της χρέωσης συνδρομής για καθεμία από αυτές προτείνεται να γίνεται σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης επίπεδου ρυθμού που διατυπώθηκε για την χρέωση των υπηρεσιών επιπέδου 2 στο πλαίσιο της υπηρεσίας Fast Internet. Η ίδια μέθοδος προτείνεται να εφαρμοστεί και για την διαμόρφωση της χρέωσης συνδρομής καθεμίας από τις επιμέρους υπηρεσίες επιπέδου 3 που ορίζονται στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής υλοποίησης intranet/extranet VPNs επιπέδου 3 και υλοποιούν την συνδεσιμότητα πάνω από το διαμοιραζόμενο δίκτυο επιπέδου 3 κάθε δικτύου-μέλους του VPN με όλα τα υπόλοιπα.

4. Ανάπτυξη μίας μεθόδου διαμόρφωσης χρεώσεων βάσει χρήσης για υπηρεσίες intranet/extranet VPN επιπέδου 3.

Η προτεινόμενη μέθοδος χρέωσης βάσει χρήσης της υπηρεσίας του intranet/extranet VPN επιπέδου 3, προβλέπει τον υπολογισμό της συνολικής χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας από μία ενιαία ταρίφα. Η ενιαία ταρίφα αυτή διαμορφώνεται από τις ταρίφες χρέωσης χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών επιπέδου 2 και επιπέδου 3 που ορίζονται στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής υπηρεσιών υλοποίησης intranet/extranet VPNs επιπέδου 3, σύμφωνα με έναν τρόπο ο οποίος λαμβάνει υπόψη του το προβλεπόμενο μοντέλο κατανομής της συνολικά διακινούμενης στο VPN κυκλοφορίας ανά ζεύγη δικτύων-μελών του VPN. Οι ταρίφες χρέωσης χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών επιπέδου 2 και επιπέδου 3 που υλοποιούν το intranet/extranet VPN επιπέδου 3, προτείνεται να διαμορφώνονται σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης βάσει χρήσης που διατυπώθηκε για την χρέωση των υπηρεσιών επιπέδου 2 στο πλαίσιο της υπηρεσίας Fast Internet. Η εκτίμηση του τρόπου με τον οποίο αναμένεται να κατανέμεται ανά ζεύγη μελών του VPN η συνολική κυκλοφορία που διακινείται στο VPN, βασίζεται στις παραμέτρους κυκλοφορίας των υπηρεσιών επιπέδου 2 που ορίζονται στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής υπηρεσιών υλοποίησης intranet/extranet VPNs επιπέδου 3 και υλοποιούν την πρόσβαση κάθε δικτύου-μέλους στο διαμοιραζόμενο δίκτυο επιπέδου 3.

5. Ανάπτυξη μιας μεθόδου διαμόρφωσης χρεώσεων τόσο επίπεδου ρυθμού όσο και βάσει χρήσης για τις υπηρεσίες access VPN που παρέχονται σε κάποιον εταιρικό φορέα για ένα σύνολο απομακρυσμένων χρηστών αυτού που διαθέτουν πρόσβαση DSL.

Οι προτεινόμενες μέθοδοι χρέωσης των υπηρεσιών των access VPNs που παρέχονται σε κάποιον εταιρικό φορέα από έναν παροχέα υπηρεσιών access VPN, αποτελούν εφαρμογή των αντίστοιχων μεθόδων χρέωσης που προτείνονται για την χρέωση των επιμέρους υπηρεσιών που υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών Fast Internet.

6. Ανάπτυξη ενός τρόπου δίκαιης κατανομής από έναν εταιρικό φορέα στους απομακρυσμένους χρήστες του της συνολικής χρέωσης που ο εταιρικός φορέας

υφίσταται για το σύνολο των υπηρεσιών access VPN των χρηστών του από τον παροχέα των υπηρεσιών access VPN.

Στο πλαίσιο ενός πραγματικού περιβάλλοντος παροχής υπηρεσιών access VPN πάνω από πρόσβαση DSL για τους απομακρυσμένους χρήστες, ένας εταιρικός φορέας χρεώνεται από τον παροχέα υπηρεσιών access VPN για τις υπηρεσίες access VPN που παρέχονται στο σύνολο των απομακρυσμένων χρηστών του, π.χ. υπαλλήλων του (του εταιρικού φορέα) που χρησιμοποιούν την υπηρεσία access VPN για εργασία από απόσταση. Δεδομένων όμως των χαρακτηριστικών συγκέντρωσης που διακρίνουν την αρχιτεκτονική υπηρεσιών επιπέδου 2 που υλοποιείται στα δίκτυα πρόσβασης DSL στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας access VPN, στις χρεώσεις που υφίσταται ο εταιρικός φορέας από τον παροχέα των υπηρεσιών access VPN, περιλαμβάνονται και χρεώσεις οι οποίες επιβάλλονται σε μία συνολική βάση για όλους τους απομακρυσμένους χρήστες του εταιρικού φορέα. Συνεπώς, στην περίπτωση που ο εταιρικός φορέας επιθυμεί την κατανομή στους χρήστες του της χρέωσης που αυτός υφίσταται από τον παροχέα, τότε για τις επιμέρους χρεώσεις που επιβάλλονται σε επίπεδο ομάδας χρηστών του, θα πρέπει να υπάρχει στην διάθεση του μία μέθοδος δίκαιης κατανομής τους. Στην παρούσα εργασία προτείνεται ακριβώς μία τέτοια μέθοδος, σύμφωνα με την οποία ο υπολογισμός της χρέωσης που αναλογεί στον κάθε απομακρυσμένο χρήστη από μία χρέωση που επιβάλλεται στον εταιρικό φορέα για το σύνολο των χρηστών του, γίνεται σύμφωνα με τεχνολογικά κριτήρια τα οποία ποσοτικοποιούν κατά αξιόπιστο τρόπο το σχετικό μέγεθος της χρήσης που πραγματοποιήσε ο κάθε χρήστης.

Στην συνεισφορά της παρούσας εργασίας περιλαμβάνονται και τα αποτελέσματα της έρευνας της διεθνούς αγοράς παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από πρόσβαση DSL που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της εργασίας και αφορούσε την καταγραφή **α)** των παροχέων-λειτουργιών δικτύων που στην πράξη εμπλέκονται για την παροχή προστιθέμενης αξίας υπηρεσιών σε συνδρομητές DSL και **β)** των αλληλεπιδράσεων των παροχέων αυτών σε όρους παρεχόμενης λειτουργικότητας δικτυακών υπηρεσιών. Η έρευνα αυτή κατέδειξε τα τρία επιχειρησιακά μοντέλα τα οποία εφαρμόζονται στην πράξη σήμερα στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές διαθέτοντες πρόσβαση DSL. Πρόκειται για τα επιχειρησιακά μοντέλα στο πλαίσιο των οποίων βασίστηκε ακριβώς η μελέτη των ζητημάτων της χρέωση των υπηρεσιών της ταχείας πρόσβασης στο Internet και των νοητών ιδιωτικών δικτύων.

1.4. Οργάνωση του κειμένου

Το κεφάλαιο 1 αποτελεί την εισαγωγή στην εργασία που παρουσιάζεται στο παρόν σύγγραμμα.. Στο κεφάλαιο, αυτό ο αναγνώστης αποκτάει μία συνοπτική εικόνα της πραγματικότητας που αποτέλεσε το ερέθισμα για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα, εισάγεται στις απαιτήσεις που θέτει η σύγχρονη κοινωνία της πληροφορίας σε ό,τι αφορά τις υπηρεσίες πρόσβασης, και κατατοπίζεται στις τεχνολογίες πρόσβασης ευρείας ζώνης που είναι διαθέσιμες σήμερα και φαντάζουν ως λύσεις για την υλοποίηση των σύγχρονων εφαρμογών της κοινωνίας της πληροφορίας. Δεδομένης της υπάρχουσας πραγματικότητας αυτής, περιγράφεται ειδικότερα το αντικείμενο της εργασίας και σημειώνεται η συνεισφορά της.

Στο **κεφάλαιο 2** γίνεται μία εισαγωγή στο ζήτημα της χρέωσης δικτυακών υπηρεσιών. Ειδικότερα, ορίζεται η έννοια της χρέωσης στο πλαίσιο των σύγχρονων δικτύων ευρείας ζώνης και παροχής πολλαπλών υπηρεσιών, καθώς και οι απαιτήσεις που τίθενται από τις διαφορετικές οντότητες που συμμετέχουν σε ένα περιβάλλον παροχής και χρήσης δικτυακών υπηρεσιών τέτοιων δικτύων. Επίσης, γίνεται μία παρουσίαση των γενικών πολιτικών χρέωσης που μπορούν να εφαρμοστούν για την χρέωση δικτυακών υπηρεσιών, με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα καθεμίας από αυτές, καθώς και τις μορφές έκφρασής τους.

Το **κεφάλαιο 3** κάνει μία επισκόπηση της τεχνολογίας πρόσβασης γραμμής Digital Subscriber Line (DSL). Πρόκειται για την τεχνολογία πρόσβασης ευρείας ζώνης που έχει ήδη αρχίσει να διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στην υλοποίηση και ευρείας κλίμακας παροχή δικτυακών εφαρμογών υψηλών απαιτήσεων σε εύρος ζώνης, μεταξύ των οποίων και πρώτες απ' όλες συγκαταλέγονται οι υπηρεσίες της ταχείας πρόσβασης στο Internet (Fast Internet) και των νοητών ιδιωτικών δικτύων (VPNs). Αναλυτικότερα, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός της συγκεκριμένης τεχνολογίας και περιγράφεται η γενική αρχιτεκτονική των δικτύων πρόσβασης DSL η οποία ισχύει στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές DSL. Παρουσιάζονται επίσης συνοπτικά οι βασικές αρχές της τεχνολογίας, παρατίθενται τα χαρακτηριστικά της, ενώ γίνεται και μία αναφορά στις εφαρμογές οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν κατά επιτυχή τρόπο, τόσο από τεχνολογικής όσο και από οικονομικής άποψης με χρήση των υπηρεσιών πρόσβασης που υλοποιεί η τεχνολογία DSL.

Στο **κεφάλαιο 4** γίνεται μία συστηματική παρουσίαση των επιχειρησιακών μοντέλων που εμπίπτουν στον χώρο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από δίκτυα πρόσβασης τα οποία βασίζονται στην τεχνολογία του DSL. Συγκεκριμένα, περιγράφεται το γενικό επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο συναντάται στο χώρο της παροχής τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών σε τελικούς χρήστες και η εξειδίκευση αυτού στην περίπτωση της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές-τελικούς χρήστες διαθέτοντες υποδομή πρόσβασης που βασίζεται στην τεχνολογία του DSL. Επίσης, στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα της έρευνας της διεθνούς αγοράς παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από πρόσβαση DSL που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας και αφορούσε τα επιχειρησιακά μοντέλα τα οποία εφαρμόζονται στην πράξη στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές DSL.

Το **κεφάλαιο 5** πραγματοποιεί μία επισκόπηση της υφιστάμενης σήμερα πραγματικότητας όσον αφορά στην χρέωση υπηρεσιών DSL. Συγκεκριμένα, περιγράφεται και αναλύεται η τρέχουσα πρακτική χρέωσης εμπορικά προσφερόμενων δικτυακών υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση DSL. Η επισκόπηση αυτή γίνεται καλύπτοντας την αγορά υπηρεσιών DSL σε παγκόσμιο επίπεδο.

Το **κεφάλαιο 6** καταπιάνεται με το ζήτημα της χρέωσης υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet (Fast Internet). Συγκεκριμένα, περιγράφεται το επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο εφαρμόζεται ευρέως στην πράξη σε παγκόσμιο επίπεδο από μεγάλους παροχείς υπηρεσιών DSL για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet και το οποίο τίθεται ως υπόθεση εργασίας για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης μελέτης για την χρέωση υπηρεσιών Fast Internet. Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου και της ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αρχιτεκτονικής υπηρεσιών επιπέδου 2 που υλοποιείται στο δίκτυο πρόσβασης DSL, στο ίδιο κεφάλαιο περιγράφονται οι προτεινόμενες μέθοδοι διαμόρφωσης χονδρικών χρεώσεων *σταθερού ρυθμού (flat-rate)* και *βάσει της χρήσης (usage-based)*.

Στο κεφάλαιο 6 αναπτύσσεται και η μέθοδος που προτείνεται για την δίκαιη κατανομή των χονδρικών χρεώσεων από τον ISP στους συνδρομητές του, δεδομένων των

χαρακτηριστικών συγκέντρωσης της αρχιτεκτονικής υπηρεσιών επιπέδου 2 που υλοποιείται στα δίκτυα πρόσβασης DSL στην περίπτωση της παροχής υπηρεσιών Fast Internet. Επιπλέον, στο ίδιο κεφάλαιο πραγματοποιείται μία παρουσίαση του τρόπου διαμόρφωσης της λιανικής χρέωσης για το πακέτο υπηρεσιών Fast Internet, τόσο επιπέδου ρυθμού όσο και βάσει χρήσης. Αυτό γίνεται για κάθε δυνατή περίπτωση σε ό,τι αφορά τις πολιτικές χρέωσης (επίπεδου ρυθμού, βάσει χρήσης) που υιοθετεί ο NAP για τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή στο δίκτυο του ISP και τις οποίες υπηρεσίες ο NAP παρέχει στον ISP σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συναλλαγής.

Το κεφάλαιο 6 ολοκληρώνεται με την περιγραφή του τρόπου με τον οποίο οι μέθοδοι διαμόρφωσης χρεώσεων για τις υπηρεσίες πρόσβασης των συνδρομητών στο δίκτυο του ISP και κατανομής αυτών στους συνδρομητές, οι οποίες διατυπώθηκαν στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου που ισχύει σε ευρεία κλίμακα για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet, εφαρμόζονται στην περίπτωση δύο άλλων επιχειρησιακών μοντέλων τα οποία επίσης συναντώνται στην πράξη στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών Fast Internet.

Στο **κεφάλαιο 7** αναπτύσσεται το ζήτημα της χρέωσης της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας των intranet/extranet VPNs τόσο επιπέδου 2 όσο και επιπέδου 3. Συγκεκριμένα, περιγράφεται το επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο θεωρείται στην εξεταζόμενη περίπτωση της παροχής υπηρεσιών intranet/extranet VPN σε δίκτυα διαθέτοντα πρόσβαση βασιζόμενη στο DSL. Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου, η αλληλεπίδραση των εμπλεκόμενων ρόλων σε όρους λειτουργικότητας, η οποία καθορίζει το περιεχόμενο των σχέσεων χρέωσης των ρόλων, ορίζεται διαφορετικά για καθεμία από τις δύο γενικές αρχιτεκτονικές υλοποίησης intranet/extranet VPNs. Για καθεμία από αυτές τις αρχιτεκτονικές, πραγματοποιείται αναλυτική περιγραφή των επιμέρους υπηρεσιών που συνιστούν την τελική υπηρεσία του intranet/extranet VPNs και δίνεται παράδειγμα ορισμού της υπηρεσίας VPN από τις επιμέρους υπηρεσίες που την υλοποιούν.

Σε ότι αφορά την χρέωση της υπηρεσίας των intranet/extranet VPNs επιπέδου 2, περιγράφεται η προτεινόμενη μέθοδος χρέωσης επιπέδου ρυθμού (*flat-rate*), καθώς και δύο διαφορετικές μέθοδοι χρέωσης, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη του το μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης (*usage-based*) και προτείνονται για την χρέωση της υπηρεσίας VPN.

Αντιστοίχως, στο ίδιο κεφάλαιο περιγράφεται οι προτεινόμενες μέθοδοι διαμόρφωσης χρεώσεων *επίπεδου ρυθμού* και *βάσει της χρήσης* για την προστιθέμενης αξίας υπηρεσία των intranet/extranet VPNs επιπέδου 3.

Το **κεφάλαιο 8** ασχολείται με το ζήτημα της χρέωσης της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας των access VPNs. Συγκεκριμένα, περιγράφεται το επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση της παροχής υπηρεσιών access VPN σε απομακρυσμένους χρήστες που αποτελούν συνδρομητές υπηρεσιών πρόσβασης DSL και προτείνεται ένας τρόπος για την χρέωση των υπηρεσιών access VPN που παρέχονται σε κάποιον εταιρικό φορέα για ένα σύνολο απομακρυσμένων χρηστών αυτού (π.χ. εργαζομένων του από απόσταση). Επίσης, παρουσιάζεται ένας τρόπος υπολογισμού της χρέωσης που αναλογεί στον κάθε απομακρυσμένο χρήστη του εταιρικού φορέα από την συνολική χρέωση που ο εταιρικός φορέας αυτός υφίσταται για το σύνολο των απομακρυσμένων χρηστών του από τον παροχέα των υπηρεσιών access VPN.

Τέλος, στο **κεφάλαιο 9**, γίνεται μία ανακεφαλαίωση των περιεχομένων της παρούσας εργασίας και παρατίθενται κάποια μελλοντικά θέματα που σχετίζονται με αυτήν.

2. Εισαγωγή στην χρέωση δικτυακών υπηρεσιών

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται μία εισαγωγή στο ζήτημα της χρέωσης δικτυακών υπηρεσιών. Ειδικότερα, περιγράφεται η έννοια της χρέωσης γενικότερα στο πλαίσιο των δικτύων επικοινωνιών μέσα από τον ορισμό των κατάλληλων εννοιών και την παρουσίαση των στόχων που καλείται να ικανοποιήσει (§2.1). Στην συνέχεια, η έννοια της χρέωσης τοποθετείται στο πλαίσιο των σύγχρονων δικτύων ευρείας ζώνης πολλαπλών υπηρεσιών (§2.2). Επίσης παρατίθενται οι διάφορες απαιτήσεις που θέτουν απέναντι στην εφαρμοζόμενη χρέωση οι διαφορετικές οντότητες που συμμετέχουν σε ένα γενικό περιβάλλον παροχής δικτυακών υπηρεσιών (§2.3). Τέλος, γίνεται μία παρουσίαση των γενικών μορφών των πολιτικών χρέωσης που μπορούν να εφαρμοστούν για την χρέωση δικτυακών υπηρεσιών με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα καθεμίας από αυτές, καθώς και τις μορφές έκφρασής τους (§2.4).

2.1. Η έννοια της χρέωσης

Η *χρέωση (charging)* αποτελεί ένα βασικό στοιχείο για την λειτουργία των δικτύων επικοινωνιών⁵ (communication networks). Ο σκοπός της ιδιαίτερα στα δίκτυα δεδομένων (data networks) είναι διπλός, καθώς πέρα από την καθαρά οικονομική της διάσταση, η χρέωση μπορεί να λειτουργήσει και ως μηχανισμός ελέγχου (*control mechanism*) από την πλευρά του διαχειριστή και λειτουργού του δικτύου (network operator) για την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης στην λειτουργία του δικτύου.

Τα δίκτυα επικοινωνιών γενικά, προσφέρουν στους χρήστες τους υπηρεσίες (*services*), οι οποίες ποικίλουν σε διάφορα σημεία. Στο βασικό τους επίπεδο οι υπηρεσίες που προσφέρονται συνιστούν *υπηρεσίες επιπέδου μεταφοράς (transport-level network services* ή *bearer-level network services*). Πρόκειται για τις υπηρεσίες που υλοποιούν ακριβώς την στοιχειώδη λειτουργία ενός δικτύου, την μεταφορά μίας ροής δεδομένων από ένα σημείο του σε ένα άλλο. Παράδειγμα τέτοιας υπηρεσίας είναι η υπηρεσία που παρέχεται από το επίπεδο του ATM (ATM layer) στην περίπτωση των ATM (Asynchronous Transport Mode) δικτύων δεδομένων. Πάνω σε αυτές τις υπηρεσίες βασικού επιπέδου, το δίκτυο μπορεί να παρέχει πιο εξεζητημένες *υπηρεσίες υψηλού επιπέδου (high level network services)*, οι οποίες

⁵ Ο όρος *δίκτυο επικοινωνιών (communication network)* χρησιμοποιείται εδώ με την ευρεία του έννοια ως μια διάταξη από στοιχεία υλικού (hardware) και λογισμικού (software) που επιτρέπουν σε χρήστες την επικοινωνία και γενικά την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ τους πάνω από αυτό. Το τηλεφωνικό δίκτυο (*telephone network*) στις διάφορες του μορφές (π.χ. PSTN, ISDN, cellular) καθώς και τα δίκτυα υπολογιστών ή δεδομένων (*computer* ή *data networks*) αποτελούν τα δύο κυρίαρχα παραδείγματα δικτύων επικοινωνιών.

δεν είναι άλλες από τις προστιθέμενης αξίας δικτυακές υπηρεσίες που απευθύνονται στους τελικούς χρήστες. Παραδείγματα τέτοιων υπηρεσιών είναι η υπηρεσία πρόσβασης στο Internet (Internet access) και η υπηρεσία του νοητού ιδιωτικού δικτύου (virtual private network – VPN).

Σε κάθε περίπτωση όμως, οι υπηρεσίες οποιουδήποτε επιπέδου (βασικού επιπέδου μεταφοράς ή υψηλού επιπέδου προστιθέμενης αξίας) που παρέχει ένα δίκτυο επικοινωνιών συνιστούν **αγαθά**, τα οποία ως τέτοια σε ένα ευρύτερο περιβάλλον οικονομίας με παροχές, καταναλωτές, ζήτηση και προσφορά θα υπόκεινται σε χρέωση. Έτσι οι οικονομικοί παράγοντες (π.χ. προσφορά/ ζήτηση, ανταγωνισμός, κέρδος, marketing) που επηρεάζουν την χρέωση ενός οποιουδήποτε προϊόντος στα πλαίσια μίας αγοράς, επηρεάζουν και εδώ τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η χρέωση μίας δικτυακής υπηρεσίας. Η βασική διαφορά στην περίπτωση των δικτύων δεδομένων παροχής πολλαπλών υπηρεσιών (multiservice data networks), είναι ότι η χρέωση, βασιζόμενη εκτός από οικονομικούς και σε τεχνολογικούς παράγοντες, μπορεί να λειτουργήσει και ως **μηχανισμός ελέγχου** για την επίτευξη λειτουργίας του δικτύου κατά βέλτιστο τρόπο.

2.1.1. Ταρίφες και τιμές

Η χρέωση που επιβάλλει ο παροχέας μιας δικτυακής υπηρεσίας στους χρήστες της υπηρεσίας αυτής, προκύπτει από κάποια συνάρτηση χρέωσης, η οποία αποκαλείται **ταρίφα** (*tariff*). Η ταρίφα χρέωσης μπορεί να είναι μία απλή ή πολύπλοκη μαθηματική συνάρτηση, η οποία λαμβάνοντας υπόψη κάποιες παραμέτρους της υπηρεσίας (π.χ. αιτούμενη ποιότητα εξυπηρέτησης) και πιθανώς κάποιες μετρήσεις (π.χ. μέγεθος κυκλοφορίας), υπολογίζει το **τέλος χρέωσης** ή απλά **χρέωση** (*charge*) που αντιστοιχεί στην χρήση της υπηρεσίας από έναν χρήστη. Για παράδειγμα, η ταρίφα που αντιστοιχεί στην υπηρεσία μίας τηλεφωνικής κλήσης μπορεί να είναι μία συνάρτηση της διάρκειας αλλά και της απόστασης της κλήσης.

Ο όρος **τιμή** (*price*) αναφέρεται στη χρέωση που αντιστοιχεί σε μία μονάδα χρήσης, σε αντίθεση με τον όρο **τέλος** (*charge*) ο οποίος αναφέρεται στο συνολικό αντίτιμο που πρέπει να καταβάλλει ο χρήστης για μία υπηρεσία.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω με ένα παράδειγμα, η χρέωση που επιβάλλει ένας παροχέας τηλεφωνικών υπηρεσιών για μία τηλεφωνική κλήση μπορεί να δίνεται από μία ταρίφα της ακόλουθης μορφής:

$$Charge = [a(D) \cdot T + b \cdot D] \cdot p$$

Στην ταρίφα αυτή, η συνδυασμένη παράμετρος $a \cdot p$ συνιστά την τιμή ανά μονάδα χρόνου για την κλήση απόστασης D και η παράμετρος T εκφράζει τη διάρκεια της κλήσης (μετρούμενο μέγεθος). Η συνδυασμένη παράμετρος $b \cdot p$ συνιστά την τιμή ανά μονάδα απόστασης και η παράμετρος D εκφράζει την απόσταση της κλήσης (χαρακτηριστικό υπηρεσίας). Στην ταρίφα αυτή, οι παράμετροι a και b διαμορφώνονται σύμφωνα με τεχνολογικά κριτήρια, δηλ. βάσει των χαρακτηριστικών της υπηρεσίας, ενώ η τιμή της παραμέτρου p ορίζεται σύμφωνα με καθαρά οικονομικά κριτήρια (π.χ. προσφορά, ζήτηση, ανταγωνισμός) για την διαμόρφωση των προσφερόμενων τιμών χρέωσης της υπηρεσίας. Τέλος, η παραπάνω ταρίφα αποτελεί μία ταρίφα με δύο μέρη, για την εφαρμογή της οποίας χρησιμοποιείται η μέτρηση της διάρκειας της κλήσης, καθώς και το μέγεθος της απόστασης των δύο συμμετεχόντων στην κλήση μερών.

Εδώ θα πρέπει να τονιστεί, ότι η προαναφερθείσα παράμετρος p υφίσταται σε οποιαδήποτε ταρίφα χρέωσης μίας τηλεπικοινωνιακής/δικτυακής υπηρεσίας. Η καθαρά οικονομική της διάσταση όμως, συνεπάγεται ότι το ζήτημα της διαμόρφωσης της τιμής της δεν αφορά σε κανένα σημείο της την παρούσα εργασία, όπου το ζήτημα της χρέωσης μιας

δικτυακής υπηρεσίας εξετάζεται ως προς την τεχνολογική του πλευρά. (π.χ. διαμόρφωση τιμής παραμέτρων *a* και *b* σε παραπάνω ταρίφα).

2.1.2. Μέρη χρέωσης

Η χρέωση των υπηρεσιών σε δίκτυα επικοινωνιών και κατ' επέκταση και δίκτυα δεδομένων, στην γενικότερη των περιπτώσεων μπορεί να συνίσταται σε δύο μέρη, **α)** τη *χρέωση συνδρομής* (*subscription charge*) ή *χρέωση πρόσβασης*⁶ (*access charge*) και **β)** την *χρέωση χρήσης*⁷ (*usage charge*). Το δεύτερο μέρος της χρέωσης, στην περίπτωση που το δίκτυο υποστηρίζει υπηρεσίες με σύνδεση (*connection-oriented network*) αποκαλείται και με την ονομασία *χρέωση σύνδεσης* (*connection charge*). Ειδικότερα για τα δίκτυα δεδομένων, ανάλογα με το επίπεδο στο οποίο εντοπίζεται η υπηρεσία (υπηρεσία επιπέδου μεταφοράς ή υπηρεσία υψηλού επιπέδου), στην χρέωση της μπορεί να συμπεριλαμβάνεται και ένα τρίτο δυνατό μέρος που ονομάζεται *χρέωση περιεχομένου* (*content charge*).

Η σημασία και το περιεχόμενο των προαναφερθέντων δυνατών μερών της συνολικά επιβαλλόμενης χρέωσης για μία δικτυακή υπηρεσία αναπτύσσονται στις ακόλουθες παραγράφους (§2.1.2.1, §2.1.2.2, §2.1.2.3).

2.1.2.1. Χρέωση συνδρομής

Η *χρέωση συνδρομής* (*subscription charge*) ή *χρέωση πρόσβασης* (*access charge*) όπως επίσης αποκαλείται, αποτελεί ένα σύνθετο κομμάτι της συνολικής χρέωσης που εφαρμόζεται στην περίπτωση γενικότερα των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Η χρέωση αυτή γενικά αναφέρεται στο αντίτιμο που αντιστοιχεί στον χρήστη για την εξασφάλιση της δυνατότητας πρόσβασής του στην χρησιμοποίηση της υπηρεσίας {[WV96], [MMV95a]}. Η χρέωση αυτή μπορεί να έχει χαρακτήρα εφ' άπαξ συνδρομής που πληρώνεται μία φορά ή παγίου που πληρώνεται περιοδικά ανά συγκεκριμένη χρονική περίοδο η οποία ονομάζεται *περίοδος συνδρομής*.

Η χρέωση συνδρομής ή πρόσβασης είναι ανεξάρτητη του μεγέθους της χρήσης που γίνεται στην υπηρεσία από τον χρήστη, μπορεί να σχετίζεται όμως με συγκεκριμένες πλευρές και χαρακτηριστικά της υπηρεσίας. Ενδεικτικά, στα χαρακτηριστικά αυτά μπορεί να συμπεριλαμβάνονται

- ο ρυθμός πρόσβασης (*access rate*) στην υπηρεσία,
- η παρεχόμενη ποιότητα εξυπηρέτησης (*quality of service – QoS*) της υπηρεσίας
- η ποικιλία των διαθέσιμων προσφερόμενων υπηρεσιών

Επίσης, η χρέωση συνδρομής στα πλαίσια μίας επίπεδου ρυθμού πολιτικής χρέωσης (*flat-rate charging*, §2.4.1) όπου αποτελεί τον μοναδικό τύπο επιβαλλόμενης χρέωσης, γενικά διαμορφώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να αντανakλά το κόστος που υφίσταται το δίκτυο στο πλαίσιο της τυπικής χρήσης που πραγματοποιείται στην υπηρεσία.

2.1.2.2. Χρέωση χρήσης

Η *χρέωση χρήσης* (*usage charge*) γίνεται σε μία βάση ανά χρήση της υπηρεσίας και βασίζεται σε μεγέθη που αντικατοπτρίζουν το μέγεθος της χρήσης που πραγματοποιεί ο

⁶ Ο όρος «πρόσβαση» εδώ έχει την έννοια της απόκτησης δυνατότητας από την πλευρά του χρήστη στην χρησιμοποίηση της υπηρεσίας.

⁷ Ο όρος «χρήση» εδώ έχει την έννοια του μεγέθους της πραγματοποιούμενης χρησιμοποίησης της υπηρεσίας και είναι συνυφασμένος με την έννοια της ποσότητας των χρησιμοποιούμενων πόρων του δικτύου για την εξασφάλιση παροχής της υπηρεσίας στον χρήστη (βλ. §2.1.2.2)

χρήστης στην υπηρεσία. Το μέγεθος της χρήσης αυτής σε ένα δίκτυο δεδομένων, μπορεί να εκφράζεται από τους πόρους του δικτύου που καταναλώνει ο χρήστης, από την ποσότητα της κυκλοφορίας που εισάγει στο δίκτυο ή τη διάρκεια ζωής της σύνδεσης σε μια υπηρεσία με σύνδεση (connection-oriented service). Η πολιτική χρέωσης η οποία περιλαμβάνει ένα τέτοιο είδος χρέωσης που λαμβάνει υπόψη το μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης στην υπηρεσία, ονομάζεται *χρέωση βάσει χρήσης (usage-based charging, §2.4.2) [CA\$hMAN]*.

Ειδικότερα, η χρέωση χρήσης μιας υπηρεσίας με σύνδεση γενικά μπορεί να αποτελείται από τρία μέρη τα οποία αφορούν διαδοχικά [SK97]:

- α) στην χρέωση της διάρκειας διατήρησης της σύνδεσης (*connection duration charge*)
- β) στην χρέωση του όγκου της κυκλοφορίας που διακινήθηκε από την υπηρεσία στο δίκτυο κατά την διάρκεια της σύνδεσης (*connection volume charge*) και
- γ) στην χρέωση εγκατάστασης της σύνδεσης (*connection set-up charge*).

Σε ένα δίκτυο με υπηρεσίες χωρίς σύνδεση (connectionless services), η χρέωση χρήσης μπορεί να συνιστά χρέωση που αφορά μόνο τον όγκο της κυκλοφορίας που διακινείται στο δίκτυο καθ' όλη την διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας (π.χ. σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα).

Στην περίπτωση της χρέωσης εγγυημένων υπηρεσιών με σύνδεση (connection-oriented guaranteed services, βλ. §2.2.1.1), δηλ. υπηρεσιών οι οποίες παρέχουν εγγυήσεις σε ποιότητα εξυπηρέτησης (QoS), η χρέωση της διάρκειας της σύνδεσης αφορά στο κόστος των δεσμευμένων πόρων για την παροχή από το δίκτυο των απαιτούμενων από την υπηρεσία εγγυήσεων σε ποιότητα εξυπηρέτησης. Από την άλλη πλευρά, η χρέωση του όγκου της διακινήθειας πληροφορίας αντικατοπτρίζει το κόστος της πραγματικής χρήσης που έκανε ο χρήστης στο δίκτυο. Τέλος, η χρέωση εγκατάστασης της σύνδεσης των υπηρεσιών ενός δικτύου με συνδέσεις, αντιπροσωπεύει το κόστος που υφίσταται το δίκτυο σε πόρους μεταγωγής και σηματοδοσίας (switching and signaling resources) για την εγκατάσταση μιας νέας αιτούμενης σύνδεσης.

2.1.2.3. Χρέωση περιεχομένου

Στις περιπτώσεις υπηρεσιών υψηλού επιπέδου που παρέχονται από τα σύγχρονα δίκτυα πολλαπλών υπηρεσιών, ο παροχέας της υπηρεσίας μπορεί επιβάλει χρέωση, για το περιεχόμενο της μεταφερόμενης πληροφορίας. Για παράδειγμα στην περίπτωση μιας υπηρεσίας video κατ' απαίτηση (video-on-demand – VoD), η χρέωση αυτή θα αφορά στην συγκεκριμένη ταινία που μεταδίδεται στον χρήστη μέσω του δικτύου. Μία τέτοιου τύπου χρέωση η οποία αναφέρεται στο περιεχόμενο (content) της διακινούμενης από την δικτυακή υπηρεσία πληροφορίας ονομάζεται *χρέωση περιεχομένου (content charge)*

Η χρέωση περιεχομένου αποτελεί μία χρέωση η οποία σχετίζεται άμεσα με την πληροφοριακή ταυτότητα της μεταδιδόμενης από το δίκτυο κυκλοφορίας. Ως τέτοια πρόκειται για μία χρέωση η οποία εντοπίζεται να αναφέρεται στις υψηλού επιπέδου υπηρεσίες του δικτύου, οι οποίες χρησιμοποιούν τις βασικές δικτυακές υπηρεσίες μεταφοράς για την υλοποίησή τους. Επιπλέον, οι παράγοντες διαμόρφωσης της είναι καθαρά οικονομικοί, σε αντίθεση με τις χρεώσεις συνδρομής και χρέωσης η διαμόρφωση των οποίων εν γένει βασίζεται τόσο σε οικονομικά όσο και τεχνολογικά κριτήρια.

Σε πολλές περιπτώσεις οι χρεώσεις περιεχομένου ενσωματώνονται στις χρεώσεις χρήσης (§2.1.2.2), έτσι ώστε οι χρεώσεις περιεχομένου να μην είναι ευδιάκριτες στους πελάτες-χρήστες των υπηρεσιών.

2.1.3. Στόχοι της χρέωσης

Η χρέωση στα σύγχρονα δίκτυα επικοινωνιών αποτελεί ένα πολύ σημαντικό μέρος του όλου συστήματος παροχής υπηρεσιών, καθώς η μορφή και το περιεχόμενό της καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την βιωσιμότητα αλλά και την αποδοτική λειτουργία του δικτύου. Στις επόμενες παραγράφους (§2.1.3.1 – §2.1.3.3), παρουσιάζονται αναλυτικά οι στόχοι τους οποίους καλείται να επιτύχει μία πολιτική χρέωσης σε ένα δίκτυο δεδομένων.

2.1.3.1. Παραγωγή εσόδων για τους παροχείς δικτυακών υπηρεσιών

Ο πρώτος στόχος που επιδιώκεται μέσω της χρέωσης είναι φυσικά η παροχή στους διαχειριστές και λειτουργούς του δικτύου των κατάλληλων εσόδων που θα κάνουν βιώσιμη την λειτουργία του δικτύου. Τα έσοδα τα οποία αποφέρει στους παροχείς των δικτυακών υπηρεσιών η χρέωση, καλύπτουν ακριβώς τα έξοδα της παροχής των υπηρεσιών αυτών, και επιπλέον παρέχουν τα κέρδη που επιβάλλεται να υπάρχουν σε μία επιχείρηση παραγωγής αγαθών (εδώ δικτυακών υπηρεσιών) που λειτουργεί στα πλαίσια του περιβάλλοντος μιας οικονομίας.

Έτσι μία πολιτική χρέωσης για να μπορέσει να εφαρμοστεί σε ένα δίκτυο θα πρέπει να ικανοποιεί τον στόχο αυτό της εισροής στο δίκτυο των απαραίτητων οικονομικών εσόδων που θα καταστήσουν βιώσιμη και συμφέρουσα για τους φορείς/λειτουργούς του τη λειτουργία του δικτύου.

2.1.3.2. Παροχή κινήτρων στους χρήστες για αποδοτική χρήση του δικτύου

Πέρα όμως από την καθαρά οικονομική της διάσταση, η χρέωση μπορεί επίσης να επηρεάσει και καθορίσει τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες του δικτύου ή ισοδύναμα οι πελάτες των αγαθών των δικτυακών υπηρεσιών, χρησιμοποιούν τις παρεχόμενες από το δίκτυο αυτό υπηρεσίες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε χρήστης συμπεριφέρονται απέναντι στην χρέωση που τους επιβάλλεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιήσει το *όφελος* ή *κέρδος* από την χρήση του δικτύου (*net benefit* ή *consumer surplus*), δεδομένης της *ωφελιμότητας* (*utility*) που συνεπάγεται η χρήση των υπηρεσιών του δικτύου αλλά και του *αντιτίμου* (*outlay*) που καταβάλλουν για αυτές⁸ {[CSEZ93], [DaPA00], [JJ96], [DaPA97]}. Η χρέωση λοιπόν μπορεί να είναι τέτοια που να δίνει στους χρήστες τα κατάλληλα κίνητρα ώστε να χρησιμοποιούν τους πόρους του δικτύου κατά αποδοτικό τρόπο, καθιστώντας έτσι την λειτουργία του δικτύου βέλτιστα αποδοτική {[She95],[Odl98],[MMV95a],[MMV95b]}. Σημειώνεται ότι η βέλτιστη αυτή απόδοση του δικτύου υφίσταται όταν το δίκτυο λειτουργεί σε συνθήκες τέτοιες που μεγιστοποιούν την συνολικό όφελος (*benefit*) των χρηστών του.

Με την επιλογή λοιπόν των κατάλληλων μεθόδων χρέωσης, η χρέωση μπορεί να λειτουργήσει ως **μηχανισμός ελέγχου** που έμμεσα κατευθύνει τους χρήστες να επιλέγουν υπηρεσίες και να χρησιμοποιούν το δίκτυο κατά τέτοιο τρόπο που να συνεισφέρουν συνολικά στην αποδοτική λειτουργία του. Στην γλώσσα της οικονομίας, πολιτικές χρέωσης που παρέχουν τέτοια κίνητρα λέγεται ότι διαθέτουν **συμβατότητα κινήτρων** (*incentive compatibility*).

⁸ Το πρόβλημα το οποίο καλείται να λύσει ο χρήστης ενός δικτύου ο οποίος αγοράζει/χρησιμοποιεί υπηρεσίες από αυτό, είναι το πρόβλημα του καταναλωτή αγαθών σε ένα περιβάλλον αγοράς αγαθών (*consumer's problem*). Το πρόβλημα αυτό συνίσταται στην μεγιστοποίηση του *πλεονάσματος* (*surplus*) του καταναλωτή από την χρήση ενός αγαθού. Το *πλεόνασμα* αυτό ισούται με την *ωφελιμότητα* (*utility*) που έχει ο πελάτης από την χρήση του αγαθού αφαιρούμενης της *χρέωσης/αντιτίμου* (*charge/outlay*) που πληρώνει για την απόκτησή του στον παροχέα/παραγωγό του αγαθού.

Οι ταρίφες οι οποίες στερούνται την ιδιότητα της συμβατότητας κινήτρων, δίνουν στους χρήστες των υπηρεσιών λάθος σήματα, τα οποία τους οδηγούν στην χρήση του δικτύου κατά τέτοιο τρόπο που συνολικά συνεπάγεται την μη αποδοτική λειτουργία του. Το δίκτυο δηλ. σε μία τέτοια περίπτωση φτάνει να λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε το συνολικό όφελος-κέρδος που εξασφαλίζουν οι χρήστες του από την χρήση των υπηρεσιών του να υπολείπεται κατά πολύ του μέγιστου δυνατού. Παράδειγμα μίας τέτοιας περίπτωσης αποτελεί το Internet.

Το Internet σήμερα αντιμετωπίζει μεγάλο πρόβλημα συμφόρησης (congestion), το οποίο στο μεγαλύτερό του μέρος οφείλεται στην μη αποδοτική δομή χρέωσης που έχει εφαρμοστεί εδώ και χρόνια για τις υπηρεσίες πρόσβασης σε αυτό. Η εφαρμοζόμενη αυτή δομή χρέωσης βασίζεται στο μοντέλο της χρέωσης επίπεδου ρυθμού (*flat-rate charging*, βλ. §2.4.1). Κάτω από μία τέτοια πολιτική χρέωσης, στην οποία η επιβαλλόμενη χρέωση είναι ανεξάρτητη της πραγματοποιούμενης χρήσης και εξαρτώμενη μόνο από τον ρυθμό του καναλιού πρόσβασης (π.χ. modem speed), το δίκτυο δεν παρέχει κανενός είδους κίνητρα στο χρήστη έτσι ώστε αυτός να περιορίσει την χρήση του κάτω από τον ρυθμό του καναλιού πρόσβασης όταν δεν χρειάζεται πραγματικά την μέγιστη αυτή χωρητικότητα (bandwidth). Έτσι όλοι οι χρήστες τείνουν να χρησιμοποιούν το δίκτυο με τον μέγιστο ρυθμό που μπορούν ανεξάρτητα, των πραγματικών αναγκών τους, προκαλώντας με τον τρόπο αυτό προβλήματα συμφόρησης. Η συμπεριφορά αυτή των χρηστών του Internet είναι ακριβώς αντίστοιχη με την συμπεριφορά που παρουσιάζουν οι πελάτες των εστιατορίων όπου επιτρέπεται η απεριόριστη κατανάλωση φαγητού για ένα συγκεκριμένο και σταθερό αντίτιμο ανεξάρτητο της καταναλωθείσας ποσότητας (all-you-can-eat restaurants). Η εφαρμοζόμενη αυτή τακτική χρέωσης στα εστιατόρια αυτά ενθαρρύνει την υπερκατανάλωση φαγητού από την πλευρά των πελατών, ακόμη και όταν οι τελευταίοι δεν έχουν πραγματική ανάγκη (πεινά) για την κατανάλωση φαγητού πέρα από ένα σημείο.

Επιπλέον, με την πολιτική της χρέωσης επίπεδου ρυθμού, η οποία παραδοσιακά εφαρμόζεται για την χρέωση των υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet, οι χρήστες δεν παρέχουν στο δίκτυο κανενός είδους πληροφορία για την συμπεριφορά τους και αντιμετωπίζονται έτσι όλοι από αυτό με τον ίδιο τρόπο. Όλα αυτά συντελούν σε ένα υπό συμφόρηση δίκτυο, όπου οι πόροι του δικτύου δεν διαμοιράζονται στους χρήστες του σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες των τελευταίων, αλλά ισοδύναμα.

Για να διαθέτει μία πολιτική χρέωσης συμβατότητα κινήτρων, θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη της την χρήση, να είναι δηλ. μία πολιτική χρέωσης βάσει χρήσης (*usage-based charging*, βλ. §2.4.2).

Η παροχή τέτοιων κινήτρων από μία πολιτική χρέωσης κρίνεται ως ιδιαίτερα απαραίτητη στην περίπτωση των δικτύων ευρείας ζώνης παροχής πολλαπλών υπηρεσιών, σε δίκτυα δηλ. που ξεφεύγουν από το μοντέλο του παραδοσιακού τηλεφωνικού δικτύου που παρέχει ένα είδος υπηρεσίας και προορίζονται για την παροχή πολλαπλών υπηρεσιών με διαφορετικές απαιτήσεις σε ποιότητα εξυπηρέτησης. Τα δίκτυα πολλαπλών υπηρεσιών μεταφέρουν κυκλοφορία, η οποία παρουσιάζει διαφορές ως προς τα χαρακτηριστικά της από υπηρεσία σε υπηρεσία, ενώ η υποστήριξη των σύγχρονων πολυμεσικών (multimedia) δικτυακών εφαρμογών απαιτεί υπηρεσίες με εξασφάλιση συγκεκριμένων εγγυήσεων σε ποιότητα. Η παροχή αυτή των απαιτούμενων εγγυήσεων ποιότητας εξυπηρέτησης (QoS), γενικά επιτυγχάνεται από το δίκτυο μέσω της δέσμευσης των κατάλληλων πόρων για κάθε υπηρεσία. Δεδομένου όμως του πεπερασμένου των πόρων του δικτύου και της ικανότητας πολυπλεξίας, μία πολιτική χρέωσης στην οποία αντικατοπτρίζονται οι απαιτούμενοι πόροι κάθε υπηρεσίας, δηλ. μία χρέωση που βασίζεται στην χρήση, μπορεί να λειτουργήσει ως μηχανισμός ελέγχου που θα εξασφαλίσει την χρήση του δικτύου από τους χρήστες του κατά αποδοτικό τρόπο.

2.1.3.3. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την χρέωση

Πέρα από τους προαναφερθέντες στόχους που αποτελούν τα βασικά κριτήρια για την επιλογή μιας συγκεκριμένης πολιτικής χρέωσης, η τελικός επιβαλλόμενη χρέωση επηρεάζεται στη διαμόρφωσή της και από άλλους καθαρά οικονομικούς παράγοντες, όπως η προσφορά και ζήτηση, το οικονομικό περιβάλλον λειτουργίας του δικτύου (μονοπωλιακό, ανταγωνιστικό) και διάφορες επιταγές που τίθενται από το marketing. Για παράδειγμα, η οικονομική θεωρία υποστηρίζει ότι σε περιβάλλοντα πλήρους ανταγωνισμού η φυσική κατάληξη των πραγμάτων είναι η υιοθέτηση πολιτικών χρέωσης βασιζόμενων στην χρήση (usage-based charging)

Τέλος, τα σχήματα χρέωσης μπορούν να επηρεαστούν και από άλλους παράγοντες, όπως στρατηγικές αποφάσεις των λειτουργών του δικτύου, προτιμήσεις των χρηστών/πελατών καθώς και το κόστος και την πολυπλοκότητα που συνεπάγεται η υλοποίηση ενός τέτοιου σχήματος στα πλαίσια ενός ευρύτερου συστήματος παροχής υπηρεσιών.

2.2. Χρέωση σε δίκτυα ευρείας ζώνης πολλαπλών υπηρεσιών

2.2.1. Υπηρεσίες

Τα σύγχρονα δίκτυα δεδομένων ευρείας ζώνης, όπως για παράδειγμα το ATM, και τα δίκτυα IP αρχιτεκτονικής *Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών (Integrated Services – IntServ)* [RFC1663] και αρχιτεκτονικής *Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών (Differentiated Services – DiffServ)* [RFC2475], παρέχουν βασικές δικτυακές υπηρεσίες, οι οποίες μπορούν να ποικίλουν σε χαρακτηριστικά και σε εγγυήσεις απόδοσης κατά την βούληση και τις ανάγκες του χρήστη. Οι υπηρεσίες αυτές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τις εγγυήσεις σε απόδοση που απολαμβάνουν από το δίκτυο. Πρόκειται για τις *εγγυημένες υπηρεσίες* και τις *ελαστικές υπηρεσίες* δικτύου.

2.2.1.1. Εγγυημένες υπηρεσίες και συμβόλαιο κυκλοφορίας

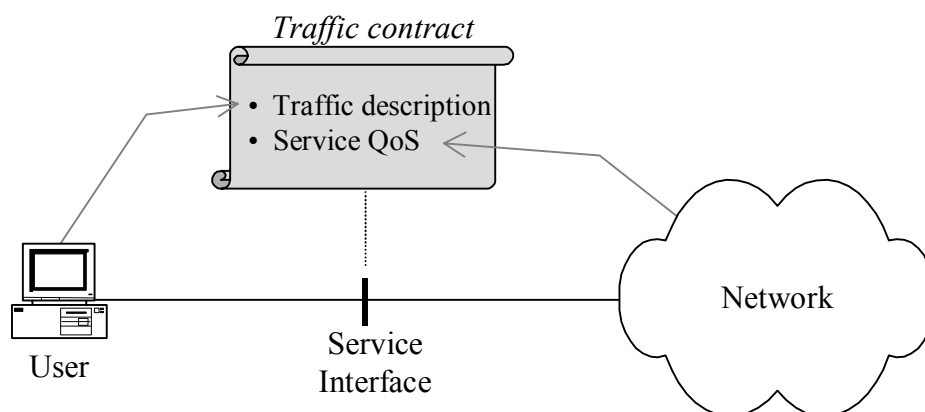
Στην περίπτωση των *εγγυημένων υπηρεσιών (guaranteed services)*, το δίκτυο παρέχει συγκεκριμένες εγγυήσεις απόδοσης στον χρήστη. Οι εγγυήσεις αυτές απόδοσης μεταφράζονται σε συγκεκριμένη ποιότητα εξυπηρέτησης (*quality of service – QoS*), η οποία εκφράζεται στα ακόλουθα μεγέθη:

- α) σε πιθανότητα απώλειας δεδομένων, πακέτων ή κελιών (*loss probability*),
- β) σε καθυστέρηση μετάδοσης δεδομένων (*transfer delay*), και
- γ) σε διακύμανση καθυστέρησης μετάδοσης (*transfer delay variation* ή *jitter*).

Στην περίπτωση των εγγυημένων υπηρεσιών και των εγγυήσεων απόδοσης που παρέχει το δίκτυο, βασική έννοια είναι αυτή του *συμβολαίου κυκλοφορίας (traffic contract)*⁹ το οποίο υφίσταται ανάμεσα στον χρήστη της υπηρεσίας και το δίκτυο (βλ. Σχήμα 2).

⁹ Κατά την ορολογία που χρησιμοποιείται από το IETF για το Internet, το αντίστοιχο του *συμβολαίου κυκλοφορίας (traffic contract)* που συναντάται στα δίκτυα ευρείας ζώνης (π.χ. ATM) ονομάζεται *συμφωνία επιπέδου υπηρεσίας (service level agreement – SLA)*. Ο όρος αυτός προέρχεται από την αρχιτεκτονική Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών (*Differentiated Services Architecture – DS* [RFC2475]) που προτείνει το IETF για την υποστήριξη ποιότητας εξυπηρέτησης (QoS) στο Internet.

Από την πλευρά του χρήστη, το συμβόλαιο κυκλοφορίας περιγράφει τα χαρακτηριστικά που θα διέπουν την κυκλοφορία που ο χρήστης πρόκειται να εισάγει στο δίκτυο (*traffic description* ή *traffic descriptor*). Τέτοιου είδους χαρακτηριστικά που συνιστούν την περιγραφή της εισερχόμενης από τον χρήστη κυκλοφορίας είναι ο μέγιστος ρυθμός (*peak rate*), το μέγιστο μέγεθος της εκρηκτικότητας (*maximum burst size*) και ο μέσος διατηρούμενος ρυθμός (*sustainable rate*). Η περιγραφή αυτή της κυκλοφορίας συνιστά περιορισμό (constraint) στον οποίο ο χρήστης θα πρέπει να υπακούει, έτσι ώστε να μπορεί να απολαμβάνει την υποσχόμενη από το δίκτυο απόδοση. Σε πολλές περιπτώσεις δικτύων (π.χ. ATM, Integrated Services, Differentiated Services), η περιγραφή της κυκλοφορίας αυτής που παρέχει ο χρήστης στο δίκτυο γίνεται με την χρήση του μηχανισμού/δομής των *leaky* ή *token buckets*¹⁰.



Σχήμα 2. Συμβόλαιο κυκλοφορίας εγγυημένης υπηρεσίας

Από την πλευρά του δικτύου, το συμβόλαιο κυκλοφορίας περιέχει τις εγγυήσεις σε ποιότητα εξυπηρέτησης (QoS) που το δίκτυο υπόσχεται/εγγυάται να παρέχει όταν η κυκλοφορία του χρήστη που εισέρχεται στο δίκτυο είναι σύμφωνη με το ισχύον συμβόλαιο κυκλοφορίας σε ό,τι αφορά στα χαρακτηριστικά της επιτρεπτής εισερχόμενης κυκλοφορίας (*traffic description*).

Ο έλεγχος από το δίκτυο της συμμόρφωσης ή όχι του χρήστη με αυτά που ορίζει η περιγραφή της κυκλοφορίας του στο συμβόλαιο κυκλοφορίας, πραγματοποιείται στο σημείο εισόδου του δικτύου. Η διαδικασία αυτή ελέγχου ονομάζεται *αστυνόμευση κυκλοφορίας* (*traffic policing*) ή απλά *αστυνόμευση* (*policing*).

Η χρέωση μπορεί εκτός των άλλων να χρησιμοποιηθεί και ως **μηχανισμός χαλαρής αστυνόμευσης** από το δίκτυο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την υιοθέτηση πολύ υψηλής χρέωσης υπό μορφή προστίμου για τους χρήστες που παραβιάζουν το κομμάτι του συμβολαίου κυκλοφορίας που αναφέρεται σε αυτούς. Αυτού του είδους η αστυνόμευση έχει το πλεονέκτημα ότι δρά έμμεσα στον χρήστη και δεν απαιτείται να λειτουργεί σε μία βάση ανά πακέτο κυκλοφορίας, όπως ο «κανονικός» μηχανισμός αστυνόμευσης που υλοποιείται από αλγορίθμους *leaky bucket* (π.χ. GCRA για το ATM).

¹⁰ Το ATM Forum [ATMF] και το IETF [IETF] έχουν υιοθετήσει τον μηχανισμό των *leaky buckets* για την περιγραφή της κυκλοφορίας (*traffic description*). Έτσι για παράδειγμα στα δίκτυα ATM ο μηχανισμός έλεγχου συμμόρφωσης της κυκλοφορίας ενός χρήστη με το συμβόλαιο κυκλοφορίας αυτού με το δίκτυο (*usage parameter control – UPC, traffic policing*) υλοποιείται από έναν “*dual leaky bucket*” αλγόριθμο που ονομάζεται *generic cell rate algorithm* (GCRA).

Στην περίπτωση των εγγυημένων υπηρεσιών, πέρα από την ανάγκη υποστήριξης από το δίκτυο μηχανισμού αστυνόμευσης, απαιτείται και η υποστήριξη *ελέγχου αποδοχής κλήσης* (*call acceptance control, call admission control – CAC*). Πρόκειται για τον μηχανισμό που εφαρμόζεται όταν το δίκτυο πρέπει να αποφασίσει για την αποδοχή ή όχι μίας αίτησης για παροχή μίας υπηρεσίας. Σε μία τέτοια περίπτωση το δίκτυο βάσει της περιγραφής της κίνησης και των απαιτήσεων σε ποιότητα εξυπηρέτησης της αιτούμενης υπηρεσίας, αποφασίζει αν διαθέτει τους απαραίτητους πόρους που απαιτείται να δεσμευτούν για την ικανοποίηση της αίτησης αυτής. Η αποδοχή της αίτησης συνεπάγεται την δέσμευση πόρων από το δίκτυο, έτσι ώστε αυτό να είναι σε θέση να παρέχει τις εγγυήσεις ποιότητας εξυπηρέτησης που του ζητήθηκαν.

Παραδείγματα εγγυημένων υπηρεσιών είναι οι *Constant Bit Rate (CBR)* και *Variable Bit Rate (VBR)*¹¹ υπηρεσίες που έχουν οριστεί από το ATM Forum [ATMF96]. Οι υπηρεσίες αυτές είναι παρόμοιες με τις υπηρεσίες *Deterministic Bit Rate (DBR)* και *Statistical Bit Rate (SBR)* αντίστοιχα που έχει ορίζει το ITU-T για τα B-ISDN δίκτυα [I.371]. Τέλος η *Guaranteed Service* [RFC2212] και η *Controlled Load* [RFC2211] υπηρεσία που έχει οριστεί από το IETF [IETF] στα πλαίσια της Integrated Services αρχιτεκτονικής για το Internet, αποτελούν υπηρεσίες που παρέχουν εγγυήσεις απόδοσης.

2.2.1.2. Ελαστικές υπηρεσίες

Σε αντίθεση με τις εγγυημένες υπηρεσίες, οι *ελαστικές υπηρεσίες* (*elastic services*) δεν παρέχουν κάποιες συγκεκριμένες εγγυήσεις για την απόδοση τους. Το μόνο που μπορούν σε μερικές περιπτώσεις να παρέχουν είναι κάποιου είδους δικαιοσύνη στον τρόπο που αντιμετωπίζονται από το δίκτυο οι διαφορετικές συνδέσεις.

Η μη παροχή εγγυήσεων απόδοσης συνεπάγεται ότι στις ελαστικές υπηρεσίες η απόδοση θα κυμαίνεται ανάλογα με την κατάσταση φόρτου του δικτύου. Έτσι η απόδοση θα είναι μειωμένη σε περιόδους υπερφόρτωσης του δικτύου (π.χ. περίοδοι αιχμής), ενώ σε περιπτώσεις απουσίας μεγάλου φόρτου στο δίκτυο η απόδοση θα είναι πολύ βελτιωμένη. Δηλ. μπορεί να ειπωθεί ότι το δίκτυο κάνει το καλύτερο δυνατό για κάθε ελαστική υπηρεσία ανάλογα με την κατάσταση φόρτου του κάθε στιγμή. Για το λόγο αυτό οι ελαστικές υπηρεσίες μερικές φορές αποκαλούνται και ως *υπηρεσίες καλύτερης δυνατής απόδοσης* (*best-effort services*).

Για την υποστήριξη τέτοιων υπηρεσιών, το δίκτυο θα πρέπει να διαθέτει μηχανισμούς ανάδρασης (*feedback mechanisms*) που να ενημερώνουν τις πηγές/ εφαρμογές των υπηρεσιών για την κατάσταση συμφόρησης στο δίκτυο. Η ενημέρωση αυτή μπορεί να είναι ρητή και άμεση (π.χ. υπόδειξη ρυθμού αποστολής) ή έμμεση (π.χ. προσαρμογή ρυθμού βάσει απώλειας πακέτων και καθυστερήσεων). Ένας τέτοιος μηχανισμός που στέλνει σήματα στις πηγές ενημερώνοντάς τες για συμφόρηση ονομάζεται *μηχανισμός ελέγχου συμφόρησης* (*congestion control mechanism*), και συνιστά έναν *έλεγχο κλειστού βρόγχου* (*closed loop control*).

Οι ελαστικές υπηρεσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από εφαρμογές οι οποίες έχουν την δυνατότητα να προσαρμόζουν τον ρυθμό τους σύμφωνα με τα σήματα του δικτύου για συμφόρηση. Τέτοιου είδους υπηρεσίες είναι οι *Available Bit Rate (ABR)* που έχουν οριστεί από το ATM Forum [ATMF96] και το ITU-T [I.371.1], οι *Unspecified Bit Rate (UBR)* υπηρεσίες που έχουν οριστεί από το ATM Forum [ATMF96], καθώς και η παραδοσιακή *TCP/IP* υπηρεσία του Internet.

¹¹ Το ATM Forum [ATMF] έχει ορίσει δύο Variable Bit Rate (VBR) κλάσεις υπηρεσιών, τις *real-time Variable Bit Rate* (rt-VBR) υπηρεσίες και τις *non-real-time Variable Bit Rate* (nrt-VBR) υπηρεσίες [ATMF96].

2.2.2. Χρέωση εγγυημένων υπηρεσιών

Στις εγγυημένες υπηρεσίες, η παροχή εγγυήσεων ποιότητας εξυπηρέτησης (QoS) από το δίκτυο γενικά υλοποιείται μέσα από την δέσμευση των κατάλληλων πόρων (resource reservation) για κάθε παρεχόμενη υπηρεσία. Στην περίπτωση που υιοθετείται μία πολιτική χρέωσης βάσει χρήσης, το γεγονός αυτό της δέσμευσης πόρων συνεπάγεται ότι η χρέωση των εγγυημένων υπηρεσιών θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη της τους πόρους αυτούς του δικτύου που απαιτούνται να δεσμευτούν για την εξασφάλιση από το δίκτυο των αιτούμενων εγγυήσεων απόδοσης.

Η ποσότητα των πόρων αυτών που καταναλώνει μία εγγυημένη υπηρεσία και οι οποίοι πρέπει να δεσμευτούν από το δίκτυο, αποτελούν συνάρτηση τόσο των παραμέτρων ποιότητας εξυπηρέτησης της υπηρεσίας (QoS parameters), όσο και των χαρακτηριστικών περιγραφής της κυκλοφορίας της υπηρεσίας (traffic description). Κατ' επέκταση, οι ταρίφες χρέωσης θα πρέπει να διαμορφώνονται λαμβάνοντας υπόψη τους τα δύο αυτά στοιχεία, την περιγραφή της κυκλοφορίας της υπηρεσίας και τις παραμέτρους που ορίζουν την αιτούμενη ποιότητα εξυπηρέτησης. Με άλλα λόγια, οι ταρίφες χρέωσης θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους όλες τις παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας (traffic contract) το οποίο υφίσταται ανάμεσα στον χρήστη της υπηρεσίας και το δίκτυο.

Μόνο οι παράμετροι του συμβολαίου κυκλοφορίας δεν επαρκούν για τον ακριβή καθορισμό των πόρων που πραγματικά χρησιμοποιούνται, καθώς το συμβόλαιο κυκλοφορίας ορίζει μόνο τα όρια στα οποία θα πρέπει να κινείται η κυκλοφορία του χρήστη. Η ανεπάρκεια του συμβολαίου κυκλοφορίας από μόνο του να προσδιορίσει την ακριβή χρήση πόρων, οφείλεται στο γεγονός ότι σε πολλές περιπτώσεις ο χρήστης δεν συμπεριφέρεται απέναντι στο δίκτυο εξαντλώντας τις δυνατότητες που του παρέχει το συμβόλαιο, δηλ. δεν συνεισφέρει στο δίκτυο πάντοτε την χειρότερη κυκλοφορία που του επιτρέπεται, αλλά συχνά λειτουργεί με τέτοιο τρόπο που συνεπάγεται την εισαγωγή στο δίκτυο μίας κυκλοφορίας πολύ χαμηλότερης από την χειρότερη δυνατή. Έτσι η χρέωση με βάση μόνο το συμβόλαιο κυκλοφορίας μόνο, συνιστά μία χρέωση που χρεώνει τον χρήστη ωσάν αυτός να παράγει πάντα την χειρότερη του κυκλοφορία και να χρησιμοποιεί έτσι το μέγιστο των πόρων που μπορεί. Μία τέτοια χρέωση στερείται παροχής σωστών κινήτρων στους χρήστες (*incentive incompatibility*).

Από τα παραπάνω έτσι γίνεται εμφανές ότι στην περίπτωση των εγγυημένων υπηρεσιών, για να παρέχουν οι ταρίφες τα σωστά κίνητρα στους χρήστες, θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους όχι μόνο τις παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας, αλλά και την πραγματική συμπεριφορά του χρήστη. Η γνώση της τελευταίας μπορεί να παρέχεται από τον χρήστη στο δίκτυο, να συμπεραίνεται από το δίκτυο βάσει δεδομένων παρελθόντων μετρήσεων (προφίλ χρήστη), ή να προκύπτει κατά την διάρκεια παροχής της υπηρεσίας.

2.2.3. Χρέωση ελαστικών υπηρεσιών

Ο χαρακτήρας καλύτερης δυνατής απόδοσης (best-effort) των ελαστικών υπηρεσιών συνεπάγεται ότι ο σχεδιασμός σχημάτων χρέωσης για ελαστικές υπηρεσίες θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τους μηχανισμούς ανάδρασης (*feedback mechanisms*) που διαθέτουν τα συστήματα ελέγχου και παροχής τέτοιων υπηρεσιών (control and service provisioning systems) με σκοπό την αντιμετώπιση του ζητήματος της βελτιστότητας στην λειτουργία του δικτύου. Προς την κατεύθυνση αυτή η χρέωση μπορεί να παίζει βασικό ρόλο ως μηχανισμός ελέγχου στο να οδηγήσει το δίκτυο σε κατάσταση σταθερής λειτουργίας και οικονομικά

αποδοτικής χρησιμοποίησης των πόρων του δικτύου. Αυτό συνεπάγεται ότι η χρέωση θα πρέπει να είναι στενά συνδεδεμένη με τον μηχανισμό ελέγχου συμφόρησης του δικτύου (*congestion control mechanism*), του οποίου ο ρόλος είναι η ελαχιστοποίηση της εμφάνισης συνθηκών υπερφόρτωσης που οδηγούν στην απώλεια πληροφοριών [CA\$hMAN].

2.3. Απαιτήσεις πολιτικών χρέωσης

Γενικά, σε ένα περιβάλλον παροχής δικτυακών υπηρεσιών εντοπίζονται δύο βασικές και αλληλεπιδρούσες μεταξύ τους οντότητες, από την μία πλευρά ο παροχέας των υπηρεσιών ή ισοδύναμα ο λειτουργός του δικτύου των υπηρεσιών και από την άλλη ο τελικός χρήστης ή ισοδύναμα ο πελάτης των παρεχόμενων υπηρεσιών. Δεδομένων των δύο οντοτήτων αυτών, το σύνολο των απαιτήσεων που τίθενται στο πλαίσιο της πολιτικής χρέωσης μίας δικτυακής υπηρεσίας συνίστανται **α)** στις απαιτήσεις που αφορούν στον λειτουργό του δικτύου-παροχέα των υπηρεσιών-λειτουργό του δικτύου (§2.3.1) και **β)** στις απαιτήσεις που τίθενται από τον τελικό χρήστη-πελάτη των υπηρεσιών αυτών που απευθύνονται στον τελικό χρήστη και χρησιμοποιούν την δομή του δικτύου (2.3.2) [CA\$hMAN].

2.3.1. Απαιτήσεις λειτουργού δικτύου-παροχέα υπηρεσιών

Οι απαιτήσεις που θέτει ο λειτουργός του δικτύου, ο παροχέας των δικτυακών υπηρεσιών, απέναντι σε μία πολιτική χρέωσης είναι οι παρακάτω [CA\$hMAN]:

1. *Κάλυψη εξόδων και δημιουργία κερδών* (βλ. §2.1.3.1).
2. *Χαμηλό κόστος υλοποίησης συστήματος χρέωσης*. Οι απαιτήσεις της πολιτικής χρέωσης σε δεδομένα για τον υπολογισμό των χρεώσεων δεν θα πρέπει να συνεπάγονται υψηλό κόστος στην υλοποίηση αλλά και λειτουργία του συστήματος διαχείρισης του μηχανισμού μέτρησης χρήσης (*accounting management system*)¹².
3. *Κίνητρα στους χρήστες για αποτελεσματική χρήση δικτύου* (βλ 2.1.3.2)
4. *Ευελξία*. Το σχήμα χρέωσης θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υπηρεσίες διαφορετικών τύπων και εγγυήσεων εξυπηρέτησης, να λειτουργεί αποδοτικά με τις εφαρμογές του τελικού χρήστη και να μπορεί να εφαρμοστεί σε διαφορετικά επίπεδα υπηρεσιών.

2.3.2. Απαιτήσεις τελικού χρήστη-πελάτη υπηρεσιών

Οι απαιτήσεις που έχει ο τελικός χρήστης απέναντι σε μία πολιτική χρέωσης είναι οι ακόλουθες [CA\$hMAN]:

1. *Προβλεψιμότητα (predictability)*. Η πολιτική χρέωσης που εφαρμόζεται θα πρέπει να είναι κατανοητή και προβλέψιμη από τον χρήστη, έτσι ο ώστε ο τελευταίος να είναι σε θέση να γνωρίζει, βάσει της χρήσης που έχει κάνει, το αντίτιμο που θα κληθεί να πληρώσει.

¹² Ως σύστημα μέτρησης διαχείρισης χρήσης ορίζεται το σύστημα εκείνο το οποίο είναι επιφορτισμένο με την εκτέλεση των επιμέρους λειτουργιών της μέτρησης χρήσης (*usage metering, accounting*), της χρέωσης (*charging*) και της έκδοσης λογαριασμών (*billing*) [X.742].

2. **Απλότητα (simplicity) και ευκολία στην χρήση (ease of use)**. Οι πελάτες θα πρέπει να τροφοδοτούνται με απλές πληροφορίες μέσω μιας ξεκάθαρης διεπαφής, έτσι ώστε να κάνουν σωστές επιλογές ως προς τις επιλεγόμενες ταρίφες και συμβόλαια με το δίκτυο.
3. **Δικαιοσύνη (fairness)**. Η χρέωση των χρηστών πρέπει να είναι δίκαιη, με τους χρήστες να πληρώνουν ακριβώς για αυτό που χρησιμοποιούν. Έτσι, υπηρεσίες παρόμοιες θα πρέπει να χρεώνονται το ίδιο, ενώ δεν θα πρέπει να υπάρχουν χρήστες που επιδοτούν άλλους χρήστες.
4. **Ανιχνευσιμότητα (traceability)**. Οι παραγόμενοι από την χρέωση λογαριασμοί χρέωσης (bills), θα πρέπει να είναι ξεκάθαροι και απόλυτα κατανοητοί από στους χρήστες.

2.4. Γενικές μορφές πολιτικών χρέωσης

Οι πολιτικές χρέωσης των δικτυακών υπηρεσιών γενικά χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το αν λαμβάνουν υπόψη τους το μέγεθος της χρήσης που γίνεται στην υπηρεσία. Με βάση το κριτήριο αυτό, οι πολιτικές χρέωσης διακρίνονται σε πολιτικές χρέωσης **επίπεδου ρυθμού (flat-rate charging)** και σε πολιτικές χρέωσης **βάσει χρήσης (usage-based charging)**.

Οι βασιζόμενες στην χρήση πολιτικές χρέωσης, οι οποίες εκτός της χρέωσης χρήσης (usage charge, §2.1.2.2) εμπερικλείουν και χρέωση συνδρομής/πρόσβασης (subscription/access charge, §2.1.2.1) αποκαλούνται συχνά πολιτικές χρέωσης **ευαίσθητες στην χρήση (usage-sensitive)** [CASHMAN]. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) παρουσιάζονται συγκεντρωτικά όλες οι προαναφερθείσες μορφές πολιτικών χρέωσης ανάλογα με το είδος των επιμέρους χρεώσεων που περιέχονται σε αυτές.

		Μέρη χρέωσης	
		Χρέωση συνδρομής	Χρέωση χρήσης
Πολιτική χρέωσης	Χρέωση επίπεδου ρυθμού	✓	×
	Χρέωση βάσει χρήσης	×	✓
	Χρέωση ευαίσθητη στην χρήση	✓	✓

Πίνακας 1. Γενικές πολιτικές χρέωσης

Η δυναμικότητα ή στατικότητα στις τιμές που λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό των χρεώσεων, συνιστά ένα ακόμη στοιχείο που διακρίνει τις πολιτικές χρέωσης σε **δυναμικές (dynamic charging)** και **στατικές (static charging)** {[DaSilva00], [MP99]}. Υπενθυμίζεται ότι ο όρος «τιμή» (price) αναφέρεται στη χρέωση που αντιστοιχεί σε μία μονάδα χρήσης (βλ. §2.1.1).

Στην περίπτωση των δυναμικών χρεώσεων, οι τιμές χρέωσης μπορούν να διαφοροποιούνται είτε ανά μεγάλα χρονικά διαστήματα (π.χ. περίοδοι αιχμής/μη αιχμής), είτε με πολύ γρήγορο ρυθμό (π.χ. της τάξης των δευτερολέπτων). Στην πρώτη περίπτωση δυναμικής χρέωσης συγκαταλέγεται η χρέωση **διαφορικής τιμολόγησης ανά περίοδο της ημέρας (time-of-day pricing)**. Στην περίπτωση της διαφορικής τιμολόγησης ανά περίοδο της ημέρας, η τιμή παραμένει σταθερή κατά την διάρκεια ζωής μιας παρεχόμενης σε έναν χρήστη

υπηρεσίας, για παράδειγμα καθ' όλη την διάρκεια χρησιμοποίησης της υπηρεσίας (π.χ. σύνδεσης στην περίπτωση υπηρεσιών με σύνδεση), μεταβάλλεται όμως ανάλογα με την στιγμή της ημέρας που η υπηρεσία ζητείται από τον χρήστη.

2.4.1. Χρέωση επίπεδου ρυθμού

Η *χρέωση επίπεδου ρυθμού* συνιστά την απλούστερη πολιτική χρέωσης, καθώς δεν λαμβάνει υπόψη της το μέγεθος της πραγματικά πραγματοποιούμενης χρήσης στην υπηρεσία, το οποίο μεταφράζεται σε πόρους του δικτύου. Στα πλαίσια μίας τέτοιας πολιτικής χρέωσης, ο χρήστης χρεώνεται για την χρησιμοποίηση της υπηρεσίας με μία **σταθερή** τιμή ανά κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, εξ ου και η ονομασία αυτής της μορφής χρέωσης ως *χρέωση επίπεδου* ή *σταθερού ρυθμού*. Συνεπώς, στα πλαίσια μίας επιπέδου ρυθμού πολιτικής χρέωσης, η προσφερόμενη υπηρεσία θα χρεώνεται σε μία συνδρομητική βάση με μία χρέωση συνδρομής χρέωση (subscription charge, §2.1.2.1) και μηδενική χρέωση χρήσης (usage charge, §2.1.2.2).

Η χρέωση συνδρομής, η οποία συνιστά το μοναδικό συστατικό μιας τέτοιας πολιτικής χρέωσης για κάποια υπηρεσία, γενικά εξαρτάται από τις παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας που συνάπτει ο χρήστης με το δίκτυο για την χρησιμοποίηση της υπηρεσίας. Η σταθερή αυτή χρέωση καταβάλλεται συνήθως υπό μορφή συνδρομής ανά κάποια χρονική περίοδο (π.χ. μήνα), η οποία ονομάζεται *περίοδος συνδρομής*. Η περίοδος συνδρομής αυτή επίσης αποτελεί παράμετρο διαμόρφωσης του ύψους της τιμής της σταθερή χρέωσης συνδρομής, τόσο από τεχνολογικής άποψης, καθώς δίνει τον χρονικό ορίζοντα στον οποίο υπολογίζεται η συνολική τυπική χρήση της υπηρεσίας, όσο και από οικονομικής άποψης, καθώς με βάση καθαρά οικονομικά κριτήρια (π.χ. marketing) μπορεί να συνεπάγεται την διαμόρφωση διαφορετικών χρεώσεων συνδρομής για μία υπηρεσία ίδιων τεχνολογικών χαρακτηριστικών (συμβόλαιο κυκλοφορίας) για διαφορετικές περιόδους συνδρομής.

Γενικά λοιπόν, στα πλαίσια της πολιτικής χρέωσης μιας υπηρεσίας επίπεδου ρυθμού, η σταθερή αυτή χρέωση αποτελεί συνάρτηση των παραμέτρων του συμβολαίου κυκλοφορίας καθώς και της χρονικής διάρκειας της συνδρομής (περίοδος συνδρομής). Έτσι μια ταρίφα αυτής της πολιτικής χρέωσης θα έχει την γενική μορφή της ακόλουθης σχέσης:

$$\text{Σχέση 1.} \quad \text{Charge} = f(SLA, t) = c$$

Στην σχέση αυτή, το όρισμα *SLA* της σταθερής συνάρτησης ταρίφας *f* εκφράζει τις παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας του χρήστη με το δίκτυο για την χρήση της υπηρεσίας και *t* την περίοδο συνδρομής, την χρονική περίοδο δηλ. στην οποία καταβάλλεται η σταθερή χρέωση *c*. Η τιμή της παραμέτρου αυτής, όπως

Η συγκεκριμένη πολιτική χρέωσης επίπεδου ρυθμού έχει προταθεί και μελετηθεί γενικά για τα δίκτυα ευρείας ζώνης στο άρθρο [AS97] και για το Internet στα άρθρα {[C1a97], [FO98]}.

2.4.1.1. Πλεονεκτήματα

Δύο είναι τα βασικά πλεονεκτήματα της μορφής αυτής χρέωσης, και εντοπίζεται να αφορούν στο ένα τον τελικό χρήστη/πελάτη των υπηρεσιών και το άλλο τον παροχέα/λειτουργό του δικτύου.

Η χρέωση επίπεδου ρυθμού αποτελεί μία απλή και απόλυτα κατανοητή χρέωση για τον τελικό χρήστη. Η μορφή αυτή χρέωσης δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να προβλέπει κατά άμεσο τρόπο το αντίτιμο της χρήσης του, καλύπτοντας έτσι την απαίτηση της *απλότητας*

και *προβλεψιμότητας* που ο τελικός χρήστης θέτει απέναντι σε μία πολιτική χρέωσης (βλ. §2.3.2).

Η απλότητα αυτή της σταθερής χρέωσης αποτελεί ταυτόχρονα πλεονέκτημα και για τον παροχέα των υπηρεσιών, ο οποίος είναι επιφορτισμένος, ως λειτουργός του δικτύου, με την επιβολή χρέωσης για τις υπηρεσίες που παρέχει. Το θετικό στοιχείο εντοπίζεται στο γεγονός ότι το κόστος υλοποίησης και λειτουργίας ενός συστήματος διαχείρισης μέτρησης χρήσης (accounting management system) για χρέωση υπηρεσιών σύμφωνα με μια πολιτική επίπεδου ρυθμού χρέωσης, είναι μικρό καθώς δεν απαιτούνται πολύπλοκες μετρήσεις κυκλοφορίας/μεγεθών πραγματοποιούμενης χρήσης και άλλοι υπολογισμοί για τον υπολογισμό των χρεώσεων και κατ' επέκταση των τελικών λογαριασμών χρήσης.

2.4.1.2. Μειονεκτήματα

Το πρώτο και ιδιαίτερα σημαντικό μειονέκτημα μιας μορφής χρέωσης επίπεδου ρυθμού, είναι το γεγονός ότι σε μία τέτοια πολιτική η χρέωση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον λειτουργό του δικτύου ως μηχανισμός ελέγχου που έμμεσα θα οδηγήσει τους χρήστες σε τέτοιες συμπεριφορές απέναντι στο δίκτυο που βελτιστοποιούν την συνολική απόδοση λειτουργίας του. Υπενθυμίζεται εδώ ότι η «βέλτιστη» αυτή απόδοση του δικτύου νοείται και υφίσταται όταν το δίκτυο λειτουργεί σε συνθήκες τέτοιες που μεγιστοποιούν το συνολικό όφελος-κέρδος των χρηστών του (βλ. §2.1.3.2).

Η επίπεδου ρυθμού χρέωση, μη λαμβάνοντας υπόψη την χρήση, στερείται παροχής κινήτρων στους χρήστες να επιλέγουν υπηρεσίες και να χρησιμοποιούν το δίκτυο κατά τέτοιο τρόπο που να συνεισφέρουν συνολικά στην αποδοτική λειτουργία του. Μιλώντας στην γλώσσα της οικονομίας, μία τέτοια πολιτική χρέωσης που δεν παρέχει τέτοιου είδους κίνητρα **δεν** διαθέτει **συμβατότητα κινήτρων** (incentive compatibility, §2.1.3.2). Η επιπτώσεις μίας τέτοιας αδυναμίας της χρέωσης να παρέχει τα σωστά κίνητρα χρήσης στους χρήστες του δικτύου εντοπίζονται κυρίως στην εμφάνιση προβλημάτων συμφοράς στο δίκτυο, που συνεπάγονται την συνολικής υποβάθμιση της απόδοσης των προσφερόμενων υπηρεσιών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα των αρνητικών αποτελεσμάτων από αυτή την μη παροχή των κατάλληλων κινήτρων χρήσης στους χρήστες αποτελεί κατάσταση συμφοράς που παρατηρείται σήμερα στο Internet, σε ένα δίκτυο όπου η χρέωση επίπεδου ρυθμού στις υπηρεσίες πρόσβασης σε αυτό αποτέλεσε την κατ' εξοχήν μορφή χρέωσης που έχει επιβληθεί και επιβάλλεται μέχρι και σήμερα (βλ. §2.1.3.2).

Η μη παροχή σωστών κινήτρων μέσα από τον μηχανισμό της χρέωσης, πέρα από την υποβάθμιση στην συνολική απόδοση λειτουργίας του δικτύου, έχει αρνητική επίδραση και στην απαίτηση που τίθεται από τον τελικό χρήστη για δικαιοσύνη (*fairness*) στην χρέωση του (βλ. §2.3.2). Η αδικία στην χρέωση έγκειται στο γεγονός ότι οι χρήστες με την ίδια χρέωση συνδρομής χρεώνονται κατά τον ίδιο τρόπο ανεξάρτητα του μεγέθους της χρήσης που κάνουν στην υπηρεσία, άρα στους πόρους του δικτύου. Δεδομένου ότι η σταθερή χρέωση συνδρομής διαμορφώνεται συνήθως με βάση κάποια τυπική χρήση που πραγματοποιείται από τον μέσο χρήστη στην υπηρεσία, οι χρήστες των οποίων η χρήση υπολείπεται από αυτό το μοντέλο της τυπικής χρήσης χρεώνονται με του ίδιου ύψους χρέωση με εκείνους τους χρήστες των οποίων τα χαρακτηριστικά της πραγματοποιούμενης χρήσης τους στην υπηρεσία υπερβαίνουν αυτό το τυπικό μοντέλο χρήσης βάση του οποίου έχει καθοριστεί σταθερή και κοινή για όλους τους συνδρομητές της ίδιας υπηρεσίας η χρέωση συνδρομής. Έτσι για παράδειγμα, συμβαίνει ένας «ελαφρύς» χρήστης (low volume user), ο οποίος σπάνια χρησιμοποιεί το μέγιστο επιτρεπτό bandwidth της σύνδεσής του, να χρεώνεται το ίδιο με έναν «βαρύ» χρήστη (high volume user) το ίδιο συμβόλαιο κυκλοφορίας με αυτό του πρώτου χρήστη ο οποίος όμως συμπεριφέρεται απέναντι στο δίκτυο πάντα εξαντλώνοντας τις δυνατότητες που του παρέχει το συμβόλαιό του. Στην περίπτωση δηλ. αυτή παρατηρείται το φαινόμενο της **επιδότησης**

(*subsidization*) των χρηστών υψηλού βαθμού χρήσης από τους χρήστες χαμηλότερου βαθμού χρήσης του δικτύου.

2.4.1.3. Καταλληλότητα εφαρμογής

Εξαιτίας του γεγονότος ότι η πολιτική χρέωσης επίπεδου ρυθμού δεν παρέχει κίνητρα στους χρήστες να μειώνουν τον ρυθμό κυκλοφορίας τους όταν δεν τον χρειάζονται πραγματικά, οι χρήστες αυτοί καταλήγουν να συνεισφέρουν κυκλοφορία στο δίκτυο με ρυθμό πολύ κοντά στον μέγιστο που ορίζει το συμβόλαιο κυκλοφορίας τους. Εξαιτίας αυτής ακριβώς της πραγματικότητας, η πολιτική χρέωσης επίπεδου ρυθμού είναι κατάλληλη για υπηρεσίες στις οποίες ο χρήστης στέλνει κυκλοφορία στο δίκτυο με χαρακτηριστικά αυτής πολύ κοντά στα χαρακτηριστικά της μέγιστης κυκλοφορίας που του επιτρέπει το συμβόλαιο κυκλοφορίας του με το δίκτυο.

Επίσης, λόγω των πολύ μικρών απαιτήσεων σε θέματα υλοποίησης, η μορφή αυτή χρέωσης συνήθως υιοθετείται ως μία *αρχική* πολιτική χρέωσης από πολλούς παροχείς υπηρεσιών. Αυτό παρατηρείται ιδιαίτερα στην περίπτωση εμφάνισης στην αγορά νέων υπηρεσιών, καθώς η απλότητα και ο δημοφιλής χαρακτήρας του επίπεδου ρυθμού χρέωσης βοηθάει σημαντικά στην προσέλκυση νέων χρηστών-πελατών και την αποδοχή μιας νέας υπηρεσίας. Αυτό ακριβώς επιδιώχθηκε με την περίπτωση του Internet στην αγορά των ΗΠΑ [Posp98], αυτό επίσης επιδιώκεται σήμερα με την νέα αγορά των βασισμένων στην τεχνολογία του DSL υπηρεσιών πρόσβασης, όπως περιγράφεται στην συνέχεια (κεφάλαιο 5). Επίσης δεν λείπουν και τα συγκεκριμένα παραδείγματα απόδειξης της εκτίμησης που τρέφουν η χρήστες σε πολιτικές χρέωσης επίπεδου ρυθμού λόγω της εξοικείωσής τους με αυτές έναντι πολιτικών χρέωσης που λαμβάνουν υπόψη τους το μέγεθος της χρησιμοποιούμενης χρήσης (π.χ. [BMc95], [McB97]). Η εφαρμογή χρεώσεων επίπεδου ρυθμού λοιπόν, συχνά υπαγορεύεται από καθαρά λόγους marketing, λόγω της απλότητας και της εξοικείωσης του χρήστη με τέτοιου είδους χρεώσεις, άρα ελκυστικότητας αυτών.

2.4.2. Χρέωση βάσει χρήσης

Η πολιτική χρέωσης βάσει χρήσης βρίσκεται στο άλλο άκρο από αυτό στο οποίο βρίσκεται η πολιτική χρέωσης επίπεδου ρυθμού, καθώς η πρώτη είναι αυτή που λαμβάνει υπόψη της την πραγματική χρήση πόρων για τον υπολογισμό της αναλογούσας σε κάθε χρήστη χρέωσης. Στα πλαίσια μίας τέτοιας πολιτικής χρέωσης, η κάθε υπηρεσία χρεώνεται και σε μία ανά χρήση της υπηρεσίας βάση (*usage charge*, §2.1.2.2), επιπρόσθετα με μία πιθανή σταθερή χρέωση συνδρομής η οποία εκφράζει ακριβώς το αντίτιμο για την δυνατότητα πρόσβασης του χρήστη στην χρήση της υπηρεσίας.

Μία μέθοδος χρέωσης βάσει της χρήσης, χρεώνει τους χρήστες λαμβάνοντας υπόψη του πόρους του δικτύου οι οποίοι απαιτούνται για την παροχή της επιθυμητής υπηρεσίας στον χρήστη. Οι ταρίφες αυτής της πολιτικής χρέωσης, λαμβάνουν υπόψη τους τις παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας ή SLA (περιγραφή κυκλοφορίας & QoS παράμετροι), καθώς και πραγματικά μετρούμενα μεγέθη τα οποία δηλώνουν το μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης. Τα πιο συνηθισμένα από αυτά τα μεγέθη είναι ο όγκος (*volume*) της διακινήθειας από την υπηρεσία κυκλοφορίας και η διάρκεια (*duration*) χρήσης της υπηρεσίας. Έτσι η ταρίφα της χρέωσης χρήσης μίας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση θα έχει την γενική μορφή της ακόλουθης σχέσης:

Σχέση 2.

$$Charge = f(SLA, V, T)$$

Στην σχέση αυτή (Σχέση 2) το όρισμα SLA της συνάρτησης ταρίφας f εκφράζει τις παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας, το όρισμα V (Volume) το όγκο της εισαχθείσας κυκλοφορίας και το όρισμα T (Time) την διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας.

Η χρησιμοποίηση της διάρκεια χρήσης ως παραμέτρου στην χρέωση χρήσης στο πλαίσιο μίας βασιζόμενης στην χρήση πολιτικής χρέωσης μιας υπηρεσίας, δεν περιορίζει την εφαρμογή της πολιτικής αυτής μόνο στην χρέωση που πρόκειται για υπηρεσία με σύνδεση (connection-oriented services). Αντίθετα, μία τέτοια πολιτική χρέωσης μπορεί να εφαρμοστεί εξίσου τόσο για την χρέωση υπηρεσιών με σύνδεση (connection-oriented services) όσο και υπηρεσιών χωρίς σύνδεση (connectionless service). Συγκεκριμένα, στην περίπτωση μιας υπηρεσίας με σύνδεση η διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας (πaráμετρος T σε Σχέση 2) θα ταυτίζεται με την διάρκεια της σύνδεσης της υπηρεσίας, ενώ στην περίπτωση μιας υπηρεσίας χωρίς σύνδεση η διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας θα ορίζεται ως η χρονική διάρκεια κατά την οποία ο χρήστης της υπηρεσίας είναι ενεργός στην χρήση αυτής.

2.4.2.1. Πλεονεκτήματα

Το κύριο και σημαντικότερο πλεονέκτημα μιας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση, είναι ότι παρέχει στους χρήστες του δικτύου τα κίνητρα εκείνα τα οποία τους κάνουν να συμπεριφέρονται απέναντι σε αυτό με τρόπο που συνεπάγεται το βέλτιστο στην συνολική απόδοση του δικτύου. Στην γλώσσα της οικονομίας, πολιτικές χρέωσης που παρέχουν τέτοια κίνητρα λέγεται ότι διαθέτουν *συμβατότητα κινήτρων* (*incentive compatibility*, §2.1.3.2).

Πέρα από την δυνατότητα χρησιμοποίησης της χρέωσης ως μηχανισμού ελέγχου από τον λειτουργό του δικτύου, μία βασιζόμενη στην χρήση χρέωση μπορεί να ικανοποιήσει και την απαίτηση του τελικού χρήστη-πελάτη για δικαιοσύνη (*fairness*, §2.3.2) στην χρέωση. Με μία χρέωση που είναι συνάρτηση του μεγέθους της πραγματικής χρήσης, ο χρήστης μπορεί να χρεώνεται ακριβώς για την πραγματική χρήση που κάνει σε μία υπηρεσία, χωρίς να επιδοτεί με την χρήση του αυτή άλλους χρήστες της ίδιας υπηρεσίας.

2.4.2.2. Μειονεκτήματα

Το πρώτο μειονέκτημα που εντοπίζεται στις βασιζόμενες στην χρήση πολιτικές χρέωσης, είναι το συχνά μεγάλο κόστος υλοποίησης και λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος διαχείρισης μέτρησης χρήσης (accounting management system) σε ένα δίκτυο. Η μέτρηση, η συλλογή, η επεξεργασία και η αποθήκευση δεδομένων που αντικατοπτρίζουν το μέγεθος της χρήσης, αποτελούν λειτουργίες με ιδιαίτερο κόστος για ένα σύστημα χρέωσης που εφαρμόζει μία πολιτική χρέωσης βάσει της χρήσης.

Σε ό,τι αφορά στον τελικό χρήστη-πελάτη των υπηρεσιών, οι βασιζόμενες στην χρήση χρεώσεις συχνά στερούνται του χαρακτηριστικού της προβλεψιμότητας (*predictability*, §2.3.2) της χρέωσης, το οποίο χαρακτηρίζει τις χρεώσεις επίπεδου ρυθμού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός της εξάρτησης της τελικής χρέωσης από το μέγεθος της χρήσης που γίνεται στην υπηρεσία. Έτσι συχνά ο χρήστης δεν μπορεί να προβλέψει το αντίτιμο που του αναλογεί με την ευκολία που το κάνει αυτό στην περίπτωση μιας χρέωσης επίπεδου ρυθμού. Η αδυναμία αυτή των βασιζόμενων στην χρήση χρεώσεων προκύπτει ακριβώς από την μεγαλύτερη πολυπλοκότητα τους.

2.4.2.3. Συγκεκριμένες μορφές πολιτικών χρέωσης βάσει χρήσης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι ταρίφες που διαμορφώνονται στο πλαίσιο μίας βασιζόμενης στην χρήση πολιτικής χρέωσης, εκτός από τις παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας για την υπηρεσία λαμβάνουν υπόψη τους και κάποια μετρούμενα μεγέθη τα οποία δηλώνουν το μέγεθος της πραγματοποιούμενης στην υπηρεσία χρήσης. Τα πιο συνηθισμένα από αυτά τα

μεγέθη είναι ο όγκος (volume) της διακινηθείσας από την υπηρεσία κυκλοφορίας και η διάρκεια (duration) χρήσης της υπηρεσίας.

Ανάλογα με το ποια από τα δύο συγκεκριμένα μεγέθη αυτά υιοθετούνται, προκύπτει ένα σύνολο από διαφορετικές βασιζόμενες στην χρήση πολιτικές χρέωσης, οι οποίες συναντώνται σε μεγάλη κλίμακα στο πλαίσιο επιβολής βασιζόμενων στην χρήση χρεώσεων δικτυακών υπηρεσιών. Οι πολιτικές αυτές είναι οι ακόλουθες:

1. Χρέωση βάσει διάρκειας (*charging by duration*)

Πρόκειται για μία συγκεκριμένη πολιτική χρέωσης, η οποία εκλαμβάνει ως μοναδικό μέγεθος μέτρησης της πραγματοποιούμενης χρήσης την διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας (duration). Έτσι η ταρίφα της χρέωσης χρήσης στο πλαίσιο μιας τέτοιας πολιτικής χρέωσης, σε αντιπαράβολή με γενική ταρίφα της χρέωσης χρήσης των βασιζόμενων στην χρήση πολιτικών χρέωση που περιγράφηκε στην Σχέση 2 παραπάνω θα είναι της γενικής μορφής της ακόλουθης σχέσης:

$$\text{Σχέση 3.} \quad \text{Charge} = f(SLA, T)$$

Συγκεκριμένο παράδειγμα ταρίφας χρέωσης χρήσης της παραπάνω μορφής (Σχέση 3) είναι μία χρέωση γραμμική ως προς την διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας. Στην περίπτωση αυτή η ταρίφα υπολογισμού της χρέωσης χρήσης θα είναι της ακόλουθης μορφής:

$$\text{Σχέση 4.} \quad \text{Charge} = a \cdot T + c$$

Μία πολιτική χρέωσης βάσει χρήσης η οποία λαμβάνει υπόψη της μόνο την διάρκεια χρήσης, γενικά κρίνεται ως κατάλληλη για την χρέωση υπηρεσιών πραγματικού χρόνου που απαιτούν εγγυήσεις σε καθυστέρηση μετάδοσης (delay guarantees), όπως π.χ. είναι υπηρεσίες μετάδοσης video σε πραγματικό χρόνο και φωνής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αυτού του τύπου οι υπηρεσίες υλοποιούνται με την δέσμευση συγκεκριμένων πόρων στο δίκτυο (εγγυημένες υπηρεσίες). Το συστατικό του χρόνου στην ταρίφα της χρέωσης χρήσης σε μία τέτοια πολιτική χρέωσης (παράμετρος T σε Σχέση 3) αντικατοπτρίζει ακριβώς το αντίτιμο που πρέπει να πληρώσει ο χρήστης για την δέσμευση των απαιτούμενων από την υπηρεσία πόρων.

2. Χρέωση βάσει όγκου κυκλοφορίας (*charging by volume*)

Πρόκειται για μία συγκεκριμένη πολιτική χρέωσης, η οποία εκλαμβάνει ως μοναδικό μέγεθος μέτρησης της πραγματοποιούμενης χρήσης τον όγκο της διακινούμενης από την υπηρεσία κυκλοφορίας (volume). Έτσι η ταρίφα της χρέωσης χρήσης στο πλαίσιο μιας τέτοιας πολιτικής χρέωσης, σε αντιπαράβολή με γενική ταρίφα της χρέωσης χρήσης των βασιζόμενων στην χρήση πολιτικών χρέωση που περιγράφηκε στην Σχέση 2 παραπάνω θα είναι της γενικής μορφής της ακόλουθης σχέσης:

$$\text{Σχέση 5.} \quad \text{Charge} = f(SLA, V)$$

Συγκεκριμένο παράδειγμα ταρίφας χρέωσης χρήσης της παραπάνω μορφής (Σχέση 5) είναι αυτό στο οποία η χρέωση χρήσης αποτελεί γραμμική συνάρτηση του όγκου διακινηθείσας κυκλοφορίας από την υπηρεσία:

$$\text{Σχέση 6.} \quad \text{Charge} = b \cdot V + c$$

Μία βασιζόμενη στην χρήση πολιτική χρέωσης η οποία λαμβάνει υπόψη της μόνο τον όγκο της διακινούμενης κυκλοφορίας γενικά κρίνεται ως κατάλληλη για την χρέωση υπηρεσιών μη πραγματικού χρόνου που απαιτούν ασθενείς ή καθόλου εγγυήσεις σε καθυστέρηση μετάδοσης (delay guarantees), όπως π.χ. είναι υπηρεσίες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail) και μεταφοράς αρχείων (file transfer). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι

αυτού του τύπου οι υπηρεσίες υλοποιούνται χωρίς την αυστηρή δέσμευση πόρων στο δίκτυο (ελαστικές υπηρεσίες). Συνεπώς, η χρέωση της υπηρεσίας μπορεί να γίνει με βάση μόνο τον όγκο της διακινούμενης κυκλοφορίας, καθώς αποτελεί τον μόνο παράγοντα που εκφράζει την πραγματική χρήση που πραγματοποιείται στο δίκτυο από τον χρήστη της υπηρεσίας.

3. Χρέωση βάσει διάρκειας και όγκου κυκλοφορίας (*charging by duration and volume*)

Πρόκειται για μία συγκεκριμένη πολιτική χρέωσης, η οποία συνδυάζει τις δύο προαναφερθείσες βασισόμενες στην χρήση πολιτικές χρέωσης. Έτσι η ταρίφα της χρέωσης χρήσης στο πλαίσιο μιας βασισόμενης στην διάρκεια και τον όγκο πολιτικής χρέωσης, θα είναι της γενικής μορφής που παρουσιάστηκε στην Σχέση 2 παραπάνω.

Ιδιαίτερα συνηθισμένο παράδειγμα ταρίφας χρέωσης χρήσης της μορφής που περιγράφει η Σχέση 2, είναι μία χρέωση γραμμική ως προς την διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας και τον όγκο διακινηθείσας κυκλοφορίας από την υπηρεσία. Στην περίπτωση αυτή η ταρίφα της χρέωσης χρήσης (usage charge) θα είναι της ακόλουθης μορφής:

Σχέση 7.
$$Charge = a \cdot T + b \cdot V + c$$

Μία πολιτική χρέωσης χρήσης της παραπάνω μορφής η οποία λαμβάνει υπόψη τόσο την διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας όσο και τον όγκο της διακινηθείσας κυκλοφορίας από την υπηρεσία (Σχέση 6) ως γενικότερη αυτών που περιγράφονται από τις Σχέση 3 και Σχέση 5, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την χρέωση υπηρεσιών μεταβλητού ρυθμού, πραγματικού ή μη πραγματικού χρόνου με ισχυρές ή ασθενείς εγγυήσεις σε ποιότητα εξυπηρέτησης.

3. Επισκόπηση τεχνολογίας DSL

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία επισκόπηση της τεχνολογίας πρόσβασης γραμμής Digital Subscriber Line (DSL). Ειδικότερα, στην §3.1 δίνεται ο ορισμός της τεχνολογίας και περιγράφεται η γενική αρχιτεκτονική των δικτύων πρόσβασης DSL η οποία ισχύει στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές DSL. Στην ίδια παράγραφο, παρουσιάζονται και οι βασικές αρχές της τεχνολογίας οι οποίες ερμηνεύουν τις υψηλές επιδόσεις που επιτυγχάνουν οι υπηρεσίες πρόσβασης DSL. Στην §3.2 παρατίθενται τα βασικά χαρακτηριστικά του DSL τα οποία συνιστούν και τα κύρια πλεονεκτήματά του απέναντι στις ανταγωνιστικές τεχνολογίες πρόσβασης, οι κυριότερες από τις οποίες παρουσιάζονται στην §3.5. Προηγούμενα, στην §3.4 γίνεται μία αναφορά στους σημαντικότερους φορείς προτυποποίησης για τους διάφορους τύπους της τεχνολογίας DSL (xDSL). Οι διαφορετικοί αυτοί τύποι της τεχνολογίας DSL παρουσιάζονται στην §3.3. Τέλος, το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μία αναφορά στις εφαρμογές οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν κατά επιτυχή τρόπο τόσο από τεχνολογικής όσο και από οικονομικής άποψης με χρήση των υπηρεσιών πρόσβασης που υλοποιεί η τεχνολογία DSL (§3.6).

3.1. Προσδιορισμός τεχνολογίας DSL

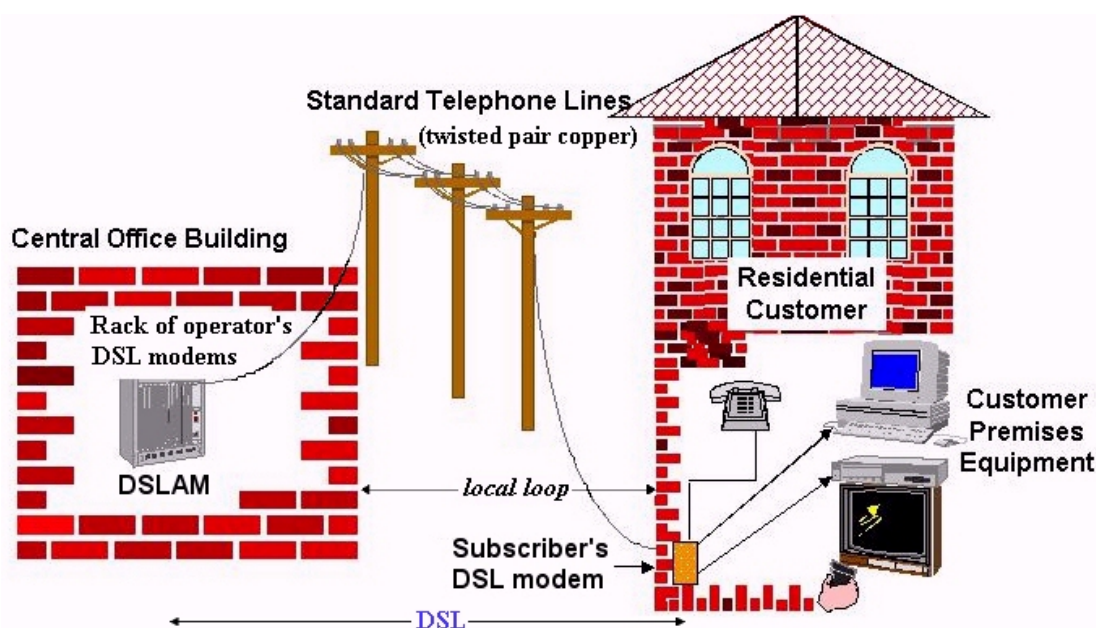
3.1.1. Ορισμός

Το **DSL** (*Digital Subscriber Line*), όπως δηλώνουν και οι επιμέρους λέξεις που συνιστούν την ονομασία του, αποτελεί μία ψηφιακή (“digital”) τεχνολογία πρόσβασης γραμμής (access “line” technology), η οποία εφαρμοζόμενη στο γνωστό από τον κόσμο της παραδοσιακής τηλεφωνίας φυσικό μέσο του συνεστραμμένου ζεύγους των χάλκινων καλωδίων στο τοπικό βρόχο (*local loop*)¹³, εξασφαλίζει υψηλές ταχύτητες πρόσβασης από τον εξοπλισμό του συνδρομητή (“subscriber”) μέχρι το τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο (*central office – CO*) του παροχέα υπηρεσιών πρόσβασης (*network access provider – NAP*) (βλ. Σχήμα 3). Ισοδύναμα, το DSL συνιστά μία τεχνολογία modems, η

¹³ Γενικά, ως *τοπικός βρόχος* (*local loop*) ορίζεται το φυσικό μέσο το οποίο εκτείνεται από την τηλεπικοινωνιακή εγκατάσταση στον χώρο του συνδρομητή μέχρι το τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο κάποιας τηλεπικοινωνιακής εταιρίας. Ειδικότερα, στον κόσμο της παραδοσιακής τηλεφωνίας, ο όρος «τοπικός βρόχος» προσδιορίζει με τη φυσική γραμμή (φυσικό μέσο) των χάλκινων καλωδίων η οποία εκτείνεται από την τηλεφωνική εγκατάσταση στον χώρο του συνδρομητή μέχρι το τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο της τηλεφωνικής εταιρίας. Σε αυτόν ακριβώς τον ορισμό του τοπικού βρόχου στην περίπτωση της παραδοσιακής τηλεφωνίας ως η φυσική γραμμή των καλωδίων χαλκού από τον εξοπλισμό του χρήστη μέχρι το τοπικό κέντρο, οφείλεται ο όρος «γραμμή» (“line”) στην ονομασία του DSL (*Digital Subscriber Line*).

οποία εφαρμόζεται ανάμεσα στον εξοπλισμό του πελάτη/συνδρομητή (*customer premises equipment – CPE*) και το τοπικό κέντρο ενός τηλεπικοινωνιακού φορέα για την εξασφάλιση υψηλού εύρους ζώνης πάνω από τον τοπικό βρόχο (*broadband local loop*)[DSL].

Το DSL υλοποιώντας σύγχρονες τεχνικές επεξεργασίας ψηφιακών σημάτων (*digital signal processing*) και εξελιγμένες μεθόδους διαμόρφωσης (*modulation methods*) επιτυγχάνει την παροχή πάνω από το τηλεφωνικό χάλκινο ζεύγος καλωδίων που εκτείνεται κατά μήκος του τοπικού βρόχου, ενός φυσικού ψηφιακού κυκλώματος υψηλών ρυθμών μετάδοσης της τάξης των εκατοντάδων kilobits του δευτερόλεπτο (kbps) μέχρι δεκάδων Megabits το δευτερόλεπτο (Mbps) (Πίνακας 2, §3.3). Ως τεχνολογία modems απαιτεί την ύπαρξη modem και στα δύο άκρα του τοπικού βρόχου, τόσο στην πλευρά του συνδρομητή όσο και στην πλευρά του παροχέα της υπηρεσίας DSL (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Η τεχνολογία πρόσβασης γραμμής DSL

Συνεπώς το DSL εντοπίζεται στο **επίπεδο 1** (layer 1) ή **φυσικό επίπεδο** (physical layer) του μοντέλου αναφοράς OSI (OSI reference model) και εφαρμόζεται στα δύο άκρα του τοπικού βρόχου. Ως εκ τούτου η τεχνολογία του DSL **δεν** θα πρέπει εκλαμβάνεται ως ένα πρωτόκολλο ή μία τεχνολογία η οποία υλοποιεί μία από άκρη σε άκρη (“end-to-end”) υπηρεσία ενός δικτύου WAN ευρείας ζώνης. Αντίθετα, το DSL συνιστά μία τεχνολογία πρόσβασης του φυσικού επιπέδου, η οποία εφαρμόζεται πάνω από το φυσικό μέσο των κοινών τηλεφωνικών χάλκινων καλωδίων για την παροχή υπηρεσιών πρόσβασης ευρείας ζώνης κατά μήκος της έκτασης του τοπικού βρόχου.

Το DSL, λόγω ακριβώς των υψηλών επιδόσεων σε ρυθμούς πρόσβασης που εξασφαλίζει στους συνδρομητές, συνιστά μία τεχνολογία η οποία συγκαταλέγεται στο ευρύτερο σύνολο των τεχνολογιών πρόσβασης, που ανταγωνίζονται μεταξύ τους στο γενικό πλαίσιο για την παροχή «υπηρεσιών ευρείας ζώνης στο σπίτι» (*broadband to the home – BTTH*) [Khasn97].

3.1.2. Ιστορικό ανάπτυξης

Η τεχνολογία του DSL, άρχισε να υλοποιείται κυρίως στην ADSL μορφή της (*Asymmetric DSL*, §3.3.1.1) στις αρχές της δεκαετίας του 1990 από μερικούς τηλεπικοινωνιακούς φορείς

κατά κύριο λόγο στις Η.Π.Α. (*Regional Bell Operating Carriers – RBOCs*¹⁴) αλλά και στην Ευρώπη (*public telecommunication operators – PTOs*¹⁵), στο γενικό πλαίσιο της παροχής από αυτούς των υψηλού επιπέδου δικτυακών υπηρεσιών-εφαρμογών του video κατ' απαίτηση (*video on demand – VoD*) και της αλληλεπιδραστικής τηλεόρασης (*interactive television – ITV*) {[Aber99], [HF97]}. Οι δύο αυτές εφαρμογές, που διακρίνονται για τις υψηλού επιπέδου απαιτήσεις του σε εύρος ζώνης, θεωρούνταν από τους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς ως οι κρίσιμες εφαρμογές (“killing applications”) για την εκρηκτική αύξηση των εσόδων τους στην ευρεία αγορά δικτυακών υπηρεσιών των οικιακών χρηστών.

Για την ικανοποίηση των υψηλών απαιτήσεων σε επιδόσεις που έθεταν οι δύο συγκεκριμένες εφαρμογές, μία δυνατή επιλογή από την πλευρά των τηλεπικοινωνιακών φορέων που είχαν στην κατοχή τους τον τοπικό βρόχο, ήταν η σε μεγάλη κλίμακα υλοποίηση ευρείας ζώνης τοπικού βρόχου που να βασίζεται στο υλικό της οπτικής ίνας (FTTH/FITL¹⁶) αντί των υπαρχόντων χάλκινων καλωδίων {[WV96], [Khasn97]}. Το κόστος όμως ενός τέτοιου εγχειρήματος ήταν απόλυτα απαγορευτικό¹⁷. Έτσι, στις αρχές τις δεκαετίας του 1990 οι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί στράφηκαν στην τεχνολογία του DSL, ώστε εκμεταλλευόμενοι την υπάρχουσα υποδομή των χάλκινων καλωδίων του τοπικού βρόχου να εισέλθουν στην προσοδοφόρα όπως εκτιμούσαν αγορά των εφαρμογών του video κατ' απαίτηση και της αλληλεπιδραστικής τηλεόρασης.

Η εμπορική αποτυχία όμως των δύο αυτών εφαρμογών είχε ως αποτέλεσμα την σε μεγάλο βαθμό εγκατάλειψη από τις τηλεφωνικές εταιρίες της τεχνολογίας του DSL. Το ενδιαφέρον όμως για την τεχνολογία πρόσβασης αυτή άρχισε να αναζωπυρώνεται από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 με την εκρηκτική ανάπτυξη του WWW και γενικά των νέων μεγάλων προοπτικών που άρχισαν δημιουργούνται για βασιζόμενες στο Internet προηγμένες και απαιτητικών επιδόσεων υπηρεσίες (π.χ. e-commerce, VPNs κ.ά.).

Μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1990, στην ενίσχυση της κινητικότητας αυτής γύρω από την αγορά υπηρεσιών πρόσβασης που βασίζονται στο DSL και γενικότερα την στην ανάπτυξη υποδομών για παροχή ευρείας ζώνης στο σπίτι (BTTH), συνετέλεσε σημαντικά και η εξέλιξη που άρχισε να υπάρχει παγκοσμίως την εποχή εκείνη για την κατάργηση του μονοπωλιακού χαρακτήρα των τηλεπικοινωνιών [Eld99], μία εξέλιξη στην οποία εντάσσεται

¹⁴ Τοπικοί τηλεπικοινωνιακοί φορείς (*regional Bell operating carriers – RBOCs*) ονομάζονται οι τοπικές ή περιφερειακές τηλεφωνικές εταιρίες οι οποίες κατέχουν και λειτουργούν τις τηλεφωνικές γραμμές και μεταγωγείς σε μία από τις επτά περιφέρειες των Ηνωμένων Πολιτειών (U.S. regions). Πρόκειται για τις εταιρίες οι οποίες προέκυψαν το 1984 από την διάσπαση του ενιαίου μέχρι τότε τηλεπικοινωνιακού οργανισμού της AT&T.

¹⁵ Δημόσιοι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί (*public telecommunication operators – PTOs*) ονομάζονται οι τηλεφωνικές εταιρίες στις χώρες εκτός της Βόρειας Αμερικής (π.χ. στην Ευρώπη), οι οποίες ιστορικά ανήκαν στο δημόσιο. Αρκετές από αυτές συνεχίζουν να είναι κάτω από κρατικό έλεγχο, ενώ άλλες έχουν περάσει στα χέρια ιδιωτών επενδυτών ή βρίσκονται σε μία τέτοια διαδικασία αποκρατικοποίησης. Συχνά οι εταιρίες αυτές αποκαλούνται και με την ονομασία *Ταχυδρομικές, Τηλεφωνικές και Τηλεγραφικές εταιρίες (Post, Telephone, and Telegraph – PTT)*.

¹⁶ Ως «οπτική ίνα στο σπίτι» (*fiber to the home – FTTH*) ορίζεται η αρχιτεκτονική πρόσβασης για την παροχή ευρείας ζώνης υπηρεσιών στο σπίτι (BTTH), η οποία συνίσταται στην ύπαρξη οπτικής ίνας ως φυσικό μέσο στον τοπικό βρόχο και οπτικής δικτυακής συσκευής (*optical network unit – ONU*) στον εξοπλισμό του συνδρομητή. Η αρχιτεκτονική αυτή αποκαλείται και η «οπτική ίνα στον τοπικό βρόχο» (*fiber in the loop – FITL*). {[Khasn97], [AM98], [CS94]}

¹⁷ Εκτιμάται ότι η εγκατεστημένη υποδομή των τηλεφωνικών χάλκινων ζευγών καλωδίων στο τοπικό βρόχο ανέρχεται παγκοσμίως στα 750 με 800 εκατομμύρια ζεύγη καλωδίων {[DSLFI], [Barlet96]}. Επίσης, υπολογίζεται ότι 99,3 % των γραμμών του τοπικού βρόχου είναι κατασκευασμένο από καλώδια χαλκού.

η απελευθέρωση του φυσικού μέσου των καλωδίων χαλκού του τοπικού βρόχου (*local loop unbundling*), στο οποίο βασίζεται η τεχνολογία του DSL. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί αυτό των Η.Π.Α. με την νομοθετική θέσπιση το 1996 από το FCC του *Telecommunications Act* [TelAct96]¹⁸. Επίσης, στα άρθρα [Eijk99], [Hoew99] και [PLY99] περιγράφεται η διαδικασία απελευθέρωσης των τηλεπικοινωνιών και η επίπτωσή της στην αγορά υπηρεσιών ευρείας ζώνης για τις χώρες της Ολλανδίας από την Ευρώπη, της Νέας Ζηλανδίας από την Ωκεανία και της Κίνας και του Χονγκ Κονγκ από την Άπω Ανατολή αντίστοιχα. Έτσι, στο γενικότερο αυτό περιβάλλον της απελευθέρωσης του τοπικού βρόχου, δόθηκε η δυνατότητα σε νέους παροχείς να εισέλθουν στην αγορά των υπηρεσιών πρόσβασης DSL, ώστε να εκμεταλλευτούν τις επιχειρηματικές ευκαιρίες που παρουσιάζονταν στην ευρύτερη αγορά των σύγχρονων υπηρεσιών Internet ευρείας ζώνης. Όλα αυτά λοιπόν συντέλεσαν στην εμπορική ανάπτυξη του DSL από τα μέσα τις δεκαετίας του 1990 μέχρι και σήμερα.

3.1.3. Αρχιτεκτονική δικτύων πρόσβασης DSL και χρησιμοποιούμενη ορολογία

Στο Σχήμα 4 παρακάτω απεικονίζεται η αρχιτεκτονική των δικτύων πρόσβασης DSL και το γενικότερο πλαίσιο το οποίο ισχύει στην περίπτωση της παροχής δικτυακών υπηρεσιών υψηλού επιπέδου (π.χ. Internet access) με χρήση της στοιχειώδους υπηρεσίας πρόσβασης DSL [DSLFO1]. Η αρχιτεκτονική αυτή έχει διατυπωθεί από το DSL Forum¹⁹ [DSLFF] και ισχύει για κάθε τύπο τεχνολογίας DSL.

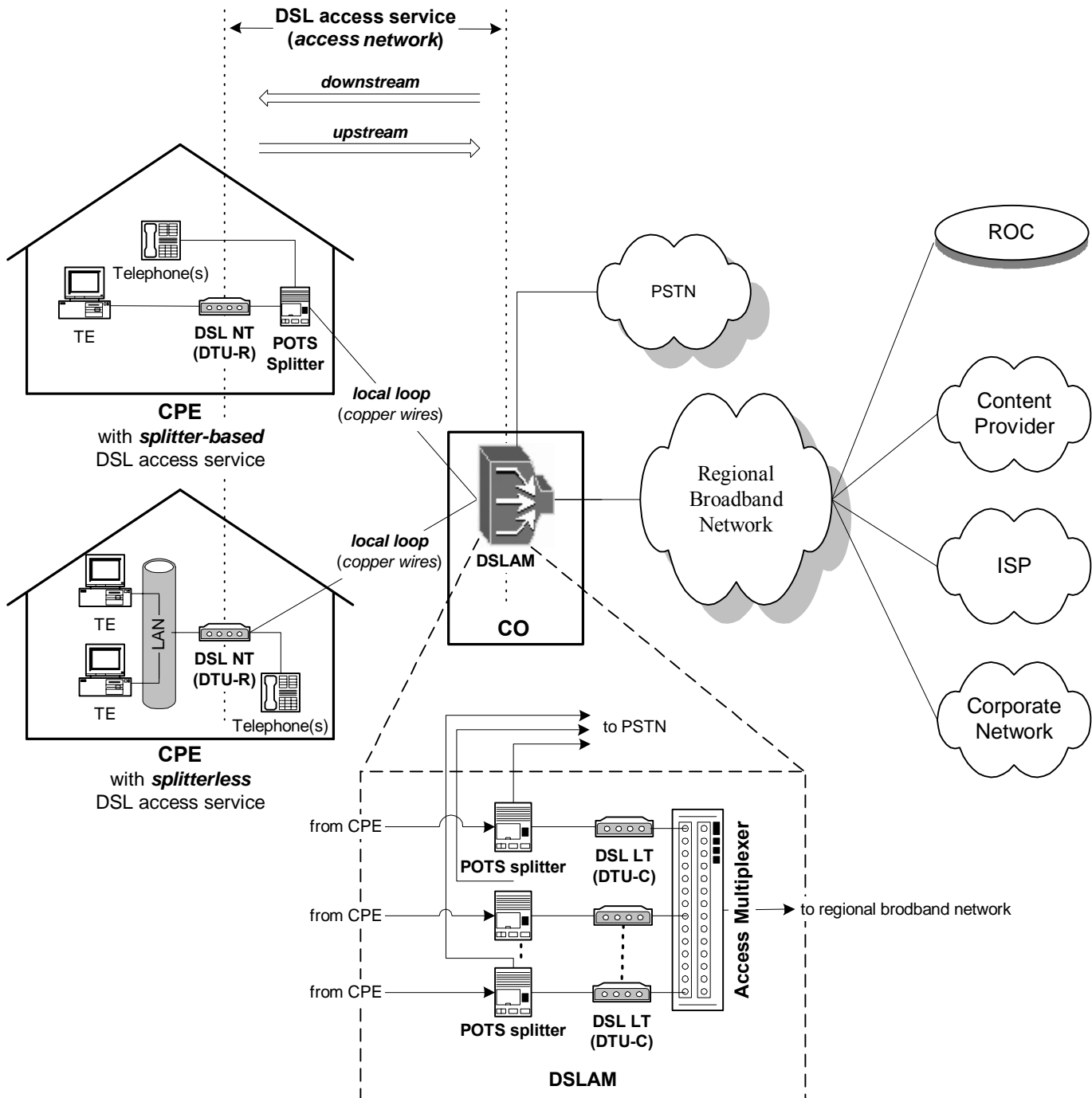
Δεδομένου ότι το DSL αποτελεί μίας τεχνολογία modems για τον τοπικό βρόχο (§3.1.1), οι συσκευές οι οποίες συμμετέχουν στην υλοποίηση της υπηρεσίας πρόσβασης DSL εντοπίζονται στα δύο άκρα του τοπικού βρόχου και είναι οι ακόλουθες (βλ. Σχήμα 4):

- **DSL network termination** (DSL NT) ή **DSL transmission unit remote** (DTU-R). Πρόκειται για την συσκευή modem η οποία υπάρχει στην πλευρά του εξοπλισμού του συνδρομητή/πελάτη της υπηρεσίας (CPE).
- **CPE POTS splitter**. Πρόκειται για την συσκευή που εντοπίζεται στον εξοπλισμό του πελάτη/συνδρομητή της υπηρεσίας (CPE) στην περίπτωση η παροχή της υπηρεσίας POTS μέσα από την γραμμή DSL βασίζεται στην ύπαρξη φίλτρου στον εξοπλισμό του πελάτη/συνδρομητή (*splitter-based/splittered DSL*). Η συσκευή αυτή του splitter υλοποιεί ένα παθητικό φίλτρο (*passive filter*) για τον διαχωρισμό των σημάτων των διαφορετικών συχνοτήτων που αντιστοιχούν στην κυκλοφορία δεδομένων και την κυκλοφορία φωνής της παραδοσιακής τηλεφωνικής υπηρεσίας (POTS) πριν την ταυτόχρονη μετάδοση αυτών στο κοινό μέσο του τοπικού βρόχου (βλ. 3.1.4.2). Στην συσκευή αυτή καταλήγει το DSL NT καθώς και οι συσκευές POTS του συνδρομητή (π.χ.

¹⁸ Το *Telecommunications Act* συνιστά την νομοθεσία για τις Η.Π.Α. που θεσπίστηκε το 1996 και ορίζει την απελευθέρωση του μονοπωλίου από τους κυρίαρχους τοπικούς τηλεπικοινωνιακούς φορείς (Incumbent Local Exchange Carriers – ILECs) 14 στοιχείων δικτύου (*network elements*). Ένα εξ αυτών των στοιχείων δικτύου είναι και το φυσικό μέσο του τοπικού βρόχου (*Unbundled Local Loop – ULL*).

¹⁹ Το DSL Forum αποτελεί την εξέλιξη του ADSL Forum. Συγκεκριμένα, στα τέλη του 1999, οι συμμετέχοντες στο ADSL Forum αποφάσισαν την μετονομασία του σε DSL Forum, καθώς το νέο όνομα θα αντανάκλασε ακριβώς την πραγματικότητα ότι η δουλειά του Forum αντανάκλα όλους του τύπους τεχνολογίας DSL.

τηλέφωνο, τηλεφωνητής, fax). Η συσκευή του CPE POTS splitter μπορεί να υλοποιείται και ως εσωτερική συσκευή στο DSL modem του συνδρομητή.



Σχήμα 4. Αρχιτεκτονική δικτύων πρόσβασης DSL

- **DSL access multiplexer (DSLAM).** Πρόκειται για την συσκευή η οποία υπάρχει στο τοπικό κέντρο του τηλεπικοινωνιακού φορέα και στην οποία καταλήγουν όλα τα καλώδια χαλκού των τοπικών βρόχων μίας γεωγραφικής περιοχής (π.χ. γειτονιά ή συνοικία). Το DSLAM, όπως δηλώνει και η ονομασία του, αποτελεί μία συσκευή πολυπλεξίας (multiplexing equipment) των ψηφιακών μεταδόσεων που προέρχονται από/ προορίζονται

προς ένα σύνολο DSL modems συνδρομητών (DSL NTs). Η συσκευή του DSLAM, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4, συνίσταται στις ακόλουθες επιμέρους συσκευές:

- **DSL line termination** (DSL LT) ή **DSL transmission unit central** (DTU-C). Πρόκειται για την συσκευή modem η οποία υπάρχει στην πλευρά του εξοπλισμού DSL του τηλεπικοινωνιακού φορέα, αντίστοιχη του DSL NT στην πλευρά του συνδρομητή. Στην συσκευή αυτή πραγματοποιείται ο τερματισμός (termination) των κυκλωμάτων/γραμμών DSL των συνδρομητών [KVVS97], εξ ου και η ονομασία της συσκευής ως DSL line termination. Σε κάθε DSL modem συνδρομητή (DSL NT) αντιστοιχεί ένα DSL modem στο τοπικό κέντρο (DSL LT).
- **Access multiplexer** (AM). Πρόκειται για το σύστημα που για την κατεύθυνση ανόδου²⁰ υλοποιεί την λειτουργικότητα της **πολύπλεξης** (multiplexing) των ψηφιακών σημάτων πολλαπλών modems (DSL LTs) σε ένα ψηφιακό σήμα για την μετάδοσή του στο περιφερειακό δίκτυο ευρείας ζώνης που διασυνδέει τα DSLAMs με τα δίκτυα των παροχέων των υπηρεσιών υψηλού επιπέδου (π.χ. content provider, ISP). Στην κατεύθυνση καθόδου²¹ το σύστημα αυτό υλοποιεί **α**) την λειτουργία της **αποπολύπλεξης** (demultiplexing) ενός ψηφιακού σήματος σε ψηφιακά σήματα καθένα από τα οποία συνιστά ροή κυκλοφορίας προοριζόμενη σε συνδρομητή και **β**) την **δρομολόγηση** (routing)/**μετάδοση** των σημάτων αυτών στον τοπικό βρόχο του συνδρομητή-αποδέκτη {[DSLFO2], [KVVS97]}.

Συνολικά η συσκευή του DSLAM είναι επιφορτισμένη με την εκτέλεση των ακόλουθων λειτουργιών [KVVS97]:

1. τον **τερματισμό των γραμμών DSL των συνδρομητών**. Η λειτουργία αυτή πραγματοποιείται από τα DTU-Rs που περιλαμβάνονται στο DSLAM, ένα για κάθε modem εξυπηρετούμενου συνδρομητή (DTU-C).
2. την **συγκέντρωση/πολύπλεξη των DSL γραμμών προς το περιφερειακό δίκτυο ευρείας ζώνης διασύνδεσης των DSLAMs με τα δίκτυα των παροχέων υπηρεσιών**. Η λειτουργία αυτή εκτελείται από το στοιχείο του πολυπλέκτη (AM) που υλοποιείται στο DSLAM.

Το DSLAM ονομάζεται επίσης και **κόμβος πρόσβασης** (access node – AN) [DSLFO1].

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4 παραπάνω, το **δίκτυο πρόσβασης** (access network) είναι το δίκτυο που εκτείνεται από την DSL συσκευή πρόσβασης του συνδρομητή (DSL NT) μέχρι την DSL συσκευή συγκέντρωσης πρόσβασης του τηλεπικοινωνιακού φορέα (DSLAM). Συνεπώς, το δίκτυο πρόσβασης περιλαμβάνει τα DSL modems στην πλευρά του εξοπλισμού του πελάτη/συνδρομητή (DSL NTs/DTU-Rs), τον τοπικό βρόχο, τα DSL modems στην πλευρά του παροχέα πρόσβασης (DSL LTs/DTU-Cs), καθώς και το σύστημα πολύπλεξης πρόσβασης (AM). Τα δύο τελευταία (DSL LTs + AM) όπως αναφέρθηκε σχετικά, συνιστούν την συσκευή του DSLAM ή τον κόμβο πρόσβασης (AN) που τοποθετείται στο τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο (CO).

²⁰ Ως κατεύθυνση **ανόδου** (upstream direction) ορίζεται η κατεύθυνση με φορά από τον εξοπλισμό του συνδρομητή/πελάτη (CPE) προς το τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο (CO) (βλ. Σχήμα 4).

²¹ Ως κατεύθυνση **καθόδου** (downstream direction) ορίζεται η κατεύθυνση με φορά από το τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο (CO) προς τον εξοπλισμό του συνδρομητή/πελάτη (CPE) (βλ. Σχήμα 4).

3.1.4. Βασικές αρχές τεχνολογίας DSL

3.1.4.1. Εκμεταλλεύσιμο φάσμα συχνοτήτων

Η τεχνολογία του DSL εφαρμόζοντας ειδικές τεχνικές επεξεργασίας ψηφιακού σήματος (digital signal processing), επιτυγχάνει την εκμετάλλευση ολόκληρου του φάσματος συχνοτήτων που είναι διαθέσιμο για μετάδοση ψηφιακού σήματος στο φυσικό μέσο των χάλκινων καλωδίων του τοπικού βρόχου. Τυπικά, για τα τηλεφωνικά καλώδια χαλκού του τοπικού βρόχου, το φάσμα των συχνοτήτων στο οποίο μπορεί να υπάρξει μετάδοση, κυμαίνεται στην περιοχή των 0 Hz έως 1,1 MHz, την στιγμή που το εύρος συχνοτήτων που χρησιμοποιεί η τεχνολογία των αναλογικών modems (analog/voiceband modems) είναι της τάξης των 4 kHz στην περιοχή 0-4 kHz. Για το ISDN στην BRI υπηρεσία του το αντίστοιχο εκμεταλλεύσιμο εύρος συχνοτήτων κυμαίνεται στην περιοχή 0-0,1MHz. Αυτή η διαφορά στις εκμεταλλεύσιμες συχνότητες ανάμεσα στις προαναφερθείσες τεχνολογίες modem, ακριβώς εξηγεί και τους πολλαπλάσια μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης που παρέχουν οι xDSL υπηρεσίες πρόσβασης, έναντι των παραδοσιακών dial-up υπηρεσιών πρόσβασης που υλοποιούν τα αναλογικά modems (π.χ. V.90 modems²², §3.5.1) και το ISDN BRI (§3.5.2).

3.1.4.2. Διαχείριση διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων

Το κύκλωμα DSL που υλοποιείται κατά μήκος του φυσικού μέσου χαλκού του τοπικού βρόχου, γενικά συνίσταται σε τρία διαφορετικά πληροφοριακά κανάλια, **α)** ένα κανάλι για την μετάδοση της κυκλοφορίας δεδομένων κατά την κατεύθυνση καθόδου (*downstream channel*), **β)** ένα κανάλι για την μετάδοση της κυκλοφορίας δεδομένων κατά την κατεύθυνση ανόδου (*upstream channel*) και **γ)** ένα POTS ή ένα ISDN κανάλι για την μετάδοση τη κυκλοφορίας φωνής της τηλεφωνικής υπηρεσίας (*POTS/ISDN channel*). Το τελευταίο αυτό κανάλι, υφίσταται στην περίπτωση των υπηρεσιών DSL που παρέχουν την δυνατότητα της παραδοσιακής υπηρεσίας τηλεφωνίας πάνω από την γραμμή DSL (βλ. Πίνακας 2).

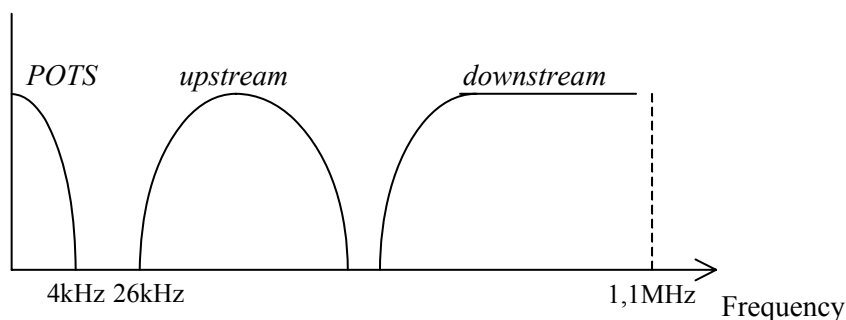
Η δημιουργία των καναλιών αυτών γίνεται με την διαίρεση του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων του χάλκινου καλωδίου σε ισάριθμα με τα κανάλια τμήματα. Στο POTS/ISDN κανάλι, όταν υλοποιείται, αντιστοιχίζεται το φάσμα συχνοτήτων 0-4 kHz, ενώ η κατανομή του υπόλοιπου φάσματος συχνοτήτων μέχρι το 1,1 MHz γίνεται στα δύο άλλα κανάλια ανάλογα με την συμμετρικότητα ή ασυμμετρικότητα²³ της υπηρεσίας πρόσβασης DSL. Η δημιουργία των καναλιών αυτών από τα DSL modems γίνεται με έναν από τους ακόλουθους δύο τρόπους: την *πολύπλεξη διαίρεσης συχνότητας* (*frequency division multiplexing – FDM*) και την *απαλοιφή ηχούς* (*echo cancellation*). Οι δύο αυτές μέθοδοι απεικονίζονται στο Σχήμα 5 παρακάτω.

Κατά την τεχνική FDM, ένα φάσμα συχνοτήτων παραχωρείται για την μετάδοση της ροής δεδομένων κατά την κατεύθυνση καθόδου (*downstream band*) και ομοίως ένα άλλο διαφορετικό φάσμα συχνοτήτων για την μετάδοση της ροής των δεδομένων κατά την κατεύθυνση ανόδου (*upstream band*) (βλ. Σχήμα 5α). Το καθένα από τα φάσματα

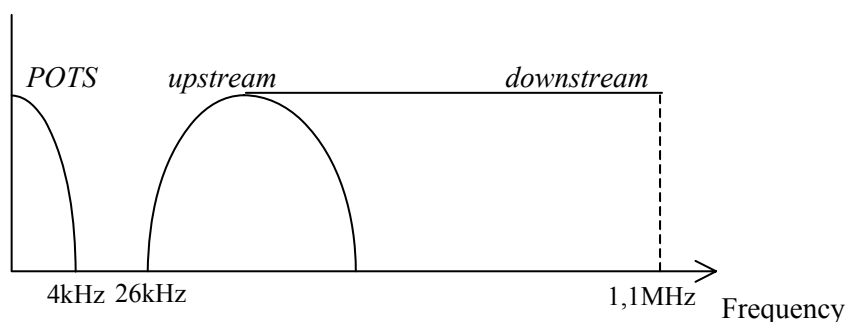
²² Το V.90 είναι το τελευταίο πρότυπο (standard) της ITU για τα αναλογικά dial-up modems των 56kbps. Προγενέστερα πρότυπα αυτού είναι το V.32 (14,4 kbps), το V.34 (28,8 kbps) και το V.34bis/V.34+ (33,6 kbps).

²³ Μία υπηρεσία ονομάζεται *ασυμμετρική* (*asymmetrical service*) όταν παρέχει διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης στις διαφορετικές κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου. Συγκεκριμένα, ο παρεχόμενος ρυθμός μετάδοσης καθόδου (*download/ downstream rate*) είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο ρυθμό μετάδοσης καθόδου (*upload/ upstream rate*). Αντίθετα, μία υπηρεσία ονομάζεται *συμμετρική* (*symmetrical service*) όταν παρέχει τους ίδιους ρυθμούς μετάδοσης και για τις δύο κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου.

συχνοτήτων αυτά τότε χωρίζονται με χρήση της τεχνικής πολύπλεξης διαίρεσης χρόνου (*time division multiplexing – TDM*) σε ένα ή περισσότερα υψηλής ταχύτητα κανάλια και ένα ή περισσότερα χαμηλής ταχύτητα κανάλια.



α) διαίρεση φάσματος συχνοτήτων με πολύπλεξη διαίρεση συχνότητας (FDM)



β) διαίρεση φάσματος συχνοτήτων με απαλοιφή ηχούς (echo cancellation)

Σχήμα 5. Μέθοδοι διαμοίρασης διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων στην τεχνολογία DSL για την δημιουργία πολλαπλών καναλιών

Από την άλλη πλευρά, κατά την τεχνική της απαλοιφής ηχούς, το φάσμα συχνοτήτων που παραχωρείται για την μετάδοση της ροής δεδομένων κατά την κατεύθυνση ανόδου (upstream band) επικαλύπτει αντίστοιχο φάσμα συχνοτήτων (upstream band) που παραχωρείται για την μετάδοση της ροής δεδομένων κατά την κατεύθυνση απόδοσης (βλ. Σχήμα 5β). Ο διαχωρισμός των δύο αυτών υπερ-καλυπτόμενων φασμάτων γίνεται με την εφαρμογή της τεχνικής της απαλοιφής τοπικής ηχούς, μίας τεχνικής που εφαρμόζεται επίσης στα V.32 και V.34 αναλογικά modems για τη εξάλειψη και το φιλτράρισμα ανεπιθύμητης ενέργειας σήματος της ηχούς που προκαλείται από το κύριο μεταδιδόμενο σήμα.

Η τεχνική της απαλοιφής ηχούς (echo cancellation) χρησιμοποιεί το διαθέσιμο εύρος ζώνης κατά πιο αποδοτικό τρόπο συγκριτικά με την τεχνική της πολύπλεξης διαίρεσης συχνότητας (FDM), με αντίτιμο όμως αυξημένη πολυπλοκότητα και κόστος υλοποίησης. Και για τις δύο τεχνικές, το φάσμα συχνοτήτων 0-4 kHz που αντιστοιχεί στην υπηρεσία POTS, όταν αυτή παρέχεται με το DSL, διαχωρίζεται από τα υπόλοιπα φάσματα συχνοτήτων με εφαρμογή τεχνικών φιλτραρίσματος (filters). Τα φίλτρα οποία υλοποιούνται είτε εσωτερικά στο DSL modem του συνδρομητή είτε στις εξωτερικές συσκευές των POTS splitters (*splitter-based/splittered DSL*). Εναλλακτικά, το φάσμα συχνοτήτων της υπηρεσίας POTS μπορεί να προστατεύεται από αλληλεπιδράσεις με τις συχνότητες των καναλιών δεδομένων μέσα από την υλοποίηση άλλων τεχνικών από το DSL modem εκτός αυτής των φίλτρων (*splitterless*

DSL). Παράδειγμα μίας τέτοιας τεχνικής είναι ο αυτόματος περιορισμός του εύρους συχνοτήτων των καναλιών δεδομένων, κάθε φορά που η υπηρεσία POTS τίθεται σε χρήση (π.χ. τηλεφωνική συσκευή off-hook). Ο περιορισμός αυτός των καναλιών δεδομένων σε μία μικρότερη περιοχή του φάσματος συχνοτήτων, γίνεται σε τέτοιο σημείο ώστε να μην υφίστανται προβλήματα αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα κανάλια δεδομένων και το κανάλι POTS. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται διαδικασία *ταχείας προσαρμογής* (*fast-retrain procedure*), υλοποιείται στην περίπτωση της τεχνολογίας DSL του τύπου *ADSL Lite* (§3.3.1.2) και συνεπάγεται την μείωση των ρυθμών μετάδοσης δεδομένων της γραμμής DSL όταν η υπηρεσία POTS τίθεται σε χρήση [Kwok99].

3.1.4.3. Τεχνικές διαμόρφωσης σήματος

Οι τεχνικές διαμόρφωσης σήματος (*modulation techniques*) που χρησιμοποιούνται στα διάφορα είδη του DSL (*xDSL*) για την κωδικοποίηση της μεταδιδόμενης πληροφορίας, περιορίζονται στις ακόλουθες τρεις:

1. *Discrete Multi-tone* (DMT)
2. *Carrierless Amplitude Phase* (CAP)
3. *Multiple Virtual Line* (MVL)

Η CAP αποτέλεσε το βιομηχανικό πρότυπο κατά την περίοδο των πρώτων υλοποιήσεων του ADSL (βλ. §3.3.1.1), ενός συγκεκριμένου τύπου DSL, μέχρι την περίοδο 1996-1997 οπότε και οι φορείς προτυποποίησης στο χώρο της τεχνολογίας DSL άρχισαν χωρίζονται σε δύο μέρη υποστήριξης της DMT και CAP τεχνικής διαμόρφωσης σήματος. Τον Ιανουάριο του 1998, το ANSI υιοθέτησε το DMT ως *standard* τεχνική διαμόρφωσης και την ίδια τεχνική ακολούθησαν η ITU-T (2/98) και το ETSI. Έτσι σήμερα η CAP συνεχίζει να υιοθετείται από αρκετούς κατασκευαστές, λόγω της μικρότερης της πολυπλοκότητας άρα και κόστους υλοποίησης συγκριτικά με την DMT τεχνική. Όμως, η DMT συνιστά το υιοθετημένο από την ANSI πρότυπο για τις διάφορες DSL τεχνολογίες (ANSI T1.413 Issue 2), όπως και από την ITU-T (ITU 992 – G.dmt) ως η βασική τεχνική διαμόρφωσης.

Η αναφερόμενη ως τρίτη παραπάνω τεχνική διαμόρφωσης (MVL), αποτελεί μία τρίτη τεχνική διαμόρφωσης η οποία μπορεί να εφαρμοστεί στην υλοποίηση του DSL. Γενικά όμως δεν είναι για τους κατασκευαστές DSL εξοπλισμού τόσο δημοφιλής όσο οι δύο άλλες.

3.2. Χαρακτηριστικά υπηρεσιών DSL

Τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών πρόσβασης DSL τα οποία αποτελούν τα πλεονεκτήματα και τα όπλα της τεχνολογία DSL έναντι των ανταγωνιστικών τεχνολογιών πρόσβασης, συνοψίζονται στα ακόλουθα:

1. *επίτευξη υψηλών ρυθμών μετάδοσης πάνω από το φυσικό μέσο της παραδοσιακής τηλεφωνίας, το συνεστραμμένο ζεύγος χάλκινων καλωδίων του τοπικού βρόχου*

Στην περίπτωση *ασυμμετρικής* (*asymmetric*) υπηρεσίας πρόσβασης, οι μέγιστοι ρυθμοί μετάδοσης οι οποίοι μπορούν να επιτευχθούν από την τεχνολογία DSL ανέρχονται στα **52 Mbps** για την κατεύθυνση καθόδου (*downstream rate*) και στα **6,4 Mbps** για την κατεύθυνση ανόδου (*upstream rate*). Οι επιδόσεις αυτές μπορούν να επιτευχθούν από το VDSL (§3.3.1.4), το οποίο αποτελεί έναν συγκεκριμένο τύπο τεχνολογίας DSL.

Στην περίπτωση *συμμετρικής* (*symmetric*) υπηρεσίας πρόσβασης, οι μέγιστοι επιτεύξιμοι ρυθμοί μετάδοσης για το DSL ανέρχονται στα **34 Mbps** και για τις δύο κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου. Οι επιδόσεις αυτές επιτυγχάνονται και πάλι από το VDSL (§3.3.2.5).

Αυτό που πρέπει να τονιστεί εδώ, είναι ότι η ευρείας ζώνης επιδόσεις του DSL επιτυγχάνονται με την εκμετάλλευση της υπάρχουσας τεράστιου μεγέθους υποδομής των τηλεφωνικών χάλκινων καλωδίων του τοπικού βρόχου²⁴. Το στοιχείο αυτό από μόνο του συνιστά ένα πολύ μεγάλο πλεονέκτημα για την τεχνολογία, καθώς μεταθέτει για τις επόμενες δεκαετίες την ιδιαίτερα σημαντικού οικονομικού κόστους ανάγκη αντικατάσταση της υπάρχουσας υποδομής χαλκού του τοπικού βρόχου με οπτική ίνα (FTTH/FITL).

Οι μέγιστοι ρυθμοί μετάδοσης που επιτυγχάνονται από το σύνολο των μελών της οικογένειας τεχνολογιών DSL αναφέρονται αναλυτικά στην παράγραφο 3.3 (Πίνακας 2). Να σημειωθεί εδώ ότι επιδόσεις όλων των τύπων DSL (xDSL) επηρεάζονται από αρκετούς παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται με το φυσικό μέσο (π.χ. μήκος, διάμετρος καλωδίων, ύπαρξη bridged taps²⁵ [ADSLTu]).

2. συνεχώς ενεργή υπηρεσία (“always on”)

Εξαιτίας του γεγονότος ότι οι παρεχόμενες από την τεχνολογία του DSL υπηρεσίες δεν υλοποιούνται με μεταγωγή κυκλώματος (*non-switched services*), όπως ισχύει στην περίπτωση των ανταγωνιστικών τεχνολογιών των αναλογικών modems (§3.5.1) και του ISDN (§3.5.2) ο συνδρομητής έχει συνεχώς στην διάθεσή του την υπηρεσία, χωρίς να απαιτείται να εισέλθει σε μία κατάσταση εγκατάστασης σύνδεσης (call setup) πριν την χρησιμοποίησή της. Με τον τρόπο αυτό οι χρήστες των υπηρεσιών που βασίζονται στην τεχνολογία DSL δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα άρνησης εξυπηρέτησής τους από το δίκτυο, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των dial-up υπηρεσιών (analog, ISDN)

3. δυνατότητα ταυτόχρονης και αδιάλειπτης παροχής παραδοσιακής τηλεφωνικής υπηρεσίας (POTS) πάνω από το ίδιο φυσικό μέσο με αυτό που χρησιμοποιείται για την παροχή της υπηρεσίας δεδομένων DSL.

Το DSL εφαρμόζοντας συγκεκριμένες τεχνικές διαχείρισης διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων (π.χ. FDM ή echo cancellation) επιτυγχάνει πάνω στο ίδιο φυσικό μέσο την πολυπλεξία μετάδοσης των σημάτων φωνής της υπηρεσίας POTS και των σημάτων δεδομένων της υπηρεσίας DSL (βλ. §3.1.4.2).

Η ιδιότητα της αδιάλειπτης παροχής της υπηρεσίας POTS ισχύει ακόμη και όταν η υπηρεσία μετάδοσης δεδομένων του DSL διακόπτεται (π.χ. περίπτωση power failure του DSL). Η διακοπή της υπηρεσίας DSL δεν επηρεάζει την υπηρεσία POTS, καθώς το DSL μεταφέρει την δική του ενέργεια (power) πάνω στην γραμμή ανεξάρτητα από το POTS, σε αντίθεση με το ISDN για παράδειγμα [Aber99].

3.3. Τύποι τεχνολογίας DSL (xDSL)

Το DSL, όπως αυτό ορίστηκε και περιγράφηκε παραπάνω, συνιστά μία γενικότερη τεχνολογία πρόσβασης πάνω από τον τοπικό βρόχο, κάτω από την οποία εντάσσεται ένα σύνολο από επιμέρους υλοποιήσεις που συνιστούν τους διαφορετικούς τύπους του. Οι διαφορετικοί αυτοί τύποι της τεχνολογίας του DSL υποδηλώνονται ακριβώς από το γράμμα

²⁴ Βλ. υποσημείωση 17 σελ. 35.

²⁵ Ως *bridge tap* ή *bridged tap* ορίζεται κάθε τμήμα καλωδίου στον τοπικό βρόχο το οποίο δεν συνιστά ένα απευθείας μονοπάτι ανάμεσα στο τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο (CO) και των εξοπλισμό του πελάτη/συνδρομητή (CPE).

“x” στον όρο xDSL, ο οποίος χρησιμοποιείται ως αναγνωριστικό της οικογένειας των διαφορετικού είδους τεχνολογιών DSL.

xDSL	Μέγιστη ταχύτητα ¹		Φυσικό μέσο		POTS ⁴	
	καθόδου	ανόδου	ζεύγος καλωδίων	μέγιστη απόσταση ^{2,3}		
Ασυμμετρική	ADSL	1,5 Mbps	640 kbps	1	18.000 ft	✓
		8 Mbps	1,544 Mbps		12.000 ft	splitter
	ADSL Lite (G.Lite, UADSL)	1.5 Mbps	512 kbps	1	18.000 ft	✓ όχι splitter
	RADSL	1,5 Mbps	640 kbps	1	18.000 ft	✓
		8 Mbps	1,544 Mbps		12.000 ft	splitter
	VDSL	13 Mbps	1,6 Mbps	1	5.000 ft	✓ splitter
26 Mbps		3,2 Mbps	3.000 ft			
52 Mbps		6,4 Mbps	1.000 ft			
Συμμετρική	IDSL	144 kbps	144 kbps	1	18.000 ft	×
	HDSL	1,544 Mbps (T1)	1,544 Mbps (T1)	2	15.000 ft	×
		2,048 Mbps (E1)	2,048 Mbps (E1)	3		
	HDSL 2 (S-HDSL)	1,544 Mbps (T1)	1,544 Mbps (T1)	1	18.000 ft	×
		2,048 Mbps (E1)	2,048 Mbps (E1)			
	SDSL	1,544 Mbps (T1)	1,544 Mbps (T1)	1	10.000 ft	×
2,048 Mbps (E1)		2,048 Mbps (E1)				
VDSL	34 Mbps	34 Mbps	1	1.000 ft	✓ splitter	

Σημειώσεις

¹ Τα μεγέθη αυτά αναφέρονται στη μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να παρέχει ο συγκεκριμένος τύπος της τεχνολογίας DSL με την προϋπόθεση της ύπαρξης ιδανικών συνθηκών στο τοπικό βρόχο. Οι ιδανικές συνθήκες αυτές μεταφράζονται σε καλής ποιότητας καλώδιο (διάμετρος 24 AWG), σε απουσία bridged taps, και σε απόσταση του CPE από το CO μικρότερη ή ίση από την μέγιστη δυνατή για την ταχύτητα αυτή.

² Τα μεγέθη αυτά αναφέρονται στο μέγιστο μήκος του τοπικού βρόχου, της απόστασης του CPE από το CO στην οποία μπορεί να παρέχεται υπηρεσία πρόσβασης DSL του συγκεκριμένου τύπου στην αντίστοιχη μέγιστη ταχύτητα.

³ Τα μεγέθη της στήλης αυτής είναι εκπεφρασμένα σε πόδια (*feet* – ft). Υπενθυμίζεται ότι 1ft = 30,48 cm.

⁴ Η στήλη αυτή αφορά στην ύπαρξη ή απουσία δυνατότητας ταυτόχρονης παροχής παραδοσιακής υπηρεσίας τηλεφωνίας (POTS) πάνω από το κύκλωμα DSL του συγκεκριμένου τύπου (xDSL).

Πίνακας 2. Διαφορετικοί τύποι τεχνολογίας DSL

Οι διαφορετικοί αυτοί τύποι της τεχνολογίας DSL οι οποίοι υφίστανται στην αγορά υπηρεσιών πρόσβασης DSL είναι οι ακόλουθοι {[DSL], [Aber99], [Kwok98]}:

- *Asymmetric DSL* (ADSL)
- *ADSL Lite* ή *G.Lite* ή *splitterless ADSL* ή *Universal ADSL* (UADSL)
- *Rate-adaptive DSL* (RADSL)
- *ISDN-like DSL* (IDSL)
- *Symmetric DSL* ή *Single-pair DSL* ή *Single-line DSL* (SDSL)
- *High bit-rate DSL* ή *High-speed DSL* (HDSL)

- **High bit-rate DSL 2** ή **High-speed DSL 2 (HDSL 2)** ή **Single-pair High bit-rate DSL (S-HDSL)**
- **Very high bit-rate DSL** ή **Very high-speed DSL (VDSL)**

Τα χαρακτηριστικά των διαφορετικών αυτών τύπων τεχνολογίας DSL συνοψίζονται στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 2) και περιγράφονται αναλυτικότερα στις επόμενες παραγράφους §3.3.1 και §3.3.2.

3.3.1. Τύποι τεχνολογίας DSL ασυμμετρικού χαρακτήρα

3.3.1.1. ADSL

Το **ADSL** (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) αποτελεί έναν από τους πιο συνηθισμένους τύπους γενικά της τεχνολογίας DSL και ειδικότερα των ασύμμετρου χαρακτήρα εκδόσεων αυτής. Τα χαρακτηριστικά του συνοψίζονται στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 2).

Η ασυμμετρικότητα του ADSL, συνδυασμένη με το “always on” χαρακτηριστικό του DSL, την καθιστά ως ιδανική τεχνολογία πρόσβασης για εφαρμογές/υπηρεσίες πρόσβασης στο Internet (Internet access), απομακρυσμένης πρόσβασης εταιρικών δικτύων (access VPNs), video κατ’ απαίτηση (VoD) και άλλες ασύμμετρου χαρακτήρα υψηλού επιπέδου υπηρεσίες απευθυνόμενες τόσο στον οικιακό χρήστη (residential/home user) όσο και τον επαγγελματία χρήστη (business user).

Το *DSL Forum* [DSL Forum] αποτελεί έναν φορέα που συστάθηκε το Δεκέμβριο του 1994 (ως ADSL Forum) με σκοπό την προώθηση της τεχνολογίας του ADSL και την προαγωγή της εργασίας για την ανάπτυξη αρχιτεκτονικών συστημάτων ADSL, πρωτοκόλλων και διεπαφών για βασικές εφαρμογές ADSL. Επίσης το *American National Standards Institute* (ANSI) έχει προβεί στην έγκριση ενός προτύπου για το ADSL για ρυθμούς μετάδοσης καθόδου μέχρι 6.1 Mbps (ANSI Standard T1.413). Το *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) έχει συνεισφέρει στην προτυποποίηση αυτή με ένα παράρτημα το οποίο καταγράφει τις απαιτήσεις για το ADSL στον ευρωπαϊκό χώρο. Επίσης το DSL Forum, όπως και το *Digital Audio Visual Council* (DAVIC) ασχολούνται με την προτυποποίηση συγκεκριμένων θεμάτων για το ADSL, όπως π.χ. ζητημάτων που άπτονται της μεταφοράς ATM πάνω από ADSL (ATM over ADSL). Συνολικά, η εργασία για την προτυποποίηση διαφόρων θεμάτων για το ADSL συνεχίζεται στους φορείς αυτούς.

3.3.1.2. ADSL Lite

Το **ADSL Lite** αποτελεί μία μικρότερων επιδόσεων έκδοση του ADSL, η οποία όμως εξαλείφει από τους παροχείς την ανάγκη εγκατάστασης POTS splitter στον χώρο του συνδρομητή (*CPE POTS splitter*, βλ. §3.1.3, Σχήμα 4). Η απουσία της συσκευής του POTS splitter δεν αφαιρεί από αυτόν τον τύπο του DSL το χαρακτηριστικό της ταυτόχρονης παροχής της παραδοσιακής υπηρεσίας τηλεφωνίας (POTS) πάνω από το κύκλωμα DSL. Η υπηρεσία POTS μπορεί να παρέχεται όπως στο κανονικό ADSL, η μη ύπαρξη όμως CPE POTS splitter έχει ως αντίτιμο την δυνατότητα επίτευξης μικρότερων ρυθμών μετάδοσης από το ADSL Lite συγκριτικά με το ADSL (Πίνακας 2).

Η εξάλειψη της ανάγκης για τους παροχείς εγκατάστασης POTS splitter συσκευής στο χώρο του συνδρομητή συνεπάγεται για αυτούς απλότητα στην εγκατάσταση της παρεχόμενης υπηρεσίας DSL, κάτι το οποίο μεταφράζεται τόσο σε μειωμένο χρόνο παροχής όσο και σε μειωμένα κόστη. Συνεπώς, το ADSL Lite αποτελεί μία οικονομικότερη λύση από αυτή του ADSL για την παροχή υπηρεσιών υψηλού επιπέδου όπως πρόσβασης στο Internet,

απομακρυσμένης πρόσβασης εταιρικών δικτύων (access VPNs), τηλεφωνίας στο Internet (Internet/IP telephony) κ.ά.

Η προσπάθεια ανάπτυξης και καθιέρωσης του ADSL Lite ξεκίνησε από το *Universal ADSL Working Group* (UAWG), μία ομάδα από παράγοντες βιομηχανίας η οποία εργάστηκε προς την κατεύθυνση της δημιουργίας ενός παγκόσμιου προτύπου για το ADSL Lite στο πλαίσιο του ITU. Το πρότυπο για το ADSL Lite από το ITU (G.992.2), εγκρίθηκε τον Οκτώβριο του 1998, ενώ επιπρόσθετη δουλειά προς την κατεύθυνση της προτυποποίησης θεμάτων που άπτονται του ADSL Lite εκτελείται από το *ANSI*, το *ATM Forum*, καθώς και το *DSL Forum*.

Διαφορετικές ονομασίες του ADSL Lite αποτελούν το **G.Lite**, το **splitterless ADSL**, καθώς και το **Universal ADSL** (UADSL).

3.3.1.3. RADSL

Το **RADSL** (*Rate-adaptive DSL*) αποτελεί μία έκδοση του ADSL, η οποία παρέχει τους ίδιους ρυθμούς μετάδοσης με αυτούς του ADSL (Πίνακας 2), όμως διαθέτει την δυνατότητα δυναμικής προσαρμογής των ρυθμών μετάδοσης αυτών στα διάφορα μήκη και τις ποικίλες ποιότητες των χάλκινων καλωδίων των τοπικών βρόχων των συνδρομητών.

Με το RADSL είναι δυνατή η σύνδεση πάνω από διαφορετικές γραμμές σε ποικίλες ταχύτητες. Η ταχύτητα σύνδεσης μπορεί να επιλεγεί όταν η γραμμή συγχρονίζεται κατά την εγκατάσταση μία σύνδεσης ανάμεσα στα δύο modems (ADSL NT – ADSL LT), ή να τεθεί από την πλευρά του εξοπλισμού του παροχέα με ένα σήμα από το CO.

Δεδομένων των ισοδύναμων επιδόσεων με αυτές του ADSL, το RADSL είναι κατάλληλο για την παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας παρόμοιων με αυτών του ADSL που αναφέρθηκαν παραπάνω (§3.3.1.1).

Εργασία για την προτυποποίηση θεμάτων που αφορούν στο RADSL πραγματοποιείται από την *TIE1.4* ομάδα εργασίας του *ANSI*.

3.3.1.4. VDSL

Το **VDSL** (*Very high bit-rate/high-speed DSL*) αποτελεί την τεχνολογία DSL με τους μεγαλύτερους επιτευξιμους ρυθμούς μετάδοσης από κάθε άλλον τύπο τεχνολογίας DSL ασυμμετρικού χαρακτήρα. Οι υψηλές αυτές επιδόσεις του VDSL επιτυγχάνονται σε βάρος της μέγιστης απόστασης του εξοπλισμού του συνδρομητή/πελάτη (CPE) από το τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο (CO) που είναι η μικρότερη από κάθε άλλο τύπο DSL. Αναλυτικά, τα χαρακτηριστικά του VDSL στην ασυμμετρική έκδοσή του συνοψίζονται παραπάνω πίνακα (Πίνακας 2).

Λόγω της περιορισμένης απόστασης υλοποίησης του αλλά και των υψηλών του επιδόσεων, το VDSL συνήθως χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την ύπαρξη υποδομής οπτικής ίνας στο άλλο άκρο του περιορισμένου μήκους καλωδίου χαλκού, δηλ. πέρα από το τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο (CO). Το VDSL δηλ. συνήθως συναντάται σε υβριδικά/μεικτά περιβάλλοντα φυσικού μέσου, με την οπτική ίνα να αποτελεί συνέχεια των χάλκινων καλωδίων του τοπικού βρόχου (FTTC/FTTN²⁶).

²⁶ Ως «οπτική ίνα στο πεζοδρόμιο» (*fiber to the curb – FTTC*) ή «οπτική ίνα στη γειτονιά» (*fiber to the neighborhood – FTTN*) ορίζεται η αρχιτεκτονική πρόσβασης για την παροχή ευρείας ζώνης υπηρεσιών στο σπίτι (BTTH), η οποία συνίσταται στην ύπαρξη συνδυασμού φυσικών μέσων συνεστραμμένου ζεύγους χάλκινων καλωδίων και οπτικής ίνας. Το συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων εκτείνεται από τον εξοπλισμό του συνδρομητή μέχρι μία οπτική δικτυακή συσκευή (optical network unit – ONU) η οποία τοπολογικά βρίσκεται στο πεζοδρόμιο των σπιτιών. Κάθε τέτοια ONU εξυπηρετεί μερικές δεκάδες σπίτια συνδρομητών στο επίπεδο της γειτονιάς. {[Khasn97], [AM98], [CS94]}

Εκτός από τις εφαρμογές που αναφέρθηκαν παραπάνω στην περίπτωση της άλλης ασύμμετρης τεχνολογίας DSL, αυτής του ADSL (βλ. §3.3.1.1), το VDSL λόγω των υψηλών του επιδόσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή και άλλων ασυμμετρικών υπηρεσιών/εφαρμογών με υψηλές απαιτήσεις σε εύρος ζώνης. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται οι υπηρεσίες παροχής υψηλής ανάλυσης τηλεόρασης (π.χ. *high definition television* – HDTV, *extended definition television* – EDTV²⁷), ψηφιακού video (switched digital video), διασύνδεσης απομακρυσμένων εταιρικών δικτύων (intranet/extranet VPNs) κ.ά.

Το VDSL εκτός από μία ασυμμετρικού χαρακτήρα τεχνολογία DSL, υλοποιείται και σε συμμετρική μορφή (βλ. §3.3.2.5).

Εργασία για την προτυποποίηση θεμάτων που αφορούν ειδικά το VDSL πραγματοποιείται από την *VDSL Study Group* ομάδα εργασίας του DSL Forum, από την *TIE1.4* ομάδα εργασίας του ANSI, την *IEEE 802.14* και το ATM Forum.

3.3.2. Τύποι τεχνολογίας DSL συμμετρικού χαρακτήρα

3.3.2.1. IDSL

Το **IDSL** (*ISDN-like DSL*) αποτελεί έναν συμμετρικού χαρακτήρα τύπο τεχνολογίας DSL, ο οποίος υλοποιείται πάνω από μοναδικό ζεύγος καλωδίων χαλκού παρέχοντας ρυθμούς μετάδοσης που υπό ιδανικές συνθήκες ανέρχονται μέχρι τα **144 kbps** και για τις δύο κατευθύνσεις ανόδου και καθόδου²⁸. Το IDSL δεν υλοποιεί την δυνατότητα παροχής υπηρεσίας POTS.

Το σύνολο των χαρακτηριστικών του IDSL συνοψίζεται στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 2)

3.3.2.2. HDSL

Το **HDSL** (*High bit-rate/High-speed DSL*) αποτελεί μία από τις πιο ώριμες τεχνολογίες DSL, βάσει των εγκαταστάσεων της, η οποία παρέχει συμμετρικού χαρακτήρα υπηρεσίες πρόσβασης. Στην περίπτωση υλοποίησης της πάνω από **διπλό** ζεύγος καλωδίων χαλκού, επιτυγχάνει ρυθμούς μετάδοσης οι οποίοι ανέρχονται στην τιμή των **1,544 Mbps** (T1), ενώ στην περίπτωση χρησιμοποίησης **τριπλού** ζεύγους καλωδίων επιτυγχάνονται ρυθμοί μετάδοσης μέγιστης τιμής **2,048 Mbps** (E1).

Λόγω των επιδόσεών του καθώς και της συμμετρικότητάς του, το HDSL χρησιμοποιείται από τις τηλεπικοινωνιακές εταιρίες ως μία εναλλακτική λύση των

²⁷ Η *υψηλής ευκρίνειας τηλεόραση* (*high definition television* – HDTV), καθώς και *εκτεταμένης ευκρίνειας τηλεόραση* (*extended definition television* – EDTV) αποτελούν τύπους μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος οι οποίοι προσφέρουν καλύτερη ποιότητα εικόνας (μεγαλύτερες αναλύσεις) συγκριτικά με τα συνηθισμένα τηλεόραση. Συνιστούν γενικές έννοιες που αναφέρονται στην επόμενη γενιά της εκπεμπόμενης τηλεόρασης. Για παράδειγμα, η HDTV κατά προσέγγιση παρέχει δύο φορές καλύτερη ανάλυση από το πρότυπο της τηλεόρασης που χρησιμοποιείται σήμερα (*national television standard committee* – NTCS) και οι απαιτήσεις της σε χωρητικότητα μπορεί να κυμαίνονται μεταξύ 90 και 900 Mbps για μετάδοση μη συμπιεσμένου σήματος.

²⁸ Στην συγκεκριμένη αυτή τιμή των 144 kbps οφείλει εν μέρει το IDSL την ονομασία του. Συγκεκριμένα, το IDSL μπορεί να εκληφθεί ως μία υπηρεσία πρόσβασης με απόδοση ανάλογη με αυτή μίας υπηρεσίας ISDN Basic Rate Interface (ISDN BRI) στην οποία οι ρυθμοί μετάδοσης των επιμέρους καναλιών της αθροίζονται δίνοντας μία υπηρεσία συνολικής χωρητικότητας 144 kbps (128 kbps των δύο B-channels + 16 kbps του D-channel).

μισθωμένων κυκλωμάτων (local & repeatered T1/E1 leased lines). Η σχετικά περιορισμένη μέγιστη απόσταση συγκριτικά με το ADSL στην οποία το HDSL είναι λειτουργικά ενεργό (Πίνακας 2), αντιμετωπίζεται με την εγκατάσταση επαναληπτών (repeaters). Οι επαναλήπτες συνιστούν μία οικονομικά συμφέρουσα λύση η οποία επεκτείνει τις δυνατότητες του HDSL, συνεπώς και τις δυνατότητες του παροχέα πρόσβασης στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών μισθωμένων κυκλωμάτων. Έτσι το HDSL μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση των repeatered T1/E1 μισθωμένων γραμμών.

Επιπλέον, η υλοποίηση του HDSL σε φυσικό μέσο δύο ή τριών συνεστραμμένων ζευγών καλωδίων σε συνδυασμό με την συμμετρικότητά του, το καθιστά ιδανικό για εφαρμογές όπως διασύνδεση PBXs, διασύνδεση ψηφιακών τοπικών βρόχων, διασύνδεση σημείων παρουσίας (PoPs) τηλεπικοινωνιακών παροχέων μεγάλης απόστασης (*inter-exchange carriers* – IXC), καθώς και διασύνδεση δικτύων σε τοπικού χαρακτήρα περιβάλλοντα εκτεταμένης έκτασης (π.χ. campus networks). Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών intranet/extranet VPNs.

Εργασία για την προτυποποίηση θεμάτων που αφορούν στο HDSL πραγματοποιείται από την T1E1.4 ομάδα εργασίας του ANSI.

3.3.2.3. HDSL 2

Το **HDSL 2** (*High bit-rate/High-speed DSL 2*) ή **HDSL II** προτείνεται από το ANSI και το ETSI ως η επόμενη γενιά έκδοσης του HDSL. Παρέχει τις ίδιες συμμετρικού χαρακτήρα επιδόσεις με το HDSL, δηλ. ρυθμούς μετάδοσης οι οποίοι ανέρχονται στην τιμή των **1,544 Mbps** (T1) για την Ευρώπη ή των **2.048 Mbps** για την Β. Αμερική (Πίνακας 2). Η διαφορά όμως με το HDSL είναι ότι το HDSL 2 παρέχει αυτές τις επιδόσεις πάνω **μοναδικό** συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων, τη στιγμή που το HDSL χρησιμοποιεί διπλό ή τριπλό ζεύγος καλωδίων. Επίσης το HDSL 2 επιτρέπει μεγαλύτερες αποστάσεις για το τοπικό βρόχο (18.000 ft) σε σχέση με το HDSL (15.000 ft).

Συνεπώς, το HDSL 2 ως μία «βελτιωμένη» έκδοση του HDSL μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές αντίστοιχες με αυτές του HDSL που αναφέρθηκαν παραπάνω (§3.3.2.2).

Εργασία για την προτυποποίηση θεμάτων που αφορούν στο HDSL 2, όπως και το HDSL πραγματοποιείται από την T1E1.4 ομάδα εργασίας του ANSI.

3.3.2.4. SDSL

Το **SDSL** (*Symmetric DSL* ή *single-pair DSL* ή *single-line DSL*) παρέχει συμμετρικού χαρακτήρα υπηρεσίες πρόσβασης με ρυθμούς μετάδοσης ίδιους με αυτούς του HDSL (Πίνακας 2) Η διαφορά του SDSL σε σχέση με το HDSL εντοπίζεται **α)** στο ότι το SDSL χρησιμοποιεί **μοναδικό** ζεύγος καλωδίων σε αντίθεση με το διπλό ή τριπλό ζεύγος καλωδίων του HDSL και **β)** στο ότι το SDSL έχει μία μέγιστη λειτουργική απόσταση που ανέρχεται στα 10.000 ft, η οποία είναι πολύ μικρότερη από αυτή των 15.000 ft του HDSL. Γενικά όμως, το SDSL, λόγω της παροχής ίδιων επιδόσεων με το HDSL/HDSL 2 και της υλοποίησής του πάνω από μοναδικό ζεύγος καλωδίων όπως το HDSL 2, θεωρείται (το SDSL) ως πρόδρομος του HDSL 2.

Δεδομένης της συμμετρικότητας, των ρυθμών μετάδοσης αλλά και του περιορισμού αυτού στην μέγιστη λειτουργική απόσταση, το SDSL μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές ανάλογες με αυτές του HDSL (βλ. §3.3.2.2), με το δεδομένο βέβαια της μικρότερης μέγιστης απόστασης λειτουργίας του.

Γενικά, εργασία για την προτυποποίηση θεμάτων που αφορούν ειδικά το SDSL, όπως και το HDSL/HDSL 2 πραγματοποιείται από την T1E1.4 ομάδα εργασίας του ANSI.

3.3.2.5. VDSL

Το *VDSL* (*Very high bit-rate/high-speed DSL*), εκτός από μία ασυμμετρικού χαρακτήρα τεχνολογία DSL (βλ. §3.3.1.4), υλοποιείται και σε μία έκδοση παροχής συμμετρικών υπηρεσιών ως προς τους ρυθμούς μετάδοσης. Τα χαρακτηριστικά του στην έκδοση αυτή συνοψίζονται στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 2).

Εκτός από τις εφαρμογές που αναφέρθηκαν προηγούμενα στην περίπτωση των άλλων συμμετρικών DSL τεχνολογιών του HDSL και του SDSL, το VDSL στην συμμετρική του έκδοση, λόγω των υψηλών του επιδόσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή και άλλων υψηλών απαιτήσεων σε εύρος ζώνης συμμετρικών υπηρεσιών/εφαρμογών.

Εργασία για την προτυποποίηση θεμάτων που αφορούν ειδικά το VDSL πραγματοποιείται από την *VDSL Study Group* ομάδα εργασίας του DSL Forum, από την *TIE1.4* ομάδα εργασίας του ANSI, την *IEEE 802.14* και το ATM Forum.

3.4. Φορείς προτυποποίησης τεχνολογιών xDSL

Όπως συμβαίνει στην περίπτωση πολλών τεχνολογιών φυσικού επιπέδου (physical layer), το *American National Standards Institute* (ANSI), το *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI), καθώς και *International Telecommunications Union – Telecommunications Standardization Sector* (ITU-T) εμπλέκονται ενεργά στην προσπάθεια για την διατύπωση προτύπων που αφορούν στους διάφορους τύπους τεχνολογίας DSL.

Επίσης, δεδομένης της μεγάλης δυναμικής που φέρουν οι τεχνολογίες του ADSL (§3.3.1.1) και του VDSL (§3.3.1.4) στην διαμόρφωση μία πλατφόρμας για την παροχή υπηρεσιών ευρείας ζώνης σε οικιακούς κυρίως χρήστες (BTTH), επιπλέον φορείς από αυτούς που αναφέρθηκαν παραπάνω ασχολούνται με ζητήματα προτυποποίησης και ορισμού προδιαγραφών για τους δύο συγκεκριμένους αυτούς τύπους DSL τεχνολογιών, το ADSL και το VDSL. Στους φορείς αυτούς περιλαμβάνονται το *DSL Forum*, το *Universal ADSL Working Group* (UAWG), το *ATM Forum*, η *Telecommunications Industry Association* (TIA) και το *Digital Audio Visual Council* (DAVIC).

3.5. Ανταγωνιστικές του DSL τεχνολογίες

Το ζήτημα της πιο κατάλληλης τεχνολογίας απομακρυσμένης πρόσβασης (*remote access technology*) συνεχίζει να υφίσταται στον ευρύτερο χώρο των υπηρεσιών πρόσβασης. Η μέχρι στιγμής πραγματικότητα δείχνει ότι η είσοδος στον χώρο νέων τεχνολογιών πρόσβασης δεν έχει επιφέρει την εκτόπιση κάποιας άλλης τεχνολογίας. Για παράδειγμα, τεχνολογίες πρόσβασης όπως τα αναλογικά modems, το ISDN, τα καλωδιακά modems, οι μισθωμένες γραμμές (leased lines), οι οπτικές ίνες στον εξοπλισμό του συνδρομητή (FTTH), οι υβριδικές οπτικές ίνες (π.χ. HFC²⁹, FTTC) καθώς και η χρησιμοποιούμενες ως υπηρεσίες πρόσβασης υπηρεσίες του Frame Relay και του ATM, συνεχίζουν όλες να συνυπάρχουν στην αγορά

²⁹ Ως «υβριδική οπτική ίνα - ομοαξονικό καλώδιο» (*hybrid fiber coax – HFC*) ορίζεται η αρχιτεκτονική πρόσβασης για την παροχή ευρείας ζώνης υπηρεσιών στο σπίτι (BTTH), η οποία συνίσταται στην οπτική μετάδοση στο δίκτυο κορμού και την χρησιμοποίηση ομοαξονικού καλωδίου ως φυσικό μέσο στο τοπικό βρόχο. Η αρχιτεκτονική αυτή αξιοποιεί την υπάρχουσα υποδομή της καλωδιακής τηλεόρασης (CATV) για την παροχή υπηρεσιών πρόσβασης υψηλότερων επιδόσεων από αυτές που παρέχονται από δίκτυα πρόσβασης που στηρίζονται εξ ολοκλήρου στο υπάρχον δίκτυο της καλωδιακής τηλεόρασης. {[Khasn97], [AM98], [CS94]}

λόγω ακριβώς των διαφορών στην διαθεσιμότητά τους, στα χαρακτηριστικά τους και στην δυνατότητα να προσφέρουν ακόμη ευκαιρίες οικονομικού κέρδους εξυπηρετώντας συγκεκριμένες κατηγορίες εφαρμογών.

Η τεχνολογία του DSL, η οποία τα τελευταία 2 με 3 χρόνια εμφανίζεται να προσφέρεται σε επίπεδο εμπορικής εκμετάλλευσης από ολοένα και μεγαλύτερο αριθμό παροχέων παγκοσμίως, ευελπιστεί ακριβώς να εκτοπίσει κάποιες από τις παραπάνω τεχνολογίες πρόσβασης αποσπώντας σημαντικά κομμάτια αγοράς. Ως κύριοι ανταγωνιστές των τεχνολογιών xDSL σε αυτή τους την προσπάθεια θεωρούνται τα *αναλογικά modems* (*analog modems*), το *ISDN* και τα *καλωδιακά modems* (*cable modems*). Τα χαρακτηριστικά αυτών συγκριτικά με το DSL παρουσιάζονται στις ακόλουθες παραγράφους.

3.5.1. Αναλογικά modems

Τα σύγχρονα *αναλογικά modems* (*analog modems*) που υλοποιούν το πρότυπο της ITU V.90 (V.90 modems), χρησιμοποιώντας την υφιστάμενη υποδομή του δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου μεταγωγής (PSTN), επιτυγχάνουν ρυθμούς μετάδοσης **μέσης ή βασικής ζώνης** (midband/baseband) δηλ. ρυθμούς μετάδοσης που κυμαίνονται μεταξύ **28,8** έως **56 kbps**. Οι επιδόσεις αυτές υπολείπονται κατά πολύ των αντίστοιχων επιδόσεων των διάφορων τεχνολογιών DSL που παρέχουν υπηρεσίες πρόσβασης με ρυθμούς μετάδοσης **ευρείας ζώνης** (broadband, βλ. §3.3 Πίνακας 2).

Οι περιορισμένες αυτές δυνατότητες των αναλογικών modems οφείλονται ακριβώς στο γεγονός της χρήσης του τηλεφωνικού δικτύου (PSTN) ως αυτό έχει. Η σύνδεση του αναλογικού modem του συνδρομητή με το PSTN, όπως υποδηλώνεται και από την ονομασία του, είναι αναλογική. Συνεπώς, τα αναλογικά modems στην πλευρά του συνδρομητή, απλά μετατρέπουν το ψηφιακό σήμα σε αναλογικό κατά την κατεύθυνση ανόδου και το αναλογικό σε ψηφιακό κατά την κατεύθυνση καθόδου. Περιοριζόμενα στις δυνατότητες που τους εξασφαλίζει το εύρος συχνοτήτων των 4 kHz που χρησιμοποιείται στην υπηρεσία POTS του τηλεφωνικού δικτύου³⁰, οι μέγιστοι ρυθμοί μετάδοσης που μπορούν να επιτύχουν ανέρχονται στα 56 kbps για την κατεύθυνση καθόδου (downstream/download rate) και στα 33,6 kbps για την κατεύθυνση ανόδου (upstream/upload rate). Η τεχνολογία δηλ. των αναλογικών modems είναι **ασυμμετρική**³¹.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η ονομαστική μέγιστη τιμή αυτή των 56kbps των αναλογικών modem μπορεί να επιτευχθεί κατά την κατεύθυνση καθόδου υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Οι προϋποθέσεις αυτές αφορούν στην ποιότητα της γραμμής του τοπικού

³⁰ Λόγω ακριβώς της εκμετάλλευσης του φάσματος συχνοτήτων της υπηρεσίας POTS (0-4kHz), τα αναλογικά modems αποκαλούνται και ως *modems εύρους φωνής* (*voiceband modems*).

³¹ Η ασυμμετρικότητα αυτή των αναλογικών modems οφείλεται στο γεγονός ότι η μετατροπή ενός σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό το εξασθενεί περισσότερο απ' ότι η μετατροπή του από ψηφιακό σε αναλογικό. Έτσι, όταν μία ψηφιακή συσκευή στέλνει δεδομένα στο αναλογικό άκρο μίας σύνδεσης, επιτυγχάνονται υψηλότεροι ρυθμοί μετάδοσης στην κατεύθυνση αυτή απ' ότι στην αντίθετη κατεύθυνση. Αυτό ακριβώς πραγματοποιείται στην περίπτωση των αναλογικών modems, όπου ο πρώτος μεταγωγέας (switch) του PSTN που συνδέεται αναλογικά με το modem του συνδρομητή, αποτελεί μία ψηφιακή συσκευή που για την κατεύθυνση καθόδου πραγματοποιεί μετατροπή σήματος από ψηφιακό σε αναλογικό. Αντίθετα, κατά την κατεύθυνση ανόδου, το modem του συνδρομητή στέλνει δεδομένα στον μεταγωγέα στο άλλο αναλογικό άκρο του τοπικού βρόχου πραγματοποιώντας μετατροπή σήματος από ψηφιακό σε αναλογικό. Έτσι ο ονομαστικός μέγιστος ρυθμός μετάδοσης των 56kbps μπορεί να επιτευχθεί μόνο κατά την κατεύθυνση καθόδου (ασυμμετρική υπηρεσία).

βρόχου, στην δυνατότητα συγχρονισμού των δύο modems στην ταχύτητα αυτή, καθώς και στο πλήθος των αναλογικών σε ψηφιακές μετατροπές που πραγματοποιούνται, δηλ. των αναλογικών συνδέσεων που υφίστανται στο φυσικό μονοπάτι από το modem του συνδρομητή μέχρι το modem-προορισμό (π.χ. modem ISP). Συγκεκριμένα, η ύπαρξη οποιασδήποτε άλλης αναλογικής σύνδεσης στο μονοπάτι αυτό πέρα της αναλογικής σύνδεσης του τοπικού βρόχου (modem συνδρομητή–μεταγωγέας CO), **δεν** επιτρέπει την επίτευξη του μέγιστου ρυθμού των 56kbps για την κατεύθυνση καθόδου. Μία τέτοια αναλογική σύνδεση μπορεί να υπάρχει είτε ανάμεσα σε δύο ενδιάμεσους μεταγωγείς του PSTN, είτε ανάμεσα στο modem-προορισμό και το PSTN.

3.5.2. ISDN

Το **ISDN** (*Integrated Services Digital Network*) συνιστά μία τεχνολογία πρόσβασης, η οποία διαθέτει αρκετές ομοιότητες με την τεχνολογία DSL. Κατ' αρχήν, και το ISDN και το DSL αποτελούν ψηφιακές τεχνολογίες πρόσβασης γραμμής, οι οποίες χρησιμοποιούν την υπάρχουσα από την παραδοσιακή τηλεφωνία υποδομή των χάλκινων καλωδίων του τοπικού βρόχου. Επίσης, εφαρμόζουν παρόμοιες μεθόδους εξασφάλισης ψηφιακής ποιότητας υπηρεσίας δηλ. τεχνικές για χαμηλό θόρυβο, μικρές παρεμβολές και ποιότητα μεταδιδόμενης φωνής. Τέλος, και οι δύο τεχνολογίες παρέχουν ανάλογα επίπεδα ασφάλειας, αυτά που τους εξασφαλίζει ο ψηφιακός χαρακτήρας της υπηρεσίας επικοινωνίας που παρέχουν (π.χ. taps σε ψηφιακά κυκλώματα περισσότερο δύσκολα από αναλογικά).

Ωστόσο, το ISDN διαφέρει από τις τεχνολογίες xDSL στο ότι αποτελεί μία υπηρεσία μεταγωγής κυκλώματος (*switched/dial-up service*) στην οποία τα δύο επικοινωνούντα άκρα (π.χ. συνδρομητής – ISP) πρέπει να υποστηρίζουν ISDN. Αντίθετα, το DSL εντάσσεται σε μία αρχιτεκτονική πρόσβασης δικτύων παροχέων υπηρεσιών (π.χ. ISP), στην οποία μόνο το ένα από τα δύο επικοινωνούντα άκρα, το άκρο του συνδρομητή, θα πρέπει να υποστηρίζει xDSL. Επίσης, το ISDN δεν εξασφαλίζει αδιάλειπτη λειτουργία, καθώς απαιτεί εξωτερική πηγή ενέργειας. Έτσι μία διακοπή του ISDN συνεπάγεται όχι μόνο διακοπή της υπηρεσίας μετάδοσης δεδομένων αλλά και αδυναμία χρήσης της υπηρεσίας POTS, κάτι που στο DSL δεν ισχύει (η απώλεια υπηρεσίας μετάδοσης δεδομένων δεν επηρεάζει την υπηρεσία POTS).

Τέλος, το ISDN στην BRI υπηρεσία του (2B κανάλια + 1D κανάλι) εξασφαλίζει ρυθμούς μετάδοσης που ανέρχονται στα 128 kbps όταν και τα δύο B κανάλια χρησιμοποιούνται για μετάδοση δεδομένων, ενώ μόνο 64 kbps όταν το ISDN χρησιμοποιείται και για υπηρεσία POTS. Αυτοί οι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων αναφέρονται και στις δύο κατευθύνσεις, δηλ. το ISDN παρέχει μία συμμετρική υπηρεσία. Στην πρώτη περίπτωση, ο παρεχόμενος ρυθμός μετάδοσης των 128 kbps είναι αρκετά μεγαλύτερος από αυτόν των αναλογικών modems V.90 (56 kbps), αλλά και πάλι αρκετά μικρότερος από τους ρυθμούς μετάδοσης που παρέχει η τεχνολογία DSL (μικρότερη τιμή αυτή των 144 kbps του IDSL, βλ. §3.3, Πίνακας 2).

Για τον λόγο αυτό των σχετικά περιορισμένων επιδόσεων, πολλοί παροχείς υπηρεσιών ISDN ομαδοποιούν περισσότερες της μίας υπηρεσίες ISDN BRI παρέχοντας μία νέα υπηρεσία πολλαπλών επιδόσεων. Στην νέα υπηρεσία αυτή, ο αριθμός των B καναλιών από κάθε μία από τις αθροιζόμενες υπηρεσίες ISDN BRI που συμμετέχει στην μετάδοση των δεδομένων, θα πρέπει ο ίδιος³². Για παράδειγμα από την ομαδοποίηση δύο υπηρεσιών

³² Η ομαδοποίηση αυτή πολλαπλών υπηρεσιών (π.χ. υπηρεσιών ISDN) ονομάζεται *συναρμογή καναλιών (channel bonding)*, *ομαδοποίηση καναλιών (channel aggregation)*, *πολλαπλός σύνδεσμος (multilink)* κ.ά. Πρόκειται για την τεχνική *αντίστροφης πολυπλεξίας (inverse multiplexing)*, όπου ένα σήμα υψηλού εύρους ζώνης (high bandwidth signal) διαιρείται σε πολλαπλά σήματα

ISDN BRI προκύπτει η υπηρεσία **ISDN-2**, η οποία πάνω από διπλό ζεύγος καλωδίων στον τοπικό βρόχο παρέχει ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων διπλάσιους του «απλού» ISDN BRI, δηλ. είτε 128 kbps όταν χρησιμοποιείται 1 Β κανάλι από την κάθε επιμέρους υπηρεσία ISDN, είτε 256 kbps όταν χρησιμοποιούνται και τα 2 Β κανάλια από την κάθε επιμέρους υπηρεσίας ISDN. Αντίστοιχα, από την ομαδοποίηση έξι ISDN BRI υπηρεσιών προκύπτει η υπηρεσία **ISDN-6**, η οποία πάνω από εξαπλό ζεύγος καλωδίων στον τοπικό βρόχο παρέχει ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων εξαπλάσιους του «απλού» ISDN (384 kbps ή 768 kbps).

3.5.3. Καλωδιακά modems

Τα *καλωδιακά modems* (*cable modems*) [Goldb96], τα οποία έχουν σχεδιαστεί για την παροχή υπηρεσιών **ευρείας ζώνης** πάνω από τα υπάρχοντα δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης (CATV networks) [HV97], φέρονται ως ο κύριος ανταγωνιστής των τεχνολογιών πρόσβασης xDSL, ιδιαίτερα στον χώρο των υπηρεσιών ευρείας ζώνης που απευθύνονται σε οικιακούς χρήστες (BTTH).

Ειδικότερα, τα καλωδιακά modems παρέχουν **ευρείας ζώνης** (*broadband*) ρυθμούς μετάδοσης (μέχρι **30 Mbps**) κατά την κατεύθυνση καθόδου και **μεσαίας ζώνης** (*midband*) μέχρι **ευρείας ζώνης** (*broadband*) ρυθμούς μετάδοσης (**128 kbps** μέχρι **10 Mbps**) κατά την κατεύθυνση ανόδου. Εξαιτίας του γεγονότος όμως ότι η καλωδιακή τεχνολογία βασίζεται στην εκπομπή (*broadcast-oriented*), το παραπάνω σήμα διαμοιράζεται ανάμεσα στους συνδρομητές μίας συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής εξυπηρέτησης (*service area*, π.χ. γειτονιά). Το αποτέλεσμα αυτού είναι όσοι περισσότεροι συνδρομητές βρίσκονται σε μία τέτοια περιοχή, τόσο λιγότερο εύρος ζώνης από το συνολικό εύρος ζώνης που παρέχει η καλωδιακή τεχνολογία (≤ 30 Mbps downstream, 128 kbps - 10 Mbps upstream) να αναλογεί στον καθένα από αυτούς. Τα καλωδιακά modems δηλ. συνιστούν μία *διαμοιραζόμενη* (*shared*) και **όχι** μία *αφιερωμένη* (*dedicated*) τεχνολογία πρόσβασης, κατ' αναλογία με τα τοπικά δίκτυα *διαμοιραζόμενου μέσου* (*shared medium LANs*, π.χ. *shared Ethernet*), όπου το διαθέσιμο εύρος ζώνης διαμοιράζεται ανάμεσα στους κόμβους του δικτύου.

Αυτή η αρχιτεκτονική *διαμοιραζόμενου εύρους ζώνης*, συνιστά ίσως το σημαντικότερο μειονέκτημα της τεχνολογίας των καλωδιακών υπηρεσιών πρόσβασης έναντι υπηρεσιών πρόσβασης xDSL. Συγκεκριμένα, για τους παροχείς καλωδιακών υπηρεσιών πρόσβασης, η αποδοχή ενός νέου συνδρομητή σε μία περιοχή εξυπηρέτησης (*service area*), θα συνεπάγεται μείωση της απόδοσης που μπορούν να απολαμβάνουν οι χρήστες στην ίδια περιοχή. Το γεγονός αυτό φέρει αυτομάτως τον παροχέα στην ιδιόμορφη θέση να πρέπει να μειώνει την τιμή χρέωσης (π.χ. χρέωση συνδρομής) για κάθε συνδρομητή του κάθε φορά που ένας νέος συνδρομητής προστίθεται στο πελατολόγιο του παροχέα σε κάποια περιοχή εξυπηρέτησης, καθώς στην αντίθετη περίπτωση οι υπόλοιποι συνδρομητές της συγκεκριμένης περιοχής θα χρεώνονται με τις ίδιες τιμές για μειωμένη απόδοση στην καλωδιακή υπηρεσία πρόσβασης. Μία τέτοια κατάσταση δεν υφίσταται στην περίπτωση των υπηρεσιών πρόσβασης xDSL.

Επίσης μειονέκτημα της καλωδιακής έναντι της τεχνολογίας DSL εντοπίζεται και στον τομέα της ασφάλειας. Λόγω ακριβώς της αρχιτεκτονικής διαύλου (*bus architecture*) των δικτύων της καλωδιακής τηλεόρασης, η τεχνολογία πρόσβασης των καλωδιακών modems

χαμηλότερου εύρους ζώνης (*lower bandwidth signal*) για την μετάδοσή του μέσα από ένα δίκτυο. Το βιομηχανικό πρότυπο της αντίστροφης πολυπλεξίας για το ISDN έχει οριστεί από το *Bandwidth On Demand Interoperability Group* (BONDING) και περιέχεται στα πρότυπα TIA/EIA 961 και ISO 13871. Επίσης, το Multilink PPP [RFC1990] συνιστά ένα πρότυπο αντίστροφης πολυπλεξίας το οποίο υιοθετείται σχεδόν από το σύνολο των σύγχρονων συσκευών ISDN. [56K00]

φαντάζει περισσότερο ευάλωτη σε υποκλοπές στο επίπεδο του φυσικού μέσου (tapping) [HF97].

Επίσης, ένα άλλο στοιχείο το οποίο συνιστά μειονέκτημα για την τεχνολογία των καλωδιακών modems στο πλαίσιο του ανταγωνισμού τους με την τεχνολογία DSL, είναι ο μικρός έως μηδενικός βαθμός φυσικής παρουσίας της καλωδιακής τεχνολογίας σε ζώνες περιοχών που αντιστοιχούν σε επαγγελματίες χρήστες (commercial/business areas) [HF97]. Ενώ είναι γεγονός ότι η ζήτηση για υπηρεσίες πρόσβασης ευρείας ζώνης από την αγορά των οικιακών χρηστών (residential market) αυξάνεται συνεχώς και στο μέλλον πρόκειται να αυξηθεί ακόμη περισσότερο, μεγάλη ζήτηση τέτοιων υπηρεσιών υπάρχει ήδη από την πλευρά της αγοράς των επαγγελματιών χρηστών (business market). Ωστόσο, τα δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης, στα οποία βασίζονται τα καλωδιακά modems, κυρίως καλύπτουν περιοχές με οικιακούς παρά επαγγελματίες χρήστες. Αυτό σημαίνει ότι χωρίς της πραγματοποίηση νέων επενδύσεων, οι παροχείς καλωδιακών υπηρεσιών πρόσβασης δεν μπορούν να ανταγωνιστούν το xDSL σε αυτό το κομμάτι της αγοράς που αφορά στους επαγγελματίες χρήστες. Τέτοιου είδους επενδύσεις όμως μπορεί να μην είναι εφικτές για πολλές εταιρίες καλωδιακών υπηρεσιών.

Τέλος οι υποδομές των καλωδιακών δικτύων τηλεόρασης υφίστανται μόνο στην Βόρεια Αμερική (Η.Π.Α. και Καναδάς), με ελάχιστες εξαιρέσεις σε άλλες χώρες παγκοσμίως (π.χ. Ολλανδία). Συνεπώς, το DSL σε περιοχές εκτός των προαναφερθέντων, εξ ορισμού αποτελεί την μόνη αποδοτική λύση για την παροχή υπηρεσιών πρόσβασης ευρείας ζώνης. Συνεπώς, η σε παγκόσμιο επίπεδο ζήτηση και ενδιαφέρον για τις τεχνολογίες xDSL θα συντελέσει στην ταχύτερη μείωση των κοστών για εξοπλισμούς DSL συγκριτικά με τα κόστη των εξοπλισμών των καλωδιακών modems.

3.6. Εφαρμογές υπηρεσιών πρόσβασης DSL

Οι υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης που εξασφαλίζουν οι τεχνολογίες xDSL που βασίζονται στην υφιστάμενη υποδομή των συνεστραμμένων ζευγών καλωδίου χαλκού στον τοπικό βρόχο, καθιστούν το DSL ως μία κατάλληλη και προσιτή τεχνολογία πρόσβασης για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών **ευρείας ζώνης** στον τελικό χρήστη (BTTH).

Οι εφαρμογές οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν κατά επιτυχές τρόπο τόσο από τεχνολογικής όσο και από οικονομικής άποψης με χρήση των υπηρεσιών πρόσβασης xDSL, ανάλογα με τον χαρακτήρα της χρήσης τους, γενικά διακρίνονται σε εφαρμογές *οικιακού* χαρακτήρα (*residential applications*) και σε εφαρμογές *επαγγελματικού* ή *εταιρικού* χαρακτήρα (*business/corporate applications*) [HF97]). Η διάκριση αυτή υπαγορεύεται και από τον χάρτη της αγοράς των δικτυακών υπηρεσιών, ο οποίος διαμορφώνεται στο πλαίσιο της προσπάθειας των παροχέων παραδοσιακών υπηρεσιών Internet να εξασφαλίσουν νέες πηγές οικονομικών εσόδων μέσα από την εκμετάλλευση των υπάρχοντων υποδομών τους για την παροχή νέων υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Στην προσπάθειά τους αυτή, οι συγκεκριμένοι παροχείς έχουν εντοπίσει και στοχεύουν σε δύο διαφορετικά μεγάλα κομμάτια αγοράς, αυτό των οικιακών συνδρομητών μοναδικού χρήστη και αυτό των πολλαπλών χρηστών επαγγελματικού ή εταιρικού χαρακτήρα [ALVB99].

Οι σημαντικότερες από τις εφαρμογές αυτές στις οποίες στοχεύει το DSL ως τεχνολογία πρόσβασης, παρουσιάζονται ομαδοποιημένες σε οικιακές και επαγγελματικές στις ακόλουθες παραγράφους 3.6.1 και 3.6.2 αντίστοιχα.

3.6.1. Εφαρμογές οικιακού χαρακτήρα

Οι οικιακού χαρακτήρα εφαρμογές για τις οποίες υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην σύγχρονη αγορά των δικτυακών υπηρεσιών και για τις οποίες το DSL τόσο από τεχνολογική όσο και οικονομική άποψη φαντάζει ως μία κατάλληλη τεχνολογία πρόσβασης για την υλοποίησή τους είναι οι ακόλουθες:

1. ταχεία πρόσβαση στο Internet (Fast Internet)

Οι υψηλές επιδόσεις των τεχνολογιών xDSL σε συνδυασμό με τον “always on” χαρακτήρα τους, δηλ. την εξάλειψη της πιθανότητας μπλοκαρίσματος των χρηστών στην πρόσβασή τους στην προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας, καθιστούν την υπηρεσία της πρόσβασης στο Internet ως την πρώτη οικιακού χαρακτήρα εφαρμογή για το DSL. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την σύγχρονη πραγματικότητα των εμπορικά προσφερόμενων υπηρεσιών DSL παγκοσμίως, όπου η υπηρεσία του Fast Internet αποτελεί την πρώτη υψηλού επιπέδου υπηρεσία εφαρμογής της τεχνολογίας DSL [DSLWoDir].

2. video κατ’ απαίτηση και ψηφιακή τηλεόραση

Οι ευρείας ζώνης ρυθμοί μετάδοσης που εξασφαλίζει η τεχνολογία του DSL, καθιστά δυνατή την υλοποίηση εφαρμογών παροχής *video κατ’ απαίτηση* (video on demand – VoD) καθώς και εφαρμογών παροχής *τηλεοπτικού περιεχομένου* σε συνδρομητική βάση σε οικιακού χαρακτήρα χρήστες. Άλλωστε, η μεγάλη προοπτική του DSL για την παροχή τέτοιου είδους υπηρεσιών είχε διατυπωθεί κατά τα πρώτα ακόμη βήματα ανάπτυξης του στην ADSL μορφή του στις αρχές της δεκαετίας του 1990 (βλ. §3.1.2)

3. τηλε-εργασία

Η εφαρμογή της *τηλε-εργασίας* (*teleworking/telecommuting/access VPN*), αναφέρεται στην πραγματοποίηση της ιδέας του *εικονικού γραφείου εργασίας* (*virtual office*) με την παροχή στον τελικό χρήστη δυνατοτήτων ενεργοποίησης απομακρυσμένων εφαρμογών, συνεργασίας του με συναδέλφους από απόσταση, διαμοίρασης εφαρμογών και ασφαλούς πρόσβασης σε απομακρυσμένα δεδομένα. Δεδομένης της όλο και μεγαλύτερης τάσης των εταιριών στο να θεωρούν την εργασία από το σπίτι ως ένα αποδοτικό και παραγωγικό τρόπο εργασίας για το προσωπικό της, ο οποίος παράλληλα συνεπάγεται μειωμένο οικονομικό κόστος σε έξοδα εξοπλισμών για την εταιρία, η τηλε-εργασία συνιστά μία επίσης οικιακού χαρακτήρα εφαρμογή με πολύ καλές εμπορικές προοπτικές για τους παροχείς υπηρεσιών πρόσβασης DSL.

4. εκπαίδευση από απόσταση

Η εφαρμογή της *εκπαίδευσης από απόσταση* (*distance learning*) αναφέρεται στη δημιουργία *εικονικών τάξεων* (*virtual classroom*), οι συμμετέχοντες στις οποίες βρίσκονται γεωγραφικά διασκορπισμένοι και η παρακολούθηση των μαθημάτων μπορεί να γίνεται ασύγχρονα (e-mail, message boards, web courses) ή/και σύγχρονα (τηλεδιάσκεψη με ήχο/εικόνα). Στην δεύτερη των περιπτώσεων, η μετάδοση του video και data περιεχομένου στους συμμετέχοντες στην εικονική τάξη μαθητές, γίνεται από κάποιο κεντρικό σημείο (δίκτυο εκπαιδευτικού ιδρύματος, π.χ. πανεπιστήμιο) και απαιτεί τους παραλήπτες του να διαθέτουν επαρκών επιδόσεων δυνατότητες πρόσβασης στην κεντρική αυτή τοποθεσία διανομής του πληροφοριακού περιεχομένου. Επίσης, λόγω της μη απαίτησης από τους τελικούς χρήστες (εδώ εκπαιδευόμενους, π.χ. μαθητές) διάθεσης από αυτούς ειδικών υποδομών παρά μόνο διάθεσης του φυσικού μέσου του κοινού

χάλκινου καλωδίου του τοπικού βρόχου, το DSL μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την υλοποίηση εκπαιδευτικού χαρακτήρα εφαρμογών.

5. *ηλεκτρονικό εμπόριο και διανομή οικονομικών δεδομένων*

Το DSL, ιδιαίτερα στις ασυμμετρικές εκδόσεις του (π.χ. ADSL), δεδομένων των ευείας ζώνης επιδόσεων του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση εφαρμογών **ηλεκτρονικού εμπορίου** (*e-commerce*, π.χ. *home banking, teleshoping*) και **διανομής οικονομικών δεδομένων** (*financial data distribution*, π.χ. *on-line stock exchange*).

6. *δικτυακά παιχνίδια*

Σε πολλά σύγχρονα παιχνίδια, όπως π.χ. τα παιχνίδια δράσης τα πλούσια γραφικά απαιτούν από τους παίκτες υψηλούς ρυθμούς πρόσβασης στους game servers. Οι υπηρεσίες πρόσβασης DSL μπορούν να ικανοποιήσουν τέτοιου είδους απαιτήσεις.

7. *τηλε-ιατρική*

Η **τηλε-ιατρική** (*telemedicine*) αποτελεί μία νέα κατηγορία εφαρμογών η οποία εισέρχεται δυναμικά στο χώρο των δικτυακών υπηρεσιών που απευθύνονται σε τελικούς χρήστες. Πρόκειται για ένα σύνολο επιμέρους εφαρμογών, οι οποίες αφορούν στην παροχή ιατρικής βοήθειας από κάποιο κεντρικό σημείο (π.χ. νοσοκομείο) σε απομακρυσμένα σημεία (π.χ. περιφερειακό ιατρείο, σπίτι). Στις περισσότερες των περιπτώσεων, οι εφαρμογές αυτές της τηλεϊατρικής συνεπάγονται την ανάγκη μετάδοσης περιεχομένου (content) υψηλών απαιτήσεων σε εύρος ζώνης όπως π.χ. υψηλής ανάλυσης εικόνες ή video στην περίπτωση εξέτασης ασθενούς από μακριά. Οι τεχνολογίες πρόσβασης xDSL μπορούν να καλύψουν τις απαιτήσεις αυτές σε ρυθμούς μετάδοσης με επάρκεια.

3.6.2. Εφαρμογές επαγγελματικού χαρακτήρα

Πολλές από τις δικτυακές υπηρεσίες, που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο (§3.6.1), συγκεκριμένα οι μη ψυχαγωγικού χαρακτήρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε εταιρικά περιβάλλοντα. Τέτοιες υπηρεσίες είναι η τηλεδιάσκεψη, η εκπαίδευση από απόσταση, η τηλε-ιατρική, η τηλε-εργασία κ.ά. Υπάρχουν όμως δικτυακές υπηρεσίες/εφαρμογές που χρησιμοποιούνται από εταιρίες, και τις οποίες ονομάζουμε **επαγγελματικές ή εταιρικές εφαρμογές** (*business/corporate applications*).

Μερικές από αυτές τις εφαρμογές οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν κατά επιτυχή τρόπο τόσο τεχνολογικά όσο και οικονομικά βασιζόμενες στην τεχνολογία του DSL είναι οι ακόλουθες:

1. *νοητά ιδιωτικά δίκτυα διασύνδεσης εταιρικών δικτύων (intranet/extranet VPNs)*

Το DSL, δεδομένων των υψηλών επιδόσεων σε ρυθμούς μετάδοσης που παρέχει, αποτελεί μία επαρκή και ταυτόχρονα προσιτή τεχνολογία για την παροχή σε συνδρομητές επαγγελματικού χαρακτήρα υπηρεσιών διασύνδεσης εταιρικών δικτύων πάνω από μία διαμοιραζόμενη ή δημόσια υποδομή βασιζόμενη. Πρόκειται για την εφαρμογή των **νοητών ιδιωτικών δικτύων** (*virtual private networks – VPNs*) και ειδικότερα των νοητών ιδιωτικών δικτύων διασύνδεσης δικτύων της ίδιας εταιρίας που βρίσκονται σε απομακρυσμένες τοποθεσίες (*intranet VPNs*) και των νοητών ιδιωτικών δικτύων διασύνδεσης δικτύων μιας εταιρίας με τα δίκτυα των συνεργατών της (*extranet VPNs*) (βλ. κεφ. 6, §7.1.2).

2. υπηρεσίες φωνής

Το DSL, εκτός από την δυνατότητα ταυτόχρονης και αδιάλειπτης παροχής υπηρεσίας POTS, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση υπηρεσιών φωνής παρεχόμενων σε περιβάλλον δικτύου δεδομένων. Συγκεκριμένα, δεδομένου του βασιζόμενου στο ATM μοντέλου για το DSL (ATM over DSL) [DSL/F], το οποίο αποτελεί de facto πρότυπο στην υλοποίηση υπηρεσιών πρόσβασης που βασίζονται στο DSL, μπορούν να υλοποιηθούν υπηρεσίες φωνής σύμφωνα με τον μηχανισμό VTOA του ATM ή VoATM. Για παράδειγμα, τέτοιου είδους υπηρεσίες (VoATM over DSL) μπορούν να εφαρμοστούν για την διασύνδεση του PBX ενός απομακρυσμένου δικτύου με το PBX των κεντρικών γραφείων της εταιρείας. Εναλλακτικά ένας εργαζόμενος από απόσταση θα μπορούσε να συνδεθεί στο δίκτυο φωνής της εταιρίας του με VoATM over DSL. Αντίστοιχες με το τελευταίο παράδειγμα υπηρεσίες φωνής, μπορούν να παρέχονται σε συνδρομητές DSL με εφαρμογή της πλατφόρμας πρωτοκόλλων του Internet για μεταφοράς φωνής (VoIP). Η εφαρμογή των δικτυακών τεχνολογιών αυτών για παροχή υπηρεσιών φωνής πάνω από DSL περιγράφεται από τον όρο *voice over DSL* (VoDSL).

4. Επιχειρησιακά μοντέλα για παροχή υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση DSL

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία συστηματική παρουσίαση των επιχειρησιακών μοντέλων που εμπίπτουν στον χώρο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από δίκτυα πρόσβασης τα οποία βασίζονται στην τεχνολογία του DSL. Πιο συγκεκριμένα, στην §4.1 δίνεται ο ορισμός των εννοιών του *επιχειρησιακού μοντέλου* (§4.1.1) και των *επιχειρησιακών ρόλων* (§4.1.2) στο γενικό πλαίσιο της παροχής δικτυακών υπηρεσιών, ενώ παρουσιάζεται και το *γενικό επιχειρησιακό μοντέλο* το οποίο συναντάται στο χώρο της παροχής τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών σε τελικούς χρήστες (§4.1.3).

Στην §4.2, η έννοια του γενικού επιχειρησιακού μοντέλου για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών, εντοπίζεται στην συγκεκριμένη περίπτωση της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές-τελικούς χρήστες διαθέτοντες υποδομή πρόσβασης που βασίζεται στην τεχνολογία του DSL. Αυτό γίνεται μέσα από την περιγραφή του μοντέλου αναφοράς για την παροχή υπηρεσιών πάνω από DSL (§4.2.1), συνέπεια του οποίου αποτελούν οι ρόλοι οι οποίοι εν γένει συμμετέχουν σε ένα επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών υψηλού επιπέδου σε συνδρομητές DSL (§4.2.2). Επίσης παρουσιάζονται τα διάφορα σενάρια τα οποία μπορούν να ισχύουν στην περίπτωση της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές DSL και τα οποία αφορούν στον φορέα κυριότητας καθενός από τα επιμέρους συστατικά του γενικού μοντέλου αναφοράς για το DSL (§4.2.3). Τέλος, στην §4.2.4 γίνεται μία καταγραφή των τριών διαφορετικών επιχειρησιακών μοντέλων τα οποία συναντώνται στην πράξη για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών σε συνδρομητές DSL. Η καταγραφή των επιχειρησιακών αυτών μοντέλων έγινε μετά από εξαντλητική έρευνα της διεθνούς αγοράς παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από πρόσβαση DSL.

4.1. Οι έννοιες του επιχειρησιακού μοντέλου και των επιχειρησιακών ρόλων στο γενικό πλαίσιο της παροχής δικτυακών υπηρεσιών

4.1.1. Επιχειρησιακό μοντέλο

Στο γενικότερο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών δικτυακής ή τηλεπικοινωνιακής φύσης, ο όρος *επιχειρησιακό μοντέλο* (*business model*) περιγράφει **α)** τους διαφορετικούς *επιχειρησιακούς ρόλους* (*business roles*) οι οποίοι εμπλέκονται στην παροχή των δικτυακών υπηρεσιών, καθώς και **β)** την *σχέση* που διέπει τους ρόλους αυτούς [CASHMAN]. Η σχέση αυτή που μπορεί να υφίσταται μεταξύ διαφορετικών ρόλων στο πλαίσιο του επιχειρησιακού

μοντέλου, αναφέρεται σε όρους παρεχόμενης λειτουργικότητας, πόρων, πληροφοριών διαχείρισης και ελέγχου καθώς και επιβαλλόμενων χρεώσεων.

Στο πλαίσιο της παροχής δικτυακών υπηρεσιών λοιπόν, το επιχειρησιακό μοντέλο συνιστά μία ακριβή αφαιρετική περιγραφή σε όρους οντοτήτων-«παικτών» που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, του όλου συστήματος-περιβάλλοντος το οποίο υφίσταται για την παροχή της τελικής δικτυακής υπηρεσίας.

4.1.2. Επιχειρησιακός ρόλος

Η έννοια του **επιχειρησιακού ρόλου** (*business role*) ή απλά **ρόλου** (*role*) σε ένα επιχειρησιακό μοντέλο, αναφέρεται σε μία οντότητα η οποία είναι επιφορτισμένη με ένα σαφές σύνολο ενεργειών και καθηκόντων.

Ο ρόλος νοείται στα πλαίσια ενός περιβάλλοντος εργασίας στο οποίο δρα αυτόνομα. Επίσης σύμφωνα με τις σαφώς οριοθετημένες για αυτόν ενέργειες και καθήκοντα, ο ρόλος παρέχει κάποια συγκεκριμένη λειτουργικότητα στο περιβάλλον του, συνεισφέροντας έτσι με συγκεκριμένο τρόπο από την πλευρά του στην επίτευξη του στόχου του περιβάλλοντος αυτού. Στην περίπτωση της παροχής δικτυακών υπηρεσιών, ο στόχος του προαναφερθέντος «περιβάλλοντος» στον οποίο ορίζεται και δρά ο επιχειρησιακός ρόλος, δεν είναι άλλος από την παροχή στον τελικό χρήστη/πελάτη της συγκεκριμένης δικτυακής υπηρεσίας στην τελική της μορφή.

4.1.3. Γενικό επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών

Μία γενική κατηγοριοποίηση των επιχειρησιακών ρόλων που εμπλέκονται στην παροχή τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών είναι η παρακάτω [CASHMAN]:

- ❑ **Τελικός χρήστης** (*end user*): Ο ρόλος του **τελικού χρήστη** αναφέρεται στην οντότητα εκείνη η οποία είναι ο αποδέκτης της τηλεπικοινωνιακής/δικτυακής υπηρεσίας στην τελική της μορφή. Ο **τελικός χρήστης** είναι αυτός ο οποίος χρησιμοποιεί άμεσα την υπηρεσία και αυτός που ωφελείται από την χρήση της. Πρόκειται δηλ. για τον ρόλο ο οποίος είναι άμεσα συνυφασμένος με την χρήση της υπηρεσίας, μία χρήση τα χαρακτηριστικά της οποίας καθορίζουν το μέγεθος του τελικού λογαριασμού χρέωσης της (*bill*).

Η πληρωμή του λογαριασμού αυτού δεν αποτελεί μέρος των καθηκόντων του ρόλου του τελικού χρήστη. Ο τελικός λογαριασμός χρέωσης της υπηρεσίας καταβάλλεται από την οντότητα που φέρει τον ρόλο του **πελάτη**.

- ❑ **Πελάτης** (*customer*): Ο ρόλος του **πελάτη** αναφέρεται στην οντότητα του όλου περιβάλλοντος παροχής και χρήσης τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών, η οποία αποτελεί τον «αγοραστή» της **τελικής** υπηρεσίας από τον κατάλληλο παροχέα για λογαριασμό ενός ή περισσότερων **τελικών χρηστών**.

Ο ρόλος αυτός του **πελάτη** ανατίθεται κυρίως σε «εταιρικούς» ή «ομαδικούς» χρήστες των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, δηλ. σε οντότητες οι οποίες αντιπροσωπεύουν ομάδα **τελικών χρηστών**, ο καθένας από τους οποίους χρήστες χρησιμοποιεί **άμεσα** την υπηρεσία και ωφελείται από την χρήση αυτή. Εξαιτίας του ότι η σχέση μεταξύ **πελάτη** και **τελικών χρηστών** που ανήκουν στο ίδιο εταιρικό/ομαδικό

περιβάλλον είναι εσωτερικά ορισμένη σε αυτό και συνήθως μη προβαλλόμενη και γνωστή στο γενικό επιχειρησιακό μοντέλο, ο *πελάτης* και ο *τελικός χρήστης* σε πολλές περιπτώσεις εκλαμβάνονται ως ισοδύναμοι ρόλοι.

Στην περίπτωση που ο *πελάτης* της τηλεπικοινωνιακής/δικτυακής υπηρεσίας δεν αντιπροσωπεύει ομάδα χρηστών (π.χ. εταιρικός πελάτης), αλλά μεμονωμένο χρήστη της υπηρεσίας, τότε ο ρόλος του πελάτη και του τελικού χρήστη ταυτίζονται στην ίδια φυσική οντότητα. Εν γένει όμως, η σχέση μεταξύ των οντοτήτων που φέρουν τους ρόλους του *πελάτη* και του *τελικού χρήστη* είναι «ένα προς πολλά» (1:N).

Σε κάθε περίπτωση, ο *πελάτης* είναι υπεύθυνος για την πληρωμή του λογαριασμού χρέωσης για την χρησιμοποίηση της υπηρεσίας από τους τελικούς χρήστες που σχετίζονται με αυτόν.

- **Παροχέας υπηρεσίας/παροχέας λιανικού εμπορικού χαρακτήρα** (*service provider/retailer*): Ο *παροχέας υπηρεσίας* ή *παροχέας λιανικού εμπορικού χαρακτήρα* είναι αυτός ο οποίος παρέχει στους πελάτες το μοναδικό σημείο πρόσβασης στην τηλεπικοινωνιακή/δικτυακή υπηρεσία. Ακόμη και στην περίπτωση που στην παροχή της υπηρεσίας αυτής συμμετέχουν περισσότεροι του ενός ρόλοι (συνεργασία πολλών παροχέων), η συνεισφορά των υπολοίπων παροχέων δεν είναι διαφανώς ορατή στους πελάτες/τελικούς χρήστες. Η οντότητα που παίζει τον ρόλο αυτό του *παροχέα της υπηρεσίας* είναι υπεύθυνη στο να αποκρύψει αυτή την πολυπλοκότητα που ενδεχομένως να εμπεριέχει η διαδικασία παροχής της προσφερόμενης από αυτόν υπηρεσίας.

Ο *παροχέας* αυτός της υπηρεσίας λιανικού εμπορικού χαρακτήρα, είναι αυτός που έρχεται σε άμεση επαφή με τον *πελάτη* (*customer*) της υπηρεσίας, έτσι είναι επιφορτισμένος και με την διαδικασία της έκδοσης του λογαριασμού χρησιμοποίησης της υπηρεσίας, ο οποίος απευθύνεται στον πελάτη.

- **Τρίτος παροχέας** (*third party provider*): Ο ρόλος αυτός ανατίθεται σε παροχείς υπηρεσιών ή πόρων οι οποίοι λειτουργούν σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συναλλαγής. Ένας *παροχέας υπηρεσίας* μπορεί να χρησιμοποιεί υπηρεσίες ή πόρους που προέρχονται από περισσότερους του ενός *τρίτους παροχείς* στα πλαίσια εμπορικών συμφωνιών μαζί τους. Οι εμπορικές αυτές συμφωνίες, μεταξύ των άλλων, περιγράφουν την παρεχόμενη λειτουργικότητα ελέγχου και διαχείρισης και ενδεχομένως την πιθανή ανταλλαγή δεδομένων χρήσης και χρέωσης.

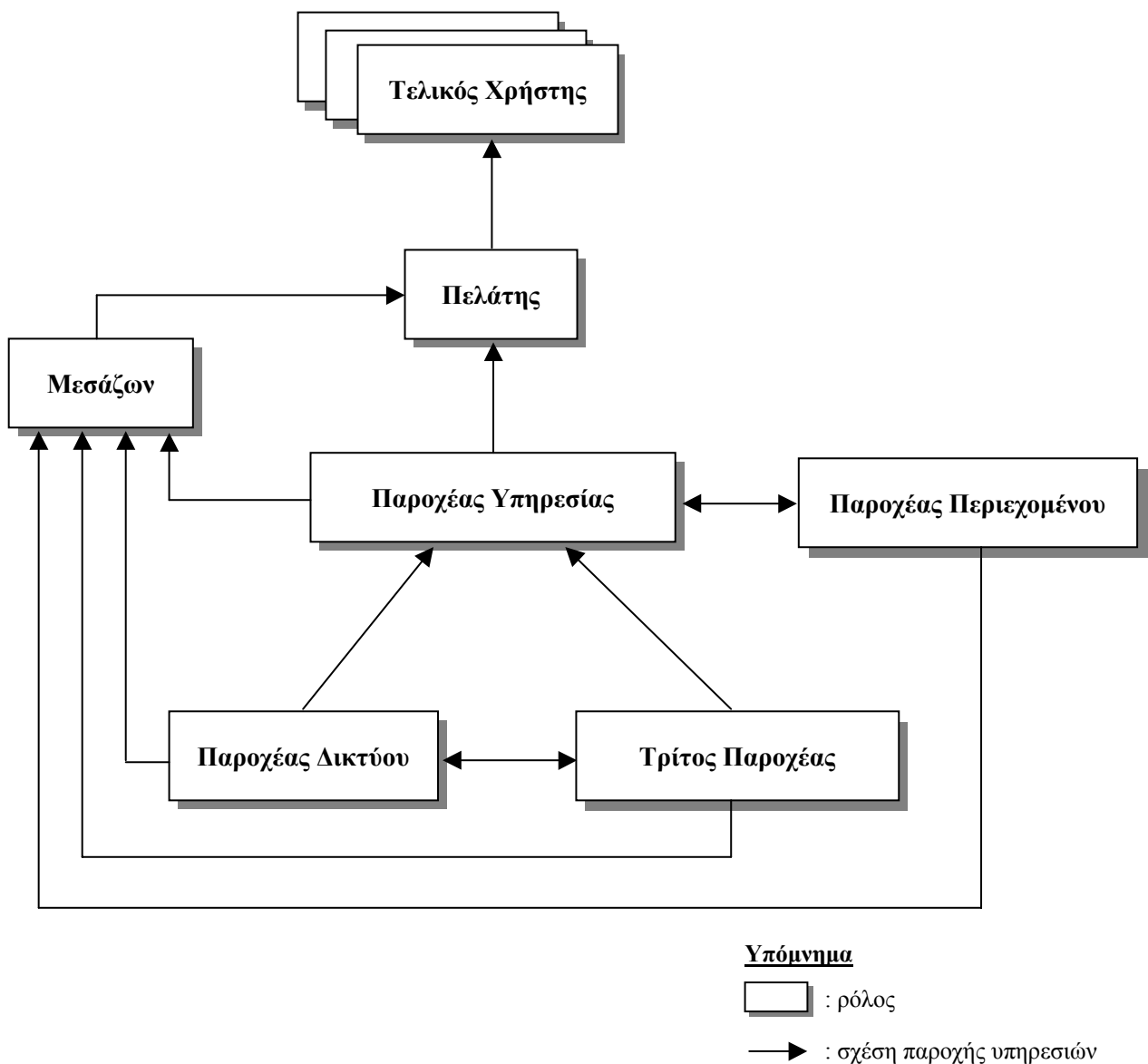
Η συμμετοχή ενός *τρίτου παροχέα* στο επιχειρησιακό μοντέλο παροχής μιας τηλεπικοινωνιακής/δικτυακής υπηρεσίας, είναι αδιαφανής στις οντότητες που φέρουν το ρόλο του *πελάτη* και *τελικού χρήστη* της υπηρεσίας.

- **Παροχέας δικτύου** (*network provider*): Ο φέρων το ρόλο του *παροχέα δικτύου* ελέγχει τους τηλεπικοινωνιακούς πόρους και παρέχει της δικτυακές συνδέσεις που απαιτούνται για την μεταφορά των δεδομένων των υπηρεσιών και των πληροφοριών διαχείρισης και ελέγχου του δικτύου. Ο ρόλος έτσι αυτός συνήθως ανατίθεται στους λειτουργούς του δικτύου που έχουν και στην κυριότητά τους την δικτυακή υποδομή (*network operators*). Οι *παροχείς της υπηρεσίας* και οι *τρίτοι παροχείς* αποτελούν τους χρήστες των δικτυακών συνδέσεων που παρέχει ο ρόλος αυτός μέσω των κατάλληλων διεπαφών ελέγχου. Η παρεχόμενη από τις διεπαφές αυτή λειτουργικότητα, καθώς και ζητήματα που αφορούν στην χρέωση και την έκδοση λογαριασμών, αποτελούν τμήμα των αντίστοιχων εμπορικών συμφωνιών.

- **Παροχέας περιεχομένου** (*content provider*): Ο ρόλος αυτός ανατίθεται στην οντότητα η οποία παρέχει το πληροφοριακό περιεχόμενο το οποίο μεταφέρεται στους χρήστες μέσω

της δικτυακής υπηρεσίας. Η πληροφορία αυτή μπορεί να είναι κείμενο, εικόνες, video, audio ή άλλου τύπου δεδομένα. Από τον ρόλο αυτόν εισπράττεται τμήμα της τελικής χρέωσης που επιβάλλεται στον πελάτη, το οποίο τμήμα αφορά στο περιεχόμενο της μεταδιδόμενης πληροφορίας. Το μέρος αυτό της χρέωσης που μπορεί να υπάρχει στην συνολική χρέωση που επιβάλλεται στον πελάτη της υπηρεσίας, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2, ονομάζεται *χρέωση περιεχομένου* (§2.1.2.3).

- **Μεσάζων (broker):** Ο ρόλος αυτός του μεσάζοντα ή μεσίτη που μπορεί να υφίσταται στα πλαίσια ενός επιχειρησιακού μοντέλου παροχής τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών, συνιστά έναν ρόλο τον οποίο υπαγορεύει η σύγχρονη πραγματικότητα της εμπορίας και προώθησης προϊόντων (marketing), που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι οι δικτυακές υπηρεσίες. Ο ρόλος αυτός δεν σχετίζεται με την παροχή της υπηρεσίας, αλλά αποτελεί μία οντότητα που έχει εισάγει το σύγχρονο marketing.



Σχήμα 6. Γενικό επιχειρησιακό μοντέλο παροχής τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών

Στο Σχήμα 6 παραπάνω φαίνονται οι προαναφερθέντες ρόλοι οι οποίοι εντοπίζονται στα γενικά επιχειρησιακά μοντέλα παροχής τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών, καθώς και ο γενικός τρόπος με τον οποίο οι ρόλοι αυτοί μπορεί να συσχετίζονται μεταξύ τους στα πλαίσια ενός τέτοιου επιχειρησιακού μοντέλου. Τα κατευθυνόμενα βέλη στο σχήμα υποδηλώνουν την δυνατότητα ύπαρξης **σχέσης** μεταξύ δύο ρόλων. Η κατεύθυνση των βελών αυτών αφορά στην κατεύθυνση της παροχής «υπηρεσιών» από έναν ρόλο σε άλλον, μία παροχή η οποία γίνεται στα πλαίσια εμπορικών συμφωνιών μεταξύ των δύο εμπλεκόμενων ρόλων και η οποία μπορεί να περιλαμβάνει την παροχή λειτουργικότητας-υπηρεσιών, πληροφοριών ελέγχου και διαχείρισης, πόρων.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι όλοι οι παραπάνω γενικοί ρόλοι οι οποίοι μπορεί να υφίστανται σε ένα επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών μπορούν να ανατίθενται σε περισσότερες από μία οντότητες που συμμετέχουν στον μηχανισμό παροχής της υπηρεσίας. Αυτό φαίνεται και στο συγκεκριμένο παράδειγμα της επόμενης παραγράφου.

4.1.4. Παράδειγμα επιχειρησιακού μοντέλου για την παροχή δικτυακής υπηρεσίας

Ως παράδειγμα πραγματοποίησης των παραπάνω γενικών ρόλων και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους (§4.1.3), μπορεί να θεωρηθεί η δικτυακή υπηρεσία της σε πραγματικό χρόνο παρακολούθησης της συνεδρίασης του χρηματιστηρίου πάνω από το Internet συνδρομητών DSL.

Στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου για την παροχή της συγκεκριμένης υπηρεσίας, ο ρόλος του *παροχέα δικτύου* φέρεται από τον παροχέα της υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet (ISP), καθώς και από τον παροχέα της υπηρεσίας πρόσβασης DSL (NAP). Ο ρόλος του *παροχέα περιεχομένου* ανατίθεται στην οντότητα η οποία μεταδίδει στο Internet σε πραγματικό χρόνο τα οικονομικά δεδομένα που αφορούν στην κίνηση του χρηματιστηρίου.

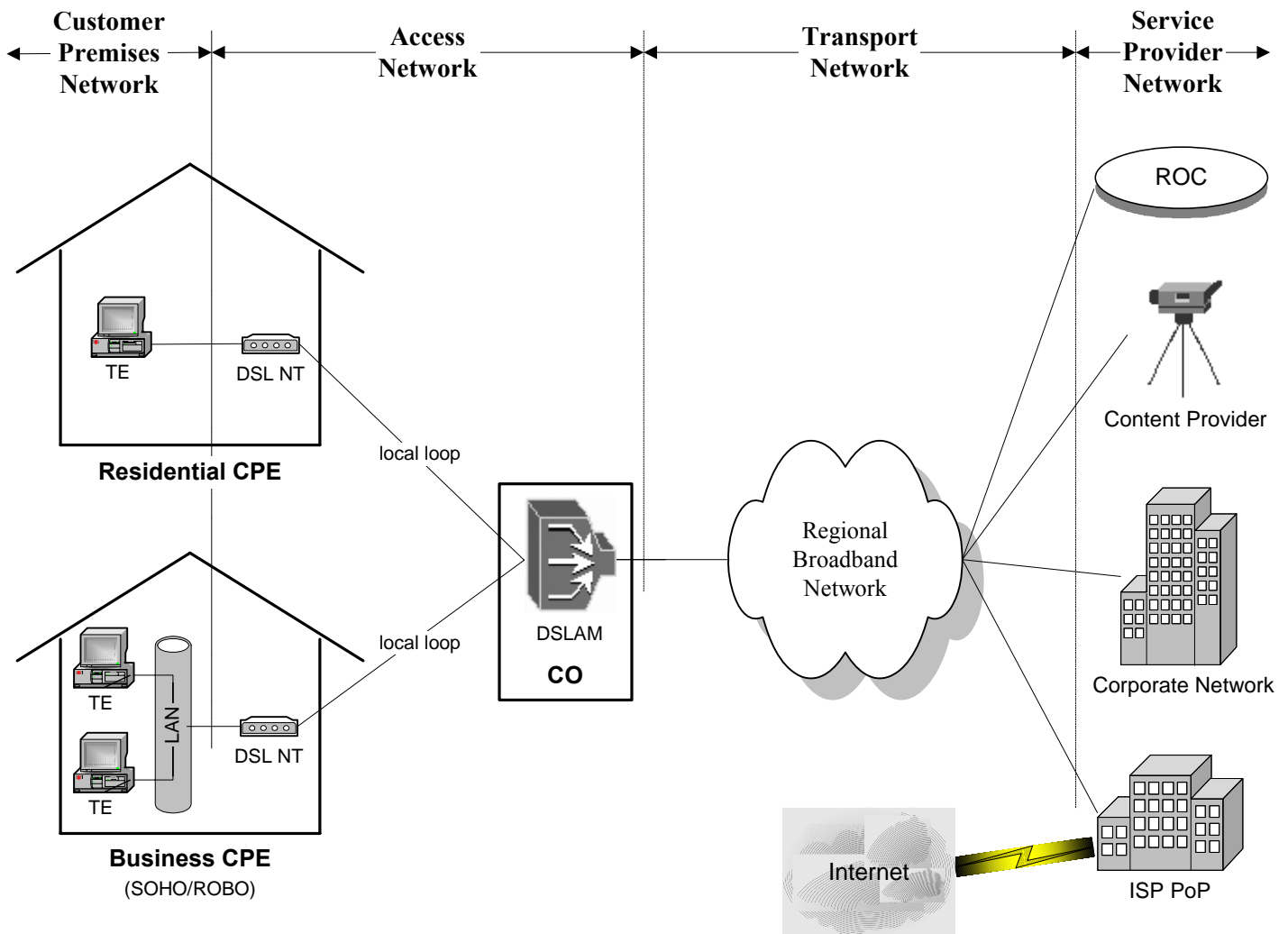
Η απόδοση των γενικών ρόλων του *παροχέα υπηρεσίας* και του *τρίτου παροχέα* σε καθεμία από τις προαναφερθείσες εμπλεκόμενες οντότητες δικτυακών λειτουργιών (NAP, ISP, παροχέα περιεχομένου), εξαρτάται από το επίπεδο της εμπορικής τους σχέσης (λιανική, χονδρική) μεταξύ τους ή με τον *πελάτη*. Στην συνηθισμένη στην πράξη περίπτωση της χονδρικής παροχής από τον NAP στον ISP της υπηρεσίας πρόσβασης DSL, ο NAP θα συνιστά έναν *τρίτο παροχέα*, ενώ ο ISP και ο παροχέας του περιεχομένου των οικονομικών δεδομένων θα φέρουν και το ρόλο του *παροχέα υπηρεσίας*, καθώς θα παρέχουν σε επίπεδο λιανικής εμπορικής συναλλαγής τις υπηρεσίες τους στον *πελάτη*. Συγκεκριμένα, ο ISP θα παρέχει *λιανικώς* στους πελάτες το πακέτο υπηρεσιών Fast Internet (DSL access + Internet access), ενώ ο παροχέας περιεχομένου θα παρέχει *λιανικώς* στους πελάτες-Internet συνδρομητές την υπηρεσία της σε πραγματικό χρόνο παρακολούθησης της συνεδρίασης του χρηματιστηρίου.

Επίσης, στην περίπτωση παροχής του συνολικού πακέτου των παραπάνω υπηρεσιών (Fast Internet + on-line χρηματιστήριο) από μία αλυσίδα καταστημάτων υπηρεσιών πληροφορικής, στο επιχειρησιακό μοντέλο θα υφίσταται και ο ρόλος του *μεσίτη*. Ο ρόλος αυτό θα φέρεται ακριβώς από την οντότητα λειτουργίας των καταστημάτων διάθεσης του παραπάνω πακέτου.

4.2. Επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών υψηλού επιπέδου πάνω από υποδομή πρόσβασης DSL

4.2.1. Μοντέλο αναφοράς παροχής υπηρεσιών πάνω από DSL

Τα χαρακτηριστικά των επιχειρησιακών μοντέλων που μπορούν να εφαρμοστούν στην περίπτωση της παροχής δικτυακών υπηρεσιών σε συνδρομητές οποιουδήποτε τύπου τεχνολογίας DSL (xDSL), προκύπτουν άμεσα από το *μοντέλο αναφοράς (reference model)* που ισχύει γενικά στην περίπτωση αυτή της παροχής υψηλού επιπέδου δικτυακών υπηρεσιών (π.χ. Internet access, remote LAN access) πάνω από δίκτυα πρόσβασης που βασίζονται στη τεχνολογία DSL. Οι ρόλοι και οι σχέσεις στο πλαίσιο επιχειρησιακών μοντέλων για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση DSL, απορρέουν άμεσα από το γενικό μοντέλο αναφοράς παροχής υπηρεσιών πάνω από DSL.



Σχήμα 7. Μοντέλο αναφοράς για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές DSL

Η έννοια του **μοντέλου αναφοράς για το DSL** (*DSL reference model*), αναφέρεται ακριβώς στο σύνολο των στοιχείων (ενεργά στοιχεία δικτύου-δικτυακές συσκευές και επιμέρους δίκτυα) που συνιστούν την όλη αρχιτεκτονική για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση βασιζόμενη στο DSL. Το DSL Forum [DSLFF] έχει σαφώς περιγράψει αυτό το μοντέλο αναφοράς για το DSL {[DSLFF01], [DSLFF10], [DSLFF12]}, το οποίο απεικονίζεται στο παραπάνω Σχήμα 7.

Από το απεικονιζόμενο στο σχήμα αυτό μοντέλο (Σχήμα 7), προκύπτει ότι η από άκρη σε άκρη αρχιτεκτονική παροχής υπηρεσιών υψηλού επιπέδου πάνω από υποδομή πρόσβασης DSL, συνίσταται στα παρακάτω επιμέρους δίκτυα (υποδίκτυα) {[DSLFF12], [KVVS97], [Kwok99]}:

- α) το **δίκτυο στον χώρο του πελάτη/συνδρομητή** (*customer premises network*). Το δίκτυο αυτό εντοπίζεται στον οικιακό (residence) ή εργασιακό χώρο (home/business office) του συνδρομητή και περιλαμβάνει τις τερματικές συσκευές (PCs, σταθμούς εργασίας, set-top boxes κλπ.), καθώς και τυχόν υπάρχουσες ενεργές συσκευές δικτύου που χρησιμοποιούνται σε περιβάλλοντα πολλαπλών χρηστών για την διασύνδεσή τους στο δίκτυο πρόσβασης (π.χ. LAN switches, gateway routers, access servers). Στο δίκτυο του εξοπλισμού του συνδρομητή **δεν** συμπεριλαμβάνεται το DSL modem του συνδρομητή (DSL NT), παρότι αυτό τοπολογικά τοποθετείται στον χώρο εργασίας του συνδρομητή. Κατά το μοντέλο αναφοράς για το DSL, το DSL NT αποτελεί τμήμα του δικτύου πρόσβασης (*access network*).
- β) το **δίκτυο πρόσβασης** (*access network*). Κατά το DSL Forum, το δίκτυο πρόσβασης περιλαμβάνει τα DSL modems στην πλευρά του εξοπλισμού του συνδρομητή (DSL NTs), τον τοπικό βρόχο (*local loop*), τα DSL modems στην πλευρά του παροχέα πρόσβασης (DSL LTs), καθώς και το σύστημα πολύπλεξης πρόσβασης (*access multiplexer – AM*). Τα δύο τελευταία (DSL LTs + AM) συνιστούν την συσκευή του DSLAM (*DSL access multiplexer*) ή τον **κόμβο πρόσβασης** (*access node – AN*) που τοποθετείται στο τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο (*central office – CO*). Η λειτουργικότητα και ο ρόλος των στοιχείων αυτών που συνιστούν το δίκτυο πρόσβασης μοντέλου αναφοράς, περιγράφηκε στην §3.1.3 στο προηγούμενο κεφάλαιο.
- γ) το **δίκτυο μεταφοράς** (*transport network*). Πρόκειται για ένα δίκτυο ευρείας ζώνης, το οποίο διασυνδέει τα τοπικά τηλεπικοινωνιακά κέντρα (COs) σε μία γεωγραφική περιοχή με τα δίκτυα των παροχέων υπηρεσιών. Στην περίπτωση που το ευρείας ζώνης δίκτυο μεταφοράς συνιστά ένα δίκτυο ATM, ο μεταγωγέας ATM με τον οποίο συνδέονται ένα ή περισσότερα DSLAMs αποκαλείται **μεταγωγέας πρόσβασης ATM** (*ATM access switch – AAS*). Ο μεταγωγέας αυτός, μπορεί να βρίσκεται στο τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο του παροχέα και η λειτουργικότητά του περιλαμβάνει την συγκέντρωση και την μεταγωγή της κυκλοφορίας από έναν αριθμό DSLAMs προς το περιφερειακό δίκτυο ευρείας ζώνης.
- δ) τα **δίκτυα των παροχέων υπηρεσιών** (*service provider network*). Σε αυτά περιλαμβάνονται τα σημεία παρουσίας (PoP) των ISPs, τα δίκτυα των παροχέων περιεχομένου (content provider networks), εταιρικά δίκτυα (corporate networks), καθώς και τα περιφερειακά κέντρα λειτουργίας (*regional operating center – ROCs*) του παροχέα πρόσβασης³³.

³³ Τα **περιφερειακά κέντρα λειτουργίας** (*regional operating centers – ROCs*) αποτελούν δίκτυα τα οποία ανήκουν στον λειτουργό του δικτύου πρόσβασης (*access network operator*) και

4.2.2. Εμπλεκόμενοι ρόλοι

Οι ρόλοι οι οποίοι εν γένει συμμετέχουν σε ένα επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών υψηλού επιπέδου σε συνδρομητές DSL, προκύπτουν ακριβώς από το προαναφερθέν (§4.2.1) μοντέλο αναφοράς που ισχύει στην περίπτωση της παροχής υψηλού επιπέδου δικτυακών υπηρεσιών (π.χ. Internet access, remote corporate network access) πάνω από δίκτυα πρόσβασης που βασίζονται στην τεχνολογία DSL. Τα επιμέρους συστατικά (υποδίκτυα) της όλης αρχιτεκτονικής, τα οποία εξάγονται από αυτό το μοντέλο αναφοράς, προσδιορίζουν κάποια συγκεκριμένα κομμάτια λειτουργικότητας, τα οποία παρεχόμενα στο σύνολό τους συνιστούν το αποτέλεσμα της παροχής των «τελικών» υψηλού επιπέδου υπηρεσιών στους συνδρομητές DSL. Τα επιμέρους αυτά κομμάτια λειτουργικότητας που προϋποθέτει το μοντέλο αναφοράς για το DSL, ουσιαστικά οριοθετούν τους *επιχειρησιακούς ρόλους* που εν γένει εμπλέκονται σε ένα *επιχειρησιακό μοντέλο* για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών πάνω από υπηρεσίες πρόσβασης βασιζόμενες στο DSL.

Με βάση λοιπόν το προαναφερθέν μοντέλο αναφοράς για το DSL, οι επιχειρησιακοί ρόλοι οι οποίοι εν γένει εμπλέκονται σε ένα επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση DSL είναι οι ακόλουθοι [DSLRF]:

- τελικός χρήστης (end user)*
- συνδρομητής (subscriber)*
- παροχέας τοπικού βρόχου (local loop provider – LLP)*
- παροχέας πρόσβασης δικτύου (network access provider – NAP)*
- παροχέας μεταφοράς δικτύου (network transport provider – NTP)*
- παροχέας δικτυακής υπηρεσίας (network service provider – NSP)*

Για την αποφυγή οποιασδήποτε παρεξήγησης και σύγχυσης που μπορεί να προκύψει από την ορολογία που χρησιμοποιήθηκε στην ονομασία των ρόλων αυτών, κρίνεται σκόπιμο εδώ να οριστεί η σημασία κάποιων βασικών όρων που χρησιμοποιήθηκαν. Ο όρος της “*πρόσβασης*” (“*access*”) που χρησιμοποιείται για την ονομασία του ρόλου του *παροχέα πρόσβασης δικτύου (network access provider)*, αναφέρεται στην δικτυακή υπηρεσία της ψηφιακής σύνδεσης xDSL. Η έννοια της “*μεταφοράς*” (“*transport*”) που χρησιμοποιείται στην ονομασία του ρόλου του *παροχέα μεταφοράς δικτύου (network transport provider)*, αναφέρεται στην δικτυακή υπηρεσία σύνδεσης του δικτύου πρόσβασης με τα δίκτυα των παροχέων δικτυακών υπηρεσιών. Τέλος, ο όρος της “*υπηρεσίας*” (“*service*”) που χρησιμοποιείται για την ονομασία του ρόλου του *παροχέα δικτυακής υπηρεσίας (network service provider)*, αναφέρεται σε μία υψηλού επιπέδου προστιθέμενης αξίας δικτυακή υπηρεσία ή ισοδύναμα εφαρμογή (βλ. §3.6), η οποία βασίζει την παροχή της στον τελικό χρήστη σε μία από άκρη σε άκρη υπηρεσία που υλοποιείται από την υποκείμενη υποδομή του βασιζόμενου στο DSL δικτύου πρόσβασης και του βασιζόμενου σε μία ευρείας ζώνης τεχνολογίας (π.χ. ATM) δικτύου μεταφοράς. Τυπικό παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής είναι η πρόσβαση στο Internet. (Internet access).

χρησιμοποιούνται από τον τελευταίο για την διαχείριση του δικτύου πρόσβασης και προαιρετικά για την παροχή τοπικά στους ADSL χρήστες του υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας επιπλέον της ADSL υπηρεσίας πρόσβασης.

Επιχειρησιακοί ρόλοι στην παροχή δικτυακών υπηρεσιών πάνω από DSL υποδομή πρόσβασης	Γενικοί επιχειρησιακοί ρόλοι στην παροχή τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών
<i>Τελικός χρήστης</i>	<i>Τελικός χρήστης</i>
<i>Συνδρομητής</i>	<i>Πελάτης</i>
<i>Παροχέας τοπικού βρόχου</i>	<i>Τρίτος παροχέας</i>
<i>Παροχέας πρόσβασης δικτύου¹</i>	
<i>Παροχέας μεταφοράς δικτύου</i>	<i>Παροχέας δικτύου</i>
<i>Παροχέας δικτυακής υπηρεσίας¹</i>	<i>Παροχέας υπηρεσίας²</i>
Σημείωση	
¹ Μπορεί να φέρει ή να μην φέρει την ιδιότητα του πωλητή λιανικού χαρακτήρα (retailer).	
² Δεν αποδίδεται ρητά η κατοχή ή η μη κατοχή της ιδιότητας του πωλητή λιανικού χαρακτήρα (retailer).	

Πίνακας 3. Αντιστοίχιση επιχειρησιακών ρόλων για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών πάνω από DSL με τους γενικούς επιχειρησιακούς ρόλους για την παροχή τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών

Στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 3) φαίνεται η αντιστοίχιση των προαναφερθέντων ρόλων που συμμετέχουν στο επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών πάνω από DSL, με τους γενικούς επιχειρησιακούς ρόλους που υφίστανται στα επιχειρησιακά μοντέλα για την παροχή τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών (§4.1.3).

Στις επόμενες παραγράφους §4.2.2.2 – §4.2.2.6 περιγράφεται αναλυτικά ο κάθε ρόλος του γενικού επιχειρησιακού μοντέλου για την παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών πάνω από DSL. Επίσης στην παράγραφο §4.2.3 παρουσιάζονται τα διαφορετικά σενάρια κυριότητας από τους ρόλους αυτούς καθενός από τα επιμέρους συστατικά του γενικού μοντέλου αναφοράς για το DSL.

4.2.2.1. Τελικός χρήστης

Ο ρόλος του *τελικού χρήστη* (*end user*) που υφίσταται στο επιχειρησιακό μοντέλο παροχής δικτυακών υπηρεσιών πάνω από DSL, είναι ακριβώς ο ίδιος με τον ομώνυμο ρόλο ο οποίος αναφέρθηκε στο γενικό επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών (§4.1.3).

4.2.2.2. Συνδρομητής

Ο ρόλος του *συνδρομητή* (*subscriber*) στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου παροχής δικτυακών υπηρεσιών πάνω από DSL, είναι ο ίδιος με τον ρόλο του *πελάτη* ο οποίος αναφέρθηκε στην γενική κατηγοριοποίηση των ρόλων που υφίστανται στα επιχειρησιακά μοντέλα παροχής τηλεπικοινωνιακών/δικτυακών υπηρεσιών γενικά (§4.1.3). Ο ρόλος αυτός του συνδρομητή ανατίθεται σε μεμονωμένους οικιακούς χρήστες (*single home/residential user*) ή σε «ομαδικούς» εταιρικούς χρήστες (*business users*, π.χ. SOHO, ROBO) και είναι επιφορτισμένος με την φροντίδα των απαραίτητων συνδρομών για την δυνατότητα χρήσης από τους τελικούς χρήστες της τελικής δικτυακής υπηρεσίας.

4.2.2.3. Παροχέας τοπικού βρόχου

Ο ρόλος του *παροχέα του τοπικού βρόχου* (*local loop provider – LLP*), όταν υφίσταται ως ξεχωριστή οντότητα σε ένα συγκεκριμένο επιχειρησιακό μοντέλο παροχής δικτυακών υπηρεσιών πάνω από υποδομή πρόσβασης DSL, περιλαμβάνει στην δικαιοδοσία του καθήκοντα τα οποία σχετίζονται με το φυσικό μέσο του τοπικού βρόχου. Συγκεκριμένα, ο παροχέας του τοπικού βρόχου είναι επιφορτισμένος με τα ακόλουθα [DSL22]:

- 1) την παροχή φυσικού μέσου του συνεστραμμένου ζεύγους χάλκινων καλωδίων στο τοπικό βρόχο, το οποίο φυσικό μέσο συνδέει το DSLAM του δικτύου πρόσβασης με το δίκτυο του εξοπλισμού του πελάτη/συνδρομητή (CPE), και
- 2) την ακεραιότητα του φυσικού μέσου του τοπικού βρόχου και τα θέματα συντήρησης και επισκευής αυτού.

Ο ρόλος αυτός, όταν υφίσταται ως ξεχωριστή οντότητα, λειτουργεί ως παροχέας χονδρικού χαρακτήρα των υπηρεσιών του στον *παροχέα πρόσβασης δικτύου*. Στην αντίθετη περίπτωση ο ρόλος αυτός φέρεται από την οντότητα που φέρει και τον ρόλο του παροχέα πρόσβασης δικτύου.

4.2.2.4. Παροχέας πρόσβασης δικτύου

Ο ρόλος αυτός του *παροχέα πρόσβασης δικτύου* (*network access provider – NAP*) ή απλά *παροχέα πρόσβασης*, ανατίθεται στον λειτουργό του δικτύου πρόσβασης (βλ. §4.2.1) του μοντέλου αναφοράς για το DSL. Ο ρόλος αυτός είναι επιφορτισμένος με την παροχή της υπηρεσίας πρόσβασης DSL πάνω στην οποία βασίζεται η παροχή στους *συνδρομητές* της προστιθέμενης αξίας δικτυακής υπηρεσίας του *παροχέα δικτυακής υπηρεσίας*.

Υπενθυμίζεται, ότι κατά το DSL Forum [DSL2], το δίκτυο πρόσβασης συνίσταται από τα DSL modems στην πλευρά του συνδρομητή (DSL NTs), τον τοπικό βρόχο και το DSLAM. Επομένως, στον ρόλο του *παροχέα πρόσβασης* που είναι υπεύθυνος για την λειτουργία του δικτύου πρόσβασης ανατίθενται τα ακόλουθα καθήκοντα [DSL22]:

- 1) την παροχή του φυσικού κυκλώματος xDSL,
- 2) την παροχή του DSLAM στο τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο, και
- 3) την λειτουργία και την συντήρηση του εξοπλισμού πρόσβασης (DSLAM)

4.2.2.5. Παροχέας μεταφοράς δικτύου

Ο ρόλος αυτός του *παροχέα μεταφοράς δικτύου* (*network transport provider – NTP*) ή απλά *παροχέα μεταφοράς*, όταν υφίσταται ως ξεχωριστή οντότητα σε ένα επιχειρησιακό μοντέλο παροχής δικτυακών υπηρεσιών πάνω από DSL, περιλαμβάνει στην δικαιοδοσία του καθήκοντα τα οποία σχετίζονται με το δίκτυο μεταφοράς (βλ. §4.2.1). Συγκεκριμένα, ο παροχέας της υπηρεσίας μεταφοράς είναι επιφορτισμένος με τα ακόλουθα [DSL22]:

- 1) την εγκατάσταση, λειτουργία και συντήρηση του δικτύου μεταφοράς, το οποίο περιλαμβάνει το κόμβο προσαρμογής³⁴ και το ευρείας ζώνης δίκτυο που διασυνδέει τα δίκτυα πρόσβασης με τα δίκτυα των παροχέων των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας.
- 2) την παροχή της απαραίτητης υπηρεσίας διασύνδεσης των δικτύων πρόσβασης με τα δίκτυα-προορισμούς των παροχέων των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Η υπηρεσία αυτή αποκαλείται *υπηρεσία μεταφοράς* (*transport service*)

Ο ρόλος αυτός του παροχέα μεταφοράς δικτύου, όταν υφίσταται ως ιδιαίτερος ρόλος, λειτουργεί ως παροχέας των υπηρεσιών μεταφοράς σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συναλλαγής. Στην αντίθετη περίπτωση, η λειτουργικότητα του ρόλου αυτού παρέχεται από την οντότητα που αποτελεί τον λειτουργό του δικτύου πρόσβασης, δηλ. τον ρόλο του

³⁴ Το ATM access switch στην περίπτωση που το δίκτυο μεταφοράς βασίζεται στην ATM τεχνολογία.

παροχέα πρόσβασης δικτύου. Η οντότητα τότε αυτή αποκαλείται με το όνομα του *παροχέα πρόσβασης δικτύου* [DSL10].

4.2.2.6. Παροχέας δικτυακής υπηρεσίας

Ο ρόλος αυτός του *παροχέα δικτυακής υπηρεσίας* (*network service provider – NSP*) αναφέρεται στους παροχείς των δικτυακών υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας, οι οποίες παρέχονται στους τελικούς χρήστες με χρήση των βασικών υπηρεσιών πρόσβασης DSL και μεταφοράς που εγγενώς παρέχονται από τους αντίστοιχους παροχείς. Συνεπώς, ο ρόλος αυτός φέρεται από τους κάτοχους και λειτουργούς των δικτύων υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας (*service provider networks*, §4.2.1) του γενικού μοντέλου αναφοράς για το DSL.

4.2.3. Σενάρια κυριότητας επιμέρους δικτύων γενικού μοντέλου αναφοράς του DSL

Στην προηγούμενη παράγραφο (§4.2.2) παρουσιάστηκαν οι ρόλοι, οι οποίοι γενικά μπορεί να υφίστανται στα πλαίσια επιχειρησιακών μοντέλων παροχής δικτυακών υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές DSL. Όπως αναφέρθηκε, η διαπίστωση των γενικών αυτών ρόλων αποτελεί άμεση συνέπεια του γενικού μοντέλου αναφοράς για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από υποδομές πρόσβασης DSL (§4.2.1).

Ωστόσο σε πολλές περιπτώσεις, πολλοί από τους ρόλους αυτούς δεν υφίστανται ως διακριτοί ρόλοι σε ξεχωριστές οντότητες, αλλά αποτελούν μέρος της λειτουργικότητας ενός άλλου ρόλου. Συνηθέστερο και πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα μίας τέτοιας πραγματικότητας είναι αυτό στο οποίο η λειτουργικότητα του *παροχέα μεταφοράς δικτύου* (NTP), υλοποιείται από την οντότητα που αποτελεί τον *παροχέα πρόσβασης* (NAP).

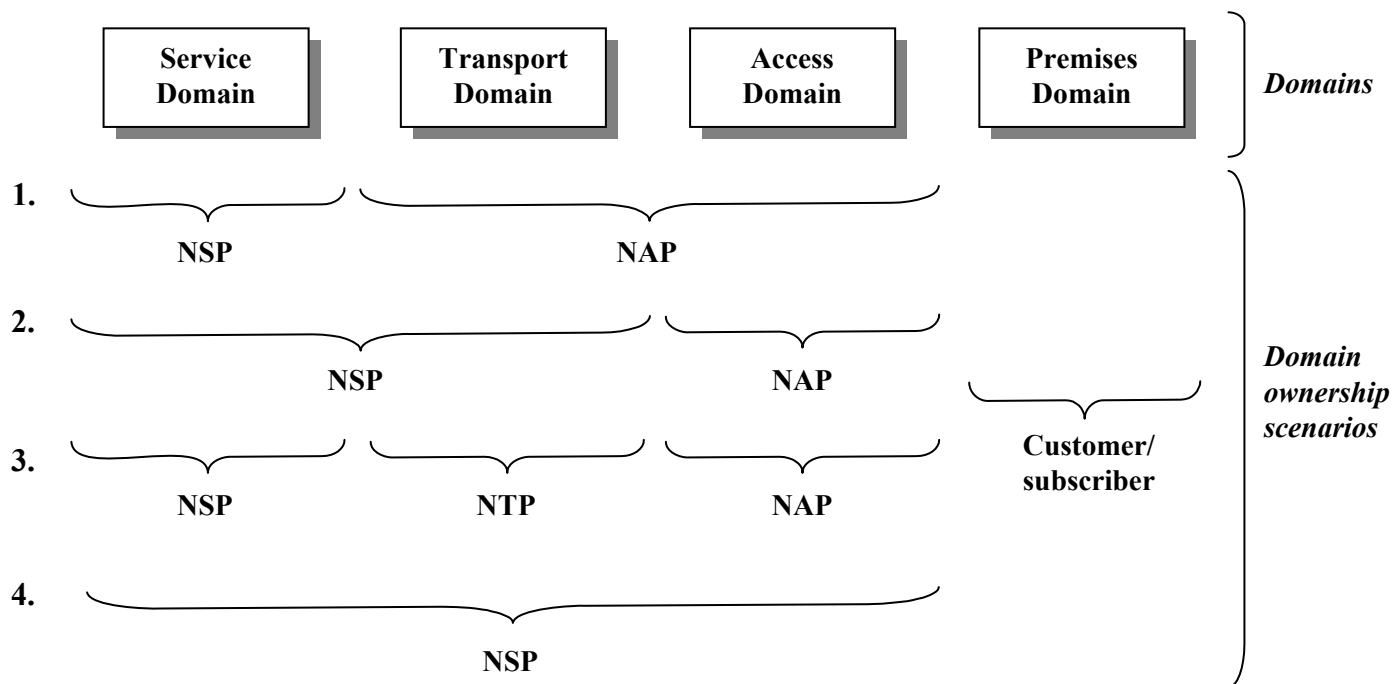
Στο παρακάτω Σχήμα 8 φαίνονται τα διάφορα σενάρια τα οποία μπορούν να ισχύουν στην περίπτωση της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές DSL και τα οποία αφορούν στον φορέα κυριότητας καθενός από τα επιμέρους συστατικά του γενικού μοντέλου αναφοράς του DSL (*domain ownership scenarios*). Τα διαφορετικά αυτά σενάρια, όπως έχουν επισημανθεί από το DSL Forum και αναφέρονται στο [DSL10], είναι τα ακόλουθα:

Σενάριο 1. *Ο παροχέας πρόσβασης δικτύου (NAP) έχει υπό την κυριότητα του τα δίκτυα πρόσβασης και μεταφοράς και ο παροχέας δικτυακής υπηρεσίας (NSP) το δίκτυο παροχής των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας.*

Πρόκειται για το σενάριο στο οποίο ο παροχέας μεταφοράς δικτύου (NTP) δεν υφίσταται ως ιδιαίτερη οντότητα, αλλά η λειτουργικότητα που εγγενώς αυτός παρέχει παρέχεται από τον παροχέα πρόσβασης, ο οποίος φέρει στην κυριότητά του εκτός από το δίκτυο πρόσβασης και το δίκτυο μεταφοράς.

Σενάριο 2. *Ο παροχέας πρόσβασης δικτύου (NAP) έχει υπό την κυριότητα του το δίκτυο πρόσβασης και ο παροχέας δικτυακής υπηρεσίας (NSP) τα δίκτυα μεταφοράς και παροχής των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας*

Πρόκειται για το σενάριο στο οποίο ο παροχέας μεταφοράς (NTP) δεν υφίσταται ως ιδιαίτερη οντότητα, αλλά η λειτουργικότητα που εγγενώς αυτός παρέχει παρέχεται από τον παροχέα δικτυακής υπηρεσίας, ο οποίος φέρει στην κυριότητά του εκτός από το δίκτυο των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας και το δίκτυο μεταφοράς.



Σχήμα 8. Σενάρια κυριότητας επιμέρους δικτύων (*domains*) του γενικού μοντέλου αναφοράς για το DSL

Σενάριο 3. Ο παροχέας πρόσβασης δικτύου (*NAP*) έχει υπό την κυριότητα του το δίκτυο πρόσβασης, ο παροχέας μεταφοράς δικτύου (*NTP*) το δίκτυο μεταφοράς και ο παροχέας δικτυακής υπηρεσίας (*NSP*) το δίκτυο παροχής των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας.

Σενάριο 4. Ο παροχέας δικτύου (*NSP*) έχει υπό την κυριότητά του τα δίκτυα πρόσβασης, μεταφοράς και παροχής των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Πρόκειται για το σενάριο στο οποίο τόσο ο παροχέας πρόσβασης δικτύου (*NAP*), όσο και ο παροχέας μεταφοράς δικτύου (*NTP*), δεν υφίσταται ως ιδιαίτερες οντότητες, αλλά η λειτουργικότητα που εγγενώς αυτοί παρέχουν παρέχεται από τον παροχέα δικτυακής υπηρεσίας, ο οποίος φέρει στην κυριότητά του εκτός από το δίκτυο των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας και τα δίκτυα πρόσβασης και μεταφοράς.

4.2.4. Συνηθέστερα επιχειρησιακά μοντέλα

Στην παράγραφο 4.2.2 καταγράφηκαν οι ρόλοι οι οποίοι γενικά μπορεί να υφίστανται στα πλαίσια επιχειρησιακών μοντέλων παροχής δικτυακών υπηρεσιών υψηλού επιπέδου σε συνδρομητές διαθέτοντες υποδομή πρόσβασης που βασίζεται στο DSL. Επίσης, στην προηγούμενη παράγραφο (§4.2.3) παρουσιάστηκαν τα διαφορετικά σενάρια κυριότητας από τους ρόλους αυτούς των επιμέρους δικτύων που συνιστούν το συνολικό μοντέλο αναφοράς για το DSL.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, πραγματοποιήθηκε μία εξαντλητική έρευνα της διεθνούς αγοράς παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από πρόσβαση DSL. Η έρευνα αυτή αφορούσε **α)** στους παροχείς-λειτουργούς δικτύων που στην πράξη εμπλέκονται για την παροχή των προστιθέμενης αξίας υπηρεσιών αυτών σε συνδρομητές DSL και **β)** στις

αλληλεπιδράσεις των παροχέων αυτών σε όρους παρεχόμενης λειτουργικότητας δικτυακών υπηρεσιών.

Το πληροφοριακό υλικό που αφορούσε στις αλληλεπιδράσεις που υφίστανται ανάμεσα στους παροχείς υπηρεσιών πρόσβασης DSL και τους παροχείς υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας (π.χ. ISPs), αντλήθηκε από τους δικτυακούς τόπους (WWW sites) των πρώτων. Συγκεκριμένα, αυτό έγινε μέσα από επισταμένη αναζήτηση στις περιγραφές των υπηρεσιών DSL που αυτοί παρέχουν, τον προορισμό χρήσης των υπηρεσιών αυτών (π.χ. Internet access) και τις συνεργασίες τους με τρίτους παροχείς, μέσα από τις οποίες η στοιχειώδης υπηρεσία πρόσβασης του DSL αξιοποιείται στο πλαίσιο της παροχής μίας υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας, μιας ωφέλιμης υπηρεσίας για τον τελικό χρήστη.

Η συγκεκριμένη έρευνα τελικά κατέδειξε ότι στην πράξη υφίστανται τρία συγκεκριμένα επιχειρησιακά μοντέλα για την παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές διαθέτοντες υποδομή πρόσβασης DSL. Τα μοντέλα αυτά διαφέρουν μεταξύ τους στο επίπεδο της αλληλεπίδρασης των βασικών ρόλων που εμπίπτουν στην εμπορική πραγματικότητα για το DSL, και συγκεκριμένα των ρόλων του *συνδρομητή* (§4.2.2.2), του *παροχέα πρόσβασης δικτύου* (NAP, §4.2.2.4) και του *παροχέα δικτυακής υπηρεσίας* (NSP, §4.2.2.6).

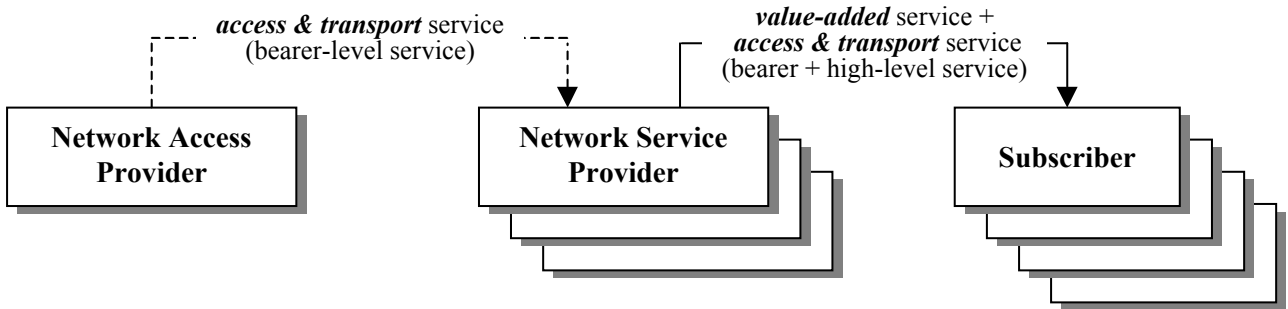
Τα τρία επιχειρησιακά μοντέλα αυτά τα οποία εντοπίστηκαν και στα οποία συνοψίζεται η παγκόσμια αγορά παροχής δικτυακών υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από DSL, είναι τα ακόλουθα:

1. επιχειρησιακό μοντέλο παροχής σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συναλλαγής από τον NAP στον NSP της υπηρεσίας πρόσβασης και μεταφοράς³⁵ και λιανικής παροχής από τον NSP στον συνδρομητή της δικτυακής υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας υψηλού επιπέδου συνδυασμένη (“bundled”) με την στοιχειώδη υπηρεσία πρόσβασης και μεταφοράς (Σχήμα 9α).
2. επιχειρησιακό μοντέλο παροχής σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συναλλαγής από τον NSP στον NAP της δικτυακής υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας υψηλού επιπέδου και λιανικής παροχής από τον NAP στον συνδρομητή της στοιχειώδους υπηρεσίας πρόσβασης και μεταφοράς συνδυασμένη (“bundled”) με την υπηρεσία υψηλού επιπέδου (Σχήμα 9β).
3. επιχειρησιακό μοντέλο λιανικής παροχής από τον NAP στον συνδρομητή της στοιχειώδους υπηρεσίας πρόσβασης και μεταφοράς και λιανικής παροχής από τον NSP στον συνδρομητή της δικτυακής υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας υψηλού επιπέδου (Σχήμα 9γ).

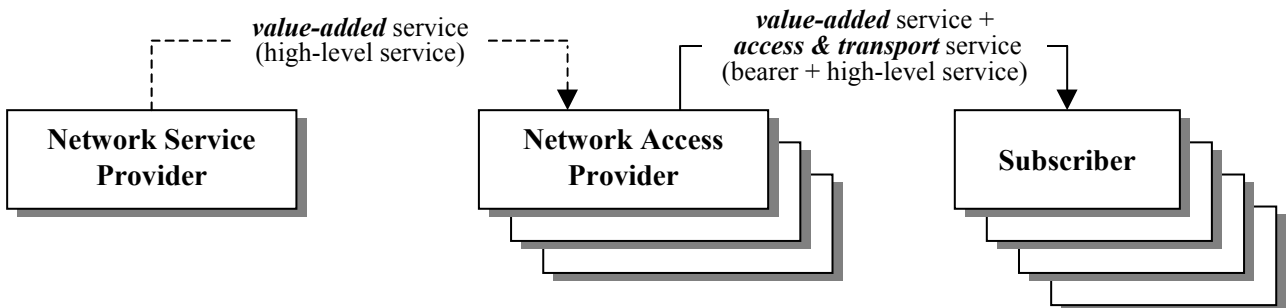
Στο παρακάτω Σχήμα 9 παρουσιάζονται γραφικά τα προαναφερθέντα επιχειρησιακά μοντέλα που συναντώνται στην διεθνή πραγματικότητα εμπορικής παροχής υψηλού επιπέδου δικτυακών υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση DSL. Στο σχήμα αυτό δεν απεικονίζεται ο ρόλος του *τελικού χρήστη* (§4.2.2.1), ο οποίος αναφέρθηκε στο γενικό επιχειρησιακό μοντέλο για το DSL. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο συγκεκριμένος ρόλος δεν συμμετέχει σε κανενός

³⁵ Θεωρείται η περίπτωση στην οποία ο NAP παίζει ταυτόχρονα και τον ρόλο του NTP (§4.2.3, σενάριο κυριότητας 1) ή ο NAP εξασφαλίζει σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συμφωνίας από τον NTP την υπηρεσία μεταφοράς. Στις περισσότερες των περιπτώσεων ισχύει η πρώτη περίπτωση στην οποία ο φορέας που αποκαλείται NAP παρέχει εγγενώς την υπηρεσία πρόσβασης και την υπηρεσία μεταφοράς.

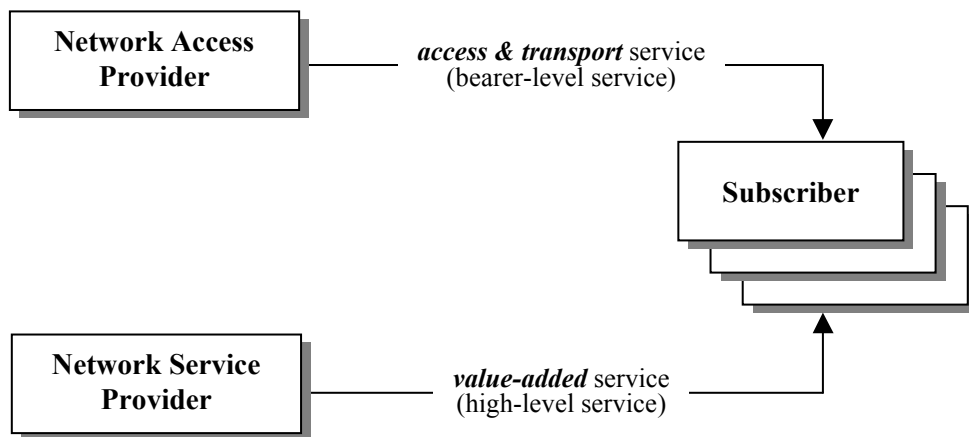
είδους αλληλεπιδράσεις με άλλους ρόλους (π.χ. παροχείς), οι οποίες αλληλεπιδράσεις να σχετίζονται με την παροχή του τελικού πακέτου των υπηρεσιών.



α) Επιχειρησιακό μοντέλο με χονδρική πώληση υπηρεσίας πρόσβασης και μεταφοράς από NAP σε NSP



β) Επιχειρησιακό μοντέλο με χονδρική παροχής υπηρεσίας υψηλού επιπέδου από NSP σε NAP



γ) Επιχειρησιακό μοντέλο με λιανική παροχή των υπηρεσιών των NAP σε NSP στον συνδρομητή

Υπόμνημα

- ➔ : παροχή υπηρεσιών “χονδρικός”
- ➔ : παροχή υπηρεσιών “λιανικός”
- : ρόλος

Σχήμα 9. Συνηθέστερα επιχειρησιακά μοντέλα παροχής δικτυακών υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές διαθέτοντες υποδομή πρόσβασης DSL

Ο τελικός χρήστης υφίσταται μόνο ως καταναλωτής των υπηρεσιών αυτών ευρισκόμενος κάτω από την αδιαφανή ομπρέλα μίας συνδρομής διαχειριζόμενης από τον ρόλο του *συνδρομητή* (§4.2.2.2).

Επίσης, στα παραπάνω επιχειρησιακά μοντέλα δεν γίνεται ρητή αναφορά στον ρόλο του *παροχέα τοπικού βρόχου* (§4.2.2.3). Ο ρόλος αυτός, αν υφίσταται ως ιδιαίτερη οντότητα στο επιχειρησιακό μοντέλο, θεωρείται ότι λειτουργεί ως *χονδρικού χαρακτήρα παροχέας* των υπηρεσιών του στον *παροχέα της υπηρεσίας πρόσβασης (NAP)*. Στην αντίθετη περίπτωση, ο *παροχέας πρόσβασης (NAP)*, είναι αυτός ο οποίος είναι επιφορτισμένος με την παροχή της λειτουργικότητας που προβλέπει ο ρόλος του *παροχέα τοπικού βρόχου*.

Ως προς τον επίσης μη αναφερόμενο στα παραπάνω μοντέλα ρόλο του *παροχέα μεταφοράς δικτύου* (§4.2.2.5), θεωρείται ότι αυτός *δεν* υφίσταται ως ιδιαίτερη οντότητα στα επιχειρησιακά μοντέλα και ότι η λειτουργικότητά του είναι ενσωματωμένη στα καθήκοντα του *παροχέα πρόσβασης δικτύου* (§4.2.3, σενάριο κυριότητας 1). Η παραδοχή αυτή επιβάλλεται από την πραγματικότητα των εμπορικών υλοποιήσεων δικτύων πρόσβασης που βασίζονται στο DSL παγκοσμίως, σύμφωνα με την συντριπτική πλειοψηφία των οποίων, ο ρόλος του *παροχέα της υπηρεσίας μεταφοράς* δεν υφίσταται ως ιδιαίτερη οντότητα, αλλά είναι συνυφασμένος με τον ρόλο του *παροχέα της υπηρεσίας πρόσβασης DSL* κάτω από την «συνολική» ονομασία *παροχέας πρόσβασης δικτύου (NAP) [DSL/F10]*

5. Επισκόπηση τρέχουσας πρακτικής χρέωσης υπηρεσιών πρόσβασης DSL

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται μία καταγραφή της σημερινής πραγματικότητας όσον αφορά στην χρέωση υπηρεσιών DSL. Στην §5.1 πραγματοποιείται μία επισκόπηση της τρέχουσας πρακτικής χρέωσης εμπορικά προσφερόμενων δικτυακών υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση DSL, ενώ στις παραγράφους §5.2 και §5.3 γίνεται μια επισκόπηση του θέματος της χρέωσης υπηρεσιών DSL στις αντίστοιχες αγορές των Η.Π.Α. και της Ευρώπης αντίστοιχα.

5.1. Υιοθέτηση πολιτικών χρέωσης επίπεδου ρυθμού

Οι υπηρεσίες πρόσβασης που βασίζονται στο DSL, εμπορικά αποτελούν μία νέα σχετικά τεχνολογία στο χώρο της αγοράς δικτυακών υπηρεσιών, ακόμη και για χώρες που παραδοσιακά διακρίνονται για τις υποδομές τους στον τομέα των δικτύων και την σε μεγάλη έκταση αποδοχή και παροχή σύγχρονων δικτυακών υπηρεσιών στον τελικό χρήστη-καταναλωτή (π.χ. Η.Π.Α.). Πρόκειται λοιπόν για μία τεχνολογία που δεν έχει περισσότερα από δύο με τρία χρόνια εμπορικής εφαρμογής και η οποία φιλοδοξεί να ανταγωνιστεί με επιτυχία άλλες υπάρχουσες τεχνολογίες πρόσβασης (§3.5)

Δεδομένης της σύντομης αυτής εμπορικής παρουσίας του DSL ως τεχνολογίας πρόσβασης, η πολιτική χρέωσης που κατά κανόνα υιοθετείται σήμερα παγκοσμίως από τους αντίστοιχους παροχείς βασίζεται σε **χρεώσεις επίπεδου ρυθμού** (flat-rate charges) είτε σε αποκλειστικότητα (§5.1.1), είτε σε συνδυασμό με δευτερεύουσες βασιζόμενες στην χρήση χρεώσεις (usage-based charges) οι οποίες εφαρμόζονται επιπρόσθετα των σταθερών χρεώσεων υπό συγκεκριμένες συνθήκες που αφορούν στο μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης (§5.1.2) {[DSLPPDir] [DSLWoDir]}.

Η διαπίστωση αυτή προκύπτει κυρίως από τον χώρο των υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet, που αυτή τη στιγμή παγκοσμίως αποτελεί την δικτυακή υπηρεσία προστιθέμενης αξίας με την οποία κατά κύριο λόγο συνδυάζονται οι στοιχειώδεις υπηρεσίες πρόσβασης DSL στο στάδιο αυτό των τριών ετών της εμπορικής παρουσίας της τεχνολογίας DSL. Συνεπώς, οι πολιτικές χρέωσης που παρουσιάζονται στην συνέχεια ως υιοθετούμενες σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο, αφορούν κατά βάση την χρέωση υπηρεσιών πρόσβασης DSL στο πλαίσιο της υλοποίησης υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πρόσβασης στο Internet.

5.1.1. Υιοθετούμενη χρέωση αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων παγκοσμίως, η πολιτική που εφαρμόζεται για την χρέωση δικτυακών υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση DSL είναι **αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού** (flat-rate charging, §2.4.1) χωρίς την ύπαρξη οποιωνδήποτε χρεώσεων που αποτελούν

συνάρτηση του μεγέθους της πραγματοποιούμενης χρήσης (διάρκεια χρήσης, όγκος διακινούμενης κυκλοφορίας). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην περίπτωση της εμπορικά δημοφιλούς για το DSL εφαρμογής της πρόσβασης στο Internet, τέτοιου είδους σχήματα χρέωσης υιοθετούνται από το σύνολο των παροχέων υπηρεσιών DSL των Η.Π.Α. [DSLFe], καθώς και από την μεγάλη πλειοψηφία των αντίστοιχων παροχέων στην Ευρώπη (αναλυτική αναφορά σε §5.3) {[DSLDir] [DSLWoDir], [xDSL99]}.

Στα πλαίσια μίας τέτοιας πρακτικής χρέωσης, στους πελάτες-συνδρομητές παρέχονται σε περιοδική βάση (π.χ. μηνιαία, 4μηνιαία, ετήσια συνδρομή) σταθερές χρεώσεις, οι οποίες δεν λαμβάνουν υπόψη τους το μέγεθος της πραγματικής χρήσης που πραγματοποιείται από τον συνδρομητή στην υπηρεσία. Συνεπώς, οι ταρίφες της εφαρμοζόμενης αυτής πολιτικής χρέωσης για ένα χρονικό διάστημα παροχής της χρησιμοποίησης της υπηρεσίας (περίοδος συνδρομής) έχουν την μορφή της ακόλουθης γενικής σχέσης:

Σχέση 8.

$$Charge = c$$

Η σταθερή αυτή περιοδική χρέωση, δηλ. η τιμή της παραμέτρου c στην ταρίφα στην Σχέση 8, συνιστά την χρέωση συνδρομής (*subscription charge*, §2.1.2.1) της επίπεδου ρυθμού επιβαλλόμενης χρέωσης. Η τιμή της εξαρτάται από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της παρεχόμενης υπηρεσίας πρόσβασης DSL. Τα σημαντικότερα και πιο συνηθισμένα από τα χαρακτηριστικά αυτά που καθορίζουν την τιμή της περιοδικής συνδρομής είναι τα ακόλουθα:

- η προσφερόμενη απόδοση της υπηρεσίας (ρυθμοί μετάδοσης *καθόδου* και *ανόδου*),
- ο ασύμμετρος (*asymmetrical*) ή συμμετρικός (*symmetrical*) χαρακτήρας της υπηρεσίας,
- ο συγκεκριμένος τύπος της υπηρεσίας DSL (xDSL, π.χ. ADSL, G.Lite, HDSL, SDSL, IDSL κλπ.),
- η ταυτόχρονη παροχή υπηρεσίας POTS,
- η κατηγορία στην οποία ανήκει ο συνδρομητής/πελάτης της υπηρεσίας (συνδρομητής οικιακού ή επαγγελματικού χαρακτήρα),
- το πλήθος των εξυπηρετούμενων χρηστών από μία συνδρομή DSL (μοναδικός χρήστης ή πολλαπλοί χρήστες),
- τυχόν επιπλέον υπηρεσίες (π.χ. Internet πρόσβαση, e-mail λογαριασμοί, static/dynamic IP addresses, Web hosting, χορήγηση domain name(s), domain hosting σε τοπικό ή απομακρυσμένο DNS server, roaming access κ.ά.) που προσφέρονται ως πακέτο (“bundled”) με την υπηρεσία πρόσβασης.

5.1.2. Υιοθετούμενη κλιμακωτή χρέωση επιπέδων χρέωσης επίπεδου ρυθμού και βάσει χρήσης

Εκτός από την πολιτική χρέωσης αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού που υιοθετείται παγκοσμίως από την πλειοψηφία των παροχέων και η οποία περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο (§5.1.1), υπάρχουν συγκεκριμένες περιπτώσεις παροχέων υπηρεσιών DSL που υιοθετούν την επίπεδη χρέωση ως βασικό συστατικό των ταριφών τους, συνοδεύοντας την όμως υπό συνθήκες από χρεώσεις που βασίζονται στην χρήση (*usage-based*, §2.4.2). Οι συνθήκες αυτές αφορούν στο μέγεθος της χρήσης που πραγματοποιεί ο συνδρομητής στην υπηρεσία. Παράδειγμα μίας τέτοιας συνθήκης, είναι η υπέρβαση ενός κατωφλιού (*threshold*) στον όγκο της διακινηθείσας από αυτόν κυκλοφορίας στα πλαίσια της υπηρεσίας.

5.1.2.1. Γενική μορφή επιβαλλόμενης κλιμακωτής χρέωσης

Πρόκειται για μεθόδους κλιμακωτής χρέωσης (*tiered charging*), στο πρώτο επίπεδο των οποίων η χρέωση είναι επίπεδου ρυθμού (*flat-rate charging*) και στο δεύτερο επίπεδο είναι μία χρέωση που βασίζεται στα χαρακτηριστικά κάποιου μεγέθους χρήσης (*usage-based charging*). Οι ταρίφες αυτών των πολιτικών χρέωσης που υιοθετούνται από μερικούς παροχείς υπηρεσιών DSL, έχουν την μορφή της ακόλουθης γενικής σχέσης για μία περίοδο συνδρομής:

$$\text{Σχέση 9.} \quad \text{Charge} = \begin{cases} c & \text{usage threshold NOT crossed} \\ c + f(\text{usage}) & \text{usage threshold crossed} \end{cases}$$

Από την ταρίφα στη Σχέση 9 διαπιστώνουμε ότι σε πρώτο στάδιο ο χρήστης της υπηρεσίας υφίσταται χρέωση επίπεδου ρυθμού. Η υπέρβαση κάποιου συγκεκριμένου ορίου στο μέγεθος της χρήσης του στην υπηρεσία συνεπάγεται την εφαρμογή μιας επιπλέον χρέωσης που βασίζεται στην χρήση.

Το κατώφλι (*threshold*) που ορίζει την μετάβαση από το πρώτο επίπεδο (*tier*) χρέωσης στο δεύτερο, αποτελεί κάποιο όριο του μεγέθους της πραγματικής χρήσης που κάνει ο χρήστης στην υπηρεσία. Η υπέρβαση αυτού το ορίου σημαίνει ταυτόχρονα και την μετάβαση στο δεύτερο επίπεδο της κλιμακωτής χρέωσης.

Σε εμπορικά προσφερόμενες υπηρεσίες που υιοθετούν την συγκεκριμένη μορφή χρέωσης, το κατώφλι αυτό αναφέρεται είτε στον όγκο της διακινούμενης κυκλοφορίας στο πλαίσιο της υπηρεσίας, είτε στην διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας [DSLWoDir].

Η σταθερή παράμετρος c που περιέχεται στην παραπάνω σχέση (Σχέση 9), συνιστά την σταθερή περιοδική χρέωση της επίπεδου ρυθμού επιβαλλόμενης χρέωσης. Η τιμή της σταθερής αυτής χρέωσης εξαρτάται από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της παρεχόμενης υπηρεσίας πρόσβασης DSL, τα σημαντικότερα και συνηθέστερα από τα οποία είναι αυτά που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο στην περίπτωση που η επιβαλλόμενη χρέωση είναι αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού (§5.1.1).

Η δεύτερη συνιστώσα $f(\text{usage})$ της χρέωσης στην παραπάνω σχέση (Σχέση 9), αποτελεί μία βασιζόμενη στην χρήση χρέωση που λαμβάνει υπόψη της το μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης από την στιγμή που ο χρήστης υπερέβη το κατώφλι και μετά. Η επιπρόσθετη αυτή χρέωση γενικά μπορεί να υπολογίζεται σύμφωνα με οποιαδήποτε από τις συγκεκριμένες πολιτικές χρέωσης βάσει χρήσης που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2 (§2.4.2). Στην πράξη όμως σχετίζεται με το μέγεθος το οποίο συνιστά το κατώφλι μετάβασης επιπέδων στην κλιμακωτή χρέωση. Για παράδειγμα, αν η επιπρόσθετη χρέωση χρήσης αποτελεί μία συνάρτηση του όγκου της διακινούμενης κυκλοφορίας (βλ. Σχέση 5 §2.4.2), τότε το κατώφλι της κλιμακωτής χρέωσης θα αφορά σε όγκο διακινούμενης κυκλοφορίας. Ένα τέτοιο παράδειγμα συνιστά η ταρίφα στην Σχέση 10 παρακάτω.

Η υπέρβαση του συγκεκριμένου κατωφλιού στην παραπάνω κλιμακωτή χρέωση (Σχέση 9), συνεπάγεται την ενεργοποίηση της βασιζόμενης στην χρήση χρέωσης από την στιγμή της υπέρβασης του συγκεκριμένου ορίου μέχρι την συμπλήρωση του χρόνου της περιόδου συνδρομής (βλ. Σχέση 10, Σχέση 11). Η υπολογιζόμενη σε αυτό το διάστημα χρέωση χρήσης προστίθεται στην σταθερή συνδρομητική χρέωση δίνοντας την τελική χρέωση της υπηρεσίας για τον χρήστη.

Στην πράξη, οι ταρίφες των παροχέων υπηρεσιών DSL που υιοθετούν την συγκεκριμένη πολιτική κλιμακωτής χρέωσης, έχουν την μορφή μιας από τις ταρίφες που περιγράφονται στις ακόλουθες δύο σχέσεις [DSLWoDir]:

$$\text{Σχέση 10.} \quad \text{Charge} = \begin{cases} c & V < v \\ c + b \cdot (V - v) & V \geq v \end{cases}$$

Σχέση 11.

$$Charge = \begin{cases} c & T < t \\ c + b \cdot (T - t) & T \geq t \end{cases}$$

Στην πρώτη από τις ταρίφες αυτές (Σχέση 10) η παράμετρος ν εκφράζει τον όγκο της διακινούμενης κυκλοφορίας που συνιστά το κατώφλι μετάβασης στο δεύτερο επίπεδο της συγκεκριμένης μεθόδου κλιμακωτής χρέωσης. Στην ίδια ταρίφα, η παράμετρος V εκφράζει τον πραγματικό όγκο της κυκλοφορίας που διακινείται στο πλαίσιο της υπηρεσίας καθ' όλη της περίοδο συνδρομής. Στην ταρίφα αυτή παρατηρούμε ότι η επιπρόσθετη χρέωση χρήσης αποτελεί γραμμική συνάρτηση του όγκου κυκλοφορίας που διακινήθηκε από τον συνδρομητή από την στιγμή που αυτός υπερέβη το κατώφλι και μετά, μέχρι το τέλος δηλ. της περιόδου συνδρομής στην οποία εφαρμόζεται η ταρίφα.

Αντίστοιχα, στην δεύτερη ταρίφα (Σχέση 11) η παράμετρος t εκφράζει την διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας που συνιστά το κατώφλι μετάβασης στο δεύτερο επίπεδο της συγκεκριμένης μεθόδου κλιμακωτής χρέωσης. Η παράμετρος T εκφράζει την πραγματική συνολική διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας στην περίοδο συνδρομής. Στην ταρίφα αυτή, η επιπρόσθετη χρέωση χρήσης αποτελεί γραμμική συνάρτηση της διάρκειας χρήσης της υπηρεσίας από την στιγμή που ο συνδρομητής υπερέβη το κατώφλι μέχρι το τέλος της περιόδου συνδρομής στην οποία εφαρμόζεται η ταρίφα.

5.1.2.2. Παραδείγματα εμπορικής εφαρμογής κλιμακωτής χρέωσης

Παραδείγματα χρέωσης υπηρεσιών DSL σύμφωνα με την κλιμακωτή χρέωση της γενικής μορφής που περιγράφεται από την Σχέση 10, συναντώνται στην υπηρεσία πρόσβασης ADSL “*Belgacom Turbo Line*” [BelgTL] που προσφέρεται από τον βελγικό οργανισμό τηλεπικοινωνιών *Belgacom* [Belgacom], στην “*JetStream*” σειρά υπηρεσιών πρόσβασης ADSL [JetStream] που προσφέρεται από τον τηλεπικοινωνιακό οργανισμό της Νέας Ζηλανδίας *Telecom New Zealand* [TNewZeal] και σε μία σειρά υπηρεσιών ADSL [TelADSL] προσφερόμενων από την τηλεπικοινωνιακή εταιρία *Telstra* [Telstra] της Αυστραλίας.

Από την άλλη πλευρά, παραδείγματα χρέωσης υπηρεσιών DSL σύμφωνα με την πολιτική κλιμακωτή χρέωση της γενικής μορφής που περιγράφεται από την Σχέση 11, συναντώνται στην “*T-Online*” σειρά υπηρεσιών πρόσβασης ADSL [TDSL] που προσφέρεται από τον γερμανικό οργανισμό τηλεπικοινωνιών *Deutsche Telekom* [Dtag] και στις “*Magix*” σειρές υπηρεσιών ADSL [Magix] που προσφέρονται και από τον τηλεπικοινωνιακό οργανισμό της Σιγκαπούρης *Singapore Telecom* [SingTel].

5.1.3. Τεκμηρίωση τρέχουσας πρακτικής χρέωσης

5.1.3.1. Τεκμηρίωση τρέχουσας πρακτικής χρέωσης αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού

Οι κύριοι λόγοι για την υιοθέτηση στην πλειοψηφία των περιπτώσεων παγκοσμίως πολιτικής χρέωσης αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού για την χρέωση υπηρεσιών πρόσβασης DSL, είναι οι εξής:

1. *Ευκολία στην υλοποίηση και εφαρμογή μίας επίπεδου ρυθμού πολιτικής χρέωσης από τους DSL παροχείς.*

Μία επίπεδου ρυθμού πολιτική χρέωσης αποτελεί μία άμεσα εφαρμόσιμη μέθοδο χρέωσης σε ένα νέο εμπορικά δίκτυο όπως είναι τα δίκτυα πρόσβασης DSL, τα οποία από την πλευρά των παροχών επιζητούν την άμεση και ταχεία υλοποίηση τους και διάθεσή τους προς εμπορική χρήση έτσι ώστε να επιτευχθεί η κατ' αρχήν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διείσδυση του κάθε παροχέα στην νέα αγορά υπηρεσιών του DSL.

2. *Εξοικείωση των συνδρομητών με χρεώσεις επίπεδου ρυθμού*

Από την πλευρά του χρήστη, οι επίπεδου ρυθμού ταρίφες είναι απόλυτα κατανοητές και προβλέψιμες από αυτόν, λόγω της εγγενούς απλότητας τους αλλά και της υπάρχουσας εμπειρίας του συνδρομητή-καταναλωτή με αυτή την μορφή χρέωσης από την τηλεφωνία και την παραδοσιακή dial-up υπηρεσία πρόσβασης στο Internet. Στην εξοικείωση άλλωστε αυτή του χρήστη με την επίπεδου ρυθμού χρέωση και στις υψηλές αποδόσεις των διαφόρων εκδόσεων του DSL στοχεύει και η πολιτική προώθησης (marketing) των παροχών της νέας αυτής υπηρεσίας πρόσβασης για την προσέλκυση νέων χρηστών και την εξάπλωση της εμπορικής βάσης χρήσης της έναντι των ανταγωνιστών τεχνολογιών πρόσβασης.

3. *Απουσία άμεσης ανάγκης από τους παροχείς για την παροχή στους συνδρομητές κινήτρων ελέγχου της συνεισφερόμενης κυκλοφορίας τους στα DSL δίκτυα πρόσβασης και μεταφοράς, λόγω μικρού βαθμού φόρτωσης (loading) των τελευταίων.*

Εφόσον το DSL αποτελεί μία τεχνολογία πρόσβασης με μικρή χρονικά παρουσία στην αγορά υπηρεσιών ως δημόσια προσφερόμενο εμπορικό προϊόν, συνεπάγεται ότι σε πολλές τα δίκτυα πρόσβασης και μεταφοράς των παροχών βρίσκονται σε κατάσταση υπολειτουργίας, καθώς τώρα πραγματοποιείται η οποίας μορφής στροφή προς το DSL από τους χρήστες/καταναλωτές. Η διαθέσιμη λοιπόν χωρητικότητα που έχουν επενδύσει οι DSL παροχείς στα δίκτυα πρόσβασής τους, συχνά υπολείπεται κατά πολύ της υπάρχουσας αυτή τη στιγμή ζήτησης σε DSL υπηρεσίες, λόγω ακριβώς της σχετικά μικρής χρονικά εμπορικής παρουσίας της «νέας» τεχνολογίας του DSL. Έτσι, η μη αντιμετώπιση προβλήματος χωρητικότητας στα δίκτυα πρόσβασης επιτρέπει την επιβολή επίπεδου ρυθμού ταριφών, καθώς η χρέωση δεν χρειάζεται να λειτουργήσει ως μηχανισμός ελέγχου.

Στο μέλλον, η αύξηση της χρήσης των δικτύων πρόσβασης με την διεύρυνση της βάση των DSL χρηστών, ενδεχομένως θα οδηγήσει του παροχείς των DSL υπηρεσιών πρόσβασης στην εγκατάλειψη της χρέωσης επίπεδου ρυθμού και στην υιοθέτηση χρεώσεων που βασίζονται στην χρήση, ακριβώς για τα πλεονεκτήματα τα οποία προσφέρονται μέσα από ένα σχήμα χρέωσης που λαμβάνει υπόψη του το μέγεθος της χρήσης που γίνεται από τον κάθε χρήστη στην υπηρεσία (§2.4.2.1). Ένδειξη για την ισχύ της διαπίστωσης αυτής αποτελεί η υιοθετούμενη από αρκετούς παροχείς υπηρεσιών DSL πρακτικών χρέωσης στις οποίες οι χρεώσεις επίπεδου ρυθμού εντάσσονται σε ένα κλιμακωτό πλαίσιο χρέωσης (tiered charging) με την ύπαρξη βασιζόμενων στην χρήση χρεώσεων σε δεύτερο επίπεδο, όπως εξηγήθηκε στην παράγραφο 5.1.2 παραπάνω. Οι λόγοι για την υιοθέτηση μίας τέτοιας τακτικής χρέωσης αναπτύσσονται στην αμέσως επόμενη παράγραφο.

5.1.3.2. Τεκμηρίωση πρακτικής κλιμακωτής χρέωσης επιπέδων χρέωσης επίπεδου ρυθμού και βάσει χρήσης

Η επιλογή από μερικούς παροχείς DSL παγκοσμίως (π.χ. από ευρωπαϊκούς, βλ. §5.3) της τακτικής χρέωσης των υπηρεσιών DSL όχι κατά έναν αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού τρόπο, υποκινείται από την διάθεση για χρησιμοποίηση του μηχανισμού της χρέωσης από ένα

σημείο και πέρα (thresholds επιπέδων κλιμακωτής χρέωσης) ως μηχανισμού ελέγχου της χρήσης και δικαιότερης κατανομής των χρεώσεων χρήσης των υπηρεσιών του δικτύου.

Το κύριο συστατικό των κλιμακωτών αυτών σχημάτων χρέωσης παραμένει η σταθερή συνδρομητική χρέωση. Οι λόγοι για αυτό δεν είναι άλλοι από την ελκυστικότητα που παρουσιάζει η χρέωση επίπεδου ρυθμού στους τελικούς χρήστες-καταναλωτές και τις δυνατότητες που μέσα από την απλότητά της παρέχει αυτού του τύπου η χρέωση για την ταχεία ανάπτυξη χρήσης του δικτύου, ειδικότερα σε περιπτώσεις αρχικής λειτουργίας του τελευταίου όπου επιδιώκεται η ταχεία προσέλκυση νέων χρηστών.

Η σε δεύτερο επίπεδο της κλιμακωτής χρέωσης επιβάρυνση του χρήστη με χρεώσεις βάσει της χρήσης (όταν αυτός υπερβαίνει κάποιο όριο στο μέγεθος της πραγματικής χρήσης), εξυπηρετεί την ανάγκη του παροχέα για έλεγχο της χρήσης του δικτύου και την αποδοτική λειτουργία του μέσα από την παροχή ορθών κινήτρων (*incentive compatibility*, §2.1.3.2). Ο βαθμός στον οποίο ο παροχέας της υπηρεσίας μπορεί να χρησιμοποιήσει την υπηρεσία ως μηχανισμό ελέγχου, εξαρτάται από την ευκολία ή όχι με την οποία ο μέσος χρήστης υπερβαίνει το κατώφλι της κλιμακωτής ταρίφας χρέωσης που καθορίζει την μετάβαση από την αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού χρέωση σε μία επιπρόσθετη χρέωση που λαμβάνει υπόψη της το μέγεθος της χρήσης που γίνεται στην υπηρεσία (βλ. Σχέση 9 §5.1.2). Η υιοθέτηση πολύ εύκολα επιτεύξιμου κριτηρίου μετάβασης από το ένα επίπεδο χρέωσης στο άλλο (π.χ. μικρός όγκος διακινούμενης κυκλοφορίας) θα συνεπάγεται την σε μεγαλύτερο βαθμό λειτουργία της χρέωσης ως μηχανισμού ελέγχου απ' ό,τι στην περίπτωση της υιοθέτησης ενός πολύ λιγότερο εύκολα επιτεύξιμου κριτηρίου.

Επίσης, από την πλευρά και πάλι του παροχέα-λειτουργού του δικτύου, μία τέτοια κλιμακωτή πολιτική χρέωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτροπή χρήσης της υπηρεσίας για σκοπούς διαφορετικούς από αυτούς για τους οποίους προορίζεται. Για παράδειγμα, η επιλογή ενός κατάλληλου μεγέθους διακινούμενης κυκλοφορίας κατά την κατεύθυνση ανόδου ως κριτήριο μετάβασης από την καθαρά επίπεδου ρυθμού στην βασιζόμενη στην χρήση χρέωση και η επιλογή μιας υψηλής βασιζόμενης στην χρήση τιμή χρέωσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον παροχέα ως μέτρο για την αποφυγή χρήσης μιας συνδρομής Fast Internet για το hosting WWW server ή FTP server από τον χρήστη-συνδρομητή, αν η συγκεκριμένη υπηρεσία δεν προορίζεται για μία τέτοια χρήση. Συγκεκριμένο παράδειγμα εφαρμογής κλιμακωτής χρέωσης για λόγους αστυνόμευσης του χαρακτήρα χρήσης της υπηρεσίας αποτελεί η περίπτωση του αμερικάνικου παροχέα Telocity [Telocity].

Πέρα από την δυνατότητα χρησιμοποίησης της χρέωσης ως μηχανισμού ελέγχου για τον λειτουργό του δικτύου, το συστατικό της βασιζόμενης στην χρήση χρέωσης, μπορεί να συνεισφέρει στην ικανοποίηση μέχρι κάποιου σημείου της απαίτησης του τελικού χρήστη-πελάτη για δικαιοσύνη (*fairness*, §2.3.2) στην χρέωση που αυτός υφίσταται. Με μια χρέωση που από ένα σημείο και πέρα λαμβάνει υπόψη της το μέγεθος της πραγματικής χρήσης, ο χρήστης μπορεί να χρεώνεται ακριβώς για την πραγματική χρήση που κάνει σε μία υπηρεσία, χωρίς να επιδοτεί με την χρήση του αυτή άλλους χρήστες της ίδιας υπηρεσίας.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι το είδος της κλιμακωτής αυτής χρέωσης που εφαρμόζεται από μερικούς DSL παροχείς επιδιώκει να συνδυάσει κατά κάποιο τρόπο σε κάποιο βαθμό τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η επίπεδου ρυθμού χρέωση για τον χρήστη (απλότητα, εξοικείωση) με αυτά της βασιζόμενης στην χρήση χρέωσης τόσο για τον χρήστη (δικαιοσύνη), όσο και για τον παροχέα πρόσβασης (χρέωση ως μηχανισμού ελέγχου, συμβατότητα κινήτρων).

Αυτά τα θετικά στοιχεία όμως που εξασφαλίζονται από τον συνδυασμό της επίπεδου ρυθμού χρέωσης με την υπό συνθήκη για τον κάθε χρήστη επιπρόσθετη βασιζόμενη στην χρήση χρέωση, έχουν ως αντίτιμο για τον παροχέα το κόστος υλοποίησης και λειτουργίας

ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης μέτρησης χρήσης (accounting management system) για την δυνατότητα εφαρμογής βασιζόμενων στην χρήση.

5.2. Επισκόπηση εφαρμοζόμενων πολιτικών χρέωσης στην αγορά DSL υπηρεσιών των Η.Π.Α.

Το σύνολο των παροχών DSL υπηρεσιών πρόσβασης στο πλαίσιο της προστιθέμενης αξίας πρόσβασης στο Internet υιοθετούν αποκλειστικά επίπεδου ρυθμού πολιτική χρέωσης {[DSLWoDir], [xDSL99]}.

5.3. Επισκόπηση εφαρμοζόμενων πολιτικών χρέωσης στην αγορά υπηρεσιών DSL της Ευρώπης

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4) συνοψίζεται η αγορά των ευρωπαϊκών DSL παροχών σε ό,τι αφορά στην εφαρμοζόμενη πολιτική χρέωση. Από τον πίνακα αυτόν παρατηρούμε ότι και στην περίπτωση της αγοράς υπηρεσιών DSL της Ευρώπης, σε μεγάλο βαθμό υιοθετείται η επίπεδου ρυθμού πολιτική χρέωσης, με μερικούς παροχείς να καταφεύγουν στην υιοθέτηση χρεώσεων βασιζόμενων στην χρήση κυρίως υπό την μορφή κλιμακωτής χρέωσης.

Παροχέας	Πολιτική χρέωσης	Εξάρτηση χρέωσης από την χρήση
<i>Telekom Austria</i> (Αυστρία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο) με άνω όριο όγκου διακινηθείσας κυκλοφορίας	✓
<i>Belgacom</i> (Βέλγιο)	<i>κλιμακωτή:</i> 1. <i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο) 2. <i>βάσει όγκου</i> πάνω από κάποιο μηνιαίο όριο όγκου διακινούμενης κυκλοφορίας (χρέωση/Mb)	✓
<i>Tele Danmark</i> (Δανία)	<i>κλιμακωτή:</i> 1. <i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά 4μηνο πάγιο) 2. <i>βάσει όγκου</i> (χρέωση/Mb) πάνω από κάποιο 4μηνιαίο όριο όγκου διακινούμενης κυκλοφορίας	✓
<i>Helsinki Telephone Corporation</i> (Φινλανδία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο)	×
<i>France Telecom</i> (Γαλλία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο)	×
<i>Deutsche Telekom</i> (Γερμανία)	<i>κλιμακωτή:</i> 1. <i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο) 2. <i>βάσει διάρκειας χρήσης</i> (χρέωση/min) πάνω από κάποιο μηνιαίο όριο διάρκειας χρήσης υπηρεσίας	✓
<i>KPN Telecom</i> (Ολλανδία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο)	×
<i>Cistron</i> (Ολλανδία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο)	×
<i>Telenor</i> (Νορβηγία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο)	×
<i>Telefonica</i> (Ισπανία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (wholesale, ανά μήνα πάγιο)	×
<i>Swisscom</i> (Ελβετία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο)	×
<i>British Telecom</i> (Μ. Βρετανία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο)	×
<i>Kingston Communications</i> (Μ. Βρετανία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο)	×
<i>Edge Technologies</i> (Μ. Βρετανία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο)	×
<i>Telecom Italia</i> (Ιταλία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά έτος πάγιο)	×
<i>Comm2000</i> (Ιταλία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά μήνα πάγιο)	×
<i>Unidata</i> (Ιταλία)	<i>επίπεδον ρυθμού</i> (ανά έτος πάγιο)	×
<i>Telia</i> (Σουηδία)	<i>βάσει όγκου</i> (πάγιο & χρέωση/Mb)	✓

Πίνακας 4. Σύνοψη πολιτικών χρέωσης ευρωπαϊκής αγοράς παροχέων υπηρεσιών DSL

6. Χρέωση υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet πάνω από πρόσβαση ADSL

Η ταχεία πρόσβαση στο Internet, συνιστά την εφαρμογή εκείνη ή ισοδύναμα την «υψηλού επιπέδου» δικτυακή υπηρεσία εκείνη, στην οποία συγκριτικά με άλλες εφαρμογές πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στο μεγαλύτερο βαθμό η υψηλών επιδόσεων «στοιχειώδης» υπηρεσία πρόσβασης που υλοποιεί η τεχνολογία του DSL, ιδιαίτερα στον ADSL τύπο της. Αυτό αποδεικνύεται από την διεθνή σήμερα πραγματικότητα των υλοποιήσεων δικτύων πρόσβασης DSL, οι οποίες υλοποιήσεις σε επίπεδο εμπορικής λειτουργίας χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για την παροχή υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet [DSL PDir], και δευτερευόντως για άλλες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας με υψηλές απαιτήσεις σε ρυθμούς μετάδοσης, όπως είναι εφαρμογές διανομής περιεχομένου (π.χ. video streaming/TV, VoD) και εφαρμογές εταιρικής συνδεσιμότητας (VPNs).

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η μελέτη ζητημάτων που αναφέρονται ακριβώς στο ζήτημα της χρέωσης της υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet (Internet access) των συνδρομητών ενός παροχέα υπηρεσίας Internet (ISP), οι οποίοι διαθέτουν την παρεχόμενη από έναν δεύτερο παροχέα (NAP) στοιχειώδη υπηρεσία πρόσβασης που υλοποιεί το ADSL. Το πακέτο (*bundle*) των δύο αυτών υπηρεσιών (ADSL access + Internet access), ο συνδυασμός των οποίων συνεπάγεται την υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο Internet, συνολικά αποκαλείται ως πακέτο υπηρεσιών ή απλώς ως υπηρεσία *ταχείας πρόσβασης στο Internet* (“*Fast Internet*”).

Το ADSL στις διάφορες παραλλαγές του (ADSL, ADSL Lite, RADSL, βλ. §3.3.1), συνιστά τον τύπο εκείνο της τεχνολογίας DSL (xDSL) που έχει συνδέσει την εμπορική παρουσία του με την υλοποίηση της προαναφερθείσας δικτυακής υπηρεσίας/εφαρμογής της ταχείας πρόσβασης στο Internet. Αυτό οφείλεται ακριβώς στην ασυμμετρικότητά των επιδόσεων του που ταιριάζει στον χαρακτήρα της χρήσης που γίνεται στην υπηρεσία πρόσβασης στο Internet. Εξάιρεση σε αυτό αποτελεί η περίπτωση χρησιμοποίησης της υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet για την λειτουργία εξυπηρετητών παροχής περιεχομένου ή πληροφοριακών πόρων (π.χ. WWW/FTP server hosting). Επιπλέον, η μεγάλης έκτασης εφαρμογή αυτή του ADSL για την υλοποίηση υπηρεσιών Fast Internet, οφείλεται και στους επαρκείς για την συγκεκριμένη εφαρμογή ρυθμούς μετάδοσης που παρέχει το ADSL σε αποστάσεις CPE-CO που καλύπτουν το 95% των περιπτώσεων της υπάρχουσας υποδομής του τοπικού βρόχου [DSL F]. Για τους λόγους λοιπόν αυτούς, η υπηρεσία της ταχείας πρόσβασης στο Internet (Fast Internet) είναι συνυφασμένη με τον ADSL τύπο της τεχνολογίας DSL. Βέβαια η μελέτη που πραγματοποιείται στο παρόν κεφάλαιο για την χρέωση υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet παρεχόμενων πάνω από πρόσβαση ADSL, ισχύει και για οποιοδήποτε άλλο τύπο τεχνολογίας DSL (xDSL) πάνω στην οποία μπορεί να παρέχεται μία υπηρεσία πρόσβασης στο Internet. Συνεπώς οποιαδήποτε αναφορά στην συνέχεια στο ADSL μπορεί να γενικευτεί σε xDSL χωρίς καμία αλλαγή στο περιεχόμενο των προτεινόμενων μεθόδων χρέωσης.

6.1. Υποθέσεις

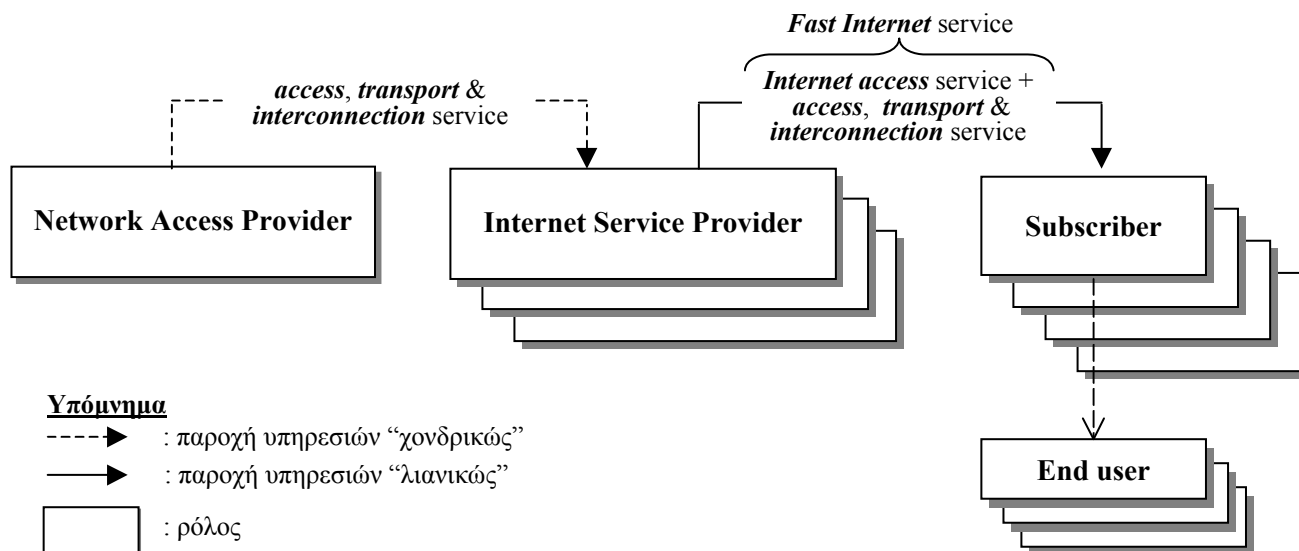
Τα ζητήματα που αφορούν στην χρέωση του πακέτου των υπηρεσιών Fast Internet με τα οποία ασχολείται το παρόν κεφάλαιο, αναπτύχθηκαν κάνοντας κάποιες συγκεκριμένες υποθέσεις οι οποίες αναφέρονται στο γενικό περιβάλλον και μοντέλο της παροχής υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet σε συνδρομητές ADSL. Πιο συγκεκριμένα, οι πραγματοποιούμενες αυτές υποθέσεις αφορούν:

- α) στο υιοθετούμενο **επιχειρησιακό μοντέλο** στα πλαίσια του οποίου γίνεται η παροχή στον τελικό χρήστη του πακέτου των υπηρεσιών Fast Internet,
- β) στην ισχύουσα **αρχιτεκτονική συγκέντρωσης** των δικτυακών υπηρεσιών επιπέδου 2 στο δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς για την παροχή του τελικού πακέτου των υπηρεσιών Fast Internet, και
- γ) στην **τεχνολογία επιπέδου 2** που υιοθετείται για το δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς.

Αναλυτικότερα, το περιεχόμενο καθεμιάς από της υποθέσεις αυτές περιγράφεται στις παραγράφους §6.1.1, §6.1.2 και §6.1.3 αντίστοιχα που ακολουθούν.

6.1.1. Επιχειρησιακό μοντέλο

Το επιχειρησιακό μοντέλο που θεωρούμε στο παρόν κεφάλαιο για την ανάλυση των ζητημάτων χρέωσης του πακέτου υπηρεσιών Fast Internet, είναι αυτό που απεικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 10.



Σχήμα 10. Υιοθετούμενο επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet

Στο σχήμα αυτό φαίνονται οι επιχειρησιακοί ρόλοι που υφίστανται στο συγκεκριμένο επιχειρησιακό μοντέλο, καθώς και οι σχέσεις που διέπουν τους ρόλους αυτούς σε όρους παρεχόμενης λειτουργικότητας (υπηρεσίες) και επίπεδο εμπορικής συναλλαγής παροχής της λειτουργικότητας αυτής (χονδρικός, λιανικός). Το επιχειρησιακό μοντέλο αυτό αποτελεί εφαρμογή ενός από τα 3 επιχειρησιακά μοντέλα που συναντώνται πιο συχνά στην πράξη για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών υψηλού επιπέδου πάνω από πρόσβαση DSL και τα οποία

παρουσιάστηκαν στην §4.2.4. Συγκεκριμένα, πρόκειται για το επιχειρησιακό μοντέλο 1 το οποίο παρουσιάστηκε στην συγκεκριμένη παράγραφο και απεικονίζεται στο Σχήμα 9α (σελ. 70).

Η υιοθέτηση του συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου έγινε ακριβώς λόγω της ευρείας εφαρμογής του σε παγκόσμιο επίπεδο {[DSLWoDir], [DSLEuWh], [xDSL99]}. Συγκεκριμένα, στην **ευρωπαϊκή** αγορά υπηρεσιών Fast Internet, το επιχειρησιακό μοντέλο αυτό εφαρμόζεται από σημαντικούς παροχείς υπηρεσιών πρόσβασης DSL, όπως την *British Telecom* [BT] στην Μ. Βρετανία, την *Deutsche Telekom* [Dtag] στην Γερμανία, την *France Telecom* [FranceT] στην Γαλλία, την *Telecom Italia* στην Ιταλία, την *Telefonica* [TelDeEsp] στην Ισπανία και την *Swisscom* [Swisc] στην Ελβετία. Πρόκειται δηλ. για μεγάλες ευρωπαϊκές εταιρίες στο χώρο των τηλεπικοινωνιών, οι οποίες αποτελούν για τις χώρες τους κυρίαρχους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς (PTOs) και δραστηριοποιούνται στην σύγχρονη αγορά της παροχής υπηρεσιών πρόσβασης DSL. Στις **Η.Π.Α.** το εν λόγω επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet, εφαρμόζεται κατά βάση από ανταγωνιστικούς τοπικούς τηλεπικοινωνιακούς φορείς (CLECs) που παρέχουν υπηρεσίες πρόσβασης DSL, όπως η *AT&T* [ATT], η *Covad Communications* [Covad], *Pacific Bell*, η *Rhythms NetConnections* [Rhythms] και η *NorthPoint Communications* [NorthP]. Τέλος, εκτός από την Ευρώπη και την Αμερική, το επιχειρησιακό μοντέλο αυτό εφαρμόζεται και σε άλλες αγορές υπηρεσιών Fast Internet, όπως π.χ. στην **Αυστραλία** από την *Telstra* [Telstra], στον **Καναδά** από την *Bell Canada* [BellCan] και στην **Ιαπωνία** από την *NTT East* [NTTE].

Ως συγκεκριμένο παράδειγμα υλοποίησης του εν λόγω επιχειρησιακού μοντέλου, δίνεται αυτό της Μ. Βρετανίας με την *British Telecom* [BT] να παίζει τον ρόλο του παροχέα πρόσβασης δικτύου (network access provider) και την *Nildram* [Nildram] τον ρόλο του ISP {[DSLWoDir], [NildADSL], [BTADSLR]}. Η αλληλεπίδραση των δύο αυτών παροχέων σε υπηρεσίες και επίπεδο εμπορικής συναλλαγής είναι αυτή που απεικονίζεται στο Σχήμα 10.

Η ακριβής περιγραφή των ρόλων του υιοθετούμενου επιχειρησιακού μοντέλου καθώς και η αλληλεπίδραση αυτών περιγράφεται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους 6.1.1.1 και 6.1.1.2 αντίστοιχα. Σημειώνεται εδώ ότι ο ακριβής προσδιορισμός και περιγραφή του επιχειρησιακού μοντέλου είναι απολύτως απαραίτητος για την διασαφήνιση του περιεχομένου των σχέσεων χρέωσης που υφίστανται μεταξύ των εμπλεκόμενων οντοτήτων-παροχέων.

6.1.1.1. Εμπλεκόμενοι ρόλοι

Στην περίπτωση του εν λόγω επιχειρησιακού μοντέλου για την παροχή της υψηλού επιπέδου υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet με χρήση της στοιχειώδους υπηρεσίας πρόσβασης που βασίζεται στο ADSL, οι ρόλοι οι οποίοι διακρίνονται είναι οι ακόλουθοι:

1. *παροχέας πρόσβασης δικτύου* (network access provider – NAP).

Πρόκειται για τον ομώνυμο ρόλο που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4 (§4.2.2.4) στο πλαίσιο του γενικού επιχειρησιακού μοντέλου για την παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών πάνω από υποδομή πρόσβασης βασισμένη στο DSL. Στο προκείμενο επιχειρησιακό μοντέλο, η οντότητα που αντιστοιχεί στον ρόλο αυτόν θεωρείται ότι διαχειρίζεται τα επιπέδου 2 δίκτυα πρόσβασης (access network) και το επίσης επιπέδου 2 δίκτυο μεταφοράς (transport network) (βλ. Σχήμα 11).

Ο ρόλος αυτός του παροχέα πρόσβασης δικτύου φέρεται από τον τηλεπικοινωνιακό φορέα ο οποίος είναι επιφορτισμένος με την παροχή των ακόλουθων υπηρεσιών (βλ. Σχήμα 11):

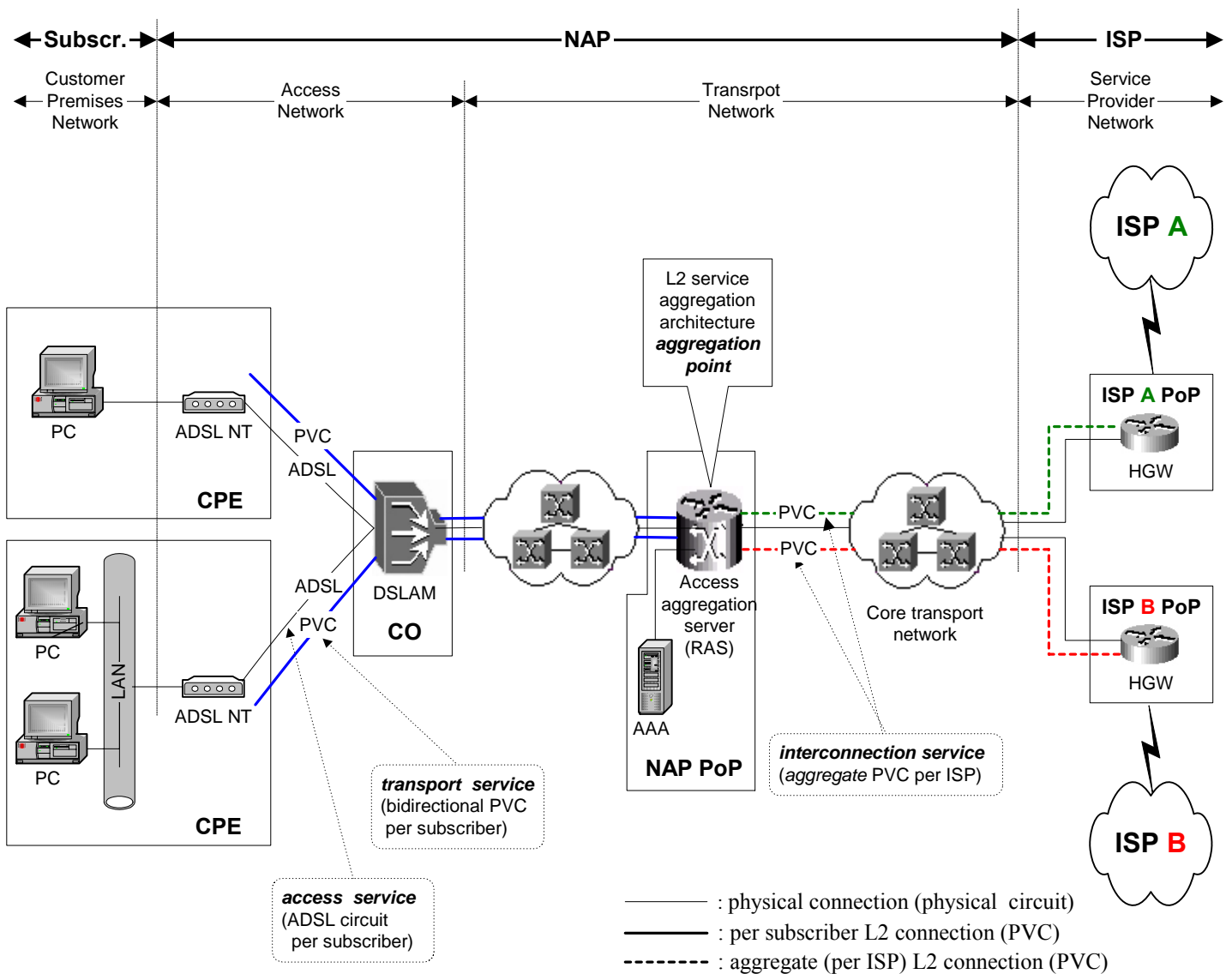
α) *της υπηρεσίας πρόσβασης* (access service) για κάθε συνδρομητή.

Η υπηρεσία αυτή αφορά στην παροχή στον κάθε συνδρομητή του ψηφιακού κυκλώματος ADSL. Η υπηρεσία πρόσβασης συνιστά μία υπηρεσία του φυσικού

επιπέδου (physical layer) κατά το μοντέλο αναφορά OSI και παρέχεται από τον NAP σε μία βάση ανά συνδρομητή.

β) της υπηρεσίας μεταφοράς (transport service) για κάθε συνδρομητή.

Η υπηρεσία αυτή αφορά στην παροχή στον κάθε συνδρομητή της μόνιμης ιδεατής σύνδεσης επιπέδου 2 (layer 2 permanent virtual connection – PVC) η οποία εκτείνεται από τον εξοπλισμό του ADSL modem στην πλευρά του συνδρομητή (ADSL NT) μέχρι την συσκευή συγκέντρωσης πρόσβασης (access aggregation server) στο σημείο παρουσίας (PoP) του NAP (βλ. Σχήμα 11). Η συγκεκριμένη υπηρεσία ορίζεται στο πλαίσιο της θεωρούμενης αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης στο δίκτυο μεταφοράς των δικτυακών υπηρεσιών επιπέδου 2. Η αρχιτεκτονική αυτή περιγράφεται παρακάτω (§6.1.2). Συνεπώς, η υπηρεσία μεταφοράς συνιστά μία υπηρεσία του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων (data link layer) κατά το μοντέλο αναφοράς OSI και παρέχεται από τον NAP σε μία βάση ανά συνδρομητή.



Σχήμα 11. Αρχιτεκτονική βασικών υπηρεσιών υλοποίησης υπηρεσίας Fast Internet

γ) της υπηρεσίας διασύνδεσης (interconnection service) για κάθε συνεργαζόμενο ISP.

Η υπηρεσία αυτή αφορά στην παροχή στον ISP μέσω του δικτύου κορμού μεταφοράς (core transport network) της μόνιμης ιδεατής σύνδεσης επιπέδου 2 (PVC) διασύνδεσης του δικτύου του ISP με το δίκτυο μεταφοράς. Η ιδεατή σύνδεση αυτή εκτείνεται από τον home gateway δρομολογητή στο σημείο παρουσίας (PoP) του ISP μέχρι την συσκευή συγκέντρωσης πρόσβασης (access aggregation server) στο σημείο παρουσίας (PoP) του NAP (βλ. Σχήμα 11). Και η υπηρεσία αυτή, όπως και η προαναφερθείσα υπηρεσία μεταφοράς, ορίζεται στο πλαίσιο της θεωρούμενης αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης στο δίκτυο μεταφοράς των δικτυακών υπηρεσιών επιπέδου 2 (βλ. §6.1.2). Έτσι η υπηρεσία διασύνδεσης αποτελεί μία υπηρεσία του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων (data link layer) κατά το μοντέλο αναφοράς OSI και παρεχόμενη από τον NAP σε μία βάση ανά ISP.

2. παροχέας υπηρεσίας Internet (Internet service provider – ISP).

Πρόκειται για τον ρόλο που φέρεται από την οντότητα που διαχειρίζεται το δίκτυο επιπέδου 3, από το οποίο παρέχεται στους *συνδρομητές* μέσω του δικτύου πρόσβασης και μεταφοράς του NAP, η προστιθέμενης αξίας υπηρεσία της πρόσβασης στο Internet (*Internet access service*).

Ο ρόλος αυτό αποτελεί συγκεκριμένη περίπτωση του ρόλου του παροχέα δικτυακής υπηρεσίας (network service provider – NSP) που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4 (§4.2.2.6) στο πλαίσιο του γενικού επιχειρησιακού μοντέλου για την παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών πάνω από υποδομή πρόσβασης βασιζόμενη στην τεχνολογία του DSL.

3. συνδρομητής (subscriber).

Πρόκειται για τον ομώνυμο γενικό ρόλο που υφίσταται στα επιχειρησιακά μοντέλα για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση DSL (§4.2.2.2). Στην προκειμένη περίπτωση, ο συνδρομητής είναι επιφορτισμένος με την φροντίδα της συνδρομής του πακέτου των υπηρεσιών Fast Internet (ενεργοποίηση συνδρομής, καταβολή λιανικών επιβαλλόμενων χρεώσεων/πληρωμή λογαριασμού χρήσης), το οποίο πακέτο υπηρεσιών παρέχεται λιανικώς από τον ISP.

4. τελικός χρήστης (end user).

Πρόκειται για τον ομώνυμο γενικό ρόλο που συναντάται στα επιχειρησιακά μοντέλα για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών πάνω από πρόσβαση DSL (§4.2.2.1). Στην προκειμένη περίπτωση, ο ρόλος αυτός ανατίθεται στην οντότητα που χρησιμοποιεί την υπηρεσία του Fast Internet και ωφελείται από την χρήση της.

Στο Σχήμα 11 παραπάνω απεικονίζεται η αρχιτεκτονική σε ό,τι αφορά στις βασικές δικτυακές υπηρεσίες για την υλοποίηση του πακέτου υπηρεσιών Fast Internet. Ειδικότερα, στο σχήμα αυτό φαίνονται **α)** το σύνολο των επιμέρους δικτύων που υφίστανται για την παροχή της υπηρεσίας Fast Internet **β)** οι βασικές δικτυακές υπηρεσίες που υλοποιούν την υπηρεσία Fast Internet, **γ)** οι οντότητες-ρόλοι οι οποίοι διακρίνονται στο υφιστάμενο επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή της εν λόγω τελικής υπηρεσίας Fast Internet, και **δ)** τα όρια δικαιοδοσίας των ρόλων αυτών στα προαναφερθέντα επιμέρους δίκτυα του όλου μοντέλου αναφοράς.

Οι υπηρεσίες επιπέδου 2 που ορίστηκαν παραπάνω ως μέρος των καθηκόντων του NAP (υπηρεσία μεταφοράς και υπηρεσία διασύνδεσης), υφίστανται στο πλαίσιο μίας συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής. Πρόκειται για την *αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών*

επιπέδου 2 (layer 2 service aggregation architecture) {[Cohen99], [AM98], [Yager99], [GY98], [ALHB99]}, η οποία υιοθετείται ευρέως στην πράξη από τους παροχείς υπηρεσιών πρόσβασης βασιζόμενων στο DSL στην περίπτωση της παροχής υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet στους συνδρομητές DSL (πακέτο υπηρεσιών Fast Internet). Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική που περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω (§6.1.2), υλοποιείται στο δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς στην πλειοψηφία των περιπτώσεων παροχής υπηρεσιών Fast Internet και ανεξαρτήτως του υιοθετούμενου μοντέλου υπηρεσιών (*service model*) για την υπηρεσία Fast Internet³⁶.

Οι υπηρεσίες πρόσβασης, μεταφοράς και διασύνδεσης που ορίστηκαν παραπάνω ως μέρος των αρμοδιοτήτων του NAP, αποτελούν τις βασικές δικτυακές υπηρεσίες στις οποίες βασίζεται από την πλευρά του NAP η παροχή στους συνδρομητές της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας της πρόσβασης στο Internet. Όμως, ανάλογα με το υιοθετούμενο μοντέλο υπηρεσιών, στις αρμοδιότητες του ρόλου του NAP μπορεί να περιλαμβάνεται η παροχή και άλλων δικτυακών υπηρεσιών που βασίζονται στις ορισθείσες παραπάνω ως βασικές. Για παράδειγμα στην περίπτωση που υιοθετείται το μοντέλο υπηρεσιών *L2TP/L2F Access Aggregation (LAA service model)* {[DSL25], [DSL98], [GY98], [Yager99], [Cohen99]}, ο NAP είναι επιφορτισμένος με την παροχή της υπηρεσίας της σήραγγας L2TP/L2F (L2TP/L2F tunnel) από την συσκευή του RAS μέχρι το HGW δρομολογητή του ISP. Το ζήτημα της χρέωσης για την υπηρεσία πρόσβασης του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP όμως, εξετάζεται στο επίπεδο 2 και στο πλαίσιο της συγκεκριμένων χαρακτηριστικών ισχύουσας αρχιτεκτονικής για τις υπηρεσίες επιπέδου 2.

Από τις υπηρεσίες που περιγράφηκαν παραπάνω ως αρμοδιότητα του ρόλου του NAP, διαπιστώνεται ότι στα καθήκοντα αυτού έχουν συμπεριληφθεί και τα καθήκοντα του γενικού ρόλου του *παροχέα μεταφοράς δικτύου* (network transport provider – NTP, §4.2.2.5), του ρόλου ο οποίος είχε αναφερθεί στο γενικό επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών υψηλού επιπέδου σε συνδρομητές DSL (§4.2.2). Η διαπίστωση αυτή προκύπτει από την θεώρηση απόδοσης των γενικών ρόλων του NAP και του NTP στην ίδια οντότητα, κάτι το οποίο στην πράξη αποτελεί σύνηθες γεγονός. Στις περιπτώσεις αυτές, ο μοναδικός φορέας που φέρει τους δύο αυτούς ρόλους αποκαλείται με το όνομα του NAP [DSL10], όπως ακριβώς γίνεται στην συγκεκριμένη περίπτωση του υιοθετούμενου επιχειρησιακού μοντέλου. Στο Σχήμα 11 παραπάνω, φαίνονται ακριβώς τα όρια δικαιοδοσίας του ρόλου του NAP με δεδομένη την συγκεκριμένη θεώρηση.

Επίσης, πέρα από την υπηρεσία πρόσβασης που τοπολογικά εντοπίζεται στο δίκτυο πρόσβασης (βλ. Σχήμα 11), οι δύο άλλες υπηρεσίες που παρέχονται από τον NAP (υπηρεσία μεταφοράς & υπηρεσία διασύνδεσης) αποτελούν άμεση συνέπεια της θεωρούμενης αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης των επιπέδου 2 υπηρεσιών στο δίκτυο μεταφοράς. Αναλυτική περιγραφή της αρχιτεκτονικής αυτής πραγματοποιείται στην §6.1.2 παρακάτω.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί εδώ η διαφορετική χρήση της έννοιας «*μεταφορά*» (“transport”) στους όρους «*δίκτυο μεταφοράς*» (“transport service”) και «*υπηρεσία*»

³⁶ Με τον όρο *μοντέλο υπηρεσιών (service model)* αναφερόμαστε στο σύνολο των πρωτοκόλλων τα οποία εφαρμόζονται στα πλαίσια του μοντέλου αναφοράς για το DSL (DSL reference model) για την υλοποίηση της παροχής στους τελικούς χρήστες των DSL συνδρομών των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Στην περίπτωση του πακέτου υπηρεσιών Fast Internet (πρόσβαση στο Internet ως υπηρεσία προστιθέμενης αξίας), τα μοντέλα υπηρεσιών τα οποία εφαρμόζονται συνήθως στην πράξη είναι το *PPP Terminated Aggregation (PTA service model)*, το *L2TP/L2F Access Aggregation (LAA service model)*, το *Bridged Access Aggregation* και το *Routed Access Aggregation* {[DSL25], [DSL98], [GY98], [Yager99], [Cohen99]}. Πρόκειται για μοντέλα υπηρεσιών τα οποία εμπίπτουν στην αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2 που συνήθως υλοποιείται στην πράξη από τους NAPs.

μεταφοράς» (“transport service”). Η έννοια του «δικτύου μεταφοράς» θεωρείται στο πλαίσιο του μοντέλου αναφοράς για το DSL (DSL reference model, §4.2.1) όπου και ορίστηκε. Από την άλλη πλευρά, η έννοια της «υπηρεσίας μεταφοράς» θεωρείται στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης στο δίκτυο μεταφοράς των υπηρεσιών επιπέδου 2 (§6.1.2) και ορίστηκε παραπάνω ως μέρος των καθηκόντων του NAP. Από τον ορισμό αυτό προκύπτει ότι η «υπηρεσία **μεταφοράς**» τοπολογικά εκτείνεται κατά μήκος ολόκληρου του δικτύου **πρόσβασης** και ενός τμήματος του «δικτύου **μεταφοράς**» (βλ. Σχήμα 11).

Γενικά, στο υπόλοιπο του παρόντος κεφαλαίου, κάθε αναφορά στις έννοιες «υπηρεσία πρόσβασης», «υπηρεσία μεταφοράς» και «υπηρεσία διασύνδεσης» θα γίνεται σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε για τις υπηρεσίες αυτές στην παρούσα παράγραφο (§6.1.1.1) στο πλαίσιο του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου (§6.1.1) και της θεωρούμενης αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης των υπηρεσιών επιπέδου 2 (§6.1.2) για την παροχή της τελικής υπηρεσίας του Fast Internet στους συνδρομητές.

6.1.1.2. Αλληλεπίδραση ρόλων

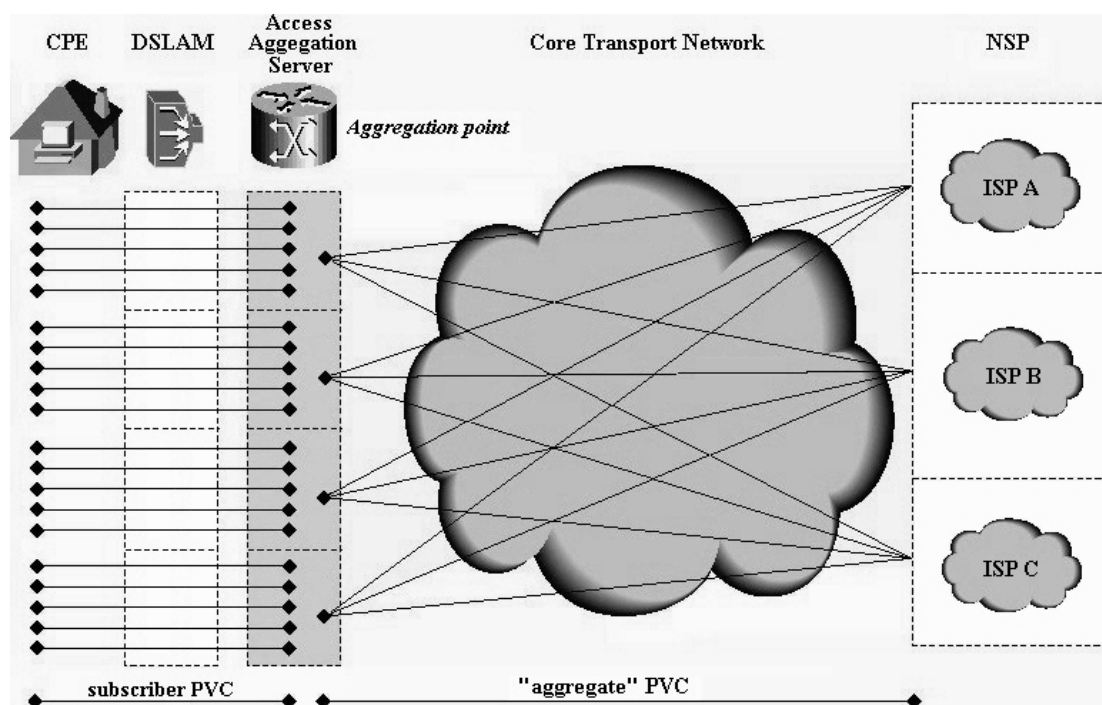
Στα πλαίσια του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου, πραγματοποιούνται οι ακόλουθες αλληλεπιδράσεις σε ό,τι αφορά στις σχέσεις παροχής υπηρεσιών από τον ένα ρόλο στον άλλο:

- α) παροχή σε επίπεδο **χονδρικής** εμπορικής συναλλαγής (wholesale) από τον **NAP** στους συνδρομητές του **ISP** της **υπηρεσίας πρόσβασης** και της **υπηρεσίας μεταφοράς**, και απευθείας τον **NAP** στον **ISP** της **υπηρεσίας διασύνδεσης**.
- β) παροχή σε επίπεδο **λιανικής** εμπορικής συναλλαγής (retail) από τον **ISP** στον **συνδρομητή** του πακέτου υπηρεσιών *Fast Internet*, δηλ. της υψηλού επιπέδου προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet συνδυασμένη υπό μορφή ενιαίας υπηρεσίας (“bundled”) με την στοιχειώδη υπηρεσία πρόσβασης του συνδρομητή στο δίκτυο του ISP η οποία πρόσβαση βασίζεται στο ADSL.

6.1.2. Αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2

Στην ανάλυση που πραγματοποιείται στο παρόν κεφάλαιο των ζητημάτων που αφορούν στην χρέωση του πακέτου υπηρεσιών Fast Internet, θεωρείται η υιοθέτηση μίας αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης σε ό,τι αφορά στις υπηρεσίες επιπέδου 2 οι οποίες απαιτούνται στα πλαίσια του μοντέλου αναφοράς του DSL για την παροχή της υπηρεσίας υψηλού επιπέδου (Internet access) στους συνδρομητές ADSL {[Yager99], [Cohen99]}. Η αρχιτεκτονική αυτή ονομάζεται **αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2** (*layer 2 service aggregation architecture*) και απεικονίζεται γραφικά στο παρακάτω Σχήμα 12.

Το κύριο στοιχείο της αρχιτεκτονικής αυτής είναι η ύπαρξη ενός **σημείου συγκέντρωσης** (*aggregation point*) στο δίκτυο μεταφοράς, το οποίο δίκτυο μεταφοράς σύμφωνα με το θεωρούμενο παραπάνω επιχειρησιακό μοντέλο (§6.1.1) βρίσκεται στην δικαιοδοσία του NAP. Στην δικτυακή συσκευή που υλοποιεί το σημείο αυτό, πραγματοποιείται η **συγκέντρωση** της κυκλοφορίας πολλαπλών συνδρομητών. Η συγκέντρωση αυτή συνίσταται στον τερματισμό των ιδεατών συνδέσεων επιπέδου 2 που παρέχονται ανά συνδρομητή (*υπηρεσία μεταφοράς*, §6.1.1.1) και στη διοχέτευση της κυκλοφορίας των συνδέσεων αυτών ανάλογα με τον προορισμό τους (δίκτυο ISP ως δίκτυο προορισμού) μέσα από μία νέα **συγκεντρωτική** (“*aggregate*”) ιδεατή σύνδεση επιπέδου 2 (*υπηρεσία διασύνδεσης*, §6.1.1.1) (βλ. Σχήμα 11, Σχήμα 12). Η ιδεατή σύνδεση αυτή, παρέχεται σε μία βάση ανά ISP και εκτείνεται κατά μήκος του δικτύου κορμού μεταφοράς (core transport network).



Σχήμα 12. Αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2 για την παροχή υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet σε συνδρομητές DSL (Fast Internet)

Το εν λόγω σημείο συγκέντρωσης της όλης αρχιτεκτονικής, υλοποιείται από μία δικτυακή συσκευή, η οποία εντοπίζεται στο σημείο παρουσίας (PoP) του NAP (βλ. Σχήμα 11) και η οποία γενικά ονομάζεται *εξυπηρετητής συγκέντρωσης πρόσβασης (access aggregation server)* ή πιο απλά *συγκεντρωτής πρόσβασης (access concentrator)*. Επιπλέον, ανάλογα με το υιοθετούμενο κάθε φορά μοντέλο υπηρεσιών, το οποίο υλοποιεί την αρχιτεκτονική συγκέντρωσης των υπηρεσιών επιπέδου 2, η συσκευή αυτή φέρει και ειδικότερες ονομασίες³⁷. Μολαταύτα, για λόγους συντομίας, από δω και στο εξής η συσκευή συγκέντρωσης της πρόσβασης στο PoP του NAP θα αποκαλείται απλά **RAS** (*remote access server*).

Η συσκευή του RAS παρέχει λειτουργικότητα επιπέδου 3 κατά το μοντέλο αναφοράς OSI (επίπεδο δικτύου), καθώς η συγκέντρωση της κυκλοφορίας των συνδρομητών ανά προορισμό (δίκτυο ISP) δεν γίνεται σε επίπεδο 2, αλλά σε επίπεδο 3 [Yager99]. Αυτό ισχύει για κάθε μοντέλο υπηρεσιών που εφαρμόζεται στην πράξη στην περίπτωση παροχής υπηρεσιών Fast Internet³⁸. Συνεπώς ο NAP στο σημείο παρουσίας του θα πρέπει να υποστηρίζει υπηρεσίες επιπέδου 3.

³⁷ Για παράδειγμα, στα πλαίσια του μοντέλου υπηρεσιών PPP Terminated Aggregation (*PTA service model*), το οποίο γενικά υλοποιεί την εν λόγω αρχιτεκτονική συγκέντρωσης, η συσκευή συγκέντρωσης πρόσβασης (*access aggregation server*) στο PoP του NAP αποκαλείται ως *Broadband Remote Access Server* (B-RAS, BB-RAS) ή *Remote Access Server* (RAS) ή *Broadband Access Server* (BAS), ενώ στα πλαίσια του μοντέλου υπηρεσιών L2TP/L2F Access Aggregation (*LAA service model*), το οποίο επίσης υλοποιεί την αρχιτεκτονική συγκέντρωσης, η συσκευή συγκέντρωσης της πρόσβασης ονομάζεται *L2TP/L2F Access Concentrator* (LAC) {[DSL25], [DSL26], [GY98], [Yager99]}.

³⁸ βλ. υποσημείωση 36 σελ. 86

Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική συγκέντρωσης των υπηρεσιών επιπέδου 2 που θεωρείται στο παρόν κεφάλαιο και περιγράφηκε παραπάνω, έρχεται σε αντίθεση με την *αρχιτεκτονική υπηρεσιών επιπέδου 2 από άκρη σε άκρη (end-to-end layer 2 service architecture)*. Πρόκειται για την αρχιτεκτονική σύμφωνα με την οποία η διασύνδεση του κάθε συνδρομητή με το δίκτυο του παροχέα των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας (NSP, ISP εν προκειμένω) υλοποιείται από μία από άκρη σε άκρη σύνδεση επιπέδου 2 για κάθε συνδρομητή. Πρακτικά, αυτό μεταφράζεται σε μία μόνιμη ιδεατή σύνδεση η οποία εκτείνεται από τον ADSL εξοπλισμό του συνδρομητή (ADSL NT) μέχρι το σημείο εισόδου του δικτύου του NSP (NSP home gateway) {[Yager99], [Cohen99]}.

Οι δύο προαναφερθείσες αρχιτεκτονικές υπηρεσιών είναι αυτές που υλοποιούνται στην πράξη σήμερα από τα δίκτυο πρόσβασης που βασίζονται στην τεχνολογία του DSL στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών Fast Internet. Από αυτές, η *αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2* πλεονεκτεί έναντι της *αρχιτεκτονική υπηρεσιών επιπέδου 2 από άκρη σε άκρη* σε δύο σημαντικά σημεία που αφορούν **α)** στις δυνατότητες κλιμάκωσης του δικτύου μεταφοράς (*scalability*) και **β)** στην παροχή δυνατότητας δυναμικής επιλογής δικτύων προορισμών (π.χ. ISPs), από τους συνδρομητές. Έτσι, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων υιοθετείται από τους παροχείς υπηρεσιών πρόσβασης η πρώτη από τις δύο αρχιτεκτονικές των υπηρεσιών επιπέδου 2. Για τον λόγο αυτό ακριβώς στην μελέτη που πραγματοποιείται στο παρόν κεφάλαιο θεωρήθηκε η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική των υπηρεσιών επιπέδου 2 στο δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς.

6.1.3. ATM ως πρωτόκολλο επιπέδου 2 στο δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς

Από την καταγραφή της διεθνούς πραγματικότητας υλοποιήσεων δικτύων πρόσβασης βασιζόμενα στην τεχνολογία του DSL (π.χ. [xDSL99]) αλλά και την βιβλιογραφία πάνω στα μοντέλα υπηρεσιών (service models) που εμπίπτουν στην πραγματικότητα του DSL (π.χ. [DSL25], [DSL98], [GY98], [Yager99]), το ATM (Asynchronous Transfer Mode) φαίνεται να υιοθετείται ως η τεχνολογία για το επίπεδο 2 (layer 2) της στοιβάς πρωτοκόλλων του μοντέλου αναφοράς OSI (επίπεδο σύνδεσης δεδομένων, data link layer – DLL) για το δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι από την αγορά υπηρεσιών Fast Internet των **Η.Π.Α.** το ATM υιοθετείται ως η τεχνολογία επιπέδου 2 για το δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς από κυρίαρχους τηλεπικοινωνιακούς φορείς (ILECs), όπως η *Ameritech* [Ameritech], η *Bell Atlantic* [BellAtl], η *BellSouth* [BellSouth], η *SBC* [SBC] και η *US West*³⁹ [USWest]. Το ίδιο συμβαίνει και με ανταγωνιστικούς τηλεπικοινωνιακούς φορείς (CLECs), όπως η *Covad*³⁹ [Covad], η *NorthPoint*³⁹ [NorthP] και η *Rhythms* [Rhythms]. Στον **ευρωπαϊκό** χώρο το ίδιο εφαρμόζεται από τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς όπως η *Deutsche Telekom* [Dtag] στην Γερμανία, η *Telecom Italia* στην Ιταλία και η *Telefonica* [TelDeEsp] στην Ισπανία. {[DSLWoDir], [xDSL99]}

Προς την ίδια κατεύθυνση συνηγορεί και το DSL Forum [DSL25], το οποίο προωθεί την επιλογή της τεχνολογίας ATM για το επίπεδο 2 του δικτύου πρόσβασης και μεταφοράς, δηλ. από τον εξοπλισμό του DSL modem του συνδρομητή (DSL NT) μέχρι και την συσκευή που συνιστά το σημείο εισόδου στο δίκτυο του NSP (home gateway) [DSL25].

³⁹ Εκτός του ATM, στο δίκτυο μεταφοράς χρησιμοποιείται και το Frame Relay ως επιπέδου 2 τεχνολογία [xDSL99].

Μιλώντας με όρους της τεχνολογίας ATM, κατά την αρχιτεκτονική συγκέντρωσης των υπηρεσιών επιπέδου 2 που περιγράφηκε παραπάνω (§6.1.2), πολλαπλές μόνιμες⁴⁰ ιδεατές συνδέσεις καναλιού ATM (*ATM permanent virtual channel connections – PVCCs*), κάθε μία από τις οποίες παρέχεται από τον NAP σε έναν συνδρομητή (υπηρεσία μεταφοράς, §6.1.1.1), θα *τερματίζουν* στο RAS. Από το RAS, η κυκλοφορία που διακινείται από τις συνδέσεις αυτές, ανάλογα με τον ISP με τον οποίο φέρει σχέση συνδρομής ο συνδρομητής, θα συγκεντρώνεται/πολυπλέκεται σε νέες *συγκεντρωτικές* μόνιμες ιδεατές συνδέσεις καναλιού ATM (*trunk/aggregate ATM permanent virtual channel connections – PVCCs*, υπηρεσία διασύνδεσης, §6.1.1.1) για την διακίνησή της πάνω από το δίκτυο κορμού μεταφοράς μέχρι το δίκτυο του κατάλληλου ISP. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται δραματικά ο αριθμός των ιδεατών συνδέσεων που πρέπει να διατηρούνται από τον NAP στο δίκτυο κορμού μεταφοράς (βλ. Σχήμα 12).

6.2. Χονδρική χρέωση από NAP σε ISP

Στα πλαίσια του επιχειρησιακού μοντέλου που περιγράφηκε παραπάνω (§6.1.1) και της θεωρούμενης αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης στο δίκτυο μεταφοράς των υπηρεσιών επιπέδου 2 (§6.1.2), η χονδρική χρέωση που συνολικά ο NAP επιβάλλει στον ISP, συνίσταται στα ακόλουθα μέρη:

1. την *χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης* για κάθε συνδρομητή.
2. την *χρέωση της υπηρεσίας μεταφοράς* για κάθε συνδρομητή.
3. την *χρέωση της υπηρεσίας διασύνδεσης* για κάθε διασύνδεση του δικτύου του ISP στο δίκτυο μεταφοράς και κατ' επέκταση στα δίκτυα πρόσβασης του NAP.

6.2.1. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης

Η χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης η οποία ορίστηκε στην §6.1.1.1 ως μέρος των αρμοδιοτήτων του ρόλου του NAP, επιβάλλεται από τον NAP στον ISP σε μία βάση **ανά συνδρομητή**.

Η χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης μπορεί να περιλαμβάνει **μόνο** χρέωση συνδρομής (*subscription charge*, §2.1.2.1), καθώς πρόκειται για μία υπηρεσία του φυσικού επιπέδου (physical layer) του μοντέλου αναφοράς OSI που παρέχεται σε μία μόνιμη βάση. Συγκεκριμένα, η υπηρεσία πρόσβασης, ως υπηρεσία του φυσικού επιπέδου, υλοποιείται με την χρησιμοποίηση συγκεκριμένων πόρων αφιερωμένων κατ' αποκλειστικότητα σε αυτήν (δέσμευση πόρων). Πρόκειται για τους πόρους της φυσικής γραμμής του τοπικού βρόχου και του μόνιμα κατειλημμένου (στο πλαίσιο του “always on” χαρακτήρα του ADSL) ADSL modem στο DSLAM (DSL LT). Αυτό είναι αντίθετο με την περίπτωση οποιασδήποτε δικτυακής υπηρεσίας άλλου ανώτερου επιπέδου (π.χ. ιδεατή σύνδεση επιπέδου 2) που υλοποιείται με την χρησιμοποίηση πόρων στο πλαίσιο ενός περιβάλλοντος πολυπλεξίας.

⁴⁰ Σήμερα, η συντριπτική πλειοψηφία των συσκευών ADSL που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο πρόσβασης, δηλ. ο εξοπλισμός modem του συνδρομητή (ADSL NT) και το DSLAM του NAP, υποστηρίζουν μόνο **μόνιμες** ιδεατές συνδέσεις (PVCs) [Cohen99]. Πολλές από τις νέες συσκευές ADSL modem για τον συνδρομητή που εμφανίζονται στην αγορά, καθώς και οι νέες γενιές DSLAMs, υποστηρίζουν τα κατάλληλα πρωτόκολλα σηματοδότησης στο επίπεδο του ATM για την δημιουργία **μεταγωγούμενων** ιδεατών συνδέσεων (SVCs) από τον εξοπλισμό modem του χρήστη μέχρι το σημείο παρουσίας του NAP. Σε καμία όμως περίπτωση εμπορικά προσφερόμενων υπηρεσιών ADSL σήμερα δεν παρέχεται η δυνατότητα αυτή στους συνδρομητές.

Επιπλέον η δέσμευση αυτή φυσικών πόρων για την υλοποίηση της υπηρεσίας, πραγματοποιείται σε μία μόνιμη βάση, δηλ. για προκαθορισμένα σταθερά χρονικά διαστήματα της τάξης των μηνών που συνιστούν τις περιόδους συνδρομής. Συνεπώς, η χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης, η οποία θα αντανάκλαει τους προαναφερθέντες δεσμευμένους πόρους που την υλοποιούν, **δεν** μπορεί να είναι δυναμική συνάρτηση της διάρκειας παροχής της υπηρεσίας, καθώς η διάρκεια αυτή είναι σταθερή και ορισμένη εκ των προτέρων ως περίοδος συνδρομής.

Δεδομένου λοιπόν του χαρακτηριστικού της δέσμευσης πόρων για την υλοποίηση της υπηρεσίας και της παροχής της σε μόνιμη βάση, η υπηρεσία πρόσβασης θα χρεώνεται μόνο με μία χρέωση συνδρομής, δηλ. με μία πάγια χρέωση για κάθε περίοδο συνδρομής.

6.2.1.1. Χρέωση συνδρομής

Η σταθερή χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας πρόσβασης, θα αντανάκλα το αντίτιμο της φυσικής πρόσβασης (*access fee*) κάθε συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς.

Ο προσδιορισμός από την πλευρά του NAP του περιοδικά καταβαλλόμενου αυτού αντιτίμου από τον ISP για κάθε συνδρομητή, γενικά θα προκύπτει από το άθροισμα των ακόλουθων χρεώσεων:

- της χρέωσης κατάληψης του πόρου ενός ADSL modem στο DSLAM (ADSL LT).
- της χρέωσης συντήρησης και λειτουργίας του ψηφιακού κυκλώματος ADSL.
Πρόκειται για τα διαχειριστικά κόστη συντήρησης και λειτουργίας της συσκευής του DSLAM στο τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο του NAP. Τα κόστη αυτά κατανομούνται στους συνδρομητές ως τμήμα της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας πρόσβασης.
- του μισθώματος παροχής του εξοπλισμού πρόσβασης του συνδρομητή.
Μία τέτοια χρέωση περιλαμβάνεται στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας πρόσβασης στην περίπτωση που ο εξοπλισμός πρόσβασης του συνδρομητή (ADSL NT και προαιρετικά POTS splitter) παρέχεται στον συνδρομητή από τον NAP υπό μορφή ενοικίασης. Η περίπτωση αυτή συναντάται αρκετά συχνά σε εμπορικά προσφερόμενες υπηρεσίες Fast Internet [DSLWoDir].

Εδώ θα πρέπει να επισημανθεί ότι η σταθερή χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας πρόσβασης για κάθε συνδρομητή, **δεν** εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των ρυθμών μετάδοσης του φυσικού κυκλώματος ADSL (downstream & upstream rate). Τα χαρακτηριστικά αυτά της υπηρεσίας πρόσβασης εμπίπτουν στο συμβόλαιο κυκλοφορίας (*traffic contract*, SLA) της υπηρεσίας μεταφοράς, όπου ορίζεται ο μέγιστος ρυθμός σε επίπεδο 2 με τον οποίο ο συνδρομητής μπορεί να συνεισφέρει κυκλοφορία στο δίκτυο σε καθεμία από τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου. Συνεπώς, η διαφοροποίηση από πλευράς χρέωσης των συνδρομητών βάσει των μέγιστων ρυθμών με τους οποίους αυτοί μπορούν να συνεισφέρουν κυκλοφορία στο δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς, γίνεται στο πλαίσιο της υπηρεσίας μεταφοράς, όπου ορίζονται οι μέγιστοι επιτρεπτοί ρυθμοί αυτοί σε επίπεδο 2 κατά το μοντέλο αναφοράς OSI (§6.2.2.2).

Η χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας πρόσβασης μπορεί να διαφοροποιείται ανά συνδρομητή βάσει κριτηρίων τα οποία είναι ανεξάρτητα των χαρακτηριστικών απόδοσης (ρυθμοί μετάδοσης) της υπηρεσίας. Στα κριτήρια αυτά διαφοροποίησης της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας πρόσβασης περιλαμβάνονται ο τύπος της υπηρεσίας DSL (xDSL), η παροχή ή μη υπηρεσίας POTS πάνω από το κύκλωμα DSL και πιθανώς άλλα, όπως η απόσταση του δικτύου στο χώρο του συνδρομητή από το τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο (CO) και η ανάγκη λειτουργίας επαναλήπτη στον τοπικό βρόχο.

6.2.1.2. Χρέωση χρήσης

Όπως εξηγήθηκε παραπάνω, η ύπαρξη χρέωσης χρήσης (*usage charge*, §2.1.2.2) **δεν** μπορεί να υφίσταται στην περίπτωση της υπηρεσίας πρόσβασης, καθώς η τελευταία υλοποιείται με την δέσμευση συγκεκριμένων πόρων σε μία μόνιμη βάση.

6.2.2. Χρέωση υπηρεσίας μεταφοράς

Η χρέωση της υπηρεσίας μεταφοράς η οποία ορίστηκε στην §6.1.1.1 παραπάνω ως μέρος των αρμοδιοτήτων του ρόλου του NAP, όπως και η προαναφερθείσα χρέωση πρόσβασης, επιβάλλεται από τον NAP στον ISP σε μία βάση **ανά συνδρομητή**.

Η υπηρεσία μεταφοράς, συνιστά μία υπηρεσία του επιπέδου 2 κατά το μοντέλο αναφοράς OSI, η οποία υλοποιείται σε ένα δίκτυο όπου οι φυσικοί πόροι του διαμοιράζονται ανάμεσα σε πολλές υπηρεσίες μεταφοράς οι οποίες υλοποιούνται με δέσμευση πόρων βάσει των αρχών της στατιστικής πολυπλεξίας (π.χ. ATM VC τύπου VBR). Πρόκειται για το τμήμα του δικτύου μεταφοράς που εκτείνεται από το DSLAM μέχρι το RAS (πρώτο από αριστερά σύννεφο δικτύου μεταγωγής σε Σχήμα 11). Συνεπώς, η χρέωση της υπηρεσίας μεταφοράς που επιβάλλει χονδρικός ο NAP στον ISP, μπορεί γενικά να περιλαμβάνει τόσο χρέωση συνδρομής, όσο και χρέωση χρήσης, ανάλογα με την υιοθετούμενη από τον NAP πολιτική χρέωσης (επίπεδου ρυθμού ή βάσει χρήσης) για την υπηρεσία αυτή.

6.2.2.1. Κριτήρια επιλογής μορφής πολιτικής χρέωσης υπηρεσίας μεταφοράς

Η υιοθέτηση από τον NAP χρέωσης που βασίζεται στην χρήση για την υπηρεσία μεταφοράς, κρίνεται ως επιθυμητή στην περίπτωση που ο NAP επιθυμεί να έχει μέσω της χρέωσης κάποιον έλεγχο στην χρήση των διαμοιραζόμενων από πολλούς συνδρομητές πόρων του δικτύου μεταφοράς το οποίο εκτείνεται από το DSLAM μέχρι τον RAS (πρώτο από αριστερά σύννεφο δικτύου μεταγωγής στο Σχήμα 11). Για παράδειγμα, το ενδεχόμενο λειτουργίας αυτού του τμήματος του δικτύου σε συγκεκριμένες περιοδικά επαναλαμβανόμενες χρονικές περιόδους στα όρια της χωρητικότητάς του (*overloading*) ή ακόμη και η αντιμετώπιση προβλημάτων συμφόρησης (*congestion*) σε αυτό, αποτελεί μία τέτοια περίπτωση η οποία μπορεί να ωθήσει τον NAP στην υιοθέτηση μιας πολιτικής χρέωσης βάσει χρήσης για την υπηρεσία μεταφοράς.

Μία τέτοια πολιτική χρέωσης, σε ό,τι αφορά στο κομμάτι της που λαμβάνει υπόψη της το μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης (χρέωση χρήσης), μπορεί να εφαρμοστεί υπό την μορφή μιας διαφοροποιούμενης χρέωσης ανά περίοδο της ημέρας (*time-of-day charging*). Αυτό σημαίνει ότι η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας μπορεί να εφαρμόζεται με συγκεκριμένη “υψηλή” τιμολόγηση στις περιόδους της ημέρας που αντιμετωπίζεται στην μεγαλύτερη έκτασή του πρόβλημα της υπερφόρτωσης ή συμφόρησης στο δίκτυο διασύνδεσης των DSLAMs στο RAS (π.χ. ώρες αιχμής), ενώ για τις υπόλοιπες περιόδους της ημέρας (π.χ. ώρες μη αιχμής) η χρέωση χρήσης να είναι πολύ “χαμηλότερης” τιμολόγησης, είτε ακόμη και μηδενική. Μία τέτοιου τύπου χρέωση μπορεί εμμέσως να λειτουργήσει για τον NAP ως μηχανισμός διαχείρισης των διαθέσιμων πόρων (*resource management*) μέσω της παροχής των κατάλληλων κινήτρων ελέγχου του όγκου της συνεισφερόμενης κυκλοφορίας και κατανομής αυτού στην διάρκεια της μέρας (*traffic management*) [DaSilva00]. Με τον τρόπο αυτόν μπορεί να ελεγχθεί από τον NAP το προαναφερθέν ενδεχόμενο περιοδικής υπερφόρτωσης ή συμφόρησης του δικτύου του.

Το πλεονέκτημα της δικαιοσύνης που χαρακτηρίζει τις πολιτικές χρέωσης που βασίζονται στην χρήση, στην προκειμένη περίπτωση δεν μπορεί να λειτουργήσει ως κριτήριο

για τον NAP για την επιλογή μίας τέτοιας πολιτικής χρέωσης για την υπηρεσία μεταφοράς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η παροχή της υπηρεσίας γίνεται από τον NAP σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συναλλαγής. Συνεπώς, ο NAP μην παρέχοντας την υπηρεσία ο ίδιος στον τελικό καταναλωτή, δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει το επιχείρημα της δικαιοσύνης στην χρέωση της υπηρεσίας του στο πλαίσιο της marketing πολιτικής του για την δικαιολόγηση της πολιτικής χρέωσης που επιβάλλει.

Η απουσία προβλημάτων υπερφόρτωσης ή συμφόρησης στο δίκτυο μεταφοράς που εκτείνεται από το DSLAM μέχρι τον RAS (π.χ. underloaded δίκτυο), δίνει την ευχέρεια στον NAP να εφαρμόσει μία πολιτική χρέωσης επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία μεταφοράς, εκμεταλλευόμενος τα πλεονεκτήματα αυτής (§2.4.1.1). Μάλιστα, μία τέτοια πολιτική χρέωσης μπορεί να ενταχθεί στο πλαίσιο μίας μεθόδου κλιμακωτής χρέωσης (tiered charging) σαν αυτή που περιγράφηκε στην §5.1.2 (Σχέση 9 σελ. 75). Για την συγκεκριμένη κλιμακωτή χρέωση υπενθυμίζεται ότι πρόκειται για μία μέθοδο χρέωσης, όπου η χρέωση συνδρομής συνιστά το βασικό συστατικό χρέωσης της υπηρεσίας. Όμως, υπό συγκεκριμένες συνθήκες που αφορούν στο μέγεθος της χρήσης, η σταθερή αυτή χρέωση συνοδεύεται από μία επιπλέον χρέωση χρήσης εν είδει προστίμου, προς αποτροπή χρήσης της υπηρεσίας για σκοπούς διαφορετικούς από αυτούς για τους οποίους παρέχεται χονδρικός στον ISP από τον NAP (βλ. 5.1.3.2).

Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι το στοιχείο της ελκυστικότητας από τους τελικούς χρήστες, το οποίο διαθέτουν οι πολιτικές χρέωσης επίπεδου ρυθμού και το οποίο συχνά αποτελεί το καθοριστικό κριτήριο επιλογής μίας τέτοιας πολιτικής χρέωσης {[McB97], [BMc95]}, στην προκειμένη περίπτωση για την χρέωση της υπηρεσίας μεταφοράς δεν έχει μεγάλη ισχύ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η χρέωση μεταφοράς επιβάλλεται από τον NAP στον ISP σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συναλλαγής, συνεπώς είναι στην διακριτική ευχέρεια του ISP αν θα μεταφέρει αυτήν την χρέωση υπό την μορφή χρέωση μεταφοράς και στον τελικό καταναλωτή της υπηρεσίας, τον συνδρομητή.

6.2.2.2. Χρέωση συνδρομής

Η χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς, από τεχνολογικής άποψης γενικά θα σχετίζεται με τις παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας της ιδεατής σύνδεσης επιπέδου 2 που υλοποιεί την υπηρεσία, όπως π.χ. το μέγιστο επιτρεπτό ρυθμό μετάδοσης κυκλοφορίας της ιδεατής σύνδεσης. Αυτό προκύπτει από την απαίτηση η χρέωση συνδρομής να εμπερικλείει συγκεκριμένες χρεώσεις που πρέπει να επιβληθούν από τον παροχέα της υπηρεσίας και οι οποίες αφορούν συγκεκριμένα μεγέθη πόρων που απαιτούνται για την παροχή της υπηρεσίας. Το είδος των χρεώσεων αυτών εξαρτάται **α)** από την πολιτική χρέωσης (επίπεδου ρυθμού ή βάσει χρήσης, §2.4) στο πλαίσιο της οποίας επιβάλλεται η χρέωση συνδρομής και **β)** από τον τύπο της υπηρεσίας μεταφοράς (εγγυημένη ή ελαστική). Αυτά συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 5) και αναλύονται ανά περίπτωση στις επόμενες παραγράφους (§6.2.2.2.1-§6.2.2.2.4).

Πολιτική χρέωσης	Τύπος υπηρεσίας	Χρέωση συνδρομής
Επίπεδου ρυθμού	εγγυημένη	+ χρέωση τυπικών χρησιμοποιούμενων πόρων
	ελαστική	+ διαχειριστικά & λειτουργικά κόστη
Βάσει χρήσης	εγγυημένη	+ χρέωση δεσμευμένων πόρων + διαχειριστικά & λειτουργικά κόστη
	ελαστική	+ διαχειριστικά & λειτουργικά κόστη

Πίνακας 5. Απαιτήσεις περιεχόμενου χρέωσης συνδρομής υπηρεσίας μεταφοράς

6.2.2.2.1. Γενικές απαιτήσεις υπολογισμού τιμής χρέωσης συνδρομής στο πλαίσιο μιας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού

Στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία μεταφοράς, η χρέωση συνδρομής θα πρέπει να περιλαμβάνει την χρέωση που πρέπει να βαρύνει τον ISP για τους **τυπικά** χρησιμοποιούμενους πόρους από τον συνδρομητή καθ' όλη την διάρκεια παροχής της υπηρεσίας (περίοδος συνδρομής). Η χρέωση αυτή φυσιολογικά θα διαφοροποιείται βάσει των παραμέτρων του συμβολαίου κυκλοφορίας της ιδεατής σύνδεσης επιπέδου 2 που υλοποιεί την υπηρεσία. Επίσης σημειώνεται ότι οι χρησιμοποιούμενοι πόροι αυτοί που πρέπει να προσδιορίζουν το ύψος της χρέωσης συνδρομής, αναφέρονται και στις δύο κατευθύνσεις, καθόδου (downstream) και ανόδου (upstream), στις οποίες παρέχεται η υπηρεσία μεταφοράς.

Εκτός από αυτή την χρέωση των τυπικά χρησιμοποιούμενων πόρων για κάθε μία από τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου, στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς γενικά θα περιλαμβάνεται και οποιαδήποτε διαχειριστικά και λειτουργικά κόστη υφίσταται ο παροχέας (NAP) για την μοναδική αμφίδρομη ιδεατή σύνδεση ή τις δύο μονόδρομες ιδεατές συνδέσεις που υλοποιούν της αμφίδρομη υπηρεσία μεταφοράς. Για παράδειγμα στα κόστη αυτά μπορεί να περιλαμβάνεται το κόστος πόρων μεταγωγής, το κόστος των δεσμευμένων ATM VPI/VCIs κ.ά. Πρόκειται δηλ. για σταθερά κόστη που είναι ανεξάρτητα των παραμέτρων επίδοσης της υπηρεσίας, συνεπώς τα ίδια για κάθε διαφορετικού τύπου (ελαστική, εγγυημένη) και χαρακτηριστικών υπηρεσία.

Βάσει λοιπόν των προαναφερθέντων, στο πλαίσιο μιας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού, η τιμή της χρέωσης συνδρομής μιας υπηρεσίας μεταφοράς, με συμβόλαιο κυκλοφορίας $x_{tr} = (x_{tr, down}, x_{tr, up})$ και για ένα χρονικό διάστημα συνδρομής T (περίοδος συνδρομής, π.χ. μήνας) θα πρέπει να προκύπτει σύμφωνα με μία σχέση της ακόλουθης γενικής μορφής:

$$\text{Σχέση 12.} \quad \text{Subscription_charge}(x_{tr}, T) = p_{down} \cdot \tilde{a}(x_{tr, down}, T) + p_{up} \cdot \tilde{a}(x_{tr, up}, T) + c$$

Στην σχέση αυτή (Σχέση 12), η παράμετρος \tilde{a} εκφράζει το μέγεθος των πόρων που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια της τυπικής χρήσης της υπηρεσίας κατά την διάρκεια της περιόδου συνδρομής T . Αυτό γίνεται ξεχωριστά για κάθε μία από τις κατευθύνσεις που υλοποιείται η υπηρεσία., για το λόγο αυτό η παράμετρος \tilde{a} εμφανίζεται δύο φορές στην παραπάνω σχέση υπό μορφή συνάρτησης με παραμέτρους \mathbf{a}) τα χαρακτηριστικά της υπηρεσίας για την κάθε κατεύθυνση (παράμετροι $x_{tr, down}$ και $x_{tr, up}$) και \mathbf{b}) την χρονική περίοδο συνδρομής της υπηρεσίας. Οι παράμετροι $x_{tr, down}$ και $x_{tr, up}$, συνιστούν τον επιμερισμό του συνολικού συμβολαίου x_{tr} για τις δύο κατευθύνσεις⁴¹.

Οι παράμετροι p_{down} και p_{up} στην ίδια σχέση (Σχέση 12), εκφράζουν την τιμή μονάδας χρησιμοποιούμενου πόρου του δικτύου για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα. Η τιμή καθεμίας από τις παραμέτρους αυτές ορίζεται από τον NAP με καθαρά οικονομικά κριτήρια (προσφορά, ζήτηση, ανταγωνισμός, κόστος, επιδιωκόμενο κέρδος) και κριτήρια αγοράς (marketing), και γενικά είναι διαφορετική για τις δύο κατευθύνσεις υλοποίησης της υπηρεσίας.

Η θεώρηση ίδιας τιμής για τις παραμέτρους p_{down} και p_{up} , έχει βάση όταν η αμφίδρομη δικτυακή υπηρεσία, στην προκειμένη περίπτωση η υπηρεσία μεταφοράς,

⁴¹ Γενικά, το συμβόλαιο κυκλοφορίας του χρήστη με το δίκτυο για μία αμφίδρομη δικτυακή υπηρεσία (π.χ. bidirectional ATM VC), συνίσταται στον ορισμό δύο επιμέρους συμβολαίων κυκλοφορίας, ενός για κάθε μία από τις δύο κατευθύνσεις στις οποίες παρέχεται η υπηρεσία.

υλοποιείται είτε με ένα αμφίδρομο μόνιμο ιδεατό κύκλωμα (*bidirectional* PVC), είτε με δύο μονόδρομα μόνιμα ιδεατά κυκλώματα (*unidirectional* PVCs) που έχουν εγκατασταθεί πάνω από το **ίδιο φυσικό μονοπάτι**. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις που συνήθως εφαρμόζονται στην πράξη, η ακολουθία των φυσικών συνδέσμων που χρησιμοποιούνται θα είναι η ίδια, επομένως ίδια θα είναι και η μονάδα κόστους χρήσης πόρων και για τις δύο κατευθύνσεις. Στην περίπτωση αυτή, και επιπλέον δεδομένου ότι η προσφορά και ζήτηση πόρων για τις δύο κατευθύνσεις είναι αλληλοεξαρτώμενη και της θεώρησης ότι η πρόθεση κέρδους του παροχέα ανά μονάδα χρησιμοποιούμενου πόρου είναι η ίδια και για τις δύο κατευθύνσεις, η τιμή των παραμέτρων p_{down} και p_{up} μπορεί να τεθεί η ίδια.

Σύμφωνα με την σημασία των παραμέτρων p_{down} και p_{up} και \tilde{a} , οι συνδυασμένες παράμετροι $p_{down} \cdot \tilde{a}$ και $p_{up} \cdot \tilde{a}$ στην Σχέση 12 εκφράζουν ακριβώς την χρέωση που επιβάλλει ο NAP για τους **τυπικώς** χρησιμοποιούμενους πόρους από τους χρήστες της υπηρεσίας μεταφοράς καθ' όλη την διάρκεια παροχής της υπηρεσίας (περίοδος συνδρομής) για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα υλοποίησης της υπηρεσίας.

Τέλος η παράμετρος c που προστίθεται των χρεώσεων $p_{down} \cdot \tilde{a}$ και $p_{up} \cdot \tilde{a}$, εκφράζει την ανεξάρτητη των τυπικώς χρησιμοποιούμενων πόρων χρέωση, η οποία αντιπροσωπεύει τα προαναφερθέντα σταθερά διαχειριστικά και λειτουργικά κόστη τα οποία περιγράφηκαν παραπάνω και υφίσταται ο NAP για την παροχή της υπηρεσίας.

6.2.2.2. Υπολογισμός χρέωσης συνδρομής υπηρεσίας μεταφοράς στο πλαίσιο μιας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού

Στην περίπτωση εφαρμογής για την υπηρεσία μεταφοράς μίας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού, η διαμόρφωση της τιμής της χρέωσης συνδρομής σύμφωνα με το γενικό σχήμα που περιγράφεται από την Σχέση 12 παραπάνω, έγκειται στον προσδιορισμό της τιμής της παραμέτρου \tilde{a} . Δεδομένης της σημασίας της παραμέτρου αυτής, ο υπολογισμός της τιμής της μπορεί να γίνει με χρήση της έννοιας του *ισοδύναμου εύρους ζώνης (effective bandwidth)* {[Kelly96], [CKSW99]}.

Το *ισοδύναμο εύρος ζώνης* συνιστά ένα μέγεθος το οποίο εκφράζει την *σχετική* χρήση πόρων που πραγματοποιείται από τον χρήστη κάποιας υπηρεσίας στα πλαίσια ενός συγκεκριμένου περιβάλλοντος πολυπλεξίας. Ειδικότερα, το *ισοδύναμο εύρος ζώνης* δίνει υπό την μορφή ενός μοναδικού αριθμητικού μεγέθους ένα *σχετικό* μέτρο της ποσότητας των πόρων που χρησιμοποιεί η ροή της κυκλοφορίας που διακινείται στο πλαίσιο κάποιας δικτυακής υπηρεσίας (π.χ. ATM VC), δεδομένων **α)** των στατιστικών χαρακτηριστικών της ροής αυτής, **β)** των απαιτήσεων σε ποιότητα εξυπηρέτησης (*quality of service – QoS*) της υπηρεσίας, καθώς και **γ)** του υφιστάμενου περιβάλλοντος πολυπλεξίας⁴². Τέλος, η τιμή του *ισοδύναμου εύρους ζώνης* της ροής κυκλοφορίας στο πλαίσιο μιας υπηρεσίας, κυμαίνεται μεταξύ του μέσου και του μέγιστου ρυθμού της διακινούμενης από την υπηρεσία κυκλοφορίας.

Ως τέτοιο λοιπόν, το *ισοδύναμο εύρος ζώνης* μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ποσοτικοποίηση των πόρων που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια της *τυπικής* χρήσης μιας δικτυακής υπηρεσίας, όπως είναι η υπηρεσία μεταφοράς. Προηγούμενα όμως, ο NAP θα πρέπει να έχει στην διάθεση του την περιγραφή της “τυπικής” αυτής χρήσης που πραγματοποιείται για τον συγκεκριμένο τύπο υπηρεσίας μεταφοράς, ο οποίος ορίζεται από το

⁴² Το “περιβάλλον πολυπλεξίας”, το οποίο λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό του *ισοδύναμου εύρους ζώνης* της χρήσης κάποιας υπηρεσίας, ορίζεται **α)** από τα χαρακτηριστικά του δικτύου σε διαθέσιμους πόρους (πόροι συνδέσμων & ενταμιευτών ενεργών στοιχείων δικτύου), και **β)** από τα χαρακτηριστικά του μείγματος της *συνολικά* διακινούμενης στο δίκτυο αυτό κυκλοφορίας.

συμβόλαιο κυκλοφορίας της υπηρεσίας (παράμετρος x σε Σχέση 12). Η πληροφορία που απαιτείται για μία τέτοια περιγραφή μπορεί να εξαχθεί μόνο μέσα από την καταγραφή στατιστικών δεδομένων που αφορούν στην παραγόμενη κυκλοφορία στα πλαίσια πραγματικής χρήσης της υπηρεσίας (traffic traces). Στην πράξη τέτοιου είδους μετρήσεις πραγματοποιούνται από τους παροχείς στο πλαίσιο δημόσιων δοκιμαστικών λειτουργιών των δικτύων τους (trials) πριν την αμιγώς εμπορική προσφορά των υπηρεσιών τους.

Το περιεχόμενο των μετρήσεων αυτών θα πρέπει να είναι συμβατό προς τις πληροφοριακές απαιτήσεις που θέτει ο ορισμός του ισοδύναμου εύρους ζώνης που χρησιμοποιείται. Στις εργασίες [Kelly96] και [CKW99] δίνεται ένας ορισμός του ισοδύναμου εύρους ζώνης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της χρέωσης συνδρομής των υπηρεσιών μεταφοράς από τον NAP.

6.2.2.2.3. Γενικές απαιτήσεις υπολογισμού τιμής χρέωσης συνδρομής στο πλαίσιο μιας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση

Στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης για την υπηρεσία μεταφοράς που βασίζεται στην χρήση, οι απαιτήσεις που τίθενται για την διαμόρφωση της τιμής της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας, εξαρτώνται από τον τύπο της υπηρεσίας σε ό,τι αφορά στην παροχή εγγυήσεων ποιότητας εξυπηρέτησης (εγγυημένη ή ελαστική υπηρεσία, §2.2.1).

Στην περίπτωση που η υπηρεσία μεταφοράς συνιστά μία εγγυημένη υπηρεσία (*guaranteed service*, §2.2.1.1), η υλοποίηση της θα πραγματοποιείται από μία ιδεατή σύνδεση η οποία θα συνεπάγεται την δέσμευση πόρων στο διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς (π.χ. ATM PVC τύπου CBR, VBR). Δεδομένου το μόνιμου χαρακτήρα της υπηρεσίας (υλοποίηση με PVC) και της παροχής της για περιόδους συνδρομής της τάξης των μηνών, στην περίπτωση αυτή της εγγυημένης υπηρεσίας, η χρέωση συνδρομής θα πρέπει να περιλαμβάνει την χρέωση που πρέπει να βαρύνει τον ISP για τους δεσμευμένους από την υπηρεσία πόρους καθ' όλη την διάρκεια παροχής της υπηρεσίας (περίοδος συνδρομής). Οι δεσμευμένοι πόροι αυτοί αφορούν και τις δύο κατευθύνσεις, καθόδου (downstream) και ανόδου (upstream), στις οποίες παρέχεται η υπηρεσία μεταφοράς.

Εκτός από την χρέωση αυτή των δεσμευμένων πόρων, στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς γενικά θα περιλαμβάνονται και τα σταθερά διαχειριστικά και λειτουργικά κόστη που υφίσταται ο παροχέας (NAP) για την παροχή της υπηρεσίας και τα οποία αναφέρθηκαν προηγούμενα στην §6.2.2.2.1.

Συνεπώς, στο πλαίσιο μιας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση, η τιμή της χρέωσης συνδρομής μιας εγγυημένης υπηρεσίας μεταφοράς, με συμβόλαιο κυκλοφορίας $x_{tr} = (x_{tr, down}, x_{tr, up})$ και για ένα χρονικό διάστημα συνδρομής T (περίοδο συνδρομής, π.χ. μήνας) θα πρέπει να προκύπτει σύμφωνα με μία σχέση της ακόλουθης γενικής μορφής:

$$\text{Σχέση 13.} \quad \text{Subscription_charge}(x_{tr}, T) = p_{down} \cdot \bar{a}(x_{tr, down}, T) + p_{up} \cdot \bar{a}(x_{tr, up}, T) + c$$

Στην σχέση αυτή (Σχέση 13), η παράμετρος \bar{a} εκφράζει το προσδιοριζόμενο με βάση τεχνολογικά κριτήρια σχετικό ύψος της χρέωσης που πρέπει να επιβάλλει ο NAP για τους δεσμευμένους πόρους καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου συνδρομής T παροχής της υπηρεσίας για μία συγκεκριμένη κατεύθυνση της υπηρεσίας. Τα τεχνολογικά κριτήρια που προσδιορίζουν το σχετικό αυτό ύψος της χρέωσης των δεσμευμένων πόρων για την κάθε κατεύθυνση, περιγράφονται από τις παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας της υπηρεσίας για την συγκεκριμένη κατεύθυνση (παράμετροι $x_{tr, down}, x_{tr, up}$).

Οι παράμετροι p_{down} και p_{up} στην παραπάνω σχέση (Σχέση 13), εκφράζουν την οικονομικά οριζόμενη τιμή μονάδας δικτυακού πόρου για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα. Ισοδύναμα συνιστούν τις παραμέτρους διαμόρφωσης των τελικών τιμών

της χρέωσης των δεσμευμένων πόρων για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα. Η τιμή καθεμίας από τις παραμέτρους αυτές ορίζεται από τον NAP με καθαρά οικονομικά κριτήρια (προσφορά, ζήτηση, ανταγωνισμός, κόστος, επιδιωκόμενο κέρδος) και κριτήρια αγοράς (marketing), και γενικά είναι διαφορετική για τις δύο κατευθύνσεις υλοποίησης της υπηρεσίας.

Τέλος, η παράμετρος c εκφράζει τα σταθερά λειτουργικά και διαχειριστικά κόστη παροχής της υπηρεσίας που περιγράφηκαν προηγούμενα στην §6.2.2.2.1.

Στην περίπτωση που η υπηρεσία μεταφοράς συνιστά μία ελαστική υπηρεσία (*elastic service*, §2.2.1.2), η υλοποίηση της θα πραγματοποιείται από μία ιδεατή σύνδεση η οποία δεν θα συνεπάγεται την δέσμευση πόρων στο διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς (π.χ. ATM PVC τύπου UBR). Συνεπώς, στην περίπτωση αυτή, η χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας θα περιλαμβάνει απλώς τα σταθερά διαχειριστικά και λειτουργικά κόστη που υφίσταται ο παροχέας (NAP) για την παροχή της υπηρεσίας τα οποία αναφέρθηκαν στην §6.2.2.2.1. Έτσι, στην περίπτωση αυτή, η τιμή της χρέωσης συνδρομής μιας εγγυημένης υπηρεσίας μεταφοράς, με συμβόλαιο κυκλοφορίας $x_{tr} = (x_{tr, down}, x_{tr, up})$ και για ένα χρονικό διάστημα συνδρομής T (περίοδο συνδρομής) θα πρέπει να προκύπτει απλά από μία σχέση της ακόλουθης γενικής μορφής:

Σχέση 14.
$$\text{Subscription_charge}(x_{tr}, T) = c$$

Στην περίπτωση διαμόρφωσης της χρέωσης συνδρομής σύμφωνα με την Σχέση 14, η διαφοροποίηση των διαφορετικών χαρακτηριστικών υπηρεσιών μεταφοράς (π.χ. υπηρεσίες με διαφορετικούς μέγιστους επιτρεπτούς ρυθμούς) γίνεται με την επιβολή διαφορετικών τιμών στις παραμέτρους της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας.

6.2.2.2.4. Υπολογισμός χρέωσης συνδρομής υπηρεσίας μεταφοράς στο πλαίσιο μιας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση

Στην περίπτωση που για την υπηρεσία μεταφοράς εφαρμόζεται μία πολιτική χρέωσης βάσει χρήσης και η υπηρεσία συνιστά μία εγγυημένη υπηρεσία, η διαμόρφωση της τιμής της χρέωσης συνδρομής της σύμφωνα με το γενικό σχήμα που περιγράφεται από την Σχέση 13 παραπάνω, έγκειται στον προσδιορισμό της τιμής της παραμέτρου \bar{a} . Η σημασία της παραμέτρου αυτής ταυτίζεται με την συνδυασμένη παράμετρο $a \cdot T$ που υφίσταται στην γενική ταρίφα χρέωσης χρήσης μιας δικτυακής υπηρεσίας κατά την μέθοδο χρέωσης *abc*. Η γενική μορφή μιας τέτοιας ταρίφας περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω στην §6.2.2.3.1. Στην παράγραφο §6.2.2.3.2 περιγράφεται η διαμόρφωση της τιμής της παραμέτρου \bar{a} , συνεπώς και της χρέωσης συνδρομής μιας εγγυημένου χαρακτήρα υπηρεσίας μεταφοράς στο πλαίσιο μιας πολιτικής χρέωσης βάσει χρήσης για την υπηρεσία.

Η περίπτωση διαμόρφωσης της χρέωσης συνδρομής μιας υπηρεσίας μεταφοράς ελαστικού χαρακτήρα στο πλαίσιο μιας πολιτικής χρέωσης βάσει χρήσης, είναι η απλούστερη από όλες τις προαναφερθείσες περιπτώσεις. Σύμφωνα με την Σχέση 14, η χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας ορίζεται σε μία τιμή που εκφράζει τα σταθερά διαχειριστικά και λειτουργικά κόστη που υφίσταται ο παροχέας για την παροχή της υπηρεσίας και τα οποία είναι ανεξάρτητα των χαρακτηριστικών της υπηρεσίας.

6.2.2.3. Χρέωση χρήσης

Στην περίπτωση που ο NAP υιοθετεί για την υπηρεσία μεταφοράς μία πολιτική χρέωσης που βασίζεται στην χρήση, η ταρίφα της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας θα πρέπει να ορίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε στην προκύπτουσα χρέωση χρήσης να αντανακλάται η ποσότητα των πόρων που πραγματικά χρησιμοποιήθηκαν στο δίκτυο που υλοποιεί την υπηρεσία για την

διακίνηση της παραγόμενης κυκλοφορίας του συνδρομητή και προς τις δύο κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου.

Η μέθοδος χρέωσης *abc* η οποία περιγράφεται στις εργασίες {[SK97], [Kelly94], [SSSS99]} και διατυπώθηκε στα πλαίσια του έργου CA\$hMAN {[CA\$hMAN], [Songh99]} για την χρέωση υπηρεσιών ATM, μπορεί να εφαρμοστεί για την διατύπωση ταρiffsών χρέωσης χρήσης για τα ATM PVCs που υλοποιούν την υπηρεσία μεταφοράς, οι οποίες χρεώσεις να ικανοποιούν την προαναφερθείσα απαίτηση. Η απαίτηση αυτή ικανοποιείται λόγω ακριβώς του γεγονότος ότι η συγκεκριμένη γενική μέθοδος χρέωσης στηρίζεται στην έννοια του *ισοδύναμου εύρους ζώνης*, ο ορισμός του οποίου δόθηκε στην προηγούμενη παράγραφο (§6.2.2.2).

6.2.2.3.1. Γενική ταρίφα χρέωσης χρήσης αμφίδρομης υπηρεσίας κατά την μέθοδο χρέωσης *abc*

Στην παρακάτω σχέση (Σχέση 15), φαίνεται η γενική μορφή της ταρίφας χρέωσης χρήσης μιας αμφίδρομης δικτυακής υπηρεσίας, σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης *abc* και για ένα χρονικό διάστημα T στο οποίο παρέχεται η υπηρεσία.

$$Charge(T) = Charge_{direction 1} + Charge_{direction 2} =$$

$$\begin{aligned} \text{Σχέση 15.} \quad &= [p_1 \cdot a(x_1, m_1, s_1, t_1) \cdot T + p_1 \cdot b(x_1, m_1, s_1, t_1) \cdot V_1 + c_1] + \\ &= [p_2 \cdot a(x_2, m_2, s_2, t_2) \cdot T + p_2 \cdot b(x_2, m_2, s_2, t_2) \cdot V_2 + c_2] \end{aligned}$$

Η ταρίφα αυτή συνίσταται στο άθροισμα δύο επιμέρους χρεώσεων χρήσης που αποτελούν εφαρμογές της μεθόδου χρέωσης *abc* και οι ταρίφες υπολογισμού των οποίων περιέχονται στις αγκύλες. Οι επιμέρους αυτές χρεώσεις εκφράζουν την χρέωση χρήσης της υπηρεσίας για κάθε μία από τις δύο κατευθύνσεις στις οποίες παρέχεται η υπηρεσία (“κατεύθυνση 1” και “κατεύθυνση 2”, π.χ. κατεύθυνση καθόδου και ανόδου). Οι δείκτες 1 και 2 στις παραμέτρους της ταρίφας υποδεικνύουν ακριβώς την κατεύθυνση στην οποία αναφέρεται η παράμετρος με τον συγκεκριμένο δείκτη.

Σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης *abc*, μία ταρίφα της παραπάνω μορφής (Σχέση 15) για την χρέωση χρήσης μιας δικτυακής υπηρεσίας, μπορεί να διατυπωθεί για ένα χρονικό διάστημα T τέτοιο, στο οποίο η κατάσταση λειτουργίας του διαμοιραζόμενου δικτύου στο οποίο υλοποιείται η υπηρεσία μπορεί να εκληφθεί ως **αμετάβλητη**. Η απαίτηση αυτή για σταθερότητα στην «κατάσταση λειτουργίας του δικτύου» μεταφράζεται σε ύπαρξη σταθερότητας σε ό,τι αφορά τα χαρακτηριστικά του μείγματος της διακινούμενης κυκλοφορίας.

Ο συγκεκριμένος περιορισμός για την δυνατότητα εφαρμογής της παραπάνω *abc* ταρίφας, επιβάλλεται από τον ορισμό του *ισοδύναμου εύρους ζώνης* {[Kelly96], [CKW99]} που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο της μεθόδου χρέωσης *abc*. Ειδικότερα, ο περιορισμός αυτός αφορά στην δυνατότητα απόδοσης τιμής στις παραμέτρους χώρου s και χρόνου t ⁴³ οι οποίες υπεισέρχονται στον ορισμό του *ισοδύναμου εύρους ζώνης* που χρησιμοποιείται στον προσδιορισμό των στατικών παραμέτρων a και b μιας ταρίφας χρέωσης *abc*. Ο συνδυασμός

⁴³ Ο ορισμός των παραμέτρων αυτών γίνεται στο πλαίσιο της έκφρασης για το *ισοδύναμο εύρος ζώνης* (effective bandwidth) που προτείνεται στις εργασίες [Kelly96] και [CKW99]. Πρόκειται για την *παράμετρο χώρου* (space parameter) s , η οποία εκφράζει τον βαθμό της στατιστικής πολυπλεξίας (statistical multiplexing) που μπορεί να επιτευχθεί και την *παράμετρο χρόνου* (time parameter) t , η οποία εκφράζει την κλίμακα χρόνου στην οποία μπορούν να υπάρξουν φαινόμενα υπερχειλίσης των ενταμιευτών (buffers) σε ενεργά στοιχεία του δικτύου.

των παραμέτρων αυτών (s, t) εκφράζει το υφιστάμενο περιβάλλον πολυπλεξίας⁴⁴, το οποίο λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του ισοδύναμου εύρους ζώνης μίας υπηρεσίας. Στο περιβάλλον πολυπλεξίας αυτό υπεισέρχονται τα χαρακτηριστικά του μείγματος της διακινούμενης κυκλοφορίας τα οποία πρέπει να είναι αμετάβλητα. Ισοδύναμα, το ζεύγος παραμέτρων (s, t) προσδιορίζει το σημείο λειτουργίας του δικτύου (network operating point) κατά το χρονικό διάστημα εφαρμογής της ταρίφας. Το σημείο λειτουργίας αυτό ορίζεται ξεχωριστά για κάθε κατεύθυνση της υπηρεσίας. Αυτό υποδηλώνεται στην Σχέση 15 με τα ζεύγη των παραμέτρων (s_1, t_1) και (s_2, t_2) .

Συνεπώς μία ταρίφα χρέωσης χρήσης κατά την μέθοδο χρέωσης *abc* μπορεί να διατυπωθεί για ένα χρονικό διάστημα T στο οποίο η κατάσταση λειτουργίας του δικτύου ή ισοδύναμα το μείγμα της διακινούμενης κυκλοφορίας παραμένει περίπου αμετάβλητο. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο χρονικό διάστημα για κάποιο δίκτυο μπορεί να αποτελεί μία συγκεκριμένη περίοδο της ημέρας.

Στην παραπάνω ταρίφα χρέωσης χρήσης μίας αμφίδρομης υπηρεσίας κατά την μέθοδο χρέωσης *abc* (Σχέση 15), οι παράμετροι x_1 και x_2 εκφράζουν για κάθε μία από τις κατευθύνσεις 1 και 2 αντίστοιχα, τις παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας (*traffic contract, service level agreement – SLA*, §2.2.1.1) του συνδρομητή με το δίκτυο για την υπηρεσία⁴⁵ [SDP96]. Επίσης, οι παράμετροι m_1 και m_2 εκφράζουν τους αναμενόμενους μέσους ρυθμούς (*mean rates*) των ροών της κυκλοφορίας του χρήστη για τις κατευθύνσεις 1 και 2 αντίστοιχως κατά το χρονικό διάστημα T εφαρμογής της ταρίφας. Τα μεγέθη αυτά, όπως αναφέρεται σχετικά στη συνέχεια, υπεισέρχονται στον υπολογισμό των παραμέτρων a και b μίας ταρίφας κατά την μέθοδο χρέωσης *abc*.

Στην ίδια ταρίφα (Σχέση 15), οι παράμετροι V_1 και V_2 εκφράζουν την συνολική ποσότητα της κυκλοφορίας που κατά το χρονικό διάστημα T διακινείται στο πλαίσιο της υπηρεσίας κατά την κατεύθυνση 1 και 2 αντίστοιχα παροχής της υπηρεσίας.

Οι παράμετροι p_1 και p_2 στην παραπάνω ταρίφα, μοντελοποιούν τους παράγοντες οικονομίας που υπεισέρχονται στην διαμόρφωση της τελικής χρέωσης της υπηρεσίας με την εφαρμογή τους ως πολλαπλασιαστές των παραμέτρων a και b των δύο επιμέρους ταριφών χρέωσης *abc* για κάθε κατεύθυνση υλοποίησης της υπηρεσίας. Οι παράμετροι αυτές εκφράζουν την οριζόμενη σύμφωνα με καθαρά οικονομικά κριτήρια (προσφορά, ζήτηση, ανταγωνισμός, κόστος, επιδιωκόμενο κέρδος) τιμή μονάδας δικτυακού πόρου. Στην γενική των περιπτώσεων τίθενται διαφορετικές τιμές σε αυτές για κάθε κατεύθυνση της υπηρεσίας.

Στην παραπάνω ταρίφα στην Σχέση 15, η παράμετρος a εκφράζει το σχετικό ύψος της χρέωσης («κόστος») ανά μονάδα χρόνου για τους δεσμευμένους από την υπηρεσία πόρους, ενώ η παράμετρος b εκφράζει το σχετικό ύψος της χρέωσης («κόστος») μονάδας πραγματικά χρησιμοποιούμενου πόρου από την υπηρεσία. Τα σχετικά «κόστη»/χρεώσεις αυτά που εκφράζουν οι παράμετροι a και b , διαμορφώνονται σύμφωνα με καθαρά τεχνολογικά κριτήρια, όπως υποδηλώνει και η υπό μορφή συνάρτησης εμφάνισή τους στην ταρίφα. Συγκεκριμένα, οι παράμετροι a και b κατά την μέθοδο χρέωσης *abc* για κάποια κατεύθυνση παροχής της υπηρεσίας, εξαρτώνται από τις ορισθείσες παραπάνω παραμέτρους x_i και m_i της κατεύθυνσης αυτής. Επίσης, οι παράμετροι a και b εξαρτώνται από το σημείο λειτουργίας του δικτύου κατά το χρονικό διάστημα εφαρμογής της ταρίφας. Το σημείο λειτουργίας αυτό ορίζεται από το ζεύγος των παραμέτρων (s_i, t_i) για την συγκεκριμένη κατεύθυνση υλοποίησης της υπηρεσίας.

Δεδομένης της σημασίας αυτής των παραμέτρων p_i ($i = 1, 2$), a και b , η συνδυασμένη παράμετρος $p_i \cdot a(x_i, m_i, s_i, t_i)$ στην παραπάνω ταρίφα (Σχέση 15), εκφράζει την τελικώς

⁴⁴ βλ. υποσημείωση 42 σελ. 95.

⁴⁵ βλ. υποσημείωση 41 σελ. 94.

διαμορφωμένη χρέωση που υφίσταται ο χρήστης ανά μονάδα χρόνου χρήσης της υπηρεσίας κατά την κατεύθυνση i , ενώ η συνδυασμένη παράμετρος $p_i \cdot b(x_i, m_i, s_i, t_i)$, εκφράζει την τελικώς διαμορφωμένη χρέωση που υφίσταται ο χρήστης για κάθε μονάδα όγκου διακινούμενης κυκλοφορίας στο πλαίσιο της υπηρεσίας κατά την κατεύθυνση i . Ισοδύναμα, το συστατικό $p_i \cdot a(x_i, m_i, s_i, t_i) \cdot T$ στην παραπάνω ταρίφα χρέωσης abc , συνιστά την τελική χρέωση που επιβάλλεται στον χρήστη κατά το χρονικό διάστημα T για τους δεσμευμένους από την υπηρεσία πόρους κατά την κατεύθυνση i . Επίσης, το συστατικό $p_i \cdot b(x_i, m_i, s_i, t_i) \cdot V_i$ στην παραπάνω ταρίφα χρέωσης abc , εκφράζει την τελική χρέωση που επιβάλλεται στον χρήστη κατά το χρονικό διάστημα T για τους πραγματικά χρησιμοποιούμενους πόρους από την υπηρεσία κατά την κατεύθυνση i .

Συνεπώς, σύμφωνα με την σημασία αυτή των συστατικών μίας ταρίφας χρέωσης abc , στην περίπτωση που η υπηρεσία δεν συνεπάγεται την δέσμευση πόρων στο δίκτυο (ελαστική υπηρεσία), ο παράγοντας $p_i \cdot a(x_i, m_i, s_i, t_i) \cdot T$ δεν συντρέχει λόγος να υφίσταται στην ταρίφα της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας.

Οι παράμετροι c_1 και c_2 στην παραπάνω ταρίφα, εκφράζουν για κάθε κατεύθυνση μία χρέωση που αναφέρεται σε κάποια σταθερά διαχειριστικά και λειτουργικά κόστη για την παροχή της υπηρεσίας. Πρόκειται για χρεώσεις που είναι ανεξάρτητες των χαρακτηριστικών της υπηρεσίας (π.χ. παράμετροι x_i, m_i).

Τέλος, όπως φαίνεται στη Σχέση 15, οι επιμέρους ταρίφες υπολογισμού των χρεώσεων χρήσης της υπηρεσίας για κάθε μία από τις δύο κατευθύνσεις διακίνησης κυκλοφορίας, αποτελούν εφαρμογές της μεθόδου χρέωσης abc με διαφορετικές όμως στατικές παραμέτρους⁴⁶. Αυτό οφείλεται στις διαφορετικές τιμές για τις δύο κατευθύνσεις των παραμέτρων x_i, m_i και (s_i, t_i) , από τις οποίες εξαρτώνται οι παράμετροι a και b , αλλά και γενικά τις διαφορετικές τιμές των παραμέτρων c_1 και c_2 .

6.2.2.3.2. Γενική ταρίφα χρέωσης χρήσης υπηρεσίας μεταφοράς

Η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς, η οποία συνιστά μία αμφίδρομη δικτυακή υπηρεσία, μπορεί να διαμορφωθεί σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης abc υιοθετώντας μία ταρίφα η οποία προκύπτει από την γενική μορφή της ταρίφας χρέωσης χρήσης μιας υπηρεσίας κατά την μέθοδο χρέωσης abc . Η γενική μορφή μιας τέτοιας ταρίφας περιγράφηκε προηγούμενα στην §6.2.2.3.1 (Σχέση 15).

Δεδομένου του μόνιμου χαρακτήρα της υπηρεσίας μεταφοράς (υλοποίηση με PVC) και παροχής της από τον NAP για χρονικές περιόδους της τάξης των μηνών (περίοδος συνδρομής), η χρέωση για την δέσμευση των πόρων που εκφράζει για την κάθε κατεύθυνση j ($j = 1, 2$) ο παράγοντας $p_j \cdot a(x_j, m_j, s_j, t_j) \cdot T$ στην Σχέση 15, εντάσσεται στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς. Ομοίως, στην χρέωση συνδρομής εντάσσονται και οι σταθερές χρεώσεις c_j ($j = 1, 2$) της γενικής ταρίφας abc (Σχέση 15), οι οποίες χρεώσεις εκφράζουν σταθερά λειτουργικά και διαχειριστικά κόστη για την παροχή της υπηρεσίας στην αντίστοιχη κατεύθυνση. Η ένταξη των συγκεκριμένων χρεώσεων στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς, αναφέρθηκε εκτενώς παραπάνω (§6.2.2.2.3) στις απαιτήσεις που

⁴⁶ Στη μέθοδο χρέωσης abc οι παράμετροι a , b και c συνιστούν στατικές παραμέτρους (*static parameters*), καθώς μεταβάλλονται από τον λειτουργό του δικτύου ανά μεγάλης διάρκειας χρονικά διαστήματα. Οι παράμετροι διάρκειας της υπηρεσίας T και όγκου διακινηθείσας κυκλοφορίας V , αποτελούν δυναμικές παραμέτρους (*dynamic parameters*), καθώς υφίστανται μέτρηση για κάθε συνδρομή υπηρεσίας.

τίθενται για την διαμόρφωση της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, μία βασισμένη στην μέθοδο χρέωσης *abc* ταρίφα υπολογισμού της χρέωσης χρήσης μιας υπηρεσίας μεταφοράς με παραμέτρους $x_{tr} = (x_{tr, down}, x_{tr, up})$, m_{down} , m_{up} και για ένα χρονικό διάστημα όπου το σημείο λειτουργία του δικτύου και για τις δύο κατευθύνσεις είναι σταθερό (ζεύγη παραμέτρων (s_{down}, t_{down}) και (s_{up}, t_{up})), θα είναι της ακόλουθης μορφής⁴⁷:

$$\begin{aligned} Ch \arg e_{transport} &= Ch \arg e_{transport, down} + Ch \arg e_{transport, up} = \\ \text{Σχέση 16.} \quad &= \left[p_{tr, down} \cdot b(x_{tr, down}, m_{down}, s_{down}, t_{down}) \cdot V_{tr, down} \right] + \\ &\quad \left[p_{tr, up} \cdot b(x_{tr, up}, m_{tr, up}, s_{up}, t_{up}) \cdot V_{tr, up} \right] \end{aligned}$$

Η σημασία των παραμέτρων στην ταρίφα αυτή είναι ανάλογη των αντίστοιχων παραμέτρων της γενικής ταρίφας χρέωσης μίας αμφίδρομης υπηρεσίας σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης *abc* (Σχέση 15), οι οποίες περιγράφηκαν προηγούμενα στην §6.2.2.3.1.

Στην §6.2.2.3.1 παραπάνω, αναφέρθηκε ότι μία ταρίφα χρέωσης χρήσης κατά την μέθοδο χρέωσης *abc*, μπορεί να διατυπωθεί και εφαρμοστεί για μία δικτυακή υπηρεσία για κάποιο χρονικό διάστημα στο οποίο η κατάσταση λειτουργίας του δικτύου είναι σταθερή. Από μετρήσεις κίνησης Internet σε δίκτυα πρόσβασης βασικής ζώνης (analog/digital dial-up) (π.χ. [FBCh98]), προκύπτει ότι τέτοιες περιόδους στις οποίες η κατάσταση λειτουργίας ενός δικτύου μπορεί να θεωρηθεί αμετάβλητη είναι της τάξης το πολύ μερικών ωρών. Η συγκεκριμένη παρατήρηση σε ό,τι αφορά την τάξη μεγέθους χρονικών διαστημάτων στις οποίες η κατάσταση λειτουργίας ενός δικτύου είναι σταθερή, μπορεί να γενικευθεί και στην περίπτωση δικτύων πρόσβασης ευρείας ζώνης (DSL) που διακινούν κυκλοφορία Internet.

Δεδομένου του περιορισμού αυτού, η παραπάνω ταρίφα *abc* στη Σχέση 16 μπορεί να συνιστά την ταρίφα της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς που επιβάλλει ο NAP στον ISP, στην περίπτωση που η χρέωση χρήσης αυτή επιβάλλεται σε μία συγκεκριμένη περίοδο της ημέρας (π.χ. ώρες αιχμής) για την οποία ακριβώς η κατάσταση λειτουργίας για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου του δικτύου μεταφοράς στο οποίο υλοποιείται η υπηρεσίας μεταφοράς διατηρείται χωρίς σημαντικές μεταβολές⁴⁸. Στην περίπτωση αυτή, οι δυναμικές παράμετροι $V_{tr, down}$ και $V_{tr, up}$ που υπεισέρχονται στον υπολογισμό της χρέωσης χρήσης αυτής (Σχέση 16), εκφράζουν τον όγκο της κυκλοφορίας που διακινείται από την υπηρεσία μεταφοράς στις επιμέρους χρονικές περιόδους (π.χ. ώρες αιχμής) της συνολικής περιόδου συνδρομής (π.χ. μήνα), στις οποίες επιμέρους χρονικές περιόδους εφαρμόζεται η χρέωση χρήσης.

Στην διαφορετική περίπτωση που η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς επιβάλλεται από τον NAP στον ISP για κάθε συνδρομητή του τελευταίου σε μία συνολική βάση για όλη την διάρκεια της περιόδου συνδρομής (π.χ. μήνα), τότε η ταρίφα της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας **δεν** μπορεί να προκύψει με άμεση εφαρμογή της μεθόδου χρέωσης *abc* για ολόκληρη την περίοδο συνδρομής. Ο ακριβής τρόπος διαμόρφωσης της ταρίφας αυτής για την χρέωση χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς περιγράφεται στην συνέχεια.

Έστω ότι η ζητούμενη ταρίφα της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς η οποία εφαρμόζεται σε όλη την διάρκεια της περιόδου συνδρομής, είναι της ακόλουθης γενικής μορφής:

⁴⁷ Στην ταρίφα που περιγράφεται στην Σχέση 16, ο δείκτης “tr” στις παραμέτρους χρησιμοποιείται ως συντομογραφία της λέξης “transport” για να δηλώσει την αναφορά των παραμέτρων αυτών στην υπηρεσία μεταφοράς (*transport service*).

⁴⁸ Πειράματα με πραγματική κυκλοφορία έχουν δείξει ότι σε μεγάλο βαθμό οι παράμετροι s και t δεν επηρεάζονται από μικρές αλλαγές στο μείγμα κυκλοφορίας [CKW99].

$$\begin{aligned}
 Ch \arg e_{transport} &= Ch \arg e_{transport, down} + Ch \arg e_{transport, up} = \\
 \text{Σχέση 17.} \quad &= [p_{tr, down} \cdot b_{tr, down} \cdot V_{tr, down}] + [p_{tr, up} \cdot b_{tr, up} \cdot V_{tr, up}] = \\
 &= B_{tr, down} \cdot V_{tr, down} + B_{tr, up} \cdot V_{tr, up}
 \end{aligned}$$

Η ταρίφα στην σχέση αυτή (Σχέση 17) είναι ανάλογης μορφής με την ταρίφα που περιγράφηκε στην Σχέση 16 παραπάνω και η οποία αναφερόταν σε ένα χρονικό διάστημα της τάξης μερικών ωρών όπου η κατάσταση λειτουργίας του δικτύου που υλοποιεί την υπηρεσία μεταφοράς παραμένει σταθερή. Στην συγκεκριμένη ταρίφα που δίνεται στην Σχέση 17, οι παράμετροι $V_{tr, down}$ και $V_{tr, up}$ εκφράζουν τον όγκο της κυκλοφορίας που διακινείται από την υπηρεσία καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου συνδρομής της υπηρεσίας. Στην ίδια ταρίφα, η σημασία των παραμέτρων $p_{tr, down}$ και $p_{tr, up}$ είναι η ίδια με αυτή των ομώνυμων παραμέτρων στην Σχέση 16, ενώ η παράμετροι $b_{tr, down}$ και $b_{tr, up}$ εκφράζουν το ενιαίο για όλη την περίοδο συνδρομής της υπηρεσίας σχετικό κόστος/χρέωση μονάδας χρησιμοποιούμενου πόρου για την υπηρεσία για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα.

Η διαδικασία διαμόρφωσης της παραπάνω ταρίφας (Σχέση 17), ισοδύναμα ορισμού της τιμής των παραμέτρων $b_{tr, down}$ και $b_{tr, up}$, συνίσταται σε δύο μέρη:

- α) την διαμέριση της περιόδου συνδρομής T στην οποία αναφέρεται η ταρίφα στην Σχέση 17, σε n χρονικά διαστήματα T_i , για καθένα από τα οποία μπορεί να οριστεί κατά την μέθοδο χρέωσης *abc* μία ταρίφα αντίστοιχης μορφής με αυτήν στην Σχέση 16. Αυτό ισοδύναμα σημαίνει ότι η περίοδος συνδρομής T θα πρέπει να διαμεριστεί σε ένα σύνολο χρονικών διαστημάτων με τέτοιο τρόπο, ώστε για κάθε χρονικό διάστημα T_i της διαμέρισης αυτής το σημείο λειτουργίας κατά τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου του δικτύου στο οποίο υλοποιείται η υπηρεσίας μεταφοράς, να είναι σταθερό.
- β) τον προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο τυπικά κατανέμεται η συνολική χρήση της υπηρεσίας μεταφοράς όλης της περιόδου συνδρομής T σε καθένα από τα χρονικά διαστήματα T_i που συνιστούν την ορισθείσα παραπάνω διαμέριση της περιόδου συνδρομής. Αυτό ισοδύναμα συνεπάγεται την εύρεση του τυπικού τρόπου με τον οποίο ο συνολικός φόρτος κυκλοφορίας που διακινείται στην περίοδο συνδρομής της υπηρεσίας, κατανέμεται σε κάθε χρονικό διάστημα T_i της διαμέρισης της περιόδου συνδρομής αυτής. Με άλλα λόγια αυτό σημαίνει τι ποσοστό της συνολικής κυκλοφορίας τυπικά διακινείται σε κάθε χρονικό διάστημα T_i .

Σε ό,τι αφορά το πρώτο μέρος της προαναφερθείσας διαδικασίας ορισμού της τιμής των παραμέτρων $b_{tr, down}$ και $b_{tr, up}$ της ταρίφας στην Σχέση 17, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ύπαρξη σταθερότητας κατά την μία κατεύθυνση στο σημείο λειτουργίας του δικτύου που υλοποιεί την υπηρεσία μεταφοράς, θα συνεπάγεται την ύπαρξη σταθερότητας και στο σημείο λειτουργίας του δικτύου κατά την αντίθετη κατεύθυνση. Αυτό οφείλεται στην φύση της κυκλοφορίας Internet, η οποία τουλάχιστον κατά το 95% αποτελεί κυκλοφορία TCP [TMW97]. Συνεπώς, δεδομένου του μηχανισμού των θετικών επιβεβαιώσεων με επαναμεταδόσεις (*positive acknowledgements with retransmissions* [Comer00]) που υλοποιεί το TCP, η διακίνηση «ωφέλιμης» κυκλοφορίας κατά την μία κατεύθυνση της υπηρεσίας μεταφοράς θα συνεπάγεται την διακίνηση κυκλοφορίας «ελέγχου» (TCP acknowledgement) από την άλλη κατεύθυνση κατά τρόπο «ανάλογο» σε ό,τι αφορά την κατάσταση λειτουργίας του δικτύου στις δύο κατευθύνσεις. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να προσδιοριστούν περίοδοι διαμέρισης της περιόδου συνδρομής κατά τις οποίες τόσο η κατάσταση λειτουργίας του δικτύου κατά την κατεύθυνση καθόδου όσο και ανόδου είναι αμετάβλητη. Δηλ. μπορεί να οριστεί μία διαμέριση της περιόδου συνδρομής με ταυτόχρονα σταθερό σημείο λειτουργίας για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου του δικτύου που υλοποιεί την υπηρεσία μεταφοράς.

Σε ό,τι αφορά το δεύτερο μέρος της προαναφερθείσας διαδικασίας ορισμού της τιμής των παραμέτρων $b_{tr, down}$ και $b_{tr, up}$ της ταρίφας στην Σχέση 17, η συγκεκριμένη πληροφορία μπορεί να αποκτηθεί από τον NAP μέσα από την πραγματοποίηση μετρήσεων και καταγραφή στατιστικών δεδομένων που αφορούν στην παραγόμενη κυκλοφορία στα πλαίσια πραγματικής χρήσης της υπηρεσίας (traffic traces)⁴⁹. Στην πράξη τέτοιου είδους μετρήσεις πραγματοποιούνται από τους παροχείς στο πλαίσιο δημόσιων δοκιμαστικών λειτουργιών των δικτύων τους (trials) πριν την αμιγώς εμπορική προσφορά στον υπηρεσιών τους.

Βάσει όλων των παραπάνω, η ταρίφα της χρέωσης χρήσης για καθένα χρονικό διάστημα T_i της διαμέρισης του χρόνου συνδρομής, σύμφωνα με την μέθοδος χρέωσης *abc* θα είναι της ακόλουθης μορφής:

$$\begin{aligned} Ch \arg e_{transport, i} &= Ch \arg e_{transport, down, i} + Ch \arg e_{transport, up, i} = \\ \text{Σχέση 18.} \quad &= \left[p_{tr, down} \cdot b(x_{tr, down}, m_{down, i}, s_{down, i}, t_{down, i}) \cdot V_{tr, down, i} \right] + \\ &\quad \left[p_{tr, up} \cdot b(x_{tr, up}, m_{tr, up, i}, s_{up, i}, t_{up, i}) \cdot V_{tr, up, i} \right] \end{aligned}$$

Επίσης, έστω ότι $d_{i, down}$, $d_{i, up}$ είναι το τυπικό ποσοστό του συνολικού όγκου κυκλοφορίας της περιόδου συνδρομής το οποίο διακινείται κατά το χρονικό διάστημα T_i σε καθεμία από τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα. Στην περίπτωση αυτή, οι παράμετροι $b_{tr, down}$ και $b_{tr, up}$ της ταρίφας για την εφαρμογή χρέωσης χρήσης για την υπηρεσία μεταφοράς σε όλη την περίοδο συνδρομής της υπηρεσίας (Σχέση 17), θα προκύπτουν από τις στατικές παραμέτρους b των παραπάνω *abc* ταριφών (Σχέση 18) σύμφωνα με τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\text{Σχέση 19.} \quad b_{tr, down} = \sum_{i=1}^n \left[d_{i, down} \cdot b(x_{tr, down}, m_{down, i}, s_{down, i}, t_{down, i}) \right]$$

$$\text{Σχέση 20.} \quad b_{tr, up} = \sum_{i=1}^n \left[d_{i, up} \cdot b(x_{tr, up}, m_{up, i}, s_{up, i}, t_{up, i}) \right]$$

Στις σχέσεις αυτές οι παράμετροι $m_{down, i}$ και $m_{up, i}$ εκφράζουν τον αναμενόμενο μέσο ρυθμό μετάδοσης κυκλοφορίας για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα στο πλαίσιο της υπηρεσίας μεταφοράς κατά το χρονικό διάστημα T_i της διαμέρισης του χρόνου συνδρομής T . Επίσης τα ζεύγη παραμέτρων $(s_{down, i}, t_{down, i})$ και $(s_{up, i}, t_{up, i})$ εκφράζουν το σημείο λειτουργίας για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα του δικτύου που υλοποιείται η υπηρεσία μεταφοράς κατά το χρονικό διάστημα T_i της διαμέρισης του χρόνου συνδρομής T .

Στην παραπάνω γενική ταρίφα έκφρασης της χρέωσης χρήσης για την υπηρεσία μεταφοράς (Σχέση 17), η συνδυασμένη παράμετρος $B_{tr, down} = p_{tr, down} \cdot b_{tr, down}$ εκφράζει την τιμή χρέωσης που αντιστοιχεί στην μονάδα όγκου διακινούμενης κυκλοφορίας κατά την κατεύθυνση **καθόδου** από το μονόδρομο ή αμφίδρομο ATM PVC που υλοποιεί την υπηρεσία

⁴⁹ Πληροφορίες που αφορούν το τρόπο χρήσης υπηρεσιών πρόσβασης υπάρχουν διαθέσιμες στην διεθνή βιβλιογραφία για δίκτυα πρόσβασης τύπου dial-up (analog, ISDN) (π.χ. [FBCh98]). Στην περίπτωση όμως του DSL, απαιτείται η πραγματοποίηση νέων αντίστοιχων μελετών και μετρήσεων για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της παραγόμενης κίνησης, καθώς η ευρείας ζώνης ταχύτητες που παρέχει το DSL αναμένεται ότι θα συνεπάγεται εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά κυκλοφορίας (traffic patterns) έναντι αυτών που ισχύουν στην περίπτωση των υπηρεσιών πρόσβασης επιδόσεων βασικής ζώνης που παρέχουν τα αναλογικά modems και το ISDN. Σε πειραματικό επίπεδο τέτοιες μετρήσεις για δίκτυα πρόσβασης DSL με δημοσιευμένα κάποια αποτελέσματα τους έχουν πραγματοποιηθεί στο Πανεπιστήμιο του Münster στην Γερμανία [UoMünster] ([VKCh00]).

μεταφοράς. Έτσι η τιμή της παραμέτρου αυτής μπορεί για παράδειγμα να είναι εκφρασμένη σε δρχ./Mbyte. Συνεπώς, στην ταρίφα αυτή, το συστατικό $B_{tr, down} \cdot V_{tr, down}$ συνιστά την χρέωση που υφίσταται ο ISP κατά την περίοδο συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς (π.χ. μήνας) για την **πραγματική χρήση** που γίνεται από τον συνδρομητή του ISP και κατά την κατεύθυνση **καθόδου** στους πόρους του δικτύου μεταφοράς του NAP, στο οποίο υλοποιείται η υπηρεσία μεταφοράς (πρώτο από αριστερά switched cloud σε Σχήμα 11 σελ. 84).

Ομοίως στην ίδια ταρίφα, η συνδυασμένη παράμετρος $B_{tr, up} = p_{tr, up} \cdot b_{tr, up}$ εκφράζει για την κατεύθυνση ανόδου, αντίστοιχα με αυτά που εκφράζει η συνδυασμένη παράμετρος $B_{tr, down}$ για την κατεύθυνση καθόδου.

Κατά την ίδια ακριβώς διαδικασία ορισμού της ταρίφας χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς για ολόκληρη την διάρκεια της περιόδου συνδρομής (Σχέση 17), προσδιορίζεται και η τιμή της χρέωσης συνδρομής μιας εγγυημένου χαρακτήρα υπηρεσίας μεταφοράς στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης βάσει χρήσης (§6.2.2.2.3, Σχέση 13). Συγκεκριμένα, η τιμή της παραμέτρου \bar{a} στην Σχέση 13 θα προκύπτει από τις στατικές παραμέτρους a των abc ταριφών που μπορούν να διατυπωθούν για καθένα χρονικό διάστημα T_i της προαναφερθείσας διαμέρισης του χρόνου συνδρομής T . Αυτό θα γίνεται σύμφωνα με τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\text{Σχέση 21.} \quad \bar{a}(x_{tr, down}, T) = \sum_{i=1}^n [d_{i, down} \cdot a(x_{tr, down}, m_{down}, s_{down, i}, t_{down, i}) \cdot T_i]$$

$$\text{Σχέση 22.} \quad \bar{a}(x_{tr, up}, T) = \sum_{i=1}^n [d_{i, up} \cdot a(x_{tr, up}, m_{up}, s_{up, i}, t_{up, i}) \cdot T_i]$$

Στις σχέσεις αυτές οι παράμετροι $d_{i, down}$, $d_{i, up}$ είναι οι ίδιες με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν παραπάνω για τον υπολογισμό των στατικών παραμέτρων $b_{tr, down}$ και $b_{tr, up}$ (Σχέση 19, Σχέση 20). Πρόκειται για τις παραμέτρους που προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο τυπικά κατανέμεται η χρήση της υπηρεσίας σε καθένα από τα χρονικά διαστήματα T_i που συνιστούν την ορισθείσα παραπάνω διαμέριση της περιόδου συνδρομής.

6.2.3. Χρέωση υπηρεσίας διασύνδεσης

Η υπηρεσία διασύνδεσης, σύμφωνα με τον ορισμό της στην §6.1.1.1 ως μέρος των αρμοδιοτήτων του ρόλου του NAP, συνιστά μία υπηρεσία του επιπέδου 2 κατά το μοντέλο αναφοράς OSI, η οποία υλοποιείται σε ένα δίκτυο όπου οι φυσικοί πόροι του διαμοιράζονται ανάμεσα σε πολλές υπηρεσίες μεταφοράς. Πρόκειται για το δίκτυο κορμού μεταφοράς (core transport network), το τμήμα του δικτύου μεταφοράς το οποίο εκτείνεται από το RAS μέχρι το σημείο παρουσίας καθενός από τους ISP (δεύτερο από αριστερά σύννεφο δικτύου μεταγωγής σε Σχήμα 11). Συνεπώς, η χρέωση της υπηρεσίας διασύνδεσης που επιβάλλει χονδρικός ο NAP στον ISP, μπορεί γενικά να περιλαμβάνει τόσο χρέωση συνδρομής, όσο και χρέωση χρήσης, ανάλογα με την υιοθετούμενη από τον NAP πολιτική χρέωσης (επίπεδου ρυθμού ή βάσει χρήσης) για την υπηρεσία αυτή.

Επίσης, δεδομένης της θεωρούμενης αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης των στρώματος 2 υπηρεσιών (§6.1.2) στο πλαίσιο της οποίας ορίστηκε η υπηρεσία διασύνδεσης, η χρέωση της υπηρεσίας αυτής θα επιβάλλεται σε μία βάση **ανά ISP**, εγγενώς από τον ρόλο του NAP στον ISP σύμφωνα με το θεωρούμενο επιχειρησιακό μοντέλο. Συνεπώς η χρέωση της υπηρεσίας διασύνδεσης αποτελεί μία **συνολική χρέωση** (*bulk charge*), καθώς αναφέρεται σε μία υπηρεσία που αφορά στην διακίνηση από το δίκτυο κορμού μεταφοράς της κυκλοφορίας που

συνολικά προκαλείται στο δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς από ομάδες συνδρομητών, με κριτήριο ομαδοποίησης αυτών το δίκτυο προορισμού του ISP στον οποίο είναι συνδρομητές του πακέτου της υπηρεσίας Fast Internet.

6.2.3.1. Κριτήρια επιλογής μορφής πολιτικής χρέωσης υπηρεσίας διασύνδεσης

Η υιοθέτηση από τον NAP χρέωσης που βασίζεται στην χρήση (*usage-based charging*) για την υπηρεσία διασύνδεσης, αποτελεί το πιθανότερο προς εφαρμογή σενάριο, καθώς συμβαδίζει με την γενική απαίτηση οι χρεώσεις διασύνδεσης (*interconnection charges*) που επιβάλλονται ανάμεσα σε λειτουργούς δικτύων (*network operators*) να είναι τέτοιες που να αναπαριστούν την χρήση πόρων που γίνεται στο ενδιάμεσο δίκτυο από την διακινούμενη σε αυτό κυκλοφορία [Songh99].

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την απαίτηση αυτή, οι χρεώσεις που αφορούν υπηρεσίες διασύνδεσης δικτύων που βρίσκονται στην δικαιοδοσία διαφορετικών φορέων-λειτουργών (π.χ. υπηρεσία διασύνδεσης εν προκειμένω), θα πρέπει να αντανακλούν την πραγματοποιούμενη από την διακινούμενη κυκλοφορία χρήση πόρων στο δίκτυο διασύνδεσης. Η σκοπιμότητα αυτού είναι μέσω της χρέωσης να δίνονται τα κατάλληλα κίνητρα στους λειτουργούς των δικτύων που φέρουν τον ρόλο του πελάτη (π.χ. ISP εν προκειμένω) των υπηρεσιών ενός άλλου λειτουργού δικτύου (π.χ. NAP εν προκειμένω). Με την σειρά τους οι πρώτοι παροχείς, οι σε χονδρικό επίπεδο αποδέκτες των υπηρεσιών διασύνδεσης, θα πρέπει μέσα από την επιλογή των κατάλληλων σχημάτων λιανικής χρέωσης (π.χ. σχήματα λιανικής χρέωσης συμβατά με σχήματα χονδρικής χρέωσης) να μεταφέρουν τα κίνητρα αυτά και στους τελικούς χρήστες-πελάτες των δικτυακών υπηρεσιών που χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες διασύνδεσης [Songh99].

Επιπλέον, η επιθυμία του NAP για την εξασφάλιση μέσω της χρέωσης κάποιου έλεγχου στην χρήση των πόρων του δικτύου κορμού μεταφοράς, μπορεί να αποτελέσει έναν συγγενή με τα προηγούμενα λόγο για την επιλογή από αυτόν μίας χονδρικής πολιτικής χρέωσης για την υπηρεσίας διασύνδεσης η οποία να βασίζεται στην χρήση. Ο λόγος αυτός αναλύθηκε διεξοδικά στην §6.2.2.1, στο πλαίσιο των κριτηρίων πολιτικής χρέωσης για την υπηρεσία μεταφοράς.

6.2.3.2. Χρέωση συνδρομής

Σχετικά με την διαμόρφωση της χρέωσης συνδρομής για την υπηρεσία διασύνδεσης την οποία παρέχει ο NAP στον ISP σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συναλλαγής, ισχύουν σχεδόν τα ίδια με αυτά που αναφέρθηκαν στην §6.2.2.2 παραπάνω και αφορούσαν τις απαιτήσεις υπολογισμού αλλά και τον υπολογισμό της τιμής της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς, την οποία επίσης παρέχει ο NAP στον ISP σε επίπεδο χονδρικής εμπορικής συναλλαγής. Η μόνη διαφορά εντοπίζεται στην σταθερή χρέωση που υπεισέρχεται στην χρέωση συνδρομής (παράμετρος c σε Σχέση 12, Σχέση 13, Σχέση 14 σελ. 94, 96, 97 αντίστοιχα) και η οποία αναφέρθηκε στην §6.2.2.2 ότι εκφράζει διαχειριστικά και λειτουργικά κόστη που υφίσταται ο NAP για την υπηρεσία.

Συγκεκριμένα, λόγω ακριβώς του συγκεντρωτικού χαρακτήρα της υπηρεσίας διασύνδεσης στο πλαίσιο της θεωρούμενης αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης των επιπέδου 2 υπηρεσιών (§6.1.2), το σταθερό λειτουργικό και διαχειριστικό κόστος το οποίο αντανακλά η σταθερή χρέωση c στη Σχέση 12, Σχέση 13 και Σχέση 14, στην προκειμένη περίπτωση της υπηρεσίας διασύνδεσης θα πρέπει να είναι συνάρτηση του μέγιστου πλήθους των συνδρομητών του ISP που πρόκειται να εξυπηρετηθούν από την συγκεκριμένη υπηρεσία διασύνδεσης. Για παράδειγμα, το κόστος των υπολογιστικών πόρων στην συσκευή του RAS (βλ. Σχήμα 11 σελ. 84) που απαιτούνται για την πολυπλεξία και αποπολυπλεξία στο

aggregate PVC (υπηρεσία διασύνδεσης) της κίνησης των PVCs των συνδρομητών (υπηρεσία μεταφοράς) που τερματίζουν στο RAS, είναι συνάρτηση του μέγιστου πλήθους αυτού των συνδρομητών που πρόκειται να εξυπηρετηθούν από την υπηρεσία διασύνδεσης που χονδρικά εξασφαλίζει ο ISP από τον NAP.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω και κατ' αναλογία με αυτά που αναφέρθηκαν στην §6.2.2.2 για την χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς, η τιμή της χρέωσης συνδρομής μιας υπηρεσίας διασύνδεσης, με συμβόλαιο κυκλοφορίας $x_{int} = (x_{int, down}, x_{up, int})$ ανάμεσα στον ISP και το δίκτυο κορμού μεταφοράς για ένα χρονικό διάστημα συνδρομής T (περίοδο συνδρομής) και για την εξυπηρέτηση N συνδρομητών, θα πρέπει να προκύπτει σύμφωνα με μία από τις σχέσεις της ακόλουθης γενικής μορφής:

$$\text{Σχέση 23. } \textit{Subscription_ch} \arg e(x_{int}, T) = p_{down} \cdot \tilde{a}(x_{int, down}, T) + p_{up} \cdot \tilde{a}(x_{int, up}, T) + c(N)$$

$$\text{Σχέση 24. } \textit{Subscription_ch} \arg e(x_{int}, T) = p_{down} \cdot \bar{a}(x_{int, down}, T) + p_{up} \cdot \bar{a}(x_{int, up}, T) + c(N)$$

$$\text{Σχέση 25. } \textit{Subscription_ch} \arg e(x_{int}, T) = c(N)$$

Η Σχέση 23 αναφέρεται στην περίπτωση εφαρμογής της χρέωσης συνδρομής στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία διασύνδεσης. Η σημασία των παραμέτρων στην σχέση αυτή είναι ανάλογη με αυτή των αντίστοιχων παραμέτρων στην Σχέση 12 (σελ. 94) για την χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς.

Η Σχέση 24 αναφέρεται στην περίπτωση εφαρμογής της χρέωσης συνδρομής στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση και η υπηρεσία διασύνδεσης συνιστά μία εγγυημένη υπηρεσία. Η σημασία των παραμέτρων στην σχέση αυτή είναι ανάλογη με αυτή των αντίστοιχων παραμέτρων στην Σχέση 13 (σελ. 96) για την χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς.

Η Σχέση 25 αναφέρεται στην περίπτωση εφαρμογής της χρέωσης συνδρομής στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση και η υπηρεσία διασύνδεσης συνιστά μία υπηρεσία χωρίς εγγυήσεις σε ποιότητα εξυπηρέτησης. Η σημασία των παραμέτρων στην σχέση αυτή είναι ανάλογη με αυτή των αντίστοιχων παραμέτρων στην Σχέση 14 (σελ. 97) για την χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς.

Αυτό που πρέπει να σημειωθεί εδώ είναι ότι και στις τρεις παραπάνω σχέσεις (Σχέση 23, Σχέση 24, Σχέση 25), η παράμετρος N εκφράζει το πλήθος των συνδρομητών που πρόκειται να εξυπηρετηθούν από την συγκεκριμένη υπηρεσία διασύνδεσης, ή με άλλα λόγια το μέγιστο πλήθος των συνδρομητών του που ο ISP προτίθεται να εξυπηρετήσει με την συγκεκριμένη υπηρεσία. Αυτό σημαίνει ότι η παράμετρος αυτή αποτελεί αντικείμενο συμφωνίας του ISP με τον NAP για την υπηρεσία διασύνδεσης, όπως ακριβώς αντικείμενο συμφωνίας αποτελεί το συμβόλαιο κυκλοφορίας x_{int} της υπηρεσίας. Έτσι, τα σταθερά λειτουργικά κόστη της υπηρεσίας διασύνδεσης που περιλαμβάνονται στην χρέωση συνδρομής, αποτελούν συνάρτηση της παραμέτρου αυτής.

6.2.3.2.1. Υπολογισμός χρέωσης συνδρομής υπηρεσίας διασύνδεσης

Για το υπολογισμό της τιμής της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης ισχύουν ακριβώς τα ανάλογα με αυτά τα οποία αναφέρθηκαν στην §6.2.2.2 για τον υπολογισμό της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας μεταφοράς.

6.2.3.3. Χρέωση χρήσης

Στην περίπτωση που στην χρέωση της υπηρεσίας διασύνδεσης περιλαμβάνεται χρέωση χρήσης (*usage charge*), η ταρίφα της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας μπορεί να γίνει κατά ανάλογο τρόπο με αυτά που αναφέρθηκαν στην §6.2.2.3 παραπάνω σχετικά με της χρέωση χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς.

6.2.3.3.1. Γενική ταρίφα χρέωσης χρήσης υπηρεσίας διασύνδεσης

Με εφαρμογή της μέθοδο χρέωσης *abc* κατά ανάλογο τρόπο με αυτά που αναφέρθηκαν στην §6.2.2.3.2 για την διατύπωση ταρίφας για την χρέωση χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς (Σχέση 17), η χονδρική χρέωση χρήσης που μπορεί να υφίσταται στα πλαίσια του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου (§6.1.1) ο ISP από τον NAP για αυτήν την υπηρεσία διασύνδεσης για μία περίοδο συνδρομής (π.χ. μήνα), θα προκύπτει από μία ταρίφα της ακόλουθης γενικής μορφής⁵⁰:

$$\begin{aligned}
 \text{Σχέση 26.} \quad Ch \arg e_{\text{interconnection}} &= Ch \arg e_{\text{interconnection, down}} + Ch \arg e_{\text{interconnection, up}} = \\
 &= [p_{\text{int, down}} \cdot b_{\text{int, down}} \cdot V_{\text{int, down}}] + [p_{\text{int, up}} \cdot b_{\text{int, up}} \cdot V_{\text{int, up}} + c_{\text{int, up}}] = \\
 &= B_{\text{int, down}} \cdot V_{\text{int, down}} + B_{\text{int, up}} \cdot V_{\text{int, up}}
 \end{aligned}$$

Στην ταρίφα αυτή, οι παράμετροι V_{down} και V_{up} εκφράζουν την συνολική ποσότητα της κυκλοφορίας που κατά την περίοδο συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης διακινείται προς την κατεύθυνση καθόδου (*downstream*) και ανόδου (*upstream*) αντίστοιχα στα πλαίσια της υπηρεσίας διασύνδεσης. Δηλαδή, ισοδύναμα, οι παράμετροι αυτοί αναφέρονται στον συνολικό όγκο της διακινηθείσας προς τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντιστοίχως κυκλοφορίας από το πλήθος συνδρομητές του ISP, έστω n , η κυκλοφορία των οποίων πολυπλέκεται στο μοναδικό αμφίδρομο (*bidirectional*) συγκεντρωτικό PVC ή τα δύο μονόδρομα (*unidirectional*) συγκεντρωτικά PVCs διαφορετικής κατεύθυνσης, τα οποία υλοποιούν την υπηρεσία διασύνδεσης για τον ISP. Η παράμετρος αυτή n εκφράζει το πλήθος των πραγματικών υπαρχόντων συνδρομητών του ISP που εξυπηρετούνται από την υπηρεσία διασύνδεσης, ενώ η παράμετρος N που αποτελεί παράμετρο διαμόρφωσης της χρέωσης συνδρομής (Σχέση 23, Σχέση 24 ή Σχέση 25) εκφράζει το μέγιστο πλήθος των συνδρομητών που βάσει της συμφωνίας του NAP με τον ISP κατά την παροχή της υπηρεσίας, μπορούν να εξυπηρετηθούν από την συγκεκριμένη υπηρεσία διασύνδεσης. Έτσι η σχέση των

δύο αυτών παραμέτρων θα είναι $n \leq N$. Επίσης θα είναι $V_{\text{int, down}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{tr, down, i}}$, και

$$V_{\text{int, up}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{tr, up, i}}, \text{ όπου } V_{\text{down, i}} \text{ και } V_{\text{up, i}} \text{ είναι οι παράμετροι } V_{\text{tr, down}} \text{ και } V_{\text{tr, up}} \text{ που}$$

εμφανίζονται στην ταρίφα χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς (Σχέση 17 σελ. 102) για τον i -οστό συνδρομητή που εξυπηρετείται από την συγκεκριμένη υπηρεσία διασύνδεσης.

Στην παραπάνω ταρίφα έκφρασης για μία περίοδο συνδρομής (π.χ. μήνα) της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας διασύνδεσης (Σχέση 26), οι παράμετροι $b_{\text{int, down}}$, $b_{\text{int, up}}$ προκύπτουν κατά ανάλογο τρόπο με τις αντίστοιχες παραμέτρους $b_{\text{tr, down, i}}$, $b_{\text{tr, up, i}}$ στη Σχέση 17 έκφρασης της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς, σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν στην §6.2.2.3. Συνεπώς, οι παράμετροι $b_{\text{int, down}}$, $b_{\text{int, up}}$ αυτοί εξαρτώνται από τις

⁵⁰ Στην ταρίφα που περιγράφεται στην Σχέση 26, ο δείκτης “int” στις παραμέτρους χρησιμοποιείται ως συντομογραφία της λέξης “interconnection” για να δηλώσει την αναφορά της παραμέτρου αυτής στην υπηρεσία διασύνδεσης (*interconnection service*).

παραμέτρους του συμβολαίου κυκλοφορίας της υπηρεσίας διασύνδεσης καθώς και τα αναμενόμενα χαρακτηριστικά της συνολικής ροής κυκλοφορίας που διακινείται μέσω της υπηρεσίας αυτής.

Τέλος, στην παραπάνω γενική ταρίφα έκφρασης της χρέωσης χρήσης για την υπηρεσία διασύνδεσης (Σχέση 26), η συνδυασμένη παράμετρος $B_{int, down} = p_{int, down} \cdot b_{int, down}$ εκφράζει την τιμή χρέωσης που αντιστοιχεί στην μονάδα όγκου διακινηθείσας κυκλοφορίας κατά την κατεύθυνση **καθόδου** από την συγκεντρωτική ιδεατή σύνδεση (aggregate PVC) που υλοποιεί την υπηρεσία διασύνδεσης κατά την κατεύθυνση **καθόδου**. Έτσι η τιμή της παραμέτρου αυτής μπορεί για παράδειγμα να είναι εκφρασμένη σε δρχ./Mbyte. Συνεπώς, στην ταρίφα αυτή, το συστατικό $B_{int, down} \cdot V_{down}$ συνιστά την χρέωση που υφίσταται ο ISP κατά την περίοδο συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης (π.χ. μήνας) για την **πραγματική χρήση** που γίνεται στους πόρους του δικτύου κορμού μεταφοράς από τον ISP ή ισοδύναμα τους n συνδρομητές του, η κυκλοφορία των οποίων διακινείται κατά την κατεύθυνση **καθόδου** μέσω του aggregate PVC που υλοποιεί την υπηρεσία διασύνδεσης κατά την κατεύθυνση **καθόδου**.

Ομοίως στην ίδια ταρίφα, η παράμετρος $B_{int, up} = p_{int, up} \cdot b_{int, up}$ εκφράζει για την κατεύθυνση ανόδου, αντίστοιχα με αυτά που εκφράζει η συνδυασμένη παράμετρος $B_{int, down}$ για την κατεύθυνση καθόδου.

6.3. Κατανομή από ISP σε συνδρομητές χονδρικής επιβαλλόμενων χρεώσεων

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο σημείο, τόσο η χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης, όσο και η χρέωση της υπηρεσίας μεταφοράς, αποτελούν χρεώσεις οι οποίες, στα πλαίσια του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου, επιβάλλονται από τον NAP στον ISP σε μία βάση **ανά συνδρομητή**. Ο ISP δηλ. υφίσταται αυτές τις δύο χονδρικού χαρακτήρα χρεώσεις από τον NAP για κάθε μεμονωμένο συνδρομητή του πακέτου των υπηρεσιών Fast Internet, το οποίο ο ISP βάσει το ισχύοντος επιχειρησιακού μοντέλου παρέχει λιανικώς.

Σε αντίθεση με τις χρεώσεις των υπηρεσιών πρόσβασης και μεταφοράς, η χρέωση της υπηρεσίας διασύνδεσης, δεδομένης της θεωρούμενης αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης των υπηρεσιών επιπέδου 2 (§6.1.2) στο πλαίσιο της οποίας ορίζεται η υπηρεσία αυτή, θα επιβάλλεται από τον NAP στον ISP σε μία “συνολική” βάση για ομάδες συνδρομητών του ISP οι οποίες πρόκειται να εξυπηρετούνται από την ίδια υπηρεσία διασύνδεσης. Η χρέωση της υπηρεσίας διασύνδεσης δηλ. συνιστά μία **συνολική χρέωση (bulk charge)**.

Συνεπώς, το πρόβλημα της κατανομής από τον ISP στους συνδρομητές του των χονδρικών χρεώσεων τις οποίες ο ISP υφίσταται από τον NAP στα πλαίσια του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου, συνίσταται στην κατανομή μόνο της χρέωσης της υπηρεσίας διασύνδεσης, την μοναδική επιμέρους χρέωση η οποία επιβάλλεται από τον NAP στον ISP σε επίπεδο ομάδας συνδρομητών και όχι μεμονωμένου συνδρομητή. Το πρόβλημα ακριβώς αυτό εξετάζεται στην ακόλουθη παράγραφο (§6.3.1).

6.3.1. Κατανομή από ISP σε συνδρομητές χρέωσης συνδρομής υπηρεσίας διασύνδεσης

Όπως αναφέρθηκε σχετικά στην §6.2.3.2 και συνοψίζεται στον Πίνακα 5 (σελ. 93) στην ίδια παράγραφο, η χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης διαμορφώνεται από τον NAP με τέτοιο τρόπο, ώστε σε αυτή να περιλαμβάνονται τα παρακάτω:

- α) η χρέωση των τυπικά χρησιμοποιούμενων πόρων στην περίπτωση που η πολιτική χρέωσης της υπηρεσίας είναι επίπεδου ρυθμού ή η χρέωση των δεσμευμένων πόρων στην περίπτωση που η υπηρεσία είναι εγγυημένη και στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση.
- β) το σταθερό λειτουργικό και διαχειριστικό κόστος που υφίσταται ο NAP για την παροχή της υπηρεσίας.

Δεδομένων των επιμέρους αυτών χρεώσεων που διαμορφώνουν την τελική τιμή της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης, το πρόβλημα της δίκαιης κατανομής αυτής από τον ISP στους συνδρομητές του που χρησιμοποιούν την υπηρεσία, συνίσταται ακριβώς στην δίκαια κατανομή των επιμέρους συστατικών της εν λόγω χρέωσης.

6.3.1.1. Κατανομή χρέωσης τυπικά χρησιμοποιούμενων ή δεσμευμένων πόρων περιεχόμενης σε χρέωση συνδρομής υπηρεσίας διασύνδεσης

Η δίκαιη κατανομή από τον ISP στους συνδρομητές του αυτού του συστατικού της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης, θα πρέπει να γίνει αναλογικά με ένα μέγεθος το οποίο να εκφράζει την σχετική χρήση που τυπικά κάνει ο κάθε τύπος συνδρομητή στη δεσμευμένη ή τυπικά χρησιμοποιούμενη ποσότητα πόρων από την υπηρεσία διασύνδεσης. Με άλλα λόγια, σύμφωνα με ένα μέγεθος το οποίο να εκφράζει για κάθε κατεύθυνση την ροή της κυκλοφορίας που τυπικά συνεισφέρει ο κάθε συνδρομητής (*subscriber flow*) στην συνολική ποσότητα των πόρων που δεσμεύονται ή τυπικά χρησιμοποιούνται από την συγκεντρωτική ροή κυκλοφορίας (*aggregate flow*) που τυπικά διακινείται στο πλαίσιο της υπηρεσίας διασύνδεσης.

Το ισοδύναμο εύρος ζώνης (*effective bandwidth*) συνιστά μία έννοια η οποία γενικά μπορεί να εκφράσει το μέγεθος της συνεισφοράς μίας επιμέρους ροής κυκλοφορίας (*individual traffic flow*) στους πόρους που χρησιμοποιούνται από μία συγκεντρωτική ροή κυκλοφορίας (*aggregate traffic flow*), η οποία συγκροτείται από ένα πλήθος επιμέρους ροών κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα, στην προκειμένη περίπτωση της υπηρεσίας διασύνδεσης, η ποσοτικοποίηση των πόρων που τυπικά χρησιμοποιεί ένας συνδρομητής από τους συνολικούς δεσμευμένους ή τυπικά χρησιμοποιούμενους πόρους της υπηρεσίας διασύνδεσης, μπορεί να γίνει με την εφαρμογή της θεωρίας του ισοδύναμου εύρους ζώνης σε περιβάλλον πολυπλεξίας αυτό της συγκεντρωτικής μόνιμης ιδεατής σύνδεσης (*aggregate PVC*) που υλοποιεί την υπηρεσία διασύνδεσης. Το *aggregate PVC* υλοποιεί ιδεατά έναν συγκεκριμένο φυσικό σύνδεσμο, συνεπώς, η έννοια του ισοδύναμου εύρους ζώνης μπορεί να εφαρμοστεί στην περίπτωση αυτή για κάθε μία κατεύθυνση για να εκφράζει την σχετική χρήση πόρων που τυπικά πραγματοποιεί η κυκλοφορία κάθε συνδρομητή (*subscriber traffic flow*) στους συνολικά δεσμευμένους ή τυπικά χρησιμοποιούμενους πόρους για την διακίνηση της συγκεντρωτικής ροής κυκλοφορίας της υπηρεσίας διασύνδεσης.

6.3.1.1.1. Κατανομή από ISP σε συνδρομητές χρέωσης τυπικά χρησιμοποιούμενων πόρων περιεχόμενης σε χρέωση συνδρομής υπηρεσίας διασύνδεσης

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η κατανομή από τον ISP στους συνδρομητές της χρέωσης των τυπικά χρησιμοποιούμενων πόρων που περιέχεται στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης (Σχέση 23, σελ.106), θα γίνεται για κάθε τύπο συνδρομητή που εξυπηρετείται από την υπηρεσία διασύνδεσης σύμφωνα με μία γενική συνάρτηση της ακόλουθης μορφής:

$$\text{Σχέση 27. } f(x_{tr}) = \frac{a'(x_{tr, down}, T)}{\sum_i a'(x_{tr, down, i}, T)} \cdot [p_{down} \cdot \tilde{a}(x_{int, down}, T)] + \frac{a'(x_{tr, up}, T)}{\sum_i a'(x_{tr, up, i}, T)} \cdot [p_{up} \cdot \tilde{a}(x_{int, up}, T)]$$

Στην σχέση αυτή, η παράμετρος $x_{tr} = (x_{tr, down}, x_{tr, up})$ εκφράζει το συμβόλαιο κυκλοφορίας του συνδρομητή για την υπηρεσία μεταφοράς. Το περιεχόμενο του συμβολαίου κυκλοφορίας για την υπηρεσία μεταφοράς περιγράφει ακριβώς τον τύπο του συνδρομητή, δηλ. τα χαρακτηριστικά της επιμέρους ροής κυκλοφορίας που πρόκειται να συνεισφέρει ο συνδρομητής στην συγκεντρωτική ροή κυκλοφορίας που διακινείται στο πλαίσιο της υπηρεσίας διασύνδεσης. Για τον λόγο αυτό, στην περίπτωση μίας χονδρικής πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσίας διασύνδεσης από τον NAP στον ISP, η κατανομή από τον ISP στους συνδρομητές της χρέωσης των τυπικά χρησιμοποιούμενων πόρων που περιέχεται στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας, θα αποτελεί συνάρτηση της παραμέτρου x_{tr} για τον κάθε συνδρομητή (Σχέση 27).

Στην ίδια σχέση (Σχέση 27), η παράμετρος T εκφράζει την περίοδο συνδρομής στην οποία επιβάλλεται χονδρικός από τον NAP στον ISP η χρέωση συνδρομής για την υπηρεσία μεταφοράς. Επίσης, οι συνδυασμένες παράμετροι $p_{down} \cdot \tilde{a}$ και $p_{up} \cdot \tilde{a}$ στην Σχέση 27 εκφράζουν ακριβώς την χρέωση των δεσμευμένων πόρων για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα υλοποίησης της υπηρεσίας διασύνδεσης, όπως αναφέρθηκε σχετικά στην §6.2.3.2. Οι χρεώσεις αυτές περιέχονται στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης που χονδρικός επιβάλλει ο NAP στον ISP για ολόκληρη την περίοδο συνδρομής παροχής της υπηρεσίας (§6.2.3.2, Σχέση 23).

Στην παραπάνω σχέση (Σχέση 27), η παράμετρος α' εκφράζει την σχετική ποσότητα των πόρων που τυπικά χρησιμοποιεί ο κάθε συνδρομητής σε περιβάλλον πολυπλεξίας αυτό του συγκεντρωτικού PVC που υλοποιεί την υπηρεσία διασύνδεσης καθ' όλη την περίοδο συνδρομής T παροχής της υπηρεσίας. Συνεπώς η έννοια αυτή ως προς την σημασία της ταυτίζεται με την έννοια του ισοδύναμου εύρους ζώνης της κυκλοφορίας κάθε συνδρομητή σε περιβάλλον πολυπλεξίας αυτό του aggregate PVC που υλοποιεί την υπηρεσία διασύνδεσης και για ολόκληρη την περίοδο συνδρομής της υπηρεσίας.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται ο ορισμός του ισοδύναμου εύρους ζώνης που δίνεται στις εργασίες {[Kelly96], [CKW99]}, τότε η διαδικασία υπολογισμού της παραμέτρου αυτής είναι ανάλογη της διαδικασίας που περιγράφηκε στην §6.2.2.3.2 για την διαμόρφωση της ταρίφας χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς, η οποία εφαρμόζεται σε όλη την διάρκεια της περιόδου συνδρομής (Σχέση 17, σελ. 102). Αυτή η διαδικασία επιβάλλεται από το γεγονός ότι ο συγκεκριμένος ορισμός του ισοδύναμου εύρους ζώνης μπορεί να εφαρμοστεί για να ποσοτικοποιήσει την σχετική χρήση πόρων της κυκλοφορίας μίας υπηρεσίας για κάποιο χρονικό διάστημα στο οποίο το περιβάλλον πολυπλεξίας της κυκλοφορίας αυτής, ισοδύναμα το μείγμα της συνολικής κυκλοφορίας, παραμένει σταθερό. Δεδομένου ότι σε δίκτυα πρόσβασης που διακινούν κυκλοφορίας Internet τέτοια χρονικά διαστήματα είναι το πολύ της τάξης ωρών (π.χ. ώρες αιχμής, ώρες μη αιχμής κλπ.) και η υπηρεσία διασύνδεσης χρεώνεται χονδρικός από τον NAP στον ISP για περιόδους συνδρομής της τάξης μηνών, η διαδικασία υπολογισμού της παραμέτρου α' θα συνίσταται στα ακόλουθα δύο μέρη:

α) την διαμέριση της περιόδου συνδρομής T στην οποία επιβάλλεται η χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης, σε n χρονικά διαστήματα T_i , για καθένα από τα οποία το

μείγμα της συγκεντρωτικής κυκλοφορίας που διακινείται στο πλαίσιο της υπηρεσίας διασύνδεσης κατά τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου μπορεί να θεωρηθεί αμετάβλητο.

β) τον προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο τυπικά κατανέμεται η συνολική χρήση της υπηρεσίας διασύνδεσης όλης της περιόδου συνδρομής T σε καθένα από τα χρονικά διαστήματα T_i που συνιστούν την ορισθείσα παραπάνω διαμέριση της περιόδου συνδρομής. Αυτό ισοδύναμα συνεπάγεται την εύρεση του τυπικού τρόπου με τον οποίο ο συνολικός φόρτος κυκλοφορίας που διακινείται στην περίοδο συνδρομής της υπηρεσίας κατανέμεται σε κάθε χρονικό διάστημα T_i της διαμέρισης της περιόδου συνδρομής αυτής. Με άλλα λόγια αυτό σημαίνει τι ποσοστό της συνολικής κυκλοφορίας τυπικά διακινείται σε κάθε χρονικό διάστημα T_i .

Βάσει των παραπάνω, η ορισθείσα παραπάνω παράμετρος α' που περιέχεται στην Σχέση 27 θα προκύπτει σύμφωνα με τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\text{Σχέση 28.} \quad a'(x_{tr, down}, T) = \sum_{j=1}^n [d_{j, down} \cdot a(x_{tr, down}, m_{down, j}, s'_{down, j}, t'_{down, j})]$$

$$\text{Σχέση 29.} \quad a'(x_{tr, up}, T) = \sum_{j=1}^n [d_{j, up} \cdot a(x_{tr, up}, m_{up, j}, s'_{up, j}, t'_{up, j})]$$

Στις σχέσεις αυτές, οι παράμετροι $m_{down, j}$ και $m_{up, j}$ εκφράζουν τον αναμενόμενο μέσο ρυθμό μετάδοσης κυκλοφορίας για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα, στο πλαίσιο της υπηρεσίας μεταφοράς κατά το χρονικό διάστημα T_j της διαμέρισης του χρόνου συνδρομής T . Οι παράμετροι αυτοί για το σύνολο των χρονικών διαστημάτων T_j , δηλ. τα σύνολα των παραμέτρων $\{m_{down, 1}, m_{down, 2}, \dots, m_{down, n}\}$ και $\{m_{up, 1}, m_{up, 2}, \dots, m_{up, n}\}$, σε συνδυασμό με τις παραμέτρους $x_{tr, down}$ και $x_{tr, up}$ που εκφράζουν το συμβόλαιο κυκλοφορίας του συνδρομητή για την υπηρεσία μεταφοράς και είναι οι ίδιες καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου συνδρομής, περιγράφουν ακριβώς τον τύπο του συνδρομητή, δηλ. τα χαρακτηριστικά της επιμέρους ροής κυκλοφορίας που πρόκειται να συνεισφέρει ο συνδρομητής στην συγκεντρωτική ροή κυκλοφορίας που διακινείται στο πλαίσιο της υπηρεσίας διασύνδεσης. Ο τύπος αυτός του κάθε συνδρομητή λαμβάνεται υπόψη στην κατανομή από τον ISP στους συνδρομητές της χρέωσης των τυπικά χρησιμοποιούμενων πόρων που περιέχεται στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης.

Επίσης τα ζεύγη παραμέτρων $(s'_{down, j}, t'_{down, j})$ και $(s'_{up, j}, t'_{up, j})$ εκφράζουν το σημείο λειτουργίας για τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα και κατά το χρονικό διάστημα T_j , του ιδεατού φυσικού συνδέσμου που μοντελοποιεί το aggregate PVC που υλοποιεί την υπηρεσία διασύνδεσης.

Η παράμετρος α που εμφανίζεται υπό μορφή συνάρτησης στις παραπάνω σχέσεις (Σχέση 28, Σχέση 29), εκφράζει το ισοδύναμο εύρος ζώνης της κυκλοφορίας μίας υπηρεσίας σύμφωνα τον ορισμό του ισοδύναμου εύρους ζώνης που δίνεται στις εργασίες $\{[Kelly96], [CKW99]\}$. Ειδικότερα, σύμφωνα και με την προαναφερθείσα σημασία των παραμέτρων που αποτελούν συνάρτηση της παραμέτρου αυτής, οι παράμετροι $a(x_{tr, down}, m_{down, j}, s'_{down, j}, t'_{down, j})$ και $a(x_{tr, up}, m_{up, j}, s'_{up, j}, t'_{up, j})$ εκφράζουν το ισοδύναμο εύρος ζώνης κατά τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα, της κυκλοφορίας που συνεισφέρει ο συνδρομητής με παραμέτρους $x_{down}, x_{up}, m_{down, j}, m_{up, j}$ κατά το χρονικό διάστημα T_j της διαμέρισης του χρόνου συνδρομής T , σε περιβάλλον πολυπλεξίας αυτό του aggregate PVC που υλοποιεί την υπηρεσία διασύνδεσης.

Τέλος, οι παράμετροι $d_{j, down}, d_{j, up}$ εκφράζουν το τυπικό ποσοστό του συνολικού όγκου κυκλοφορίας της περιόδου συνδρομής, το οποίο ποσοστό κυκλοφορίας διακινείται σε

καθεμία από τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου αντίστοιχα κατά το χρονικό διάστημα T_j της διαμέρισης του χρόνου συνδρομής T .

Στην παραπάνω Σχέση 27 που εκφράζει την κατανομή από τον ISP στους συνδρομητές της χρέωσης των τυπικά χρησιμοποιούμενων πόρων που περιέχεται στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης, οι προσθετέοι που υπεισέρχονται στα αθροίσματα $\sum_i a'(x_{tr, down, i}, T)$ και $\sum_i a'(x_{tr, up, i}, T)$ προέρχονται από το τυπικό σύνολο των συνδρομητών που ο ISP προτίθεται να εξυπηρετήσει από την συγκεκριμένη υπηρεσία διασύνδεσης.

6.3.1.1.2. Κατανομή από ISP σε συνδρομητές χρέωσης δεσμευμένων πόρων περιεχόμενης σε χρέωση συνδρομής υπηρεσίας διασύνδεσης

Αντιστοίχως με την διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω στην §6.3.1.1.1, η κατανομή του κόστους των δεσμευμένων πόρων που περιέχεται στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης που περιγράφηκε στην Σχέση 24 (σελ. 106), θα γίνεται για κάθε συνδρομητή που εξυπηρετείται από την υπηρεσία διασύνδεσης σύμφωνα με μία γενική συνάρτηση της ακόλουθης μορφής:

$$\text{Σχέση 30. } f(x_{tr}) = \frac{a'(x_{tr, down}, T)}{\sum_i a'(x_{tr, down, i}, T)} \cdot [p_{down} \cdot \bar{a}(x_{int, down}, T)] + \frac{a'(x_{tr, up}, T)}{\sum_i a'(x_{tr, up, i}, T)} \cdot [p_{up} \cdot \bar{a}(x_{int, up}, T)]$$

Η σημασία των παραμέτρων που περιέχονται στην σχέση αυτή είναι η ίδια με αυτή των ομώνυμων παραμέτρων που περιέχονται στην Σχέση 27 και αναλύθηκαν στην αμέσως προηγούμενη παράγραφο (§6.3.1.1.1).

6.3.1.2. Κατανομή σταθερού λειτουργικού και διαχειριστικού περιεχόμενου σε χρέωση συνδρομής υπηρεσίας διασύνδεσης

Η σταθερή αυτή χρέωση που εμπεριέχεται στην χρέωση συνδρομής, όπως αναφέρθηκε σχετικά στην §6.2.3.2, εκφράζει τα λειτουργικά και διαχειριστικά κόστη που υφίσταται ο NAP για την υπηρεσία διασύνδεσης, τα οποία είναι ανεξάρτητα των παραμέτρων της αμφίδρομης ιδεατής συγκεντρωτικής σύνδεσης ή μονόδρομων συνδέσεων που υλοποιούν την υπηρεσία διασύνδεσης. Τα τέλη αυτά είναι εξαρτώμενα μόνο από το μέγιστο πλήθος N των συνδρομητών του που ο ISP προτίθεται να εξυπηρετήσει με την συγκεκριμένη υπηρεσία διασύνδεσης.

Λόγω ακριβώς αυτού του χαρακτήρα της, ο δικαιότερος τρόπος για την κατανομή της χρέωσης αυτής από τον ISP στους συνδρομητές του είναι με την επιβάρυνση του κάθε συνδρομητή του που εξυπηρετείται από την συγκεκριμένη υπηρεσία διασύνδεσης με το $\frac{1}{N}$

της χρέωσης αυτής, δηλ. με ποσό $\frac{c(N)}{N}$, όπου $c(N)$ είναι η παράμετρος που εμφανίζεται στις

Σχέση 23, Σχέση 24 και Σχέση 25 (σελ. 106) και εκφράζει το εν λόγω διαχειριστικό και λειτουργικό κόστος της υπηρεσίας διασύνδεσης. Από την πλευρά των συνδρομητών, η κατανομή του συγκεκριμένου τμήματος της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης με αυτόν τον τρόπο συνιστά τον δικαιότερο τρόπο κατανομής και για τον ISP τον απλούστερο. Δεν λείπουν όμως και τα μειονεκτήματα.

Συγκεκριμένα, για τον ISP το κύριο μειονέκτημα της επιλογής του αυτής εντοπίζεται στο γεγονός ότι με μία τέτοια κατανομή του κόστους $c(N)$ στους συνδρομητές του, ο ISP δεν

μπορεί να κάνει απόσβεση του κόστους αυτού για όσο διάστημα το πλήθος n των πραγματικών συνδρομητών που εξυπηρετούνται από την συγκεκριμένη υπηρεσία διασύνδεσης είναι μικρότερο από το πλήθος N των δυνητικών συνδρομητών του για την υπηρεσία, δηλ. των συνδρομητών του που βάσει συμφωνίας με τον NAP μπορούν να εξυπηρετηθούν από την υπηρεσία. Αν ισχύει $n \leq N$, τότε τα έσοδα του ISP θα είναι $n \cdot \frac{c(N)}{N}$, δηλ. λιγότερα από το έξοδο $C(N)$. Βέβαια δεδομένης μίας έρευνας αγοράς που

εκτιμά τον αριθμό των μελλοντικών συνδρομητών και για ένα μακροπρόθεσμο παράθυρο χρόνου, η ζημιά αυτή μπορεί να καλυφθεί από τον ISP με την ενσωμάτωσή της σε άλλα συστατικά της τελικής χρέωσης, συγκεκριμένα, σε χρεώσεις που ο ίδιος εγγενώς επιβάλλει στον συνδρομητή (π.χ. χρέωση συνδρομής υπηρεσίας Internet access). Αυτό είναι ισοδύναμο

με την προσάυξηση του ποσού $\frac{c(N)}{N}$ κατά ένα σταθερό ποσό c' , δηλ. η επιβάρυνση του κάθε συνδρομητή με ένα ποσό $\frac{c(N)}{N} + c'$.

6.3.2. Κατανομή από ISP σε συνδρομητές χρέωσης χρήσης υπηρεσίας διασύνδεσης

Η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας διασύνδεσης η ταρίφα της οποίας περιγράφηκε στην Σχέση 26 (σελ 107) στην §6.2.2.3, αντανakλά το κόστος της πραγματικής χρήσης που γίνεται στους πόρους του δικτύου κορμού μεταφοράς από τους συνδρομητές του ISP που εξυπηρετούνται από την συγκεκριμένη υπηρεσία διασύνδεσης. Η κατανομή της χρέωσης αυτής από τον ISP στους συνδρομητές του, θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με το μέγεθος της πραγματικής χρήσης που γίνεται από τον καθένα από αυτούς τους συνδρομητές σε καθεμία από τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου. Η πραγματική αυτή χρήση εκφράζεται από το μέγεθος του όγκου της κυκλοφορίας που συνεισφέρει ο κάθε συνδρομητής στην συνολική κυκλοφορία που διακινείται μέσω της υπηρεσίας διασύνδεσης. Συνεπώς, η κατανομή της χρέωσης χρήσης αυτής θα γίνει σύμφωνα με την ακόλουθο τρόπο:

Σχέση 31.
$$Usage_charge_{int,i} = B_{int,down} \cdot V_{down,i} + B_{int,up} \cdot V_{up,i}$$

Στην σχέση αυτή οι παράμετροι $B_{int,down}$ και $B_{int,up}$ αποτελούν τις παραμέτρους που συναντώνται στην γενική ταρίφα έκφρασης της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας διασύνδεσης που περιγράφηκε στην Σχέση 26 (σελ. 107). Η σημασία των παραμέτρων αυτών περιγράφηκε παραπάνω στην §6.2.3.3.1.

Οι παράμετροι $V_{down,i}$ και $V_{up,i}$ στην Σχέση 31 εκφράζει την συνολική ποσότητα της κυκλοφορίας που κατά το χρονική περίοδο συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης, διακινείται από τον i -οστό συνδρομητή προς την κατεύθυνση καθόδου και ανόδου αντίστοιχα, μέσα από το συγκεντρωτικό PVC που υλοποιεί την αμφίδρομη υπηρεσία διασύνδεσης κατά την κατεύθυνση καθόδου. Ουσιαστικά πρόκειται για τις ίδιες δυναμικές παραμέτρους με αυτές που εμφανίζονται στην γενική ταρίφα χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας μεταφοράς (Σχέση 17 σελ. 102).

6.4. Λιανική χρέωση ISP σε συνδρομητή

Στην προηγούμενη παράγραφο (§6.3) αναπτύχθηκε το ζήτημα της κατά δίκαιο τρόπο κατανομής στους συνδρομητές των χρεώσεων χονδρικού χαρακτήρα που υφίσταται ο ISP από τον NAP στα πλαίσια του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου. Η έννοια της κατανομής αυτής αφορούσε τον προσδιορισμό της χονδρικής χρέωσης που αναλογεί στον κάθε συνδρομητή από την συνολική χρέωση που σε επίπεδο χονδρικής συναλλαγής καταβάλλει ο ISP στον NAP στα πλαίσια του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου.

Η κατανομή αυτή των χονδρικών χρεώσεων στους συνδρομητές κατά δίκαιο τρόπο, αποτελεί για τον ISP μία απαραίτητη ενέργεια σε ό,τι αφορά στο ζήτημα της **λιανικής** χρέωσης του πακέτου των υπηρεσιών Fast Internet, καθώς στα πλαίσια του συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου, ο ISP συνιστά την οντότητα εκείνη που φέρει το ρόλο του παροχέα σε επίπεδο λιανικής εμπορικής συναλλαγής του τελικά προσφερόμενης δικτυακής υπηρεσίας που είναι η υπηρεσία Fast Internet. Ειδικότερα, το θέμα της μετακύλησης στους τελικούς καταναλωτές των δικτυακών υπηρεσιών (συνδρομητές) των χονδρικών χρεώσεων που υφίσταται ο ISP από τον NAP, σχετίζεται άμεσα με το πρόβλημα του κατά αποτελεσματικό και δίκαιο τρόπο προσδιορισμό του ποσού από την συνολική χονδρικής χρέωση που υφίσταται ο ISP, το οποίο αναλογεί στον κάθε μεμονωμένο συνδρομητή (§6.3).

A/A	Χονδρικές χρεώσεις			Λιανική χρέωση
	Υπηρεσία πρόσβασης	Υπηρεσία μεταφοράς	Υπηρεσία διασύνδεσης	Fast Internet υπηρεσία
1	flat	flat	flat	flat
2	flat	flat	flat	usage-based
3	flat	flat	usage-based	flat
4	flat	flat	usage-based	usage-based
5	flat	usage-based	flat	flat
6	flat	usage-based	flat	usage-based
7	flat	usage-based	usage-based	flat
8	flat	usage-based	usage-based	usage-based

Πίνακας 6. Δυνατές πολιτικές χρέωσης επιμέρους υπηρεσιών και τελικού πακέτου υπηρεσιών Fast Internet

Η **λιανική** χρέωση του πακέτου υπηρεσιών Fast Internet που τελικά θα υφίσταται ο συνδρομητής, εξαρτάται τόσο από την μορφή της χρέωσης (επίπεδου ρυθμού, βάσει χρήσης) που χονδρικός επιβάλλει ο NAP στον ISP για καθεμία από τις επιμέρους υπηρεσίες μεταφοράς και διασύνδεσης (η χρέωση της τρίτης επιμέρους υπηρεσίας, της υπηρεσίας πρόσβασης πάντα επίπεδου ρυθμού, §6.2.1) όσο και από την μορφή της χρέωσης (επίπεδου ρυθμού, βάσει χρήσης) που υιοθετεί ο ISP για την υπηρεσία του Internet access που αυτός εγγενώς παρέχει. Στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 6) φαίνεται ακριβώς το σύνολο των δυνατών συνδυασμών πολιτικών χρέωσης για τις χρεώσεις των επιμέρους υπηρεσιών που υλοποιούν την υπηρεσία Fast Internet, και την τελική χρέωση της υπηρεσίας Fast Internet.

Στους ακόλουθους πίνακες φαίνεται ακριβώς με παραμετρικό τρόπο, η τελική λιανική χρέωση του πακέτου υπηρεσιών Fast Internet για καθένα από τα παραπάνω (Πίνακας 6) δυνατά σενάρια πολιτικών χρέωσης των επιμέρους υπηρεσιών που συνιστούν το πακέτο υπηρεσιών Fast Internet. Τα κριτήρια διαμόρφωσης των επιμέρους χονδρικών χρεώσεων που

επιβάλλει ο NAP στον ISP, καθώς και η κατανομή των χρεώσεων αυτών κατά δίκαιο τρόπο από τον ISP στους συνδρομητές, αναλύθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους 6.2 και 6.3 αντίστοιχα.

Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης	NAP→ ISP για κάθε τύπο συνδρομητή	C_1	0
Υπηρεσία μεταφοράς	NAP→ ISP για i -οστό τύπο συνδρομητή	C_2	0
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή		
Υπηρεσία διασύνδεσης	NAP→ ISP	C_3	0
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	$C_{3,i} (1)$	0
Υπηρεσία Internet access	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	C_4	0
Υπηρεσία Fast Internet		$C_1 + C_2 + C_{3,i} + C_4$	0
Σημειώσεις			
1. Υπολογισμός σύμφωνα με §6.3.1			

Πίνακας 7. Λιανική χρέωση επίπεδον ρυθμού για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης επίπεδον ρυθμού για τις υπηρεσίες μεταφοράς και διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 1)

Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης	NAP→ ISP για κάθε τύπο συνδρομητή	C_1	0
Υπηρεσία μεταφοράς	NAP→ ISP για <i>i</i> -οστό τύπο συνδρομητή	C_2	0
	ISP→ <i>i</i> -οστός τύπος συνδρομητή		
Υπηρεσία διασύνδεσης	NAP→ ISP	C_3	0
	ISP→ <i>i</i> -οστός τύπος συνδρομητή	$C_{3,i} (1)$	0
Υπηρεσία Internet access	ISP→ <i>i</i> -οστός τύπος συνδρομητή	C_4	<i>Usage_charge</i> (2)
Υπηρεσία Fast Internet		$C_1 + C_2 + C_{3,i} + C_4$	<i>Usage_charge</i>
Σημειώσεις			
1. Υπολογισμός σύμφωνα με §6.3.1.			
2. Οποιαδήποτε ταρίφα χρέωσης που βασίζεται στην χρήση (π.χ. §2.4.2.3)			

Πίνακας 8. Λιανική χρέωση βάσει χρήσης για την υπηρεσία *Fast Internet* στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού για τις υπηρεσίες μεταφοράς και διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 2)

Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης	NAP→ ISP για κάθε τύπο συνδρομητή	C_1	0
Υπηρεσία μεταφοράς	NAP→ ISP για i -οστό τύπο συνδρομητή	C_2	0
	ISP→ i -ιστός τύπος συνδρομητή		
Υπηρεσία διασύνδεσης	NAP→ ISP	C_3	$B_{int, down} \cdot V_{down} + B_{int, up} \cdot V_{up}$
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	$C_{3,i} + C_{5,i}$ (1, 2)	0
Υπηρεσία Internet access	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	C_4	0
Υπηρεσία Fast Internet		$C_1 + C_2 + C_{3,i} + C_4 + C_{5,i}$	0
<p>Σημειώσεις</p> <ol style="list-style-type: none"> Υπολογισμός παραμέτρου $C_{3,i}$ σύμφωνα με §6.3.1. $C_{5,i} = B_{int, down} \cdot V_{down, i} + B_{int, up} \cdot V_{up, i}$, θέτοντας στις παραμέτρους $V_{down, i}$ και $V_{up, i}$ τις τυπικές-μέσες τιμές του όγκου κυκλοφορίας που συνεισφέρει ο i-οστός τύπος συνδρομητή. 			

Πίνακας 9. Λιανική χρέωση επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία *Fast Internet* στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία μεταφοράς και βάσει χρήσης για την υπηρεσία διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 3)

Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης	NAP→ ISP για κάθε τύπο συνδρομητή	C_1	0
Υπηρεσία μεταφοράς	NAP→ ISP για i -οστό τύπο συνδρομητή	C_2	0
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή		
Υπηρεσία διασύνδεσης	NAP→ ISP	C_3	$B_{int, down} \cdot V_{down} + B_{int, up} \cdot V_{up}$
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	$C_{3, i}$ (1)	$B_{int, down} \cdot V_{down, i} + B_{int, up} \cdot V_{up, i}$ (2)
Υπηρεσία Internet access	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	C_4	$B_{Internet, down, i} \cdot V_{down, i} + B_{Internet, up, i} \cdot V_{up, i}$
Υπηρεσίας Fast Internet		$C_1 + C_2 + C_{3, i} + C_4$	$(B_{int, down, i} + B_{Internet, down, i}) \cdot V_{down, i} + (B_{int, up, i} + B_{Internet, up, i}) \cdot V_{up, i}$
Σημειώσεις			
1. Υπολογισμός σύμφωνα με §6.3.1.			
2. Υπολογισμός σύμφωνα με §6.3.2.			

Πίνακας 10. Λιανική χρέωση βάσει χρήσης για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία μεταφοράς και βάσει χρήσης για την υπηρεσία διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 4)

Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης	NAP→ ISP για κάθε τύπο συνδρομητή	C_1	0
Υπηρεσία μεταφοράς	NAP→ ISP για i -οστό τύπο συνδρομητή	C_2	$B_{tr, down, i} \cdot V_{down, i} + B_{tr, up, i} \cdot V_{up, i}$
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	$C_2 + C_{5, i} (1)$	0
Υπηρεσία διασύνδεσης	NAP→ ISP	C_3	0
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	$C_{3, i} (2)$	
Υπηρεσία Internet access	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	C_4	0
Υπηρεσίας Fast Internet		$C_1 + C_2 + C_{3, i} + C_4 + C_{5, i}$	0
<p>Σημειώσεις</p> <p>1. $C_{5, i} = B_{tr, down, i} \cdot V_{down, i} + B_{tr, up, i} \cdot V_{up, i}$, θέτοντας στις παραμέτρους $V_{down, i}$ και $V_{up, i}$ τις τυπικές-μέσες τιμές του όγκου κυκλοφορίας που συνεισφέρει ο i-οστός τύπος συνδρομητή.</p> <p>2. Υπολογισμός σύμφωνα με §6.3.1.</p>			

Πίνακας 11. Λιανική χρέωση επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία *Fast Internet* στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης βάσει χρήσης για την υπηρεσία μεταφοράς και επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 5)

Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης	NAP→ ISP για κάθε τύπο συνδρομητή	C_1	0
Υπηρεσία μεταφοράς	NAP→ ISP για i -οστό τύπο συνδρομητή	C_2	$B_{tr, down, i} \cdot V_{down, i} +$ $B_{tr, up, i} \cdot V_{up, i}$
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή		
Υπηρεσία διασύνδεσης	NAP→ ISP	C_3	0
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	$C_{3, i} (1)$	
Υπηρεσία Internet access	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	C_4	$B_{Internet, down, i} \cdot V_{down, i} +$ $B_{Internet, up, i} \cdot V_{up, i}$
Υπηρεσίας Fast Internet		$C_1 + C_2 + C_{3, i} +$ $C_4 + C_{5, i}$	$(B_{tr, down, i} + B_{Internet, down, i}) \cdot$ $V_{down, i} +$ $(B_{tr, up, i} + B_{Internet, up, i}) \cdot$ $V_{up, i}$
Σημειώσεις			
1. Υπολογισμός σύμφωνα με §6.3.1.			

Πίνακας 12. Λιανική χρέωση βάσει χρήσης για την υπηρεσία *Fast Internet* στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης βάσει χρήσης για την υπηρεσία μεταφοράς και επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 6)

Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης	NAP→ ISP για κάθε τύπο συνδρομητή	C_1	0
Υπηρεσία μεταφοράς	NAP→ ISP για i -οστό τύπο συνδρομητή	C_2	$B_{tr, down, i} \cdot V_{down, i} + B_{tr, up, i} \cdot V_{up, i}$
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	$C_2 + C_{2, i}$ (1)	0
Υπηρεσία διασύνδεσης	NAP→ ISP	C_3	$B_{int, down} \cdot V_{down} + B_{int, up} \cdot V_{up}$
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	$C_{3, i} + C_{5, i}$ (2, 3)	0
Υπηρεσία Internet access	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	C_4	0
Υπηρεσίας Fast Internet		$C_1 + C_2 + C_{2, i} + C_{3, i} + C_4 + C_{5, i}$	0
<p>Σημειώσεις</p> <ol style="list-style-type: none"> $C_{2, i} = B_{tr, down, i} \cdot V_{down, i} + B_{tr, up, i} \cdot V_{up, i}$, θέτοντας στις παραμέτρους $V_{down, i}$ και $V_{up, i}$ τις τυπικές-μέσες τιμές του όγκου κυκλοφορίας που συνεισφέρει ο i-οστός τύπος συνδρομητή. Υπολογισμός παραμέτρου $C_{3, i}$ σύμφωνα με §6.3.1. $C_{5, i} = B_{int, down} \cdot V_{down, i} + B_{int, up} \cdot V_{up, i}$, θέτοντας στις παραμέτρους $V_{down, i}$ και $V_{up, i}$ τις τυπικές-μέσες τιμές του όγκου κυκλοφορίας που συνεισφέρει ο i-οστός τύπος συνδρομητή. 			

Πίνακας 13. Λιανική χρέωση επίπεδου ρυθμού για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης βάσει χρήσης για τις υπηρεσίες μεταφοράς και διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 7)

Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης	NAP→ ISP για κάθε τύπο συνδρομητή	C_1	0
Υπηρεσία μεταφοράς	NAP→ ISP για i -οστό τύπο συνδρομητή	C_2	$B_{tr, down, i} \cdot V_{down, i} +$
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητής		$B_{tr, up, i} \cdot V_{up, i}$
Υπηρεσία διασύνδεσης	NAP→ ISP	C_3	$B_{int, down} \cdot V_{down} +$ $B_{int, up} \cdot V_{up}$
	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητής	$C_{3, i} (1)$	$B_{int, down, i} \cdot V_{down, i} +$ $B_{int, up, i} \cdot V_{up, i} (2)$
Υπηρεσία Internet access	ISP→ i -οστός τύπος συνδρομητή	C_4	$B_{Internet, down, i} \cdot V_{down, i} +$ $B_{Internet, up, i} \cdot V_{up, i}$
Υπηρεσίας Fast Internet		$C_1 + C_2 +$ $C_{3, i} + C_4$	$(B_{tr, down, i} + B_{int, down, i}$ $B_{Internet, down, i}) \cdot V_{down, i} +$ $(B_{tr, up, i} + B_{int, up, i}$ $B_{Internet, up, i}) \cdot V_{up, i}$
Σημειώσεις			
1. Υπολογισμός σύμφωνα με §6.3.1.			
2. Υπολογισμός σύμφωνα με §6.3.2.			

Πίνακας 14. Λιανική χρέωση βάσει χρήσης για την υπηρεσία Fast Internet στο πλαίσιο μιας πολιτικής χονδρικής χρέωσης βάσει χρήσης για τις υπηρεσίες μεταφοράς και διασύνδεσης (Πίνακας 6, περίπτωση 8)

6.5. Εφαρμογή προτεινόμενης μεθόδου χρέωσης επιμέρους υπηρεσιών πρόσβασης και κατανομής αυτών σε συνδρομητές στο πλαίσιο άλλων επιχειρησιακών μοντέλων

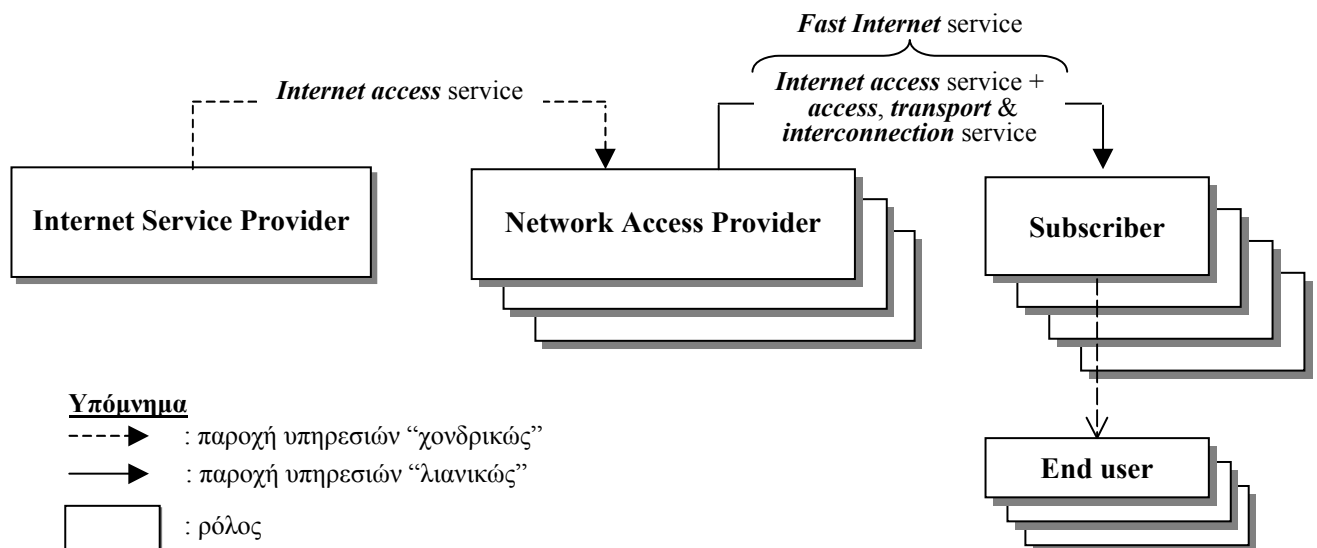
Στις προηγούμενες παραγράφους του παρόντος κεφαλαίου, παρουσιάστηκε η προτεινόμενη μέθοδος διαμόρφωσης χρεώσεων για τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP (§6.2), καθώς και ένας τρόπος δίκαιης κατανομής των χρεώσεων αυτών στους συνδρομητές (§6.3), δεδομένης της ισχύουσας στην πράξη *αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης* των δικτυακών υπηρεσιών επιπέδου 2 στο δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς.

Η μελέτη των δύο αυτών ζητημάτων έγινε θέτοντας ως υπόθεση εργασίας ένα συγκεκριμένο επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο περιγράφηκε αναλυτικά στην §6.1.1. Όπως αναφέρθηκε σχετικά στην παράγραφο αυτή, πρόκειται για ένα επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο τυγχάνει ευρείας εφαρμογής σε παγκόσμιο επίπεδο και συγκαταλέγεται μεταξύ των 3 επιχειρησιακών μοντέλων τα οποία, όπως κατέδειξε η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας και παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 4 (§4.2.4), συναντώνται πιο συχνά στην πράξη για την παροχή δικτυακών υπηρεσιών υψηλού επιπέδου πάνω από

πρόσβαση DSL. Στην συνέχεια περιγράφεται η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθόδου χρέωσης των επιμέρους υπηρεσιών πρόσβασης του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP (§6.2), καθώς και η χρησιμότητα της προτεινόμενης μεθόδου δίκαιης κατανομής των χρεώσεων αυτών στους συνδρομητές (§6.3), στην περίπτωση των δύο άλλων επίσης εφαρμόσιμων στην πράξη επιχειρησιακών μοντέλων.

6.5.1. Επιχειρησιακό μοντέλο χονδρικής παροχής υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας από ISP σε NAP και λιανικής παροχής υπηρεσίας Fast Internet από NAP σε συνδρομητή

Το δεύτερο κατά σειρά επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο συναντάται στην πράξη στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών Fast Internet, είναι αυτό το οποίο απεικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 13. Στο σχήμα αυτό φαίνονται οι επιχειρησιακοί ρόλοι που υφίστανται στο συγκεκριμένο μοντέλο, καθώς και οι σχέσεις που διέπουν τους ρόλους αυτούς σε όρους παρεχόμενης λειτουργικότητας (υπηρεσίες) και επίπεδο εμπορικής συναλλαγής παροχής της λειτουργικότητας αυτής (χονδρικός, λιανικός).



Σχήμα 13. Επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet με χονδρική παροχή υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας από ISP σε NAP και λιανική παροχή υπηρεσίας Fast Internet από NAP σε συνδρομητή

Το συγκεκριμένο επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet εφαρμόζεται στην πράξη συνήθως από παροχείς υπηρεσιών πρόσβασης DSL (NAPs) οι οποίοι διαθέτουν κάποια θυγατρική εταιρία παροχής υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet (ISP) [DSLWoDir]. Σε μία τέτοια περίπτωση, ο NAP καταφεύγει στην συνεργασία του με την θυγατρική με αυτόν εταιρία ISP, προς όφελος ολόκληρου του ομίλου εταιριών, αναλαμβάνοντας όμως ο ίδιος την εμπορική προώθηση σε επίπεδο λιανικής συναλλαγής του τελικού πακέτου των υπηρεσιών Fast Internet. Η ανάληψη αυτή του έργου της λιανικής παροχής της τελικής υπηρεσίας από τον NAP, συνήθως υποδεικνύεται από το γεγονός ότι ο NAP στις περισσότερες των περιπτώσεων αποτελεί έναν μεγάλο τηλεπικοινωνιακό φορέα,

δηλ. μία εταιρία με ηγετική ή υψηλή θέση στην αγορά τηλεπικοινωνιών (π.χ. ILECs, PTOs). Συνεπώς, ως τέτοιος θα διαθέτει ήδη και τις κατάλληλες υποδομές (π.χ. μεγάλο δίκτυο καταστημάτων λιανικής παροχής υπηρεσιών) για την λιανική παροχή από τον ίδιο της υπηρεσίας Fast Internet.

6.5.1.1. Εμπλεκόμενοι ρόλοι

Οι επιχειρησιακοί ρόλοι που εμπλέκονται στο μοντέλο αυτό είναι οι ίδιοι με αυτούς που αναφέρθηκαν στην περίπτωση του επιχειρησιακού μοντέλου που τέθηκε ως υπόθεση εργασίας στην αρχή του παρόντος κεφαλαίου (§6.1.1) για την πραγματοποίηση της μελέτης των ζητημάτων χρέωσης στο πλαίσιο της υπηρεσίας Fast Internet. Έτσι, η λειτουργικότητα που εγγενώς παρέχεται από τους ρόλους του NAP και ISP στο προκείμενο επιχειρησιακό μοντέλο είναι αυτή που περιγράφεται αναλυτικά στην §6.1.1.1. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η αρχιτεκτονική υπηρεσιών για την υλοποίηση της υπηρεσίας Fast Internet (Σχήμα 11), συνεπώς η λειτουργικότητα του κάθε ρόλου-λειτουργού δικτύου, είναι η ίδια ανεξαρτήτως του ισχύοντος επιχειρησιακού μοντέλου. Έτσι και στο πλαίσιο του προκείμενου επιχειρησιακού μοντέλου (Σχήμα 13), ο NAP είναι επιφορτισμένος με την παροχή των υπηρεσιών πρόσβασης και μεταφοράς για κάθε συνδρομητή και της υπηρεσίας διασύνδεσης για κάθε συνεργαζόμενο με αυτόν ISP. Ο ορισμός καθεμιάς από τις υπηρεσίες αυτές δίνεται στην §6.1.1.1.

6.5.1.2. Αλληλεπίδραση ρόλων

Η διαφορά του επιχειρησιακού μοντέλου που θεωρήθηκε στην αρχή του παρόντος κεφαλαίου ως υπόθεση εργασίας (§6.1.1, Σχήμα 10) και αυτού που εξετάζεται εδώ (Σχήμα 13), αφορά την αλληλεπίδραση των εμπλεκόμενων ρόλων σε ό,τι αφορά στις σχέσεις παροχής υπηρεσιών μεταξύ τους. Συγκεκριμένα στα πλαίσια του προκείμενου επιχειρησιακού μοντέλου, οι αλληλεπιδράσεις που υφίστανται ανάμεσα στους ρόλους είναι οι εξής:

- α) παροχή σε επίπεδο **χονδρικής** εμπορικής συναλλαγής (wholesale) από τον **ISP** στον **NAP** της προστιθέμενης αξίας *υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet* των συνδρομητών.
- β) παροχή σε επίπεδο **λιανικής** εμπορικής συναλλαγής (retail) από τον **NAP** στον **συνδρομητή** του πακέτου υπηρεσιών *Fast Internet*, δηλ. της υψηλού επιπέδου προστιθέμενης αξίας *υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet* συνδυασμένη υπό μορφή ενιαίας υπηρεσίας (“bundled”) με την στοιχειώδη υπηρεσία πρόσβασης του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP. Η τελευταία υλοποιείται από τον συνδυασμό των *υπηρεσιών πρόσβασης, μεταφοράς και διασύνδεσης* που εγγενώς παρέχει NAP στους συνδρομητές.

6.5.1.3. Χονδρική χρέωση ISP σε NAP

Στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου που περιγράφηκε παραπάνω (§6.5.1.1-§6.5.1.2), ο ISP θα επιβάλλει στον NAP σε επίπεδο **χονδρικής** εμπορικής συναλλαγής μία χρέωση για την παρεχόμενη στους συνδρομητές του τελευταίου υπηρεσία πρόσβασης στο Internet. Πρόκειται για την χονδρική χρέωση την οποία υφίσταται ο NAP για την διασύνδεση του δικτύου μεταφοράς του και κατ’ επέκταση των δικτύων πρόσβασης των συνδρομητών του μέσω του δικτύου του ISP στο Internet.

Η χονδρική χρέωση αυτή που υπεισέρχεται στο προκείμενο επιχειρησιακό μοντέλο, αποτελεί μία *συνολική* χρέωση (*bulk charge*), καθώς αναφέρεται σε μία υπηρεσία η οποία αφορά την διακίνηση από το δίκτυο του ISP της κυκλοφορίας που προκαλείται από το σύνολο των συνδρομητών του NAP. Για την χρέωση αυτή του NAP, ο ISP μπορεί

υιοθετήσει οποιαδήποτε από τις γενικές μορφές των πολιτικών χρέωσης (επίπεδου ρυθμού ή βάσει χρήσης) που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 2 (§2.4).

6.5.1.4. Λιανική χρέωση NAP σε συνδρομητή

Η χρέωση που επιβάλλει ο NAP στον συνδρομητή σε επίπεδο λιανικής εμπορικής συναλλαγής για το πακέτο των υπηρεσιών Fast Internet, συνίσταται στις χρεώσεις των υπηρεσιών που αυτός εγγενώς παρέχει στους συνδρομητές, καθώς και την αναλογούσα στον κάθε συνδρομητή χονδρική χρέωση που υφίσταται ο NAP από τον ISP στο πλαίσιο του εξεταζόμενου επιχειρησιακού μοντέλου. Έτσι, η λιανική χρέωση που θα υφίσταται ο κάθε συνδρομητής για την τελική υπηρεσία του Fast Internet, γενικά θα συνίσταται στα ακόλουθα μέρη:

1. την χρέωση της *υπηρεσίας πρόσβασης* που παρέχεται εγγενώς από τον NAP σε μία βάση ανά συνδρομητή.
2. την χρέωση της *υπηρεσία μεταφοράς* που παρέχεται εγγενώς από τον NAP σε μία βάση ανά συνδρομητή.
3. την αναλογούσα στον κάθε συνδρομητή χρέωση για την *υπηρεσία διασύνδεσης* που παρέχεται εγγενώς από τον NAP σε μία βάση ανά ομάδα συνδρομητών.
4. την αναλογούσα στον κάθε συνδρομητή χρέωση από την συνολική χονδρική χρέωση που υφίσταται ο NAP από τον ISP για την *υπηρεσία πρόσβασης στο Internet*.

6.5.1.4.1. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης

Για την διαμόρφωση της χρέωσης της υπηρεσίας πρόσβασης που εγγενώς παρέχει ο NAP σε κάθε συνδρομητή του μεμονωμένα, ισχύει ό,τι αναφέρθηκε στην §6.2.1 για την χονδρική χρέωση της ίδιας υπηρεσίας από τον NAP στον ISP στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου όπου η παροχή του συνολικού πακέτου της υπηρεσίας Fast Internet παρέχεται λιανικώς στον συνδρομητή από τον ρόλο του ISP.

6.5.1.4.2. Χρέωση υπηρεσίας μεταφοράς

Η χρέωση της υπηρεσίας μεταφοράς που εγγενώς παρέχει ο NAP σε μία βάση ανά συνδρομητή, μπορεί να γίνει σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν στην §6.2.2 για την χονδρική χρέωση της ίδιας υπηρεσίας από τον NAP στον ISP στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου που θεωρήθηκε στην αρχή του κεφαλαίου (§6.1.1). Υπενθυμίζεται ότι στην παράγραφο 6.2.2 περιγράφεται μία μέθοδος διαμόρφωσης χρεώσεων για την υπηρεσία μεταφοράς τόσο επίπεδου ρυθμού (flat-rate) όσο και βάσει της χρήσης (usage-based) με κατάλληλη εφαρμογή και προσαρμογή της μεθόδου χρέωσης *abc*.

6.5.1.4.3. Χρέωση υπηρεσίας διασύνδεσης

Σύμφωνα με την γενικώς θεωρούμενη αρχιτεκτονική συγκέντρωσης των υπηρεσιών επιπέδου 2 στο δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς (§6.1.2), η υπηρεσία διασύνδεσης θα παρέχεται από τον NAP σε μία βάση ανά ομάδα συνδρομητών. Δεδομένου αυτού, στην χρέωση της τελικής υπηρεσίας του Fast Internet θα περιέχεται και μία χρέωση η οποία να αντανακλά την αναλογούσα στον κάθε συνδρομητή χρέωση για την υπηρεσία διασύνδεσης.

Η διαμόρφωση μία τέτοιας χρέωσης σε επίπεδο μεμονωμένου συνδρομητή για την χρησιμοποίηση της *συγκεντρωτικού* χαρακτήρα υπηρεσία διασύνδεσης από αυτόν, μπορεί να γίνει με κατάλληλη εφαρμογή α) της μεθόδου διαμόρφωσης χονδρικής χρέωσης για την

υπηρεσία διασύνδεσης στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου που θεωρήθηκε στην αρχή του κεφαλαίου (§6.2.3) και β) της μεθόδου δίκαιης κατανομής της χρέωσης αυτής από τον ISP στους συνδρομητές του στο πλαίσιο του ίδιου επιχειρησιακού μοντέλου (§6.3.1-§6.3.2).

Συγκεκριμένα, ο NAP σύμφωνα με την μέθοδο που περιγράφηκε στην §6.2.3 μπορεί να διαμορφώσει για την συγκεντρωτικού χαρακτήρα υπηρεσία διασύνδεσης μία «συνολική» χρέωση, δηλ. μία χρέωση η οποία να αντανακλά την χρέωση που θα πρέπει να επιβαρύνει το σύνολο των συνδρομητών που εξυπηρετούνται από την υπηρεσία διασύνδεσης. Με εφαρμογή για την «συνολική» αυτή χρέωση της μεθοδολογίας που περιγράφηκε στις παραγράφους 6.3.1-6.3.2, μπορεί να προσδιοριστεί από την πλευρά του NAP η χρέωση που πρέπει να αναλογεί στον κάθε συνδρομητή που εξυπηρετείται από την συγκεντρωτικού χαρακτήρα υπηρεσία διασύνδεσης.

6.5.1.4.4. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet

Όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα, η χονδρική χρέωση που υφίσταται ο NAP από τον ISP στο πλαίσιο του συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου για την διασύνδεση του δικτύου μεταφοράς στο Internet, συνιστά μία συνολική ή ομαδική χρέωση (*bulk charge*). Ο NAP δηλ. υφίσταται την χρέωση αυτή για το σύνολο των συνδρομητών του. Συνεπώς, στην χρέωση της τελικής υπηρεσίας του Fast Internet θα περιέχεται και μία χρέωση η οποία θα αντιστοιχεί την αναλογούσα στον κάθε συνδρομητή χρέωση από την συνολική χονδρική χρέωση που υφίσταται ο NAP από τον ISP.

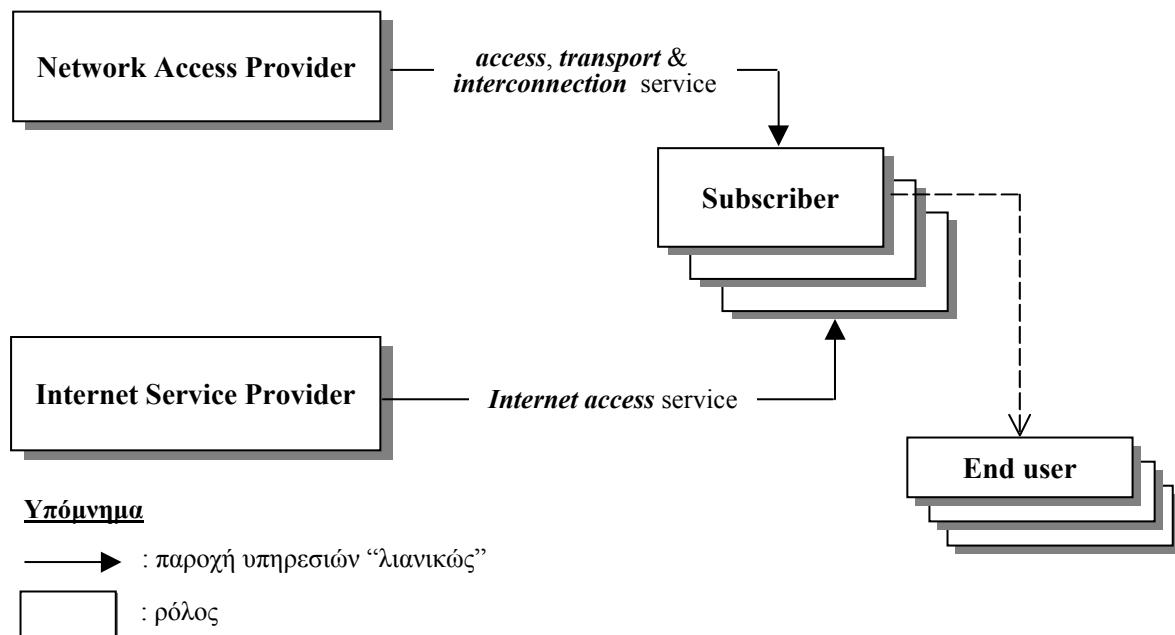
Λόγω ακριβώς αυτού του χαρακτήρα της, η χονδρικής χρέωση που υφίσταται ο NAP από τον ISP θα πρέπει να κατανεμηθεί από τον NAP στους συνδρομητές του κατά δίκαιο τρόπο.

6.5.2. Επιχειρησιακό μοντέλο λιανικής παροχής υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας από ISP σε συνδρομητή και λιανικής παροχής επιμέρους υπηρεσιών πρόσβασης από NAP σε συνδρομητή

Στο Σχήμα 14 παρακάτω, απεικονίζεται το τρίτο κατά σειρά επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο συναντάται στην πράξη στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών Fast Internet. Στο σχήμα αυτό φαίνονται οι επιχειρησιακοί ρόλοι που υφίστανται στο συγκεκριμένο επιχειρησιακό μοντέλο, καθώς και οι σχέσεις που διέπουν τους ρόλους αυτούς σε όρους παρεχόμενης λειτουργικότητας (υπηρεσίες) και επίπεδο εμπορικής συναλλαγής παροχής της λειτουργικότητας αυτής (χονδρικός, λιανικός).

6.5.2.1. Εμπλεκόμενοι ρόλοι

Οι επιχειρησιακοί ρόλοι που εμπλέκονται στο μοντέλο αυτό είναι οι ίδιοι με αυτούς που αναφέρθηκαν στην περίπτωση του επιχειρησιακού μοντέλου που τέθηκε ως υπόθεση εργασίας στην αρχή του παρόντος κεφαλαίου (§6.1.1) για την πραγματοποίηση της μελέτης των ζητημάτων χρέωσης στο πλαίσιο της υπηρεσίας Fast Internet. Στο πλαίσιο του προκείμενου επιχειρησιακού μοντέλου, η λειτουργικότητα που παρέχεται από τους ρόλους που παίζονται από λειτουργούς δικτύων (NAP, ISP) είναι αυτή που περιγράφεται αναλυτικά στην §6.1.1.1.



Σχήμα 14. Επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών *Fast Internet* με λιανική παροχή υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας από ISP σε συνδρομητή και λιανική παροχή επιμέρους υπηρεσιών πρόσβασης από NAP σε συνδρομητή

6.5.2.2. Αλληλεπίδραση ρόλων

Στα πλαίσια του επιχειρησιακού μοντέλου που εξετάζεται εδώ και απεικονίζεται στο Σχήμα 14, οι αλληλεπιδράσεις των εμπλεκόμενων ρόλων σε ό,τι αφορά την παροχή υπηρεσιών από τον έναν στον άλλο είναι οι εξής:

- α) παροχή σε επίπεδο **λιανικής** εμπορικής συναλλαγής (retail) από τον **NAP** στον **συνδρομητή** της στοιχειώδους υπηρεσίας πρόσβασης του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP. Η τελευταία υλοποιείται από τον συνδυασμό των υπηρεσιών πρόσβασης, μεταφοράς και διασύνδεσης που εγγενώς παρέχει NAP στους συνδρομητές.
- β) παροχή σε επίπεδο **λιανικής** εμπορικής συναλλαγής (retail) από τον **ISP** στον **συνδρομητή** της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας πρόσβασης στο *Internet*

Το συγκεκριμένο λοιπόν επιχειρησιακό μοντέλο διαφέρει ως προς τα δύο άλλα μοντέλα που εφαρμόζονται συνήθως στην πράξη, στο σημείο ότι ο συνδρομητής, ο οποίος αποτελεί τον καταναλωτή του συνολικού πακέτου της υπηρεσίας *Fast Internet*, βρίσκεται σε άμεση «εμπορική» σχέση και με τους δύο ρόλους των λειτουργιών των υφιστάμενων δικτύων (NAP και ISP).

6.5.2.3. Λιανική χρέωση NAP σε συνδρομητή

Η λιανική χρέωση που επιβάλλει ο NAP στον συνδρομητή αφορά το σύνολο των υπηρεσιών που εγγενώς παρέχει ο NAP ως λειτουργός των δικτύων πρόσβασης και του δικτύου μεταφοράς. Συνεπώς, η λιανική χρέωση που θα υφίσταται ο κάθε συνδρομητής από τον NAP στο πλαίσιο του συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου γενικά θα συνίσταται στα ακόλουθα μέρη:

1. την χρέωση της **υπηρεσίας πρόσβασης** που παρέχεται σε μία βάση ανά συνδρομητή.
2. την χρέωση της **υπηρεσία μεταφοράς** που παρέχεται σε μία βάση ανά συνδρομητή.
3. την αναλογούσα στον κάθε συνδρομητή χρέωση για την **υπηρεσία διασύνδεσης** που παρέχεται σε μία βάση ανά ομάδα συνδρομητών.

6.5.2.3.1. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης

Για την διαμόρφωση της χρέωσης της υπηρεσίας πρόσβασης που παρέχει ο NAP σε κάθε συνδρομητή του μεμονωμένα, ισχύει ό,τι αναφέρθηκε στην §6.2.1 για την χονδρική χρέωση της ίδιας υπηρεσίας από τον NAP στον ISP στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου όπου η παροχή του συνολικού πακέτου της υπηρεσίας Fast Internet παρέχεται λιανικώς στον συνδρομητή από τον ρόλο του ISP.

6.5.2.3.2. Χρέωση υπηρεσίας μεταφοράς

Η χρέωση της υπηρεσίας μεταφοράς που εγγενώς παρέχει ο NAP σε μία βάση ανά συνδρομητή, μπορεί να γίνει σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν στην §6.2.2 για την χονδρική χρέωση της ίδιας υπηρεσίας από τον NAP στον ISP στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου που θεωρήθηκε στην αρχή του κεφαλαίου (§6.1.1).

6.5.2.3.3. Χρέωση υπηρεσίας διασύνδεσης

Η διαμόρφωση από τον NAP μία λιανικής χρέωσης σε επίπεδο μεμονωμένου συνδρομητή για την χρησιμοποίηση της συγκεντρωτικού χαρακτήρα υπηρεσία διασύνδεσης από αυτόν, μπορεί να γίνει σύμφωνα με την διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω στην §6.5.1.4.3.

6.5.2.4. Λιανική χρέωση ISP σε συνδρομητή

Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου, ο ISP επιβάλλει στον συνδρομητή μία λιανική χρέωση η οποία αφορά την εγγενώς παρεχόμενη από τον ISP στον κάθε συνδρομητή υπηρεσία προστιθέμενης αξίας της πρόσβασης στο Internet. Για την χρέωση αυτή, ο ISP μπορεί να υιοθετήσει οποιοσδήποτε από τις πολιτικές χρέωσης (επίπεδου ρυθμού ή βάσει χρήσης) που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 2 (§2.4). Συγκεκριμένες μέθοδοι για την χρέωσης υπηρεσιών IP, όπως είναι η συγκεκριμένη υπηρεσία πρόσβασης στο Internet, περιγράφονται στο [FDL00].

7. Χρέωση υπηρεσιών intranet/extranet VPN υλοποιούμενων πάνω από πρόσβαση DSL

Τα *νοητά ιδιωτικά δίκτυα* (*virtual private networks – VPNs*), στους διάφορους τύπους τους (*intranet*, *extranet* ή *access VPN*, βλ. §7.1.2), αποτελούν μία ραγδαίως αναπτυσσόμενη αγορά δικτυακών υπηρεσιών σε παγκόσμιο επίπεδο. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα της εταιρίας ερευνών Infonetic Research [Infonetics], εκτιμάται ότι η ευρωπαϊκή αγορά υπηρεσιών VPN από 972 εκατομμύρια δολάρια το 2000 αναμένεται να ανέρθει σε 11,9 δισεκατομμύρια δολάρια το 2004, δηλ. θα σημειώσει μία αύξηση της τάξης του 1.100% [Infon00a]. Μεγαλύτερα απόλυτα μεγέθη ισχύουν για τις Η.Π.Α., όπου η αντίστοιχη αγορά δικτυακών υπηρεσιών από 7,2 δισεκατομμύρια δολάρια το 2000 αναμένεται ότι θα αυξηθεί στα 32,9 δισεκατομμύρια δολάρια το 2004, δηλ. θα γνωρίσει μία αύξηση 357% [Infon00b]. Ειδικότερα για τις Η.Π.Α. που συνιστά μία πρωτοπόρο αγορά στο χώρο των δικτυακών υπηρεσιών γενικά, από ανάλογη έρευνα της εταιρίας ερευνών Infonetic Research, εκτιμάται ότι το 57%, το 55% και 51% μεγάλων, μεσαίων και μικρών εταιρικών οργανισμών αντίστοιχα σχεδιάζει την ανάπτυξη κάποιου τύπου νοητού ιδιωτικού δικτύου μέχρι το 2002 [Taylor00].

Αυτές οι τάσεις ταχύτατης ανάπτυξης της αγοράς των υπηρεσιών VPN που υπαγορεύουν τα παραπάνω μεγέθη, οφείλονται ακριβώς στην ανάγκη των σύγχρονων εταιριών για εξασφάλιση οικονομικότερων υπηρεσιών διαδικτύωσης. Τα νοητά ιδιωτικά δίκτυα υλοποιούν την ίδια λειτουργικότητα με αυτή των παραδοσιακών ιδιωτικών δικτύων (*private networks*), όμως με σημαντικά μικρότερα κόστη άρα μεγαλύτερα οικονομικά οφέλη για τις εταιρίες [Ascend98]. Το DSL, δεδομένων των υψηλών επιδόσεων που παρέχει και του προστιτού κόστους παροχής του έναντι άλλων τεχνολογιών πρόσβασης ισάξιων επιδόσεων (μισθωμένες γραμμές, οπτική πρόσβαση), αποτελεί μία από τις τεχνολογίες πρόσβασης η οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα για την υλοποίηση υπηρεσιών VPN.

Στο κεφάλαιο λοιπόν αυτό πραγματοποιείται η μελέτη ζητημάτων που αναφέρονται ακριβώς στο ζήτημα της χρέωσης της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας των intranet και των extranet VPNs με χρήση της βασικής υπηρεσίας πρόσβασης που παρέχει η τεχνολογία του DSL. Στην παράγραφο 7.1 δίνεται ο ακριβής ορισμός της έννοιας του νοητού ιδιωτικού δικτύου (§7.1.1), καθώς και οι διάφοροι τύποι νοητών ιδιωτικών δικτύων (§7.1.2). Στην §7.2 περιγράφεται το επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση για την παροχή των υπηρεσιών intranet/extranet VPN σε συνδρομητές DSL⁵¹. Τέλος, στις παραγράφους 7.3 και 7.4 αναλύεται το ζήτημα της χρέωσης υπηρεσιών intranet/extranet VPN υλοποιούμενων σύμφωνα με δύο συγκεκριμένες αρχιτεκτονικές υλοποίησης νοητών

⁵¹ Όπως αναφέρεται σχετικά και παρακάτω (§7.1.2), τα intranet και τα extranet VPNs συνιστούν δύο συγκεκριμένους τύπους νοητών ιδιωτικών δικτύων, τα οποία όμως από τεχνολογικής άποψης υλοποιούνται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Για αυτόν το λόγο, στο παρόν κεφάλαιο, η προστιθέμενη αξία υπηρεσία που υλοποιείται με χρήση της στοιχειώδους υπηρεσίας πρόσβασης που βασίζεται στο DSL και της οποίας εξετάζεται η χρέωση, αναφέρεται ως υπηρεσία *intranet/extranet VPN*.

ιδιωτικών δικτύων. Πρόκειται για τις αρχιτεκτονικές υλοποίησης VPNs επιπέδου 2 και επιπέδου 3 αντίστοιχα.

7.1. Νοητά ιδιωτικά δίκτυα

7.1.1. Ορισμός

Ως **νοητό ιδιωτικό δίκτυο** (*virtual private network – VPN*) ορίζεται ένα ιδιωτικό δίκτυο το οποίο υλοποιείται χρησιμοποιώντας την υποδομή ενός διαμοιραζόμενου ή δημόσιου δικτύου, όπως είναι το Internet ή το δίκτυο ενός παροχέα. Τα νοητά ιδιωτικά δίκτυα δηλ. ορίζονται σε αντιδιαστολή με τα πραγματικά ιδιωτικά δίκτυα (*private networks*) τα οποία υλοποιούνται με την χρησιμοποίηση αφιερωμένων συνδέσεων όπως είναι αυτές που παρέχουν τα αναλογικά και ψηφιακά (ISDN) τηλεφωνικά κυκλώματα και οι μισθωμένες γραμμές.

Τα νοητά ιδιωτικά δίκτυα, υλοποιούνται με τέτοιο τρόπο πάνω από δημόσια δίκτυα ώστε να εξασφαλίζουν τα ίδια επίπεδα ασφάλειας, ποιότητας εξυπηρέτησης, αξιοπιστίας και ευκολίας διαχείρισης με αυτά που συναντώνται στα ιδιωτικά δίκτυα.

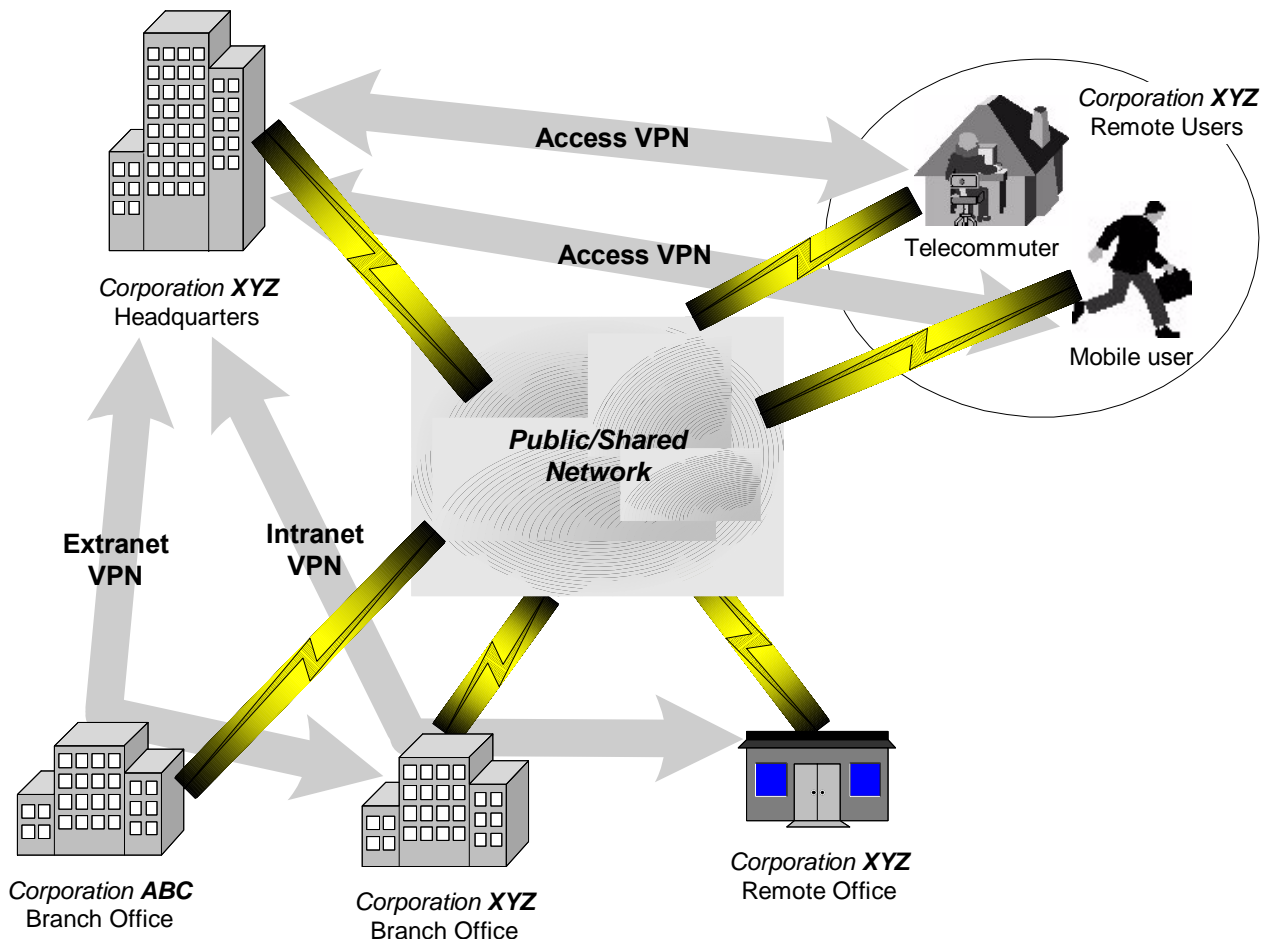
7.1.2. Τύποι

Τα νοητά ιδιωτικά δίκτυα, ανάλογα με το είδος των μερών που διασυνδέουν (εταιρικά δίκτυα, μεμονωμένους χρήστες), καθώς και τον χαρακτήρα της συνδεσιμότητας που παρέχουν (μόνιμη, προσωρινή), διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες (βλ. Σχήμα 15) {[Cisco00], [Cisco99a], [Cisco98a], [Kavak00]}:

1. **νοητά ιδιωτικά δίκτυα πρόσβασης** (*access VPNs*): πρόκειται για τα νοητά ιδιωτικά δίκτυα τα οποία παρέχουν μία προσωρινού χαρακτήρα σύνδεση για την απομακρυσμένη πρόσβαση μεμονωμένων χρηστών στο άκρως ιδιωτικό ή εκτεταμένο δίκτυο εργασίας κάποιας εταιρίας (*corporate intranet* ή *extranet*). Τα access VPNs υλοποιούνται για την παροχή σε χρήστες⁵² που εργάζονται από απόσταση (*telecommuters*) ή μετακινούνται (*mobile*) υπηρεσιών απομακρυσμένης πρόσβασης στους πόρους εταιρικών δικτύων.
2. **νοητά ιδιωτικά δίκτυα διασύνδεσης απομακρυσμένων δικτύων της ίδιας εταιρίας** (*intranet VPNs*): πρόκειται για τα νοητά ιδιωτικά δίκτυα τα οποία εξασφαλίζουν μόνιμη συνδεσιμότητα ανάμεσα σε απομακρυσμένα δίκτυα του ίδιου εταιρικού φορέα. (π.χ. *Corporation XYZ* σε Σχήμα 15). Τα intranet VPNs υλοποιούνται για την παροχή υπηρεσιών διασύνδεσης των δικτύων απομακρυσμένων γραφείων (*remote offices*) και υποκαταστημάτων (*branch offices*) με το δίκτυο εργασίας των κεντρικών εγκαταστάσεων (*headquarters*) μίας εταιρίας.
3. **νοητά ιδιωτικά δίκτυα διασύνδεσης απομακρυσμένων δικτύων μιας εταιρίας με δίκτυα συνεργατών αυτής** (*extranet VPNs*): πρόκειται για τα νοητά ιδιωτικά δίκτυα τα οποία εξασφαλίζουν μόνιμη συνδεσιμότητα ανάμεσα σε απομακρυσμένα δίκτυα ενός

⁵² Η έννοια του «χρήστη» εδώ δεν ταυτίζεται με την φυσική οντότητα του τελικού χρήστη. Ως απομακρυσμένος χρήστης μιας υπηρεσίας access VPN μπορεί να είναι ένα ολόκληρο δικτυακό περιβάλλον αποτελούμενο από πολλούς φυσικούς τελικούς χρήστες (π.χ. *small office/home office – SOHO*).

εταιρικού φορέα και δίκτυα άλλων συνεργαζόμενων εταιριών (π.χ. *Corporation XYZ - Corporation ABC* σε Σχήμα 15). Τα extranet VPNs χρησιμοποιούνται για την παροχή από έναν εταιρικό φορέα υπηρεσιών διασύνδεσης δικτύων πελατών, προμηθευτών και γενικά συνεργατών αυτού στο δίκτυο εργασίας του με σκοπό την διαμόρφωση ενός ενιαίου εκτεταμένου δικτύου εργασίας εξυπηρέτησης όλων των εμπλεκόμενων μερών στις επαγγελματικές τους δραστηριότητες με οικονομικό τρόπο. Επίσης τα extranet VPNs χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση δικτύων κοινοτήτων μερών με τα ίδια ενδιαφέροντα (*community of interest networks – COINs*).



Σχήμα 15. Τύποι νοητών ιδιωτικών δικτύων

Στο παραπάνω σχήμα (Σχήμα 15), απεικονίζονται ακριβώς οι τρεις τύποι νοητών ιδιωτικών δικτύων που υλοποιούνται πάνω από την υποδομή ενός διαμοιραζόμενου δικτύου, για την παροχή εταιρικής συνδεσιμότητα αντίστοιχων χαρακτηριστικών με αυτή των ιδιωτικών δικτύων. Για λόγους πληρότητας όμως εδώ της έννοιας του νοητού ιδιωτικού δικτύου, αναφέρεται και η περίπτωση υλοποίησης ενός VPN στο πλαίσιο του *ΙΔΙΩΤΙΚΟΥ* δικτύου εργασίας μίας εταιρίας (*intracompany VPNs*) με σκοπό την εφαρμογή συγκεκριμένων πολιτικών ασφάλειας σε επιμέρους πόρους του ιδιωτικού εταιρικού δικτύου.

Από τους προαναφερθέντες τύπους νοητών ιδιωτικών δικτύων, τα intranet και extranet VPNs υλοποιούνται με εφαρμογή των ίδιων δικτυακών τεχνολογιών (π.χ. FR/ATM, IPSec/GRE, MPLS) {[Cisco00], [Cisco99a]}. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι λειτουργικά οι δύο συγκεκριμένοι τύποι VPNs είναι ίδιοι μεταξύ τους, καθώς και οι δύο

παρέχουν μόνιμη συνδεσιμότητα μεταξύ απομακρυσμένων δικτύων (sites). Η μόνη διαφορά εντοπίζεται σε εννοιολογικό επίπεδο και αφορά στο αν τα απομακρυσμένα δίκτυα-μέλη του VPN ανήκουν στον ίδιο εταιρικό φορέα (intranet VPN) ή αν ανήκουν σε περισσότερους του ενός διαφορετικούς εταιρικούς φορείς (extranet VPN). Λόγω ακριβώς αυτής της ομοιότητας από τεχνολογικής άποψης των intranet και των extranet VPNs, το ζήτημα της χρέωσης των υπηρεσιών των δύο αυτών τύπων VPNs αντιμετωπίζεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Αυτό υποδηλώνεται και από την ενιαία αναφορά που γίνεται στην συνέχεια στις υπηρεσίες των intranet και extranet VPNs με τον όρο *intranet/extranet VPN*.

7.2. Επιχειρησιακό μοντέλο παροχής υπηρεσιών intranet/extranet VPN

Στο παρακάτω Σχήμα 16 απεικονίζεται το μοντέλο αναφοράς το οποίο θεωρείται στο πλαίσιο της παροχής της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας του intranet/extranet VPN με χρήση της βασικής υπηρεσίας πρόσβασης που παρέχει η τεχνολογία του DSL. Συγκεκριμένα, στο σχήμα αυτό φαίνονται **α)** το σύνολο των επιμέρους δικτύων που συνιστούν την όλη αρχιτεκτονική για την υλοποίηση ενός intranet/extranet VPN πάνω από πρόσβαση DSL καθώς και άλλου τύπου πρόσβαση (π.χ. μισθωμένα κυκλώματα) των δικτύων-μελών του VPN, **β)** οι οντότητες-ρόλοι οι οποίοι διακρίνονται στο υφιστάμενο επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή της εν λόγω υπηρεσίας του intranet/extranet VPN, και **γ)** τα όρια δικαιοδοσίας των ρόλων αυτών στα προαναφερθέντα επιμέρους δίκτυα του όλου μοντέλου αναφοράς.

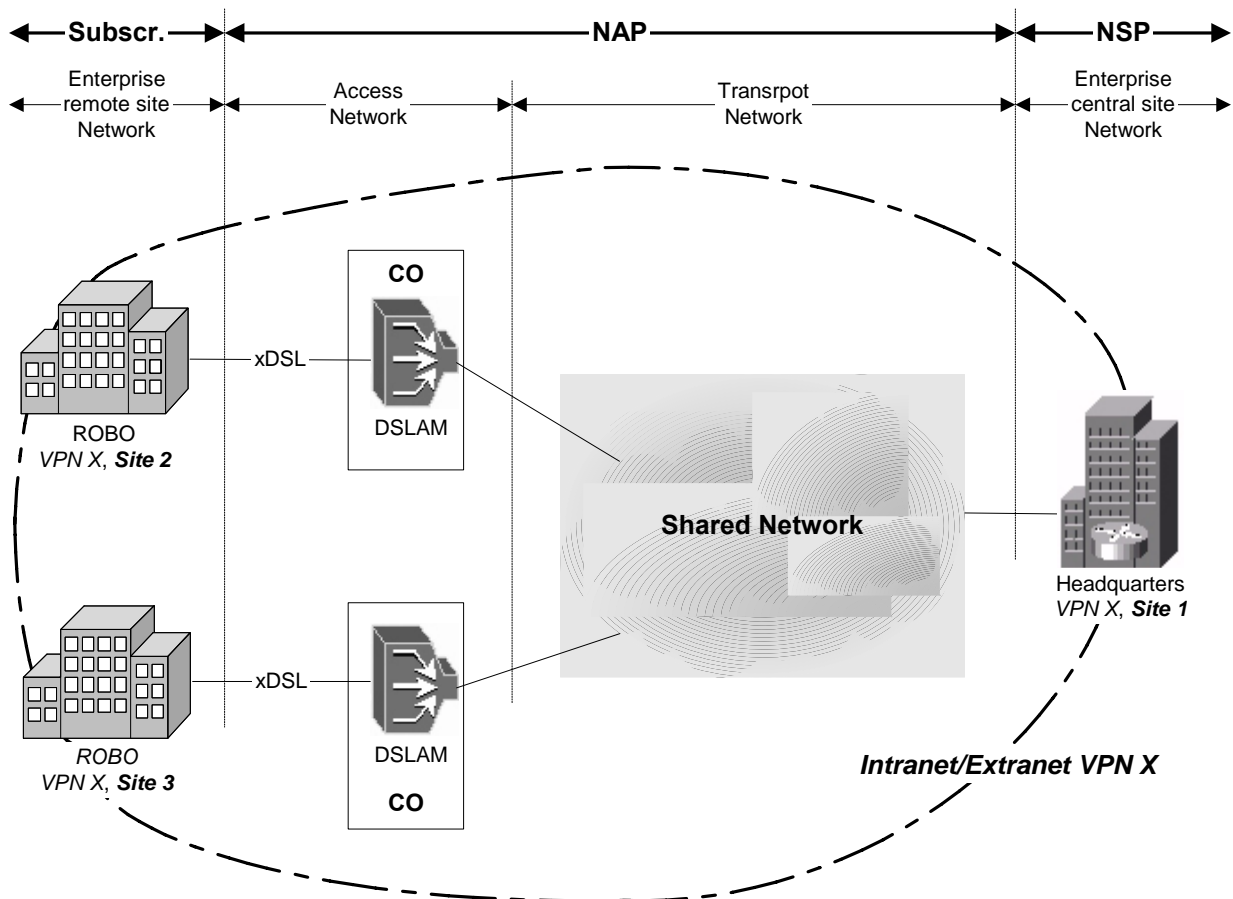
Οι επιχειρησιακοί ρόλοι που προκύπτουν από το συγκεκριμένο μοντέλο αναφοράς και υφίστανται στο θεωρούμενο επιχειρησιακό μοντέλο αποτελούν πραγματοποιήσεις των ρόλων που αναφέρθηκαν στο γενικό επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από υποδομή πρόσβασης DSL (κεφ. 4, §4.2.2). Συγκεκριμένα, στην προκειμένη περίπτωση που η υπηρεσία προστιθέμενης αξίας είναι αυτή του intranet/extranet VPN, οι εμπλεκόμενοι ρόλοι είναι οι ακόλουθοι:

- ο **παροχέας πρόσβασης δικτύου (network access provider – NAP)**. Η οντότητα που φέρει τον ρόλο αυτόν θεωρείται ότι διαχειρίζεται και λειτουργεί το δίκτυο πρόσβασης και το διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς (βλ. Σχήμα 16). Το δίκτυο πρόσβασης συνιστά ένα δίκτυο επιπέδου 2. Το δίκτυο μεταφοράς, ανάλογα με την αρχιτεκτονική υλοποίησης της υπηρεσίας VPN, μπορεί να είναι είτε ένα δίκτυο εξ ολοκλήρου επιπέδου 2 (περίπτωση υπηρεσίας VPN επιπέδου 2, §7.3.1), είτε ο συνδυασμός δύο ξεχωριστών δικτύων, ενός δικτύου επιπέδου 2 και ενός δικτύου επιπέδου 3 (περίπτωση υπηρεσίας VPN επιπέδου 3, §7.4.1).

Συνεπώς ο ρόλος αυτός είναι επιφορτισμένος με την παροχή της υπηρεσίας του intranet/extranet VPN ή ισοδύναμα του συνόλου των επιμέρους υπηρεσιών που υλοποιούν την συνδεσιμότητα των δικτύων-μελών κάθε intranet/extranet VPN.

- ο **συνδρομητής(subscriber)**. Ο ρόλος αυτός φέρεται από τις οντότητες που κατέχουν τα απομακρυσμένα δίκτυα-μέλη του VPN, η φυσική πρόσβαση των οποίων στο διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς βασίζεται στο DSL. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα τέτοιων απομακρυσμένων δικτύων-μελών ενός intranet/extranet VPN είναι τα απομακρυσμένα γραφεία και τα υποκαταστήματα μιας εταιρίας (*remote offices/branch offices – ROBOs*, π.χ. *Site 2* και *Site 3* σε *VPN X* στο Σχήμα 16), χωρίς να εξαιρείται η περίπτωση των δικτύων των κεντρικών εγκαταστάσεων της εταιρίας.

Στο πλαίσιο του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου, η πληρωμή του τελικού λογαριασμού χρέωσης για την παρεχόμενη υπηρεσία του intranet/extranet VPN, δεν αποτελεί μέρος των καθηκόντων του ρόλου του συνδρομητή, αλλά του ρόλου του παροχέα δικτυακής υπηρεσίας (NSP).



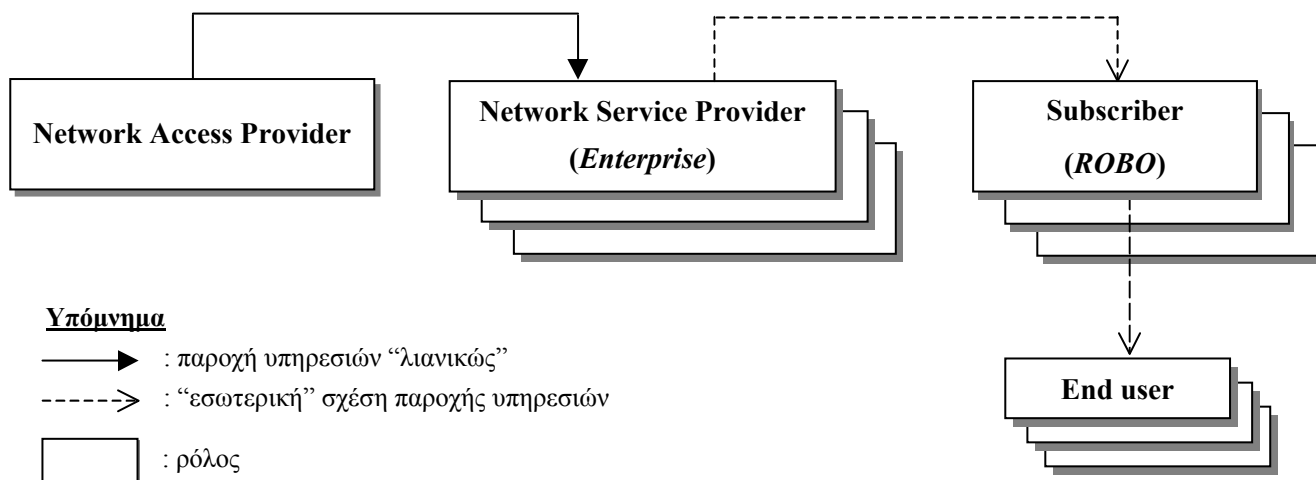
Σχήμα 16. Μοντέλο αναφοράς παροχής υπηρεσιών intranet/extranet VPN σε απομακρυσμένα δίκτυα διαθέτοντα πρόσβαση βασιζόμενη στο DSL

- **ο παροχέας δικτυακής υπηρεσίας (network service provider – NSP).** Στην προκειμένη περίπτωση της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας του intranet/extranet VPN, ο ρόλος αυτός ανατίθεται στον εταιρικό φορέα υπό την κατοχή του οποίου βρίσκονται τα δίκτυα-μέλη του intranet VPN ή στον εταιρικό φορέα που είναι υπεύθυνος για το extranet VPN.

Στο πλαίσιο του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου, ο ρόλος αυτός είναι επιφορτισμένος με την καταβολή στον NAP του τελικού λογαριασμού χρέωσης για την υπηρεσία VPN.

Στο παρακάτω Σχήμα 17 φαίνεται το επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση για την παροχή της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας του intranet/extranet VPN στα πλαίσια δικτύων πρόσβασης DSL. Στο σχήμα αυτό απεικονίζονται οι ρόλοι που αναφέρθηκαν παραπάνω, καθώς και οι σχέσεις που διέπουν τους ρόλους αυτούς

σε όρους παρεχόμενης λειτουργικότητας, δηλ. βασικών υπηρεσιών που συνιστούν την τελική υπηρεσία προστιθέμενης αξίας του intranet/extranet VPN.



Σχήμα 17. Επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών intranet/extranet VPN σε συνδρομητές DSL

Η σχέση που υφίσταται ανάμεσα στον NSP και καθέναν από τους συνδρομητές που συνιστούν τους λειτουργούς των απομακρυσμένων δικτύων-μελών του VPN, αποτελεί μία εσωτερική σχέση για το επιχειρησιακό μοντέλο που θεωρείται εδώ. Το ίδιο ισχύει και για την σχέση που ισχύει ανάμεσα στον ρόλο του συνδρομητή και τον ρόλο του τελικού χρήστη η οποία απεικονίζεται στο Σχήμα 17 παραπάνω.

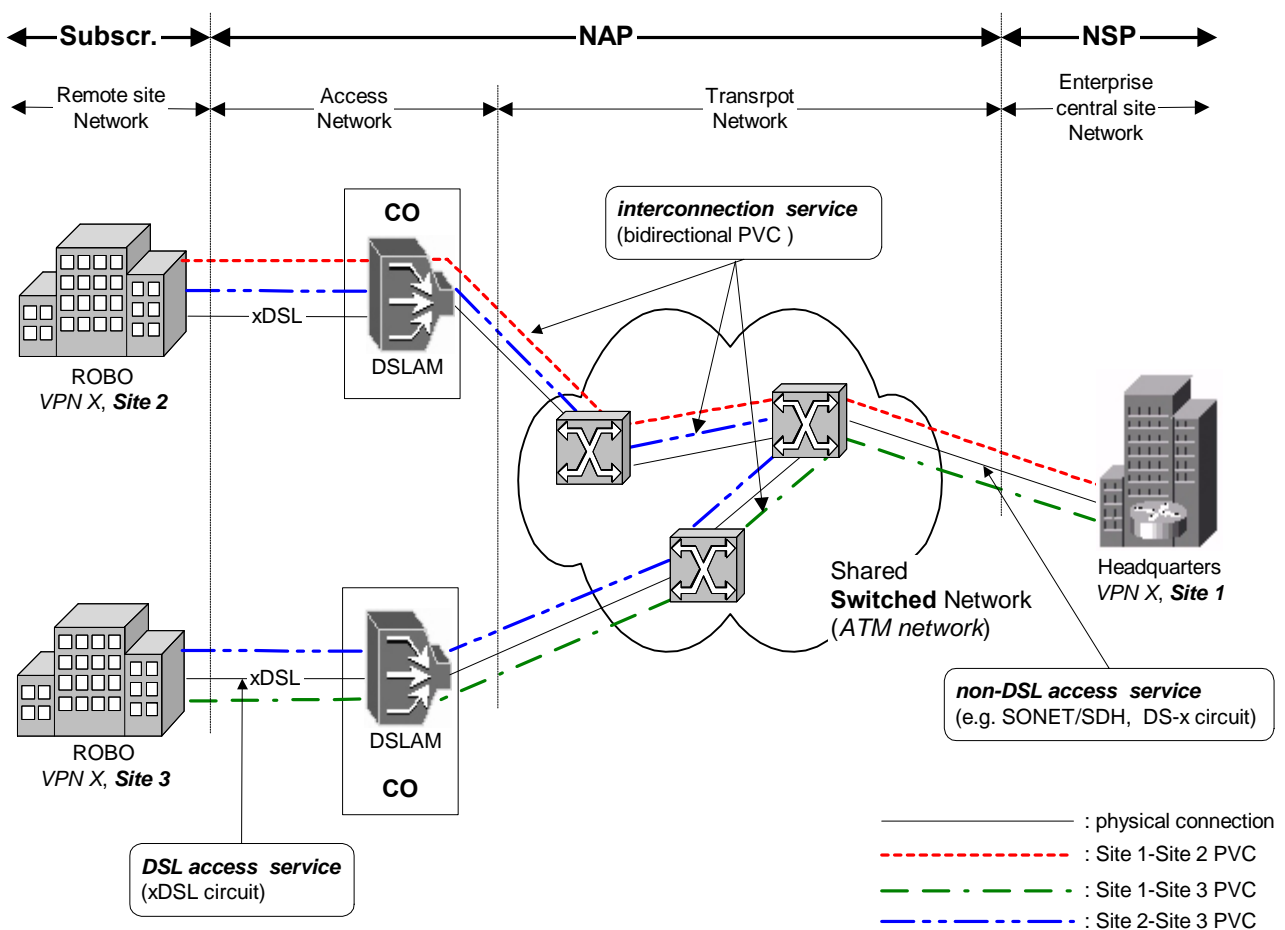
Έτσι, στο επιχειρησιακό μοντέλο που θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση, οι χρεώσεις που επιβάλλει ο NAP για την εγγενώς παρεχόμενη από αυτόν υπηρεσία του intranet/extranet VPN πάνω από πρόσβαση βασισμένη στο DSL για τα απομακρυσμένα δίκτυα, απευθύνονται στην οντότητα που φέρει τον ρόλο του NSP, δηλ. τον εταιρικό φορέα υπό την δικαιοδοσία του οποίου βρίσκεται το intranet/extranet VPN. Ο NSP υφίσταται από τον NAP σε επίπεδο λιανικής εμπορικής συναλλαγής την χρέωση που αντιστοιχεί στην λειτουργικότητα που του παρέχεται από τον NAP για την υλοποίηση του intranet/extranet VPN.

Το περιεχόμενο της παρεχόμενης αυτής λειτουργικότητας από τον NAP στον εταιρικό φορέα που παίζει τον ρόλο του NSP, εξαρτάται κάθε φορά από την συγκεκριμένη αρχιτεκτονική υλοποίησης της υπηρεσίας VPN. Στις παραγράφους 7.3.1 και 7.4.1 περιγράφεται η λειτουργικότητα αυτή που παρέχεται από τον NAP στον NSP στα πλαίσια των δύο συγκεκριμένων αρχιτεκτονικών υλοποίησης της υπηρεσίας internet/extranet VPN. Συγκεκριμένα, πρόκειται για την αρχιτεκτονική υλοποίησης intranet/extranet VPNs επιπέδου 2 και την αρχιτεκτονική υλοποίησης intranet/extranet VPNs επιπέδου 3 αντίστοιχα.

7.3. Χρέωση υπηρεσιών intranet/extranet VPN επιπέδου 2

7.3.1. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης intranet/extranet VPN επιπέδου 2

Στο παρακάτω Σχήμα 18 απεικονίζεται η αρχιτεκτονική σε ό,τι αφορά στις επιμέρους δικτυακές υπηρεσίες υλοποίησης ενός intranet/extranet VPN επιπέδου 2. Το συγκεκριμένο VPN (*VPN X*) που απεικονίζεται στο σχήμα αυτό, συγκροτείται από δύο δίκτυα-μέλη η φυσική πρόσβαση των οποίων βασίζεται στο DSL (*Site 2* και *Site 3*, π.χ. δίκτυα απομακρυσμένων γραφείων) και από ένα δίκτυο-μέλος (*Site 1*, π.χ. κεντρικό εταιρικό δίκτυο) η φυσική πρόσβαση του οποίου βασίζεται σε άλλη τεχνολογία εκτός αυτής του DSL, όπως αυτή των μισθωμένων γραμμών (π.χ. SONET/SDH, DS-x κυκλώματα).



Σχήμα 18. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2 πάνω από πρόσβαση DSL

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής υλοποίησης υπηρεσιών intranet/extranet VPN, τα δίκτυα πρόσβασης και μεταφοράς συνιστούν ένα εξ ολοκλήρου δίκτυο επιπέδου 2, δηλ ένα δίκτυο μεταγωγής (switched network). Μάλιστα, το ATM θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση ως το πρωτόκολλο επιπέδου 2 που υλοποιεί το δίκτυο

αυτό, καθώς τα VPNs επιπέδου 2 υλοποιούνται σε υποδομές ATM ή Frame Relay [Cisco99a].

Πέρα των παραπάνω θεωρήσεων για τα δίκτυα πρόσβασης και μεταφοράς, σύμφωνα με την συγκεκριμένη αρχιτεκτονική υλοποίησης VPNs (Σχήμα 18), οι βασικές υπηρεσίες που πρέπει να παρέχει ο NAP στο πλαίσιο του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου (§7.2) στους δύο άλλους ρόλους είναι οι ακόλουθες:

α) σε κάθε συνδρομητή DSL που συνιστά μέλος ενός VPN, παροχή της υπηρεσίας πρόσβασης DSL.

Η υπηρεσία αυτή αφορά στην παροχή του ψηφιακού φυσικού κυκλώματος xDSL στο κάθε απομακρυσμένο δίκτυο που αποτελεί μέλος ενός VPN και του οποίου η φυσική πρόσβαση στο VPN βασίζεται στο DSL (π.χ. *Site 2* και *Site 3* του *VPN X* στο Σχήμα 18).

β) σε κάθε οντότητα δικτύου που αποτελεί μέλος ενός VPN και της οποίας η φυσική πρόσβαση στο VPN δεν βασίζεται στο DSL, παροχή της κατάλληλης υπηρεσίας πρόσβασης στο δίκτυο μεταφοράς.

Η υπηρεσία αυτή αφορά στην παροχή για κάθε δίκτυο που αποτελεί μέλος ενός VPN και του οποίου η φυσική πρόσβαση στο VPN δεν βασίζεται στο DSL (π.χ. *Site 1* του *VPN X* στο Σχήμα 18), της κατάλληλης φυσικού επιπέδου υπηρεσίας πρόσβασης του δικτύου αυτού στο διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς. Συνηθισμένο παράδειγμα οντοτήτων δικτύων που συμμετέχουν στο VPN χωρίς να επιλέγουν πρόσβαση DSL είναι τα κεντρικά εταιρικά δίκτυα, ενώ παραδείγματα των φυσικών συνδέσεων που επιλέγουν για πρόσβαση είναι τα SONET/SDH κυκλώματα πάνω από οπτικά (SONET) ή ηλεκτρικά μέσα (SONET, SDH), καθώς και τα Tx/Ex μισθωμένα κυκλώματα. Γενικά, πρόκειται για τεχνολογίες φυσικού επιπέδου πάνω από τις οποίες εκτελείται το ATM που θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση ως το πρωτόκολλο επιπέδου 2 για το δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς.

Η υπηρεσία αυτή, στο πλαίσιο της προκειμένης αρχιτεκτονικής υλοποίησης intranet/extranet VPNs, αποκαλείται **υπηρεσία πρόσβασης μη-DSL** (*non-DSL access service*, βλ. Σχήμα 18).

γ) σε κάθε οντότητα δικτύου που αποτελεί μέλος ενός VPN, παροχή της υπηρεσίας διασύνδεσης του με όλα τα υπόλοιπα μέλη του VPN.

Η υπηρεσία αυτή αφορά στην παροχή για κάθε ζεύγος δικτύων που συμμετέχουν σε ένα VPN μίας μόνιμης ιδεατής σύνδεσης επιπέδου 2 (*layer 2 permanent virtual connection – PVC*), η οποία έχει ως άκρα της τις συσκευές πρόσβασης του ζεύγους των δικτύων στο διαμοιραζόμενο δίκτυο (DSL NT για DSL-accessed site networks, HGW router για non-DSL accessed site networks)⁵³. Η συγκεκριμένη υπηρεσία, στο πλαίσιο της εν λόγω αρχιτεκτονικής υλοποίησης intranet/extranet VPNs, αποκαλείται **υπηρεσία διασύνδεσης** (*interconnection service*, βλ. Σχήμα 18).

Δεδομένης της θέωρησης ότι το δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς συνιστά ένα επιπέδου 2 δίκτυο ATM, η εν λόγω υπηρεσία διασύνδεσης, υλοποιείται για κάθε δίκτυο-μέλος του VPN με μία αμφίδρομη (*bidirectional*) ή δύο μονόδρομες (*unidirectional*) **μόνιμες ιδεατές συνδέσεις καναλιού** (*permanent virtual channel connections – PVCCs*). Στο παραπάνω Σχήμα 18, η υπηρεσία μεταφοράς απεικονίζεται υλοποιημένη με μία αμφίδρομη μόνιμη ιδεατή σύνδεση για κάθε ζεύγος δικτύων-μελών του *VPN X*.

⁵³ Εδώ, θεωρείται η περίπτωση υλοποίησης της συγκεκριμένης υπηρεσίας (υπηρεσία διασύνδεσης) με αμφίδρομες (*bidirectional*) μόνιμες ιδεατές συνδέσεις, για αυτό το λόγο αναφέρεται η παροχή "μίας" ιδεατής σύνδεσης ανά ζεύγος δικτύων-μελών ενός VPN.

Στο πλαίσιο λοιπόν της εν λόγω αρχιτεκτονικής intranet/extranet VPN επιπέδου 2, η συνδεσιμότητα των δικτύων-μελών του VPN εξασφαλίζεται μέσα από την υλοποίηση πάνω από τα δίκτυα πρόσβασης επιπέδου 2 και το διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς επιπέδου 2, ενός πλέγματος από από-άκρη-σε-άκρη μόνιμες ιδεατές συνδέσεις (end-to-end PVCs). Πρόκειται για τις ιδεατές συνδέσεις που υλοποιούν την ορισθείσα παραπάνω υπηρεσία διασύνδεσης. Αυτού του τύπου η συνδεσιμότητα των μελών του VPN αναφέρεται ως αρχιτεκτονική “πλέγματος” μόνιμων ιδεατών συνδέσεων (*PVC mesh architecture*) ή ως αρχιτεκτονική μόνιμων ιδεατών συνδέσεων “ακτινωτής μορφής” (*PVC spoke architecture*) [Cisco99a].

7.3.2. Ορισμός υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2

7.3.2.1. Παράμετροι ορισμού υπηρεσίας

Δεδομένων των παραπάνω βασικών υπηρεσιών που απαιτούνται για την υλοποίηση της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας των intranet/extranet VPNs επιπέδου 2, ο ορισμός της συγκεκριμένης υπηρεσίας συνίσταται στα ακόλουθα:

1. για κάθε μέλος του VPN του οποίου η πρόσβαση βασίζεται στο DSL, ορισμός των χαρακτηριστικών της *υπηρεσίας πρόσβασης DSL* αυτού. Στα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνονται τα ακόλουθα:
 - 1.1. ο τύπος του κυκλώματος DSL (xDSL, π.χ. IDSL, SDSL, HDSL, HDSL-2, VDSL)
 - 1.2. οι ρυθμοί μετάδοσης του φυσικού κυκλώματος DSL κατά τις κατευθύνσεις καθόδου και ανόδου (downstream & upstream rates).
2. για κάθε μέλος του VPN του οποίου η πρόσβαση στο διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς *δεν* βασίζεται στο DSL, ορισμός των χαρακτηριστικών της *υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL* του. Στα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνονται τα ακόλουθα:
 - 2.1. ο τύπος της φυσικής σύνδεσης (π.χ. οπτική/ηλεκτρική SONET)
 - 2.2. οι ρυθμοί μετάδοσης της φυσικής σύνδεσης (π.χ. OC-x/STS-x).
3. για κάθε ζεύγος δικτύων-μελών του VPN, ορισμός των χαρακτηριστικών της *υπηρεσίας διασύνδεσης*. Στα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνονται οι παράμετροι κυκλοφορίας (traffic parameters) καθώς και οι παράμετροι ποιότητας υπηρεσίας (QoS parameters) καθεμιάς από τις μόνιμες ιδεατές συνδέσεις (PVCs) που υλοποιούν την υπηρεσία διασύνδεσης. Στην περίπτωση της υλοποίησης της υπηρεσίας διασύνδεσης με ATM PVCs, οι παράμετροι αυτοί ορίζονται από το ATM Forum στο [ATMF96] ξεχωριστά για κάθε τύπο/κλάση υπηρεσίας ATM.

7.3.2.2. Παρεχόμενες εγγυήσεις απόδοσης υπηρεσίας

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής υλοποίησης VPNs επιπέδου 2, όπου η συνδεσιμότητα των δικτύων-μελών (sites) του VPN εξασφαλίζεται με μόνιμες ιδεατές συνδέσεις (υπηρεσία διασύνδεσης) από-άκρη-σε-άκρη, οι εγγυήσεις απόδοσης για την υπηρεσία VPN θα προκύπτουν άμεσα από τις εγγυήσεις απόδοσης καθεμιάς από τις μόνιμες ιδεατές συνδέσεις αυτές που παρέχονται ανά ζεύγος μελών του VPN.

Στην γενικότερη των περιπτώσεων, μία υπηρεσία intranet/extranet VPN μπορεί να παρέχεται με διαφορετικά χαρακτηριστικά απόδοσης ανάμεσα στα διάφορα ζεύγη δικτύων

που συμμετέχουν στο VPN. Ένα τέτοιο παράδειγμα αναφέρεται στην αμέσως επόμενη παράγραφο (§7.3.2.3).

7.3.2.3. Παράδειγμα ορισμού υπηρεσίας

Σύμφωνα με τα παραπάνω που αφορούν στις απαιτούμενες παραμέτρους για τον ορισμό μίας υπηρεσίας VPN επιπέδου 2 (§7.3.2.1), στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 15) δίνεται ως παράδειγμα ο ορισμός ενός συγκεκριμένου VPN με τοπολογία σαν αυτή του *VPN X* που απεικονίζεται στο Σχήμα 18 (σελ. 135).

Υπηρεσία πρόσβασης DSL					
Site	xDSL	Ρυθμοί μετάδοσης			
		Καθόδου		Ανόδου	
2	SDSL	2 Mbps		2 Mbps	
3	SDSL	2 Mbps		2 Mbps	
Υπηρεσία πρόσβασης μη-DSL					
Site	Framing	Ρυθμοί μετάδοσης			
1	DS-1	E1 (2 Mbps) full duplex			
Υπηρεσία διασύνδεσης					
Ακρα PVC	Τύπος υπηρεσίας	Φορά	Παράμετροι κυκλοφορίας		
			Κατεύθυνση	Παράμετρος	
Site 1, Site 2	VBR-nrt	bidirectional (Site 1 ↔ Site 2)	Site 1 → Site 2, Site 2 → Site 1	PCR	2 Mbps
				CDVT	default
				SCR	1 Mbps
				MBS	default
Site 1, Site 3	VBR-nrt	bidirectional (Site 1 ↔ Site 3)	Site 1 → Site 3, Site 3 → Site 1	PCR	2 Mbps
				CDVT	default
				SCR	1 Mbps
				MBS	default
Site 2, Site 3	VBR-nrt	bidirectional (Site 2 ↔ Site 3)	Site 2 → Site 3, Site 3 → Site 2	PCR	2 Mbps
				CDVT	default
				SCR	0,5 Mbps
				MBS	default

Πίνακας 15. Παράδειγμα ορισμού υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2

Πρόκειται για ένα intranet VPN το οποίο συγκροτείται από δύο δίκτυα-μέλη, τα *Site 2* και *Site 3*, η φυσική πρόσβαση των οποίων βασίζεται στο DSL (SDSL) και από ένα δίκτυο-μέλος, το *Site 1*, η φυσική πρόσβαση του οποίου υλοποιείται με μισθωμένη γραμμή E1. Η συνδεσιμότητα του κάθε δικτύου-μέλους (site) του VPN με καθένα από τα υπόλοιπα μέλη του VPN έχει οριστεί να είναι συγκεκριμένων εγγυήσεων απόδοσης, καθώς όλες οι υπηρεσίες διασύνδεσης υλοποιούνται από ATM PVC τύπου VBR-nrt, με παραμέτρους που περιέχονται στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 15).

7.3.3. Χρέωση υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2

Στα πλαίσια του επιχειρησιακού μοντέλου που ορίστηκε παραπάνω (§7.2) και της εξεταζόμενης αρχιτεκτονικής υλοποίησης της υπηρεσίας intranet/extranet VPN (§7.3.1), η συνολική χρέωση που θα υφίσταται η οντότητα που παίζει τον ρόλο του NSP από τον NAP για την υπηρεσία VPN, γενικά θα συνίσταται στο άθροισμα των ακόλουθων επιμέρους χρεώσεων:

1. της χρέωσης της **υπηρεσίας πρόσβασης DSL** για κάθε οντότητα δικτύου - συνδρομητή DSL που συνιστά μέλος του VPN.
2. της χρέωσης της **υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL** για κάθε οντότητα δικτύου που συνιστά μέλος του VPN με πρόσβαση μη βασισμένη στο DSL.
3. της χρέωσης της **υπηρεσίας διασύνδεσης** για κάθε ζεύγος δικτύων-μελών του VPN.

7.3.3.1. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης DSL

Για την χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης DSL, ισχύει ό,τι αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 6 (§6.2.1) για την χρέωση της αντίστοιχης υπηρεσίας πρόσβασης στο πλαίσιο της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet πάνω από πρόσβαση DSL (υπηρεσία Fast Internet). Έτσι η υπηρεσία πρόσβασης DSL που ορίστηκε στο πλαίσιο της υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2 (§7.3.2), θα χρεώνεται **μόνο** με μία χρέωση συνδρομής, η οποία θα αντανακλά απλά το αντίτιμο της φυσικής πρόσβασης DSL κάθε δικτύου-μέλους του VPN στο διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς (*access fee*). Συνεπώς, η σταθερή αυτή χρέωση θα είναι ανεξάρτητη από τα χαρακτηριστικά επιδόσεων του κυκλώματος DSL (downstream & upstream rate). Υπενθυμίζεται ότι η διαφοροποίηση από πλευράς χρέωσης των διαφορετικών χαρακτηριστικών επίδοσης της υπηρεσίας πρόσβασης DSL, θα γίνεται στο επίπεδο της υπηρεσίας διασύνδεσης με την επιβολή διαφορετικής τιμής στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης.

7.3.3.2. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL

Η χρέωση αυτή είναι ανάλογη της χρέωσης της υπηρεσίας πρόσβασης DSL (§7.3.3.1), καθώς αφορά στην παροχή μίας υπηρεσίας του φυσικού επιπέδου (physical layer) του μοντέλου αναφοράς OSI. Συνεπώς θα περιλαμβάνει **μόνο** χρέωση συνδρομής, η τιμή της οποίας θα εκφράζει το αντίτιμο της φυσικής πρόσβασης του δικτύου-μέλους του VPN στο δίκτυο μεταφοράς και θα είναι ανεξάρτητη από τα χαρακτηριστικά επιδόσεων της συγκεκριμένης φυσικής σύνδεσης.

7.3.3.3. Χρέωση υπηρεσίας διασύνδεσης

Η χρέωση της υπηρεσίας διασύνδεσης αναφέρεται στην παροχή μίας υπηρεσίας του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων (data link layer) του μοντέλου αναφοράς OSI (βλ. §7.3.1). Συνεπώς, ως τέτοια γενικά μπορεί να περιλαμβάνει τόσο χρέωση συνδρομής, όσο και χρέωση χρήσης, ανάλογα με την υιοθετούμενη από τον NAP πολιτική χρέωσης (επίπεδου ρυθμού ή βάσει χρήσης) για την υπηρεσία VPN.

7.3.3.3.1. Χρέωση συνδρομής

Για την διαμόρφωση της τιμής της χρέωσης συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης, ισχύει ό,τι αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 6 (§6.2.2.2) για την χρέωση συνδρομής της επίσης μόνιμου χαρακτήρα επιπέδου 2 υπηρεσίας μεταφοράς (§6.1.1.1), η οποία ορίστηκε στο πλαίσιο υλοποίησης της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet πάνω από πρόσβαση DSL (υπηρεσία Fast Internet).

7.3.3.3.2. Χρέωση χρήσης

Γενικά, η ταρίφα της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας διασύνδεσης, όταν υφίσταται ως μία ξεχωριστή ταρίφα στο πλαίσιο της χρέωσης της υπηρεσίας VPN, θα πρέπει να ορίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε στην προκύπτουσα χρέωση να αντανakλάται το κόστος των πόρων που πραγματικά χρησιμοποιήθηκαν στο δίκτυο για την διακίνηση της παραγόμενης κυκλοφορίας και προς τις δύο κατευθύνσεις της υπηρεσίας διασύνδεσης.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση θεωρείται ότι η διατύπωση ταριφών χρέωσης χρήσης για τα ATM PVCs που υλοποιούν την υπηρεσία διασύνδεσης γίνεται με εφαρμογή της μεθόδου χρέωσης *abc* ([SK97], [Kelly94], [SSSS99], [Songh99]), καθώς πρόκειται για μία γενική μέθοδο χρέωσης η οποία ικανοποιεί την προαναφερθείσα απαίτηση για την χρέωση χρήσης. Στην §7.3.6.2 παρακάτω περιγράφεται ακριβώς η διαμόρφωση της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας διασύνδεσης σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης *abc* στο πλαίσιο μίας μεθόδου χρέωσης βάσει χρήσης για την υπηρεσία intranet/extranet VPN επιπέδου 2. Σύμφωνα με την συγκεκριμένη μέθοδο χρέωσης της υπηρεσίας VPN, η συνολική χρέωση χρήσης προκύπτει ως το άθροισμα των χρεώσεων χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών διασύνδεσης που υλοποιούν την υπηρεσία VPN.

7.3.4. Κριτήρια επιλογής πολιτικής χρέωσης

Γενικά, η επιλογή από έναν παροχέα για την χρέωση μίας δικτυακής υπηρεσίας μίας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση (§2.4.2), μπορεί να γίνει για τα πλεονεκτήματα που παρέχει μία τέτοια πολιτική χρέωσης. Τα πλεονεκτήματα αυτά, όπως αναλυτικά αναφέρθηκαν στην §2.4.2.1, συνοψίζονται **α)** στην παροχή στους χρήστες κινητρών αποδοτικής χρήσης της υπηρεσίας (συμβατότητα κινητρών), άρα εμμέσως κάποια δυνατότητα ελέγχου από τον παροχέα της χρήσης που πραγματοποιείται στο δίκτυο και **β)** στην ικανοποίηση της απαίτησης των χρηστών για δικαιοσύνη στην χρέωση τους.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση της υπηρεσίας των intranet/extranet VPNs που αποτελεί μία επαγγελματικού χαρακτήρα εφαρμογή εξυπηρέτησης περιβαλλόντων πολλαπλών χρηστών (π.χ. ROBOs), μπορούμε να πούμε ότι το χαρακτηριστικό της συμβατότητας κινητρών δεν μπορεί να λειτουργήσει τόσο από την πλευρά του παροχέα (NAP) ως ένα κριτήριο υπέρ της επιλογής μίας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στην περίπτωση της συγκεκριμένης υπηρεσίας/εφαρμογής των intranet/extranet VPNs, τα κίνητρα που προσφέρονται στο πλαίσιο μίας χρέωσης που βασίζεται στην χρήση τελικά **δεν** απευθύνονται σε μεμονωμένους χρήστες οι οποίοι ταυτόχρονα αποτελούν τους συνδρομητές της υπηρεσίας, δηλ. πληρώνουν τον τελικό λογαριασμό. Αντίθετα, απευθύνονται σε ομάδες πολλαπλών χρηστών που αντιπροσωπεύονται από την συνδρομή ενός δικτύου-μέλους του VPN και οι οποίοι ως μεμονωμένα άτομα δεν είναι υπεύθυνοι για την πληρωμή του λογαριασμού χρήσης.

Επίσης, ο επαγγελματικός χαρακτήρας της χρήσης που έχουν υπηρεσίες όπως αυτή του intranet/extranet VPN, καθιστά τους χρήστες της υπηρεσίας «ανελαστικούς» σε ό,τι αφορά στην ανταπόκρισή τους στα κίνητρα που τους δίνονται μέσω της χρέωσης, χρήσης. Αυτό ερμηνεύεται από το γεγονός ότι οι τελευταίοι χρησιμοποιούν την υπηρεσία για την εκτέλεση κάποιας επαγγελματικής λειτουργίας και όχι για ψυχαγωγικούς λόγους, όπως συμβαίνει στην περίπτωση υπηρεσιών απευθυνόμενων σε οικιακού χαρακτήρα χρήστες (π.χ. Fast Internet για Web surfing και όχι για server hosting). Έτσι για παράδειγμα, όταν εφαρμόζεται για κάποια επαγγελματικού χαρακτήρα υπηρεσία μία χρέωση χρήσης σε κάποιες ώρες αιχμής ως κίνητρο αποτροπής άσκοπης χρήσης του δικτύου στις ώρες αυτές, ο επαγγελματίας συνδρομητής της υπηρεσίας ούτως ή άλλως θα προβεί στην χρησιμοποίηση της υπηρεσίας για την ικανοποίηση των επαγγελματικών του αναγκών/υποχρεώσεων που

παρουσιάζονται την δεδομένη χρονική στιγμή, αγνοώντας την επιπρόσθετη χρέωση που θα υποστεί για την χρήση της δικτυακής υπηρεσίας σε αυτήν την χρονική στιγμή.

Συνεπώς, στην προκειμένη περίπτωση της υπηρεσίας VPN που εξ ορισμού αποτελεί μία επαγγελματικού χαρακτήρα δικτυακή υπηρεσία/εφαρμογή, θεωρούμε ότι τα κριτήρια για την επιλογή της πολιτικής χρέωσης της υπηρεσίας δηλ. ειδικότερα της υπηρεσίας διασύνδεσης περιορίζονται κυρίως σε **marketing** κριτήρια. Μάλιστα, το πλεονέκτημα της δικαιοσύνης στην χρέωση που χαρακτηρίζει τις βασιζόμενες στην χρήση πολιτικές χρέωσης, μπορεί να συμπεριληφθεί στα marketing κριτήρια επιλογής από τον παροχέα της πολιτικής χρέωσης για την υπηρεσία VPN, καθώς δεν σχετίζεται με τον τρόπο συμπεριφοράς των επαγγελματικού χαρακτήρα χρηστών. Επίσης το μειονέκτημα της ανάγκης υλοποίησης ενός συστήματος διαχείρισης μέτρησης χρήσης (accounting management system) που χαρακτηρίζει πολιτικές χρέωσης που βασίζονται στην χρήση μπορούμε να πούμε ότι ουσιαστικά δεν υφίσταται, καθώς και στην περίπτωση μιας πολιτικής χρέωση επίπεδου ρυθμού απαιτείται από τον παροχέα η δυνατότητα πραγματοποίησης μετρήσεων στο δίκτυο του προκειμένου να θέσει κατάλληλες χρεώσεις συνδρομής ανά τύπο υπηρεσίας.

7.3.5. Μέθοδος χρέωσης επίπεδου ρυθμού υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2

Η υιοθέτηση μιας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού (§2.4.1) συνεπάγεται την χρέωση της υπηρεσίας VPN μόνο με μία χρέωση συνδρομής.

7.3.5.1. Χρέωση συνδρομής υπηρεσίας VPN

Η χρέωση συνδρομής αυτή θα προκύπτει ως το άθροισμα των χρεώσεων συνδρομής καθεμιάς από τις επιμέρους υπηρεσίες που συνιστούν την συνολική υπηρεσία του intranet/extranet VPN (§7.3.1), δηλ.

1. της χρέωσης συνδρομής της **υπηρεσίας πρόσβασης DSL** για κάθε οντότητα δικτύου-συνδρομητή DSL που συνιστά μέλος του VPN.
2. της χρέωσης συνδρομής της **υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL** για κάθε οντότητα δικτύου που συνιστά μέλος του VPN με πρόσβαση μη βασιζόμενη στο DSL.
3. της χρέωσης συνδρομής της **υπηρεσίας διασύνδεσης** για κάθε ζεύγος μελών του VPN.

Τα κριτήρια βάσει των οποίων πρέπει να γίνεται ο ορισμός του ύψους της τιμής των επιμέρους χρεώσεων συνδρομής αυτών αναφέρθηκαν προηγούμενα στις παραγράφους 7.3.3.1, 7.3.3.2 και 7.3.3.3 αντιστοίχως.

7.3.5.2. Παράδειγμα χρέωσης υπηρεσίας VPN

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 16) δίνεται με παραμετρικό τρόπο η χρέωση της υπηρεσίας του intranet VPN που ορίστηκε στην §7.3.2.3 (Πίνακας 15, σελ. 138). Η χρέωση αυτή γίνεται στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού.

Στον πίνακα αυτόν οι παράμετροι C_i , όπου $i \in \{1,2,3,4\}$, εκφράζουν την χρέωση συνδρομής καθεμιάς από τις επιμέρους υπηρεσίες που στο σύνολό τους υλοποιούν το intranet VPN. Ο ορθός τρόπος απόδοσης τιμής στις παραμέτρους αυτές αναλύθηκε παραπάνω ξεχωριστά για κάθε επιμέρους υπηρεσία (§7.3.3.1, §7.3.3.2, §7.3.3.3).

Ορισμός υπηρεσίας intranet/extranet VPN			
Βλ. Πίνακας 15			
Χρέωση υπηρεσίας intranet/extranet VPN			
Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης DSL	Site 2	C_1	0
	Site 3	C_1	0
Υπηρεσία πρόσβασης μη-DSL	Site 1	C_2	0
Υπηρεσία διασύνδεσης	Site 1 ↔ Site 2	C_3	0
	Site 1 ↔ Site 3	C_3	0
	Site 2 ↔ Site 3	C_4	0
Σύνολο		$2 \cdot C_1 + C_2 + 2 \cdot C_3 + C_4$	0
		$2 \cdot C_1 + C_2 + 2 \cdot C_3 + C_4$	

Πίνακας 16. Χρέωση επίπεδου ρυθμού συγκεκριμένου παραδείγματος υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2

7.3.6. Μέθοδοι χρέωσης βάσει χρήσης υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2

Η υιοθέτηση μιας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση (§2.4.2) γενικά θα συνεπάγεται την χρέωση της υπηρεσίας VPN τόσο με μία χρέωση συνδρομής, όσο και μία χρέωση χρήσης.

7.3.6.1. Χρέωση συνδρομής

Στο πλαίσιο μίας βασιζόμενης στην χρήση πολιτικής χρέωσης για την υπηρεσία VPN, η χρέωση συνδρομής θα προκύπτει από το άθροισμα των χρεώσεων συνδρομής των επιμέρους υπηρεσιών που υλοποιούν την υπηρεσία του intranet/extranet VPN στο πλαίσιο της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής υλοποίησης VPNs (§7.3.1).

Τα κριτήρια βάσει των οποίων θα πρέπει να γίνεται από τον NAP ο ορισμός του ύψους της τιμής καθεμιάς από τις επιμέρους χρεώσεις συνδρομής, αναφέρθηκαν παραπάνω στις παραγράφους 7.3.3.1, 7.3.3.2 και 7.3.3.3.

7.3.6.2. Χρέωση χρήσης

Η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας VPN μπορεί να διαμορφώνεται σύμφωνα με έναν από τους ακόλουθους δύο τρόπους:

- ως το άθροισμα των χρεώσεων χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών διασύνδεσης που υλοποιούν την υπηρεσία VPN
- από μία ενιαία ταρίφα η οποία εξετάζει το μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης στο σύνολό της και ο ορισμός της βασίζεται στα χαρακτηριστικά καθεμιάς από τις επιμέρους υπηρεσίες διασύνδεσης που υλοποιούν την υπηρεσία VPN.

Καθεμία από τις δύο επιλογές αυτές διαμόρφωσης της χρέωσης χρήσης για την υπηρεσία VPN αναλύεται στις ακόλουθες δύο υποενότητες της παραγράφου.

7.3.6.2.1. Χρέωση χρήσης υπηρεσίας VPN ως το άθροισμα επιμέρους χρεώσεων χρήσης (μέθοδος 1)

Η μέθοδος αυτή διαμόρφωσης της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας VPN ως το άθροισμα των χρεώσεων χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών που την συνιστούν, είναι ανάλογη του υπολογισμού της χρέωσης συνδρομής για την υπηρεσία VPN (§7.3.6.1). Δεδομένου ότι στο πλαίσιο της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής υλοποίησης της υπηρεσίας VPN χρέωση χρήσης μπορεί να οριστεί μόνο για την επιμέρους υπηρεσία διασύνδεσης, η διαμόρφωση της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας VPN συνίσταται στο άθροισμα των χρεώσεων χρήσης καθεμιάς από τις υπηρεσίες διασύνδεσης που την υλοποιούν.

Στην περίπτωση λοιπόν αυτή απαιτείται από τον παροχέα ο ορισμός μίας ταρίφας χρέωσης χρήσης για καθεμιά από τις μόνιμες ιδεατές συνδέσεις που υλοποιούν την κάθε υπηρεσία διασύνδεσης. Όπως αναφέρθηκε και στην §7.3.3.3 παραπάνω, οι ταρίφες αυτές ορίζονται σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης *abc* {[SK97], [Kelly94], [SSSS99], [Songh99]}, έτσι ώστε οι προκύπτουσες χρεώσεις να αντανakλούν το κόστος των πόρων που πραγματικά χρησιμοποιούνται στο δίκτυο για την διακίνηση της παραγόμενης κυκλοφορίας και προς τις δύο κατευθύνσεις της υπηρεσίας διασύνδεσης. Η εφαρμογή της μέθοδο χρέωσης *abc* για την διαμόρφωση των ταριφών χρέωσης χρήσης των υπηρεσιών διασύνδεσης του κάθε VPN θα πρέπει γίνει κατ' αναλογία με αυτά που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 6 (§6.2.2.3, σελ. 100) για την διαμόρφωση ταριφών χρέωσης χρήσης για την επίσης επιπέδου 2 υπηρεσία μεταφοράς, η οποία ορίστηκε στο πλαίσιο υλοποίησης της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας Fast Internet. Σύμφωνα λοιπόν με αυτά, η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας διασύνδεσης που διασυνδέει τα δίκτυα-μέλη *Site i* και *Site j* ενός VPN, θα προκύπτει από μία ταρίφα της ακόλουθης μορφής:

Σχέση 32.
$$Charge_{i,j} = B_{i \rightarrow j} \cdot V_{i \rightarrow j} + B_{j \rightarrow i} \cdot V_{j \rightarrow i}$$

Στην ταρίφα αυτή (Σχέση 32), οι παράμετροι $B_{i \rightarrow j}$ και $B_{j \rightarrow i}$ εκφράζουν την τιμή χρέωσης που αντιστοιχεί στην μονάδα όγκου διακινούμενης κυκλοφορίας από το *Site i* στο *Site j* και από το *Site j* στο *Site i* αντίστοιχα. Στην περίπτωση συμμετρικής υπηρεσίας διασύνδεσης, η τιμή των παραμέτρων $B_{i \rightarrow j}$ και $B_{j \rightarrow i}$ γενικά είναι η ίδια⁵⁴. Στην ίδια ταρίφα, οι παράμετροι $V_{i \rightarrow j}$ και $V_{j \rightarrow i}$ εκφράζουν τον όγκο της κυκλοφορίας που διακινείται από το *Site i* στο *Site j* και από το *Site j* στο *Site i* αντίστοιχα καθ' όλη την διάρκεια εφαρμογής της χρέωσης χρήσης.

Τέλος, στην παραπάνω ταρίφα (Σχέση 32), παρατηρούμε ότι η μοναδική δυναμική παράμετρος που υπεισέρχεται στον υπολογισμό της χρέωσης χρήσης εκφράζοντας το μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης, είναι ο όγκος της διακινούμενης κυκλοφορίας για καθεμία από τις κατευθύνσεις παροχής της υπηρεσίας διασύνδεσης. Η μη χρησιμοποίηση της παραμέτρου του χρόνου στην ταρίφα αυτή οφείλεται ακριβώς στον μόνιμο χαρακτήρα της υπηρεσίας (υλοποίηση με PVC) και παροχής της από τον NAP για σταθερές χρονικές περιόδους της τάξης των μηνών (περίοδος συνδρομής).

Στην §7.3.6.4 παρακάτω, δίνεται με παραμετρικό τρόπο η χρέωση μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας VPN στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση. Στο παράδειγμα αυτό, η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας διαμορφώνεται σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν στην παρούσα παράγραφο.

⁵⁴ Θεωρητικά, στην περίπτωση που η αμφίδρομη υπηρεσία υλοποιείται από ένα ζεύγος μονόδρομων μόνιμων ιδεατών συνδέσεων αντίθετης κατεύθυνσης που διέρχονται από διαφορετικό μονοπάτι συνδέσεων, τότε ακόμη και αν η υπηρεσία είναι συμμετρική, οι τιμές χρέωσης για κάθε μία κατεύθυνση (παράμετροι $B_{i \rightarrow j}$ και $B_{j \rightarrow i}$ σε Σχέση 32) μπορεί να είναι διαφορετικές.

7.3.6.2.2. Χρέωση χρήσης υπηρεσίας VPN από μία ενιαία ταρίφα (μέθοδος 2)

Πέρα από το άθροισμα των χρεώσεων χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών διασύνδεσης που συνιστούν το VPN και οι ταρίφες των οποίων είναι της γενικής μορφής που περιγράφηκε στην Σχέση 32 παραπάνω, η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας VPN μπορεί να διαμορφώνεται από τον NAP μέσα από μία ενιαία ταρίφα της ακόλουθης γενικής μορφής:

Σχέση 33.
$$Charge_{VPN} = B \cdot V$$

Στην ταρίφα αυτή, η παράμετρος V εκφράζει τον όγκο της συνολικής κυκλοφορίας που διακινείται στα πλαίσια του VPN, ενώ η παράμετρος η B εκφράζει την ενιαία τιμή χρέωσης που αντιστοιχεί στην μονάδα όγκου διακινούμενης κυκλοφορίας από ένα οποιοδήποτε δίκτυο-μέλος (site) του VPN προς ένα οποιοδήποτε άλλο μέλος του VPN.

Από την πλευρά του NAP, η παραπάνω ταρίφα (Σχέση 33), ισοδύναμα η παράμετρος B σε αυτή, θα πρέπει να διαμορφωθεί με έναν τέτοιο τρόπο ο οποίος να λαμβάνει υπόψη του τα χαρακτηριστικά του VPN (§7.3.2.1), έτσι ώστε η προκύπτουσα χρέωση να αντανακλά κατά αξιόπιστο τρόπο το μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης στο δίκτυο. Ισοδύναμα, στο πλαίσιο της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής υλοποίησης VPNs, αυτό συνεπάγεται ότι η παράμετρος B πρέπει να διαμορφώνεται από τον NAP βάσει των χαρακτηριστικών των επιμέρους υπηρεσιών διασύνδεσης που υλοποιούν το VPN (§7.3.2.1).

Η απαίτηση αυτή μπορεί να ικανοποιηθεί διαμορφώνοντας την παράμετρο B της ενιαίας ταρίφας χρέωσης, ως μία γενική συνάρτηση f των παραμέτρων $B_{i \rightarrow j}$ ($i \neq j$) των ταριφών χρέωσης χρήσης καθεμιάς από τις επιμέρους υπηρεσίες διασύνδεσης (Σχέση 32):

$$B = f(B_{1 \rightarrow 2}, B_{2 \rightarrow 1}, \dots, B_{i \rightarrow j}, B_{j \rightarrow i}, \dots)$$

Δεδομένου ότι η διαμόρφωση των επιμέρους ταριφών χρέωσης χρήσης των υπηρεσιών διασύνδεσης θεωρήθηκε ότι γίνεται με εφαρμογή της μέθοδο χρέωσης abc (§7.3.3.3), οι παράμετροι $B_{i \rightarrow j}$ σε αυτές θα αποτελούν συνάρτηση τόσο των χαρακτηριστικών των επιμέρους υπηρεσιών διασύνδεσης που υλοποιούν το VPN, όσο και άλλων παραμέτρων που υποδεικνύονται από την θεωρία της μέθοδο χρέωσης abc (περιβάλλον πολυπλεξίας).

Ο προσδιορισμός της παραπάνω συνάρτησης f μπορεί να γίνει από την πλευρά του NAP με την εκτίμηση του τρόπου με τον οποίο τυπικά κατανέμεται ανά ζεύγη μελών του VPN η συνολική κυκλοφορία που διακινείται στο VPN. Μία τέτοια επιτυχημένη εκτίμηση του τρόπου κατανομής της συνολικής κυκλοφορίας του VPN ανά ζεύγη δικτύων-μελών του, δηλ. ισοδύναμα ανά υπηρεσίες διασύνδεσης, μπορεί να γίνει βάσει των χαρακτηριστικών της χωρητικότητας που επιλέγει για τις υπηρεσίες αυτές ο ιδιοκτήτης του VPN (NSP). Αυτό δικαιολογείται από την κατά κανόνα ισχύουσα δηλ. αποδεικνύομενη στην πράξη παρατήρηση ότι η διακινούμενη κυκλοφορία πάνω από μία δικτυακή υπηρεσία είναι ανάλογη της χωρητικότητας που έχει στην διάθεσή της η υπηρεσία αυτή.

Στην περίπτωση υλοποίησης της υπηρεσίας διασύνδεσης με ATM PVCs τύπου VBR (CBR), η παράμετρος κυκλοφορίας SCR (PCR) αποτελεί το κριτήριο εκτίμησης του μέρους ή ποσοστού της συνολικής κυκλοφορίας που αναμένεται να διακινηθεί ανάμεσα στο συγκεκριμένο ζεύγος μελών του VPN. Στην περίπτωση ATM PVCs τύπου UBR, η μέγιστη διαθέσιμη χωρητικότητα στο PVC αποτελεί ένδειξη για την εκτίμηση του ποσοστού της κυκλοφορίας που αναμένεται να διακινηθεί μέσα από αυτό.

Για παράδειγμα, έστω η περίπτωση ενός VPN που αποτελείται από 3 sites (π.χ. VPN X σε Σχήμα 18), η διασύνδεση των οποίων υλοποιείται από 3 αμφίδρομα ATM PVCs τύπου VBR-nrt των ακόλουθων συμμετρικών χαρακτηριστικών σε ό,τι αφορά στους διατηρούμενους ρυθμούς μετάδοσης (SCR): $SCR_{1 \leftrightarrow 2} = 3$ Mbps, $SCR_{1 \leftrightarrow 3} = 2$ Mbps και $SCR_{2 \leftrightarrow 3} = 1$ Mbps. Στην περίπτωση αυτή, βάσει των διατηρούμενων ρυθμών μετάδοσης των ιδεατών συνδέσεων που υλοποιούν τις υπηρεσίες διασύνδεσης, δηλ. της χωρητικότητας διασύνδεσης των sites, ο όγκος της κυκλοφορίας που θα διακινείται ανά ζεύγος δικτύων-

μελών του VPN αναμένεται να ακολουθεί την αναλογία 3:2:1 για τα ζεύγη (*Site 1, Site 2*), (*Site 1, Site 3*) και (*Site 2, Site 3*) αντίστοιχα. Ισοδύναμα, αυτό σημαίνει ότι ο όγκος V της συνολικής κυκλοφορίας που διακινείται στα πλαίσια του VPN, τυπικά θα διακινείται κατά

ποσοστό $d_{1\leftrightarrow 2} = d_{1\rightarrow 2} + d_{2\rightarrow 1} = \frac{3}{3+3+2+2+1+1} + \frac{3}{3+3+2+2+1+1} = 50\%$ από την

υπηρεσία διασύνδεσης (PVC) του ζεύγους δικτύων μελών του VPN (*Site₁, Site₂*), κατά

ποσοστό $d_{1\leftrightarrow 3} = d_{1\rightarrow 3} + d_{3\rightarrow 1} = \frac{2}{3+3+2+2+1+1} + \frac{2}{3+3+2+2+1+1} = 33,3\%$ από την

υπηρεσία διασύνδεσης του ζεύγους δικτύων μελών του VPN (*Site₁, Site₃*) και κατά ποσοστό

$d_{2\leftrightarrow 3} = d_{2\rightarrow 3} + d_{3\rightarrow 2} = \frac{1}{3+3+2+2+1+1} + \frac{1}{3+3+2+2+1+1} = 16,7\%$ από την υπηρεσία

διασύνδεσης του ζεύγους δικτύων μελών του VPN (*Site₂, Site₃*). Συνεπώς αναμένεται να είναι

$V_{1\leftrightarrow 2} = d_{1\leftrightarrow 2} \cdot V = 0,5 \cdot V$, $V_{1\leftrightarrow 3} = d_{1\leftrightarrow 3} \cdot V = 0,33 \cdot V$ και $V_{2\leftrightarrow 3} = d_{2\leftrightarrow 3} \cdot V = 0,16 \cdot V$, όπου $V_{i\leftrightarrow j}$ ο όγκος της κυκλοφορίας που διακινείται στο πλαίσιο της υπηρεσίας διασύνδεσης των δικτύων μελών του VPN *Site_i* και *Site_j* και προς τις δύο κατευθύνσεις της υπηρεσίας.

Συνεχίζοντας το παράδειγμα αυτό των τριών συμμετρικά συνδεδεμένων μεταξύ τους sites, η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας VPN που θα υπολογίζεται από την ενιαία ταρίφα που περιγράφηκε στην Σχέση 33, θα πρέπει να προσεγγίζει αυτή που προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους χρεώσεων χρήσης των υπηρεσιών διασύνδεσης που υλοποιούν το VPN. Δεδομένου ότι στο συγκεκριμένο παράδειγμα οι υπηρεσίες διασύνδεσης θεωρούνται συμμετρικές, θα πρέπει να ισχύουν τα παρακάτω:

$$\begin{aligned} B \cdot V &= B_{1\leftrightarrow 2} \cdot V_{1\leftrightarrow 2} + B_{1\leftrightarrow 3} \cdot V_{1\leftrightarrow 3} + B_{2\leftrightarrow 3} \cdot V_{2\leftrightarrow 3} \Rightarrow \\ B \cdot V &= B_{1\leftrightarrow 2} \cdot d_{1\leftrightarrow 2} \cdot V + B_{1\leftrightarrow 3} \cdot d_{1\leftrightarrow 3} \cdot V + B_{2\leftrightarrow 3} \cdot d_{2\leftrightarrow 3} \cdot V \Rightarrow \\ B &= d_{1\leftrightarrow 2} \cdot B_{1\leftrightarrow 2} + d_{1\leftrightarrow 3} \cdot B_{1\leftrightarrow 3} + d_{2\leftrightarrow 3} \cdot B_{2\leftrightarrow 3} \Rightarrow \\ B &= 0,5 \cdot B_{1\leftrightarrow 2} + 0,333 \cdot B_{1\leftrightarrow 3} + 0,167 \cdot B_{2\leftrightarrow 3} \end{aligned}$$

Από την γενίκευση του παραπάνω παραδείγματος και της ανάλυσης που έγινε σε αυτό για ένα VPN αποτελούμενο από n δίκτυα μέλη (sites) συνδεδεμένα μεταξύ τους με οποιουδήποτε χαρακτήρα (συμμετρικό ή ασυμμετρικό) υπηρεσίες διασύνδεσης, η παράμετρος B στην ενιαία ταρίφα της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας VPN που περιγράφηκε στην Σχέση 33, θα προκύπτει σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

Σχέση 34.

$$B = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n (d_{i \rightarrow j} \cdot B_{i \rightarrow j}) \right]$$

Στην σχέση αυτή, η παράμετρος $d_{i \rightarrow j}$, $i \neq j$, εκφράζει το τυπικό ποσοστό του όγκου της συνολικής κυκλοφορίας του VPN το οποίο διακινείται από το *Site i* στο *Site j*. Η παράμετρος $B_{i \rightarrow j}$ είναι η παράμετρος που συναντάται στην ταρίφα της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας διασύνδεσης του *Site i* με το *Site j* (Σχέση 32) εκφράζοντας την τιμή χρέωσης που αντιστοιχεί στην μονάδα όγκου διακινούμενης κυκλοφορίας από το *Site i* προς το *Site j*.

Στην §7.3.6.5 παρακάτω, δίνεται με παραμετρικό τρόπο η χρέωση μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας VPN στο πλαίσιο μίας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση. Στο παράδειγμα αυτό, η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας διαμορφώνεται από μία ενιαία ταρίφα σύμφωνα με αυτά που αναφέρθηκαν στην παρούσα παράγραφο.

7.3.6.3. Απαιτήσεις μέτρησης χρήσης

Σε ό,τι αφορά στις απαιτούμενες μετρήσεις χρήσης (usage metering/accounting)⁵⁵ που πρέπει να εκτελεί ο NAP στο δίκτυο του για την υλοποίηση οποιασδήποτε από τις δύο βασιζόμενες στην χρήση μεθόδους χρέωσης της υπηρεσίας VPN που περιγράφηκαν παραπάνω (§7.4.5.2), αυτές περιορίζονται στην μέτρηση του όγκου της διακινούμενης κυκλοφορίας από την κάθε υπηρεσία διασύνδεσης του VPN και προς τις δύο κατευθύνσεις.

7.3.6.4. Παράδειγμα χρέωσης υπηρεσίας VPN με χρέωση χρήσης ως το άθροισμα των χρεώσεων χρήσης επιμέρους υπηρεσιών

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 17) δίνεται με παραμετρικό τρόπο η χρέωση της υπηρεσίας του intranet VPN που ορίστηκε στην §7.3.2.3 (Πίνακας 15, σελ. 138). Η χρέωση αυτή γίνεται στο πλαίσιο της μεθόδου χρέωσης της υπηρεσίας intranet/extranet VPN που βασίζεται στην χρήση και στην οποία η χρέωση χρήσης υπολογίζεται ως το άθροισμα των χρεώσεων χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών διασύνδεσης που υλοποιούν το intranet VPN. Η διαμόρφωση της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας VPN σύμφωνα την μέθοδο αυτή περιγράφηκε αναλυτικά στην §7.3.6.2 παραπάνω (μέθοδος 1).

Ορισμός υπηρεσίας intranet/extranet VPN			
Βλ. Πίνακας 15			
Χρέωση υπηρεσίας intranet/extranet VPN			
Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης DSL	Site 2	C_1	0
	Site 3	C_1	0
Υπηρεσία πρόσβασης μη-DSL	Site 1	C_2	0
Υπηρεσία διασύνδεσης	Site 1 ↔ Site 2	C_3	$B_1 \cdot V_{1 \rightarrow 2} + B_1 \cdot V_{2 \rightarrow 1}$
	Site 1 ↔ Site 3	C_3	$B_1 \cdot V_{1 \rightarrow 3} + B_1 \cdot V_{3 \rightarrow 1}$
	Site 2 ↔ Site 3	C_4	$B_2 \cdot V_{2 \rightarrow 3} + B_2 \cdot V_{3 \rightarrow 2}$
Σύνολο		$2 \cdot C_1 + C_2 + 2 \cdot C_3 + C_4$	$B_1 \cdot (V_{1 \rightarrow 2} + V_{2 \rightarrow 1} + V_{1 \rightarrow 3} + V_{3 \rightarrow 1}) + B_2 \cdot (V_{2 \rightarrow 3} + V_{3 \rightarrow 2})$
		$2 \cdot C_1 + C_2 + 2 \cdot C_3 + C_4 + B_1 \cdot (V_{1 \rightarrow 2} + V_{2 \rightarrow 1} + V_{1 \rightarrow 3} + V_{3 \rightarrow 1}) + B_2 \cdot (V_{2 \rightarrow 3} + V_{3 \rightarrow 2})$	

Πίνακας 17. Χρέωση βάσει χρήσης συγκεκριμένου παραδείγματος υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2 σύμφωνα με προτεινόμενη μέθοδο 1 διαμόρφωσης χρέωσης χρήσης υπηρεσίας

⁵⁵ Γενικά, οι λειτουργίες της διαδικασίας μέτρησης χρήσης (usage metering, accounting) συνίστανται **α)** στην συλλογή από τα κατάλληλα ενεργά στοιχεία του δικτύου [SCEH96] και καταγραφή σε μία ανά συνδρομητή/χρήστη βάση της πληροφορίας που αφορά στο μέγεθος της πραγματοποιούμενης από αυτόν χρήση **β)** την αποθήκευση της καταγραφείσας πληροφορίας σε μορφή που την καθιστά διαθέσιμη στο σύστημα υπολογισμού των χρεώσεων [IIJSW93].

Στον πίνακα αυτόν, οι παράμετροι $V_{i \rightarrow j}$, όπου $i \neq j$ και $i, j \in \{1,2,3\}$, εκφράζουν τον όγκο της διακινούμενης κυκλοφορίας από το Site i του VPN στο Site j . Η κυκλοφορία αυτή διακινείται μέσω της υπηρεσίας διασύνδεσης με άκρα τα δύο sites. Οι παράμετροι B_1 και B_2 αποτελεί την τιμή μονάδας (price) διακινούμενου όγκου κυκλοφορίας για τις αντίστοιχες υπηρεσίες διασύνδεσης. Λόγω της συμμετρικότητας των χαρακτηριστικών και των τριών υπηρεσιών διασύνδεσης (βλ. Πίνακας 15), η τιμή μονάδας διακινούμενου όγκου από την κάθε υπηρεσία διασύνδεσης έχει τεθεί η ίδια και για τις δύο κατευθύνσεις.

7.3.6.5. Παράδειγμα χρέωσης υπηρεσίας VPN με ενιαία ταρίφα χρέωσης χρήσης

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 18) δίνεται με παραμετρικό τρόπο η χρέωση της υπηρεσίας του intranet VPN που ορίστηκε στην §7.3.2.3 (Πίνακας 15, σελ. 138). Η χρέωση αυτή γίνεται στο πλαίσιο της μεθόδου χρέωσης της υπηρεσίας intranet/extranet VPN που βασίζεται στην χρήση και στην οποία η χρέωση χρήσης υπολογίζεται από μία ενιαία ταρίφα η οποία εξετάζει το μέγεθος της συνολικά πραγματοποιούμενης χρήσης στην υπηρεσία VPN. Η διαμόρφωση της ενιαίας αυτής ταρίφας της χρέωσης χρήσης περιγράφηκε αναλυτικά στην §7.3.6.2 παραπάνω (μέθοδος 2).

Ορισμός υπηρεσίας intranet/extranet VPN			
Βλ. Πίνακας 15			
Χρέωση υπηρεσίας intranet/extranet VPN			
Επιμέρους υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης DSL	Site 2	C_1	0
	Site 3	C_1	0
Υπηρεσία πρόσβασης μη-DSL	Site 1	C_2	0
Υπηρεσία διασύνδεσης	Site 1 ↔ Site 2	C_3	$B \cdot V$
	Site 1 ↔ Site 3	C_3	
	Site 2 ↔ Site 3	C_4	
Σύνολο		$2 \cdot C_1 + C_2 + 2 \cdot C_3 + C_4$	$B \cdot V$
		$2 \cdot C_1 + C_2 + 2 \cdot C_3 + C_4 + B \cdot V$	

Πίνακας 18. Χρέωση βάσει χρήσης συγκεκριμένου παραδείγματος υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2 σύμφωνα με προτεινόμενη μέθοδο 2 διαμόρφωσης χρέωσης χρήσης υπηρεσίας

Η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας διασύνδεσης διαμορφώνεται σύμφωνα με την γενική ενιαία ταρίφα που περιγράφηκε στην Σχέση 33 (σελ. 144). Δεδομένης της συμμετρικότητας που χαρακτηρίζει όλες τις υπηρεσίες διασύνδεσης οι παράμετροι $B_{i \rightarrow j}$, $B_{j \leftrightarrow i}$ των ταριφών χρέωσης των επιμέρους υπηρεσιών διασύνδεσης (Σχέση 32) θα είναι ίσες μεταξύ τους για κάθε ζεύγος sites ($B_{i \rightarrow j} = B_{j \leftrightarrow i} = B_{i \leftrightarrow j}$). Έτσι, βάσει των τιμών του SCR των PVCs τύπου VBR-nrt που υλοποιούν τις επιμέρους υπηρεσίες διασύνδεσης η παράμετρος B στην ενιαία ταρίφα χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας VPN (Σχέση 33) θα προκύπτει σύμφωνα με την Σχέση 34 ως εξής:

$$B = \frac{1+1}{1+1+1+1+0,5+0,5} \cdot B_{1 \leftrightarrow 2} + \frac{1+1}{1+1+1+1+0,5+0,5} \cdot B_{1 \leftrightarrow 3} + \frac{0,5+0,5}{1+1+1+1+0,5+0,5} \cdot B_{2 \leftrightarrow 3} \Rightarrow$$

$$B = 0,4 \cdot B_{1 \leftrightarrow 2} + 0,4 \cdot B_{1 \leftrightarrow 3} + 0,2 \cdot B_{2 \leftrightarrow 3}$$

7.4. Χρέωση υπηρεσιών intranet/extranet VPN επιπέδου 3

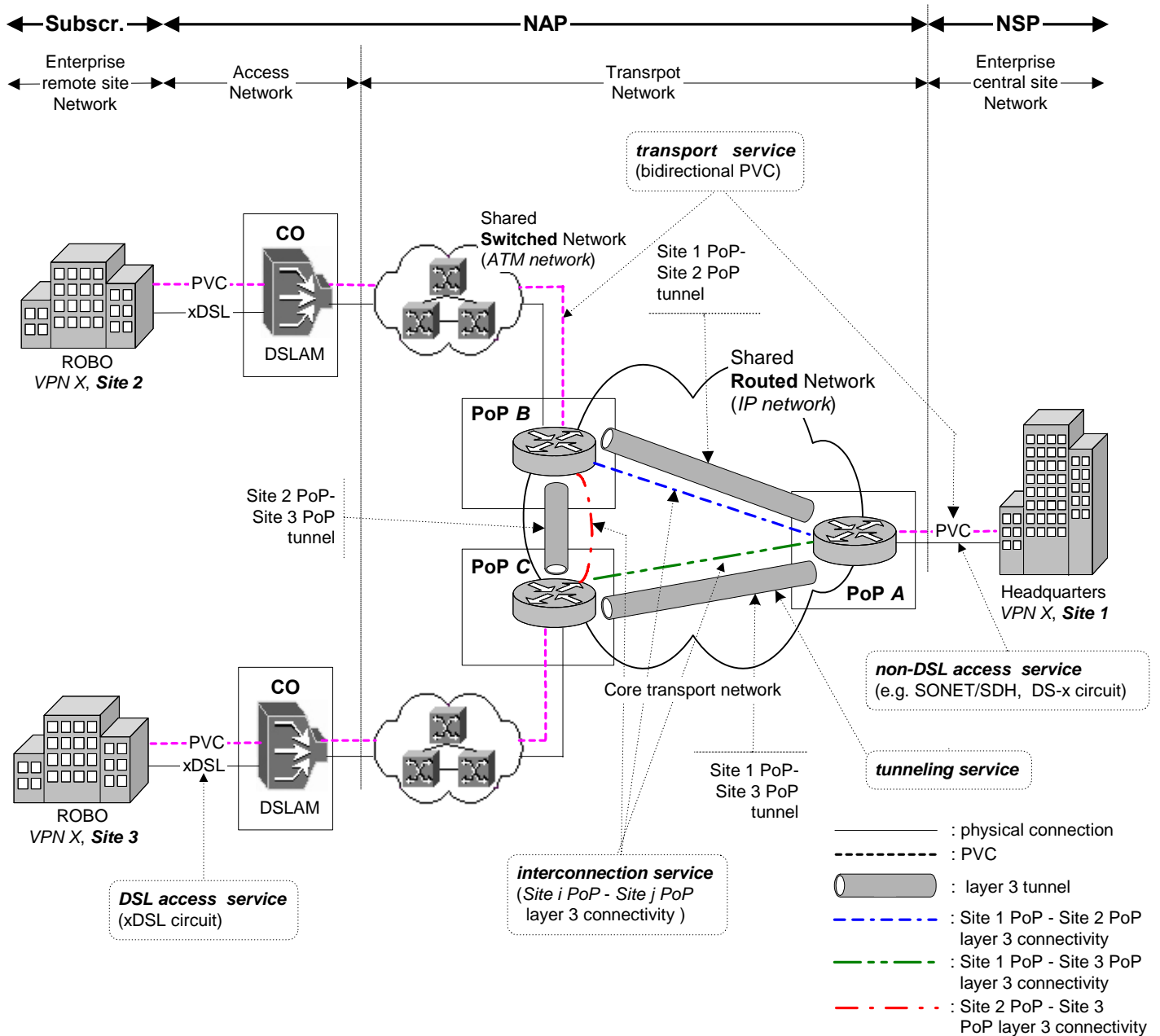
7.4.1. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης intranet/extranet VPN επιπέδου 3

Στο παρακάτω Σχήμα 19 απεικονίζεται η αρχιτεκτονική σε ό,τι αφορά στις επιμέρους δικτυακές υπηρεσίες υλοποίησης ενός intranet/extranet VPN επιπέδου 3 σύμφωνα με την αρχιτεκτονική υλοποίησης VPNs η οποία βασίζεται στις σήραγγες επιπέδου 3 (layer 3 tunnels)⁵⁶ [Cisco99a]. Το συγκεκριμένο VPN (*VPN X*) που απεικονίζεται στο σχήμα αυτό, συγκροτείται από δύο δίκτυα-μέλη (sites) η φυσική πρόσβαση των οποίων βασίζεται στο DSL (*Site 2* και *Site 3*, π.χ. δίκτυα απομακρυσμένων γραφείων), και από ένα δίκτυο-μέλος (*Site 1*, π.χ. κεντρικό εταιρικό δίκτυο), η φυσική πρόσβαση του οποίου βασίζεται σε άλλη τεχνολογία εκτός αυτής του DSL (π.χ. SONET/SDH κυκλώματα, DS-x κυκλώματα).

Τα intranet/extranet VPNs επιπέδου 3 υλοποιούνται στο πλαίσιο της θεώρησης ότι το διαμοιραζόμενο δίκτυο (δίκτυο κορμού μεταφοράς σε Σχήμα 19) συνιστά ένα δίκτυο επιπέδου 3, δηλ. ένα δίκτυο δρομολόγησης (routed network). Στην περίπτωση αυτή, η υλοποίηση της συγκεκριμένης υπηρεσίας των VPNs γίνεται με εφαρμογή στο δίκτυο αυτό είτε **α**) της τεχνολογίας των *σήραγγων επιπέδου 3* (layer 3 tunnels), είτε **β**) της τεχνολογίας της *μεταγωγής επιπέδου 3*⁵⁷ *βάσει ετικέτας* (label/tag switching) {[Cisco99a], [Cisco00], [VPNet99]}.

⁵⁶ Οι *σήραγγες* (tunnels) υλοποιούν ιδεατές συνδέσεις από σημείο σε σημείο που επιτρέπουν την διαφανή και συχνά ασφαλή μεταφορά ενός πρωτοκόλλου πάνω από ένα ενδιάμεσο δίκτυο. Πρόκειται για μία τεχνική ενθυλάκωσης ενός πρωτοκόλλου που ονομάζεται *πρωτόκολλο πελάτης* (passenger protocol) σε ένα άλλο πρωτόκολλο που ονομάζεται *πρωτόκολλο σήραγγας* ή *πρωτόκολλο ενθυλάκωσης* (tunneling/encapsulating protocol), το οποίο εκτελείται στα άκρα ενός δικτύου. Το πρωτόκολλο που υλοποιεί το δίκτυο αυτό και στα άκρα του οποίου ενθυλακώνονται για μεταφορά τα πακέτα (PDUs) του πρωτοκόλλου ενθυλάκωσης, ονομάζεται *πρωτόκολλο μεταφορέας* (carrier protocol). Για παράδειγμα το πρωτόκολλο PPTP (πρωτόκολλο σήραγγας) το οποίο μεταφέρεται πάνω από δίκτυα IP (πρωτόκολλο μεταφορέας), χρησιμοποιείται για την μεταφορά του πρωτοκόλλου PPP που εκτελείται σε αφιερωμένες συνδέσεις από σημείο σε σημείο (point-to-point dedicated connections) πάνω από Internets που συνιστούν διαμοιραζόμενα δίκτυα αυτοδύναμου πακέτου. Οι σήραγγες, ανάλογα με το επίπεδο κατά το μοντέλο αναφοράς OSI στο οποίο αντιστοιχεί το πρωτόκολλο πελάτη, διακρίνονται σε *σήραγγες επιπέδου 2* (layer 2 tunnels) και *σήραγγες επιπέδου 3* (layer 3 tunnels). [MS99]

⁵⁷ Η έννοια της *μεταγωγής επιπέδου 3* (layer 3 switching), όπως *μεταγωγή IP* (IP switching), θεωρείται στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης του μηχανισμού δρομολόγησης επιπέδου 3 με τον μηχανισμό μεταγωγής επιπέδου 2 [Metz98].

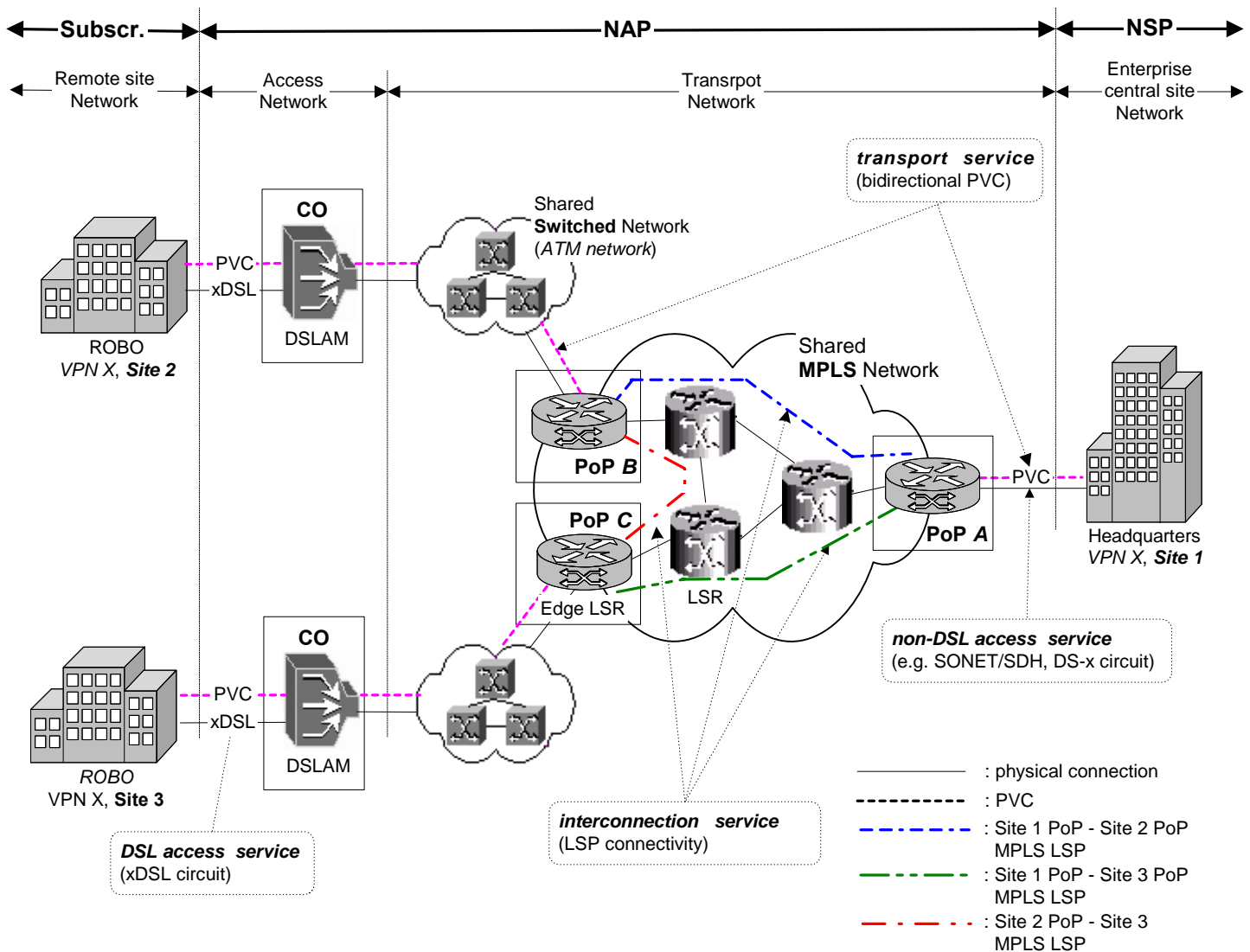


Σχήμα 19. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3 πάνω από πρόσβαση DSL σύμφωνα με την αρχιτεκτονική intranet/extranet VPNs που βασίζεται σε σιράγγες επιπέδου 3

Τα πιο δημοφιλή πρωτόκολλα δημιουργίας σιράγγων επιπέδου 3 (layer 3 tunneling protocols) που χρησιμοποιούνται στην υλοποίηση intranet/extranet VPNs επιπέδου 3 είναι το **GRE** (*Generic Routing Encapsulation*) {[RFC1701], [RFC1702]} και το **IPSec** (*IP Security*) {[IPSecWG], [Comer00], [Cisco98b], [RFC2401]}. Επίσης, στο πλαίσιο της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής υλοποίησης VPNs επιπέδου 3 με σιράγγες, υφίστανται δύο εκδοχές: **α)** εγκατάστασης των σιράγγων στο δίκτυο του παροχέα (*network-based* ή *service provider core-based VPN model*) και **β)** εγκατάστασης των σιράγγων στον εξοπλισμό πρόσβασης των δικτύων-μελών του VPN (*CPE-based VPN model*) {[Cisco99a], [Cisco00], [Kavak00],[VPN99]}. Στο Σχήμα 19 απεικονίζεται ακριβώς η πρώτη από τις δύο αυτές

εκδοχές με την εγκατάσταση των σηράγγων στα άκρα του δικτύου κορμού μεταφοράς που συνιστούν τα σημεία παρουσίας (PoPs) του NAP.

Εναλλακτικά της τεχνολογίας των σηράγγων 3, τα intranet/extranet VPNs επιπέδου 3 μπορούν να υλοποιηθούν σε δίκτυα που υποστηρίζουν μεταγωγή επιπέδου 3 βάσει ετικετών. Συγκεκριμένα, το MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) {[MPLSWG], [RVC00], [RVC00], [VFWC98], [Armitage00], [Metz98]} συνιστά μία τεχνολογία που έχει προταθεί από το IETF [IETF] και υλοποιεί ακριβώς την λειτουργικότητα της μεταγωγής επιπέδου 3 διαφόρων πρωτοκόλλων, όπως το IP, με χρήση ετικετών (label/tag switching). Η τεχνολογία αυτή του MPLS συνδυαζόμενη αρμονικά με διάφορα πρότυπα της οικογένειας πρωτοκόλλων του Internet (π.χ. πρωτόκολλα δρομολόγησης), μπορεί εγγενώς να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση IP VPNs {[Cisco99a], [Cisco99c], [Cisco99b], [RFC2547]}, είτε πάνω από δίκτυα δρομολόγησης (δίκτυα IP), είτε πάνω από δίκτυα μεταγωγής ιδεατού κυκλώματος όπως είναι τα δίκτυα ATM (δίκτυα IP+ATM) {[Cisco99b], [Armitage00], [MEH00]}.



Σχήμα 20. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3 πάνω από πρόσβαση DSL σύμφωνα με την αρχιτεκτονική intranet/extranet VPNs που βασίζεται στην μεταγωγή επιπέδου 3 βάσει ετικετών

Στο παραπάνω Σχήμα 20 απεικονίζεται η αρχιτεκτονική σε ό,τι αφορά στις επιμέρους δικτυακές υπηρεσίες υλοποίησης ενός intranet/extranet VPN επιπέδου 3 σύμφωνα με την αρχιτεκτονική υλοποίησης VPNs η οποία βασίζεται στην μεταγωγή επιπέδου 3 βάσει ετικετών. Στο σχήμα αυτό απεικονίζεται η αρχιτεκτονική υλοποίησης του *VPN X* που απεικονίζεται στο Σχήμα 19 παραπάνω.

Στο πλαίσιο της υλοποίησης της υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3, το δίκτυο πρόσβασης καθώς και το τμήμα του δικτύου μεταφοράς το οποίο εκτείνεται από τα DSLAMs μέχρι τα σημεία παρουσίας του NAP στα άκρα του δικτύου κορμού μεταφοράς (switched cloud σε Σχήμα 19), συνιστά ένα δίκτυο επιπέδου 2. Το ATM θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση ως το πρωτόκολλο επιπέδου 2 που υλοποιεί το δίκτυο αυτό, δεδομένης της de facto υιοθέτησής του ως το πρωτόκολλο επιπέδου 2 πάνω από φυσική πρόσβαση DSL (ATM over DSL) {[DSL], [HF97]}.

Στην περίπτωση που η υπηρεσία των intranet/extranet VPNs επιπέδου 3 υλοποιείται με χρήση σηράγγων, το δίκτυο κορμού μεταφοράς θα συνιστά ένα δίκτυο IP. Μάλιστα την περίπτωση που οι σήραγγες εγκαθίστανται από τον NAP, τα άκρα του δικτύου κορμού μεταφοράς θα πρέπει υποστηρίζουν τα κατάλληλα πρωτόκολλα υλοποίησης σηράγγων επιπέδου 3. Στην πράξη τα πρωτόκολλα αυτά για το IP, όπως προαναφέρθηκε, είναι το IPSec και το GRE. Εναλλακτικά, στην περίπτωση που η υλοποίηση της υπηρεσίας των VPNs επιπέδου 3 γίνεται με εφαρμογή της τεχνολογίας της μεταγωγής επιπέδου 3 βάσει ετικέτας, το δίκτυο κορμού μεταφοράς θα συνιστά ένα δίκτυο MPLS.

Επίσης, δεδομένης της απαίτησης για παροχή από τον NAP υπηρεσιών VPN με από άκρη σε άκρη εγγυήσεις για ποιότητα εξυπηρέτησης, προκύπτει η ανάγκη υλοποίησης από το δίκτυο κορμού μεταφοράς κάποιου κατάλληλου μηχανισμού για την εξασφάλιση των εγγυήσεων αυτών. Το δίκτυο πρόσβασης και το τμήμα του δικτύου μεταφοράς που διασυνδέει τα δίκτυα πρόσβασης με το δίκτυο κορμού μεταφοράς (switched cloud σε Σχήμα 19), μπορεί εγγενώς να παρέχει τέτοιου είδους εγγυήσεις εκμεταλλευόμενο τις δυνατότητες της ATM τεχνολογίας για εγγυημένες υπηρεσίες. Η παροχή όμως ποιότητας εξυπηρέτησης σε επίπεδο VPN, δηλ. σε επίπεδο διασύνδεσης δικτύων-μελών ενός VPN μεταξύ τους, συνεπάγεται την ανάγκη για την από άκρη σε άκρη παροχή τέτοιων εγγυήσεων, δηλ. και από το IP δίκτυο κορμού μεταφοράς.

Η αρχιτεκτονική των Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών (*Differentiated Services* – DiffServ) {[RFC2475], [XN99], [MEH00]} που έχει διατυπωθεί από το IETF, προτείνει ένα πλαίσιο για την παροχή σε δίκτυα δρομολόγησης IP (internets) μίας κλίμακας από υπηρεσίες οι οποίες διαφοροποιούνται ως προς το επίπεδο της απόδοσης που απολαμβάνουν. Λόγω ακριβώς των δυνατοτήτων αυτών που παρέχει η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική, καθώς και της υλοποίησής της από πολλούς κατασκευαστές δικτυακών συσκευών δρομολογητών, θεωρούμε ότι το δίκτυο κορμού μεταφοράς στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών VPN, υιοθετεί την αρχιτεκτονική αυτή των διαφοροποιημένων υπηρεσιών για την από άκρη σε άκρη εξασφάλιση συγκεκριμένων εγγυήσεων ποιότητας εξυπηρέτησης για τις υπηρεσίες VPN. Έτσι, το δίκτυο κορμού μεταφοράς ευρισκόμενο κάτω από τον χειριστικό έλεγχο της οντότητας του NAP θα αποτελεί ένα *DS domain* με DS κόμβους εισόδου και εξόδου (*DS ingress/egress nodes*) τους δρομολογητές που εντοπίζονται στα σημεία παρουσίας (PoPs) του NAP στα άκρα του δικτύου (βλ. Σχήμα 19). Η αρχιτεκτονική των Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών υλοποιείται είτε σε δίκτυα δρομολόγησης IP (περίπτωση υλοποίησης VPNs με σήραγγες), είτε σε δίκτυα MPLS (περίπτωση υλοποίησης VPNs με μεταγωγή IP βάσει ετικέτας).

Πέρα των παραπάνω θεωρήσεων για τα δίκτυα πρόσβασης και μεταφοράς, οι βασικές υπηρεσίες που πρέπει να παρέχει ο NAP στο πλαίσιο του θεωρούμενου

επιχειρησιακού μοντέλου (§7.2) στους δύο άλλους ρόλους για την παροχή υπηρεσιών intranet/extranet VPN επιπέδου 3 είναι οι ακόλουθες:

α) σε κάθε συνδρομητή DSL που συνιστά μέλος ενός VPN, παροχή της υπηρεσίας πρόσβασης DSL.

Πρόκειται για την **υπηρεσία πρόσβασης DSL** (*DSL access service*) που παρουσιάζεται στο Σχήμα 19 και η οποία είναι ακριβώς η ίδια με την ομώνυμη υπηρεσία που ορίστηκε στην §7.3.1.

β) σε κάθε οντότητα δικτύου που αποτελεί μέλος ενός VPN και της οποίας η φυσική πρόσβαση στο VPN δεν βασίζεται στο DSL, παροχή της κατάλληλης υπηρεσίας πρόσβασης στο δίκτυο μεταφοράς.

Πρόκειται για την **υπηρεσία πρόσβασης μη-DSL** (*non-DSL access service*) που φαίνεται στο Σχήμα 19 και η οποία είναι ακριβώς η ίδια με την ομώνυμη υπηρεσία που ορίστηκε στην §7.3.1.

γ) σε κάθε οντότητα δικτύου που αποτελεί μέλος ενός VPN, παροχή της υπηρεσίας διασύνδεσής της με το δίκτυο κορμού μεταφοράς.

Η υπηρεσία αυτή αφορά στην παροχή στο κάθε δίκτυο που συμμετέχει σε ένα VPN της μόνιμης ιδεατής σύνδεσης επιπέδου 2, η οποία εκτείνεται από την συσκευή πρόσβασης αυτού (DSL NT για remote site networks, HGW router για central site networks) μέχρι την συσκευή κάποιου ακρινού δρομολογητή του δικτύου κορμού μεταφοράς⁵⁸. Οι δρομολογητές αυτοί εντοπίζονται στα σημεία παρουσίας (PoPs) του NAP, με το κάθε δίκτυο-μέλος κάθε VPN να συνδέεται στο κατάλληλο από αυτά τα σημεία παρουσίας (π.χ. Site 1 σε PoP A, Site 2 σε PoP B και Site 3 σε PoP C για το VPN X στο Σχήμα 19). Η συγκεκριμένη υπηρεσία, στο πλαίσιο της προκειμένης αρχιτεκτονικής υλοποίησης intranet/extranet VPNs επιπέδου 3, αποκαλείται **υπηρεσία μεταφοράς** (*transport service*, βλ. Σχήμα 19).

Δεδομένης της θεώρησης ότι το δίκτυο πρόσβασης και το τμήμα του δικτύου μεταφοράς το οποίο εκτείνεται από τα DSLAMs μέχρι τα σημεία παρουσίας του NAP, συνιστά ένα επιπέδου 2 δίκτυο ATM, η εν λόγω υπηρεσία μεταφοράς υλοποιείται για κάθε δίκτυο-μέλος ενός VPN με μία αμφίδρομη (bidirectional) ή δύο μονόδρομες (unidirectional) **μόνιμες ιδεατές συνδέσεις καναλιού** (*permanent virtual channel connections – PVCCs*). Στα παραπάνω Σχήμα 19, η υπηρεσία μεταφοράς απεικονίζεται υλοποιημένη με μία αμφίδρομη μόνιμη ιδεατή σύνδεση για κάθε δίκτυο-μέλος του VPN X.

δ) για κάθε ζεύγος οντοτήτων δικτύου που αποτελούν μέλη ενός VPN, παροχή της υπηρεσίας διασύνδεσης πάνω από το δίκτυο κορμού μεταφοράς των σημείων παρουσίας του NAP εξυπηρέτησης αυτών των δικτύων-μελών του VPN.

Η υπηρεσία αυτή αναφέρεται στην υπηρεσία επιπέδου 3 που υλοποιεί το δίκτυο κορμού μεταφοράς για την αποδοτική διακίνηση της κυκλοφορίας κάθε δικτύου-μέλους ενός VPN από το σημείο παρουσίας του NAP που το εξυπηρετεί και στο οποίο φτάνει η κυκλοφορία μέσω της προαναφερθείσας υπηρεσίας μεταφοράς, μέχρι το σημείο παρουσίας του NAP εξυπηρέτησης καθενός από όλα τα υπόλοιπα δίκτυα-μέλη του VPN. Ο όρος της "αποδοτικής" διακίνησης της κυκλοφορίας των μελών του VPN πάνω από το δίκτυο κορμού μεταφοράς, αναφέρεται στην εξασφάλιση από την συγκεκριμένη υπηρεσία των κατάλληλων εγγυήσεων σε ποιότητα εξυπηρέτησης που εξασφαλίζουν την ποιότητα

⁵⁸ Θεωρείται η περίπτωση εδώ της υλοποίησης της συγκεκριμένης υπηρεσίας (υπηρεσία μεταφοράς) με αμφίδρομες (*bidirectional*) μόνιμες ιδεατές συνδέσεις, για αυτό το λόγο αναφέρεται η παροχή "**μίας**" ιδεατής σύνδεσης για κάθε δίκτυο-μέλος ενός VPN.

εξυπηρέτησης που εγγυάται ο NAP από άκρη σε άκρη για την υπηρεσία VPN. Στην προκειμένη αρχιτεκτονική υλοποίησης intranet/extranet VPNs, η υπηρεσία αυτή αποκαλείται **υπηρεσία διασύνδεσης** (*interconnection service*, βλ. Σχήμα 19).

Δεδομένης της θεώρησης ότι το δίκτυο κορμού μεταφοράς υλοποιεί την αρχιτεκτονική των Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών, η κάθε υπηρεσία διασύνδεσης για την επίτευξη των επιθυμητών εγγυήσεων σε ποιότητα εξυπηρέτησης για την υπηρεσία VPN στο σύνολό της ("end-to-end" QoS), συνεπάγεται την εξυπηρέτησή της στους DS κόμβους του δικτύου κορμού μεταφοράς με την κατάλληλη *Per-Hop-Behavior* (PHB). Τέλος, η υπηρεσία διασύνδεσης παρέχεται από τον NAP σε μία βάση ανά **διατεταγμένο ζεύγος** δικτύων-μελών του VPN.

- ε) σε κάθε οντότητα δικτύου που αποτελεί μέλος ενός VPN, παροχή των σηράγγων επιπέδου 3 διασύνδεσης του σημείου παρουσίας του NAP που το εξυπηρετεί με τα αντίστοιχα σημεία παρουσίας του NAP εξυπηρέτησης όλων των υπολοίπων δικτύων-μελών του VPN.

Στην περίπτωση αυτή, η συγκεκριμένη υπηρεσία αφορά στην υλοποίηση από τον NAP στο δίκτυο κορμού μεταφοράς της υπηρεσίας των επιπέδου 3 σηράγγων για την ασφαλή διακίνηση της κυκλοφορίας κάθε δικτύου-μέλους του VPN από το σημείο παρουσίας του NAP που το εξυπηρετεί, μέχρι το σημείο παρουσίας όλων των υπόλοιπων δικτύων-μελών του VPN. Η υπηρεσία αυτή που αποκαλείται **υπηρεσία σήραγγας** (*tunneling service*), γενικά παρέχεται από τον NAP σε μία ανά ζεύγος δικτύων-μελών του VPN βάση με την εγκατάσταση μιας σήραγγας ανάμεσα σε κάθε ζεύγος δρομολογητών στα σημεία παρουσίας του NAP που εξυπηρετούν καθένα από τα μέλη του VPN (βλ. Σχήμα 19).

Η υλοποίηση της υπηρεσίας σήραγγας βασίζεται στην προαναφερθείσα υπηρεσία διασύνδεσης, σύμφωνα με την γενική τεχνική των σηράγγων (βλ. [MS99]). Επίσης σημειώνεται ότι η υπηρεσία αυτή αποτελεί μέρος των καθηκόντων του NAP μόνο στην περίπτωση που η υλοποίηση της υπηρεσίας των intranet/extranet VPNs γίνεται με την εφαρμογή της τεχνολογίας των σηράγγων στην εκδοχή εγκατάστασης των σηράγγων αυτών στο διαμοιραζόμενο δίκτυο.

7.4.2. Ορισμός υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3

7.4.2.1. Παράμετροι ορισμού υπηρεσίας

Ο ορισμός μίας συγκεκριμένης υπηρεσίας internet/extranet VPN επιπέδου 3, η οποία υλοποιείται σύμφωνα με τις προαναφερθείσες βασικές υπηρεσίες, συνίσταται στα ακόλουθα:

1. για κάθε μέλος του VPN του οποίου η πρόσβαση βασίζεται στο DSL, ορισμός των χαρακτηριστικών της *υπηρεσίας πρόσβασης DSL* αυτού (βλ. §7.3.2.1).
2. για κάθε μέλος του VPN του οποίου η πρόσβαση στο διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς **δεν** βασίζεται στο DSL, ορισμός των χαρακτηριστικών της *υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL* αυτού (βλ. §7.3.2.1).
3. για κάθε ζεύγος δικτύων-μελών του VPN, ορισμός των χαρακτηριστικών της *υπηρεσίας μεταφοράς*. Στα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνονται οι παράμετροι κυκλοφορίας (traffic parameters) καθώς και οι παράμετροι ποιότητας υπηρεσίας (QoS parameters) καθεμιάς από τις μόνιμες ιδεατές συνδέσεις (PVCs) που υλοποιούν την υπηρεσία μεταφοράς. Στην περίπτωση του υλοποίησης της υπηρεσίας μεταφοράς με ATM PVCs,

οι παράμετροι αυτοί ορίζονται από το ATM Forum στο [ATMF96] ανά τύπο ATM υπηρεσίας.

4. για κάθε διατεταγμένο ζεύγος δικτύων μελών του VPN, ορισμός των χαρακτηριστικών της υπηρεσίας διασύνδεσης. Στην περίπτωση της υλοποίησης της υπηρεσίας διασύνδεσης στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής Διαφοροποιημένων Υπηρεσιών, οι παράμετροι αυτοί ορίζονται από το IETF για κάθε τύπο διαφοροποιημένης υπηρεσίας. Στις παραμέτρους αυτούς υπενθυμίζεται ότι περιλαμβάνονται οι παρακάτω:
 - 4.1. ορισμός των παραμέτρων της εισερχόμενης κυκλοφορίας (*traffic profile*),
 - 4.2. προσδιορισμός της πολιτικής αντιμετώπισης της κυκλοφορίας που δεν συμμορφώνεται με το προφίλ της εισερχόμενης κυκλοφορίας.
 - 4.3. ορισμός του DSCP που θα ανατεθεί στην κυκλοφορία για την αντιμετώπιση αυτής σύμφωνα με το κατάλληλο PHB (EF [RFC2598], AF [RFC2597], BE).

7.4.2.2. Παρεχόμενες εγγυήσεις απόδοσης υπηρεσίας

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής υλοποίησης VPNs επιπέδου 3 που περιγράφηκε αναλυτικά σε προηγούμενη παράγραφο (§7.4.1), η συνδεσιμότητα των δικτύων-μελών ενός VPN δεν εξασφαλίζεται με μία από-άκρη-σε-άκρη δικτυακή υπηρεσία με σύνδεση (*connection-oriented service*) ανά ζεύγος δικτύων-μελών, αλλά μέσα από το συνδυασμό δύο επιμέρους υπηρεσιών για κάθε ζεύγος δικτύων-μελών του VPN: της *υπηρεσίας μεταφοράς* και της *υπηρεσίας διασύνδεσης*. Συνεπώς, η απόδοση της υπηρεσίας VPN η οποία συνίσταται στην απόδοση της συνδεσιμότητας του κάθε ζεύγους δικτύων μελών του VPN, θα εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των δύο υπηρεσιών αυτών.

7.4.2.3. Παράδειγμα ορισμού υπηρεσίας

Σύμφωνα με τα παραπάνω που αφορούν στις απαιτούμενες παραμέτρους για τον ορισμό μίας υπηρεσίας VPN επιπέδου 3 (§7.4.2.1), στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 19) δίνεται ως παράδειγμα ο ορισμός ενός συγκεκριμένου VPN με τοπολογία σαν αυτή του *VPN X* που απεικονίζεται στην Σχήμα 19. Πρόκειται για ένα intranet VPN το οποίο συγκροτείται από δύο δίκτυα-μέλη, τα *Site 2* και *Site 3*, η φυσική πρόσβαση των οποίων βασίζεται στο DSL (SDSL) και από ένα δίκτυο-μέλος η φυσική πρόσβαση του οποίου υλοποιείται με μισθωμένη γραμμή.

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, η επιλογή των παραμέτρων της υπηρεσίας διασύνδεσης δεν έγινε τυχαία, αλλά βασίστηκε σε μία ρεαλιστική και κατά κανόνα ισχύουσα στην πράξη προσέγγιση για το μοντέλο διακίνησης κυκλοφορίας ανάμεσα στα sites του VPN. Το μοντέλο αυτό λαμβάνει υπόψη την διαθέσιμη χωρητικότητα πρόσβασης κάθε αφετηρίας και προορισμού, η οποία στην προκειμένη αρχιτεκτονική υλοποίησης VPNs επιπέδου 3 (§7.4.1) ταυτίζεται με την χωρητικότητα των υπηρεσιών μεταφοράς του ζεύγους δύο δικτύων-μελών (*sites*) του VPN.

Συγκεκριμένα, η ποσότητα της κυκλοφορίας που διακινείται στα πλαίσια ενός VPN με αφετηρία/πηγή ένα συγκεκριμένο site του VPN, κατά κανόνα είναι ανάλογη της χωρητικότητας της υπηρεσίας μεταφοράς του site αυτού στην κατεύθυνση από το site προς το σημείο παρουσίας (PoP) του NAP, δηλ. την κατεύθυνση ανόδου (*upstream*) για το site-πηγή. Έτσι στην περίπτωση υλοποίησης της υπηρεσίας μεταφοράς με ATM PVCs τύπου VBR ή CBR, η παράμετρος κυκλοφορίας SCR ή PCR αντίστοιχα στην κατεύθυνση ανόδου αποτελεί το κριτήριο εκτίμησης της ποσότητας της κυκλοφορίας που αναμένεται να διακινηθεί στο VPN με πηγή το συγκεκριμένο site. Η κατανομή της κυκλοφορίας αυτής ανά προορισμό, σύμφωνα με το ίδιο μοντέλο κυκλοφορίας, είναι ανάλογη της χωρητικότητας της υπηρεσίας μεταφοράς του site-προορισμού στην κατεύθυνση από το PoP εξυπηρέτησης του site προς αυτό, δηλ. την κατεύθυνση καθόδου (*downstream*) για το site-προορισμό. Έτσι γενικά, σε ένα

VPN με n sites, η κυκλοφορία ρυθμού $upstream_bw_i$ με πηγή το *Site i* αναμένεται να κατανεμηθεί σε κάθε άλλο *Site j* του VPN με ρυθμό καθόδου $downstream_bw_j$ σύμφωνα με

$$\text{τον γενικό τύπο } traffic_{i \rightarrow j} = upstream_bw_i \cdot \frac{downstream_bw_j}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n downstream_bw_j}.$$

Με εφαρμογή αυτού του θεωρούμενου μοντέλου κατανομής κυκλοφορίας, στο παράδειγμα του intranet VPN που ορίζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 19), για την υπηρεσία διασύνδεσης με κατεύθυνση από το *Site 1* προς το *Site 2*, ορίστηκαν ως παράμετροι κυκλοφορίας διατηρούμενος ρυθμός 500 kbps με εκρήξεις μεγέθους 10 kbytes σε ρυθμό 2 Mbps. Ο διατηρούμενος ρυθμός προέκυψε από την εφαρμογή του προαναφερθέντος τύπου κατανομής κυκλοφορίας από το *Site 1* στο *Site 2* ($traffic_{1 \rightarrow 2} = \frac{1Mbps}{1Mbps + 1Mbps} = 500kbps$), το

μέγεθος των εκρήξεων από το MBS του PVC της υπηρεσίας μεταφοράς για το *Site 1* στην κατεύθυνση ανόδου ($burst_size = 200cells \cdot 53bytes \approx 10kbytes$), ενώ ο ρυθμός μετάδοσης των εκρήξεων τέθηκε ο ίδιος με την παράμετρο PCR της υπηρεσίας μεταφοράς για το *Site 1* στην κατεύθυνση ανόδου.

Υπηρεσία πρόσβασης DSL					
Site	xDSL	Ρυθμοί μετάδοσης			
		Καθόδου		Ανόδου	
2	SDSL	2 Mbps		2 Mbps	
3	SDSL	2 Mbps		2 Mbps	
Υπηρεσία πρόσβασης μη-DSL					
Site	Framing	Ρυθμοί μετάδοσης			
1	DS-1	E1 (2 Mbps) full duplex			
Υπηρεσία μεταφοράς					
Άκρα PVC	Τύπος υπηρεσίας	Φορά	Παράμετροι κυκλοφορίας		
			Κατεύθυνση	Παράμετρος	
Site 1, PoP A	VBR-nrt	bidirectional (Site 1 ↔ PoP A)	Site 1 → PoP A, PoP A → Site 1	PCR	2 Mbps
				CDVT	default
				SCR	1 Mbps
				MBS	200 cells
Site 2, PoP B	VBR-nrt	bidirectional (Site 1 ↔ PoP B)	2 → PoP B, PoP B → 2	PCR	2 Mbps
				CDVT	default
				SCR	1Mbps
				MBS	200 cells
Site 3, PoP C	VBR-nrt	bidirectional (Site 2 ↔ PoP C)	3 → PoP C, PoP C → 3	PCR	2 Mbps
				CDVT	default
				SCR	1 Mbps
				MBS	200 cells
Υπηρεσία διασύνδεσης					
DS κόμβος εισόδου	DS κόμβος εξόδου	Ταξινόμηση	TCA	DSCP	
PoP A	PoP B	MF classifier: [ATM incoming interface, Site 1 source address, Site 2 destination address	500 kbps sustainable rate, 10kbyte maximum burst size, 2 Mbps peak rate	Conforming	AF12
				Non-conforming	BE
PoP B	PoP A	{αντιστοίχως ανάλογα με υπηρεσίας PoP A → PoP B}			
PoP A	PoP C	{αντιστοίχως ανάλογα με υπηρεσίας PoP A → PoP B}			
PoP C	PoP A	{αντιστοίχως ανάλογα με υπηρεσίας PoP A → PoP B}			
PoP B	PoP C	MF classifier: [ATM incoming interface, Site 2 source address, Site 3 destination address	TCA	-	
			DSCP	BE	
PoP C	PoP B	{αντιστοίχως ανάλογα με υπηρεσίας PoP B → PoP C}			
Υπηρεσία σήραγγας					
Endpoints					
PoP A, PoP B					
PoP A, PoP C					
PoP B, PoP C					

Πίνακας 19. Παράδειγμα ορισμού υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3

Η επιλογή του τύπου των διαφοροποιημένων υπηρεσιών για καθεμία από τις υπηρεσίες διασύνδεσης (DSCP), έγινε βάσει της αντιστοιχίας που ισχύει ανάμεσα σε υπηρεσίες ATM και διαφοροποιημένες υπηρεσίες {[Geib], [ALHB99]}. Έτσι, η συνδεσιμότητα του *Site 1* με καθένα από τα άλλα δύο δίκτυα-μέλη του VPN (*Site 2* και *Site 3*) έχει οριστεί να είναι συγκεκριμένων εγγυήσεων απόδοσης, οι οποίες προκύπτουν από τα χαρακτηριστικά των επιμέρους υπηρεσιών μεταφοράς (ATM PVC τύπου VBR-rtt) και διασύνδεσης (PHB τύπου Assured Forwarding – AF [RFC2597]) που υλοποιούν την συνδεσιμότητα αυτή. Αντίθετα, η συνδεσιμότητα ανάμεσα στα *Site 2* και *Site 3* έχει οριστεί ως καλύτερη δυνατή επίδοση (best-effort), καθώς η υπηρεσία διασύνδεσης που αφορά στα συγκεκριμένα ζεύγη δικτύων έχει τεθεί να εξυπηρετείται από PHB τύπου BE (best-effort).

7.4.3. Χρέωση υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3

Στα πλαίσια του επιχειρησιακού μοντέλου που ορίστηκε παραπάνω (§7.2) και της εξεταζόμενης αρχιτεκτονικής υλοποίησης της υπηρεσίας intranet/extranet VPN (§7.4.1), η συνολική χρέωση που θα υφίσταται η οντότητα που παίζει τον ρόλο του NSP από τον NAP για την υπηρεσία VPN γενικά θα συνίσταται στο άθροισμα των ακόλουθων επιμέρους χρεώσεων:

1. της χρέωσης της **υπηρεσίας πρόσβασης DSL** για κάθε οντότητα δικτύου-συνδρομητή DSL που συνιστά μέλος του VPN.
2. της χρέωσης της **υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL** για κάθε οντότητα δικτύου που συνιστά μέλος του VPN με πρόσβαση μη βασιζόμενη στο DSL.
3. της χρέωσης της **υπηρεσίας μεταφοράς** για κάθε οντότητα δικτύου-μέλους του VPN
4. της χρέωσης της **υπηρεσίας διασύνδεσης** για κάθε διατεταγμένο ζεύγος δικτύων-μελών του VPN
5. της χρέωσης της **υπηρεσίας σήραγγας** για κάθε διατεταγμένο ζεύγος δικτύων-μελών του VPN (περίπτωση network-based model μόνο)

7.4.3.1. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης DSL

Για την χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης DSL ισχύουν ακριβώς τα ίδια που αναφέρθηκαν για την ομώνυμη χρέωση στο πλαίσιο της υλοποίησης υπηρεσιών intranet/extranet VPN κατά την βασιζόμενη σε ιδεατές συνδέσεις επιπέδου 2 αρχιτεκτονική (βλ. §7.3.3.1).

7.4.3.2. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL

Για την χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL ισχύουν ακριβώς τα ίδια που αναφέρθηκαν για την ομώνυμη χρέωση στο πλαίσιο της υλοποίησης υπηρεσιών intranet/extranet VPN κατά την βασιζόμενη σε ιδεατές συνδέσεις επιπέδου 2 αρχιτεκτονική (βλ. §7.3.3.2).

7.4.3.3. Χρέωση υπηρεσίας μεταφοράς

Για την χρέωση της υπηρεσίας μεταφοράς ισχύουν ακριβώς τα ίδια που αναφέρθηκαν για την χρέωση της υπηρεσίας διασύνδεσης που ορίστηκε στο πλαίσιο της υλοποίησης υπηρεσιών intranet/extranet VPN κατά την βασιζόμενη σε ιδεατές συνδέσεις επιπέδου 2 αρχιτεκτονική (βλ. §7.3.3.3).

7.4.3.4. Χρέωση υπηρεσίας διασύνδεσης

Για την χρέωση της επιπέδου 3 υπηρεσίας διασύνδεσης ισχύουν ανάλογα με αυτά που αναφέρθηκαν για την χρέωση της ομώνυμης υπηρεσίας διασύνδεσης που ορίστηκε στο πλαίσιο της υλοποίησης υπηρεσιών intranet/extranet VPN επιπέδου 2 (βλ. §7.3.3.3).

7.4.3.5. Χρέωση υπηρεσίας σήραγγας

Η υπηρεσία σήραγγας, αποτελεί μία υπηρεσία η οποία βασιζόμενη στην υπηρεσία διασύνδεσης (interconnection service) εξασφαλίζει την ασφαλή διακίνηση της κυκλοφορία των δικτύων-μελών ενός VPN πάνω από το δίκτυο κορμού μεταφοράς. Συνεπώς, η χρέωση της υπηρεσίας σήραγγας θα αποτελείται μόνο μία χρέωση συνδρομής, καθώς οποιαδήποτε πρόθεση από τον NAP να εφαρμόσει μία βασιζόμενη στην χρήση πολιτική χρέωσης για την διακινούμενη πάνω από το δίκτυο κορμού μεταφοράς κυκλοφορία μπορεί να υλοποιηθεί στο "χαμηλότερο" επίπεδο, αυτό της υπηρεσίας διασύνδεσης, με την υιοθέτηση μίας χρέωσης χρήσης για την υπηρεσία αυτή.

Η σταθερή χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας σήραγγας θα αντανακλά κάποια διαχειριστικά κόστη που υφίσταται ο NAP στην συσκευή του δρομολογητή στο σημείο παρουσίας του (PoP) για την λειτουργία της σήραγγας (διαχείριση πληροφοριών ασφάλειας, πόροι κρυπτογράφησης, συμπίεσης κλπ), καθώς και κάποια χρέωση για την διάθεση από τον NAP των "εξεζητημένων" δρομολογητών αυτών που εκτελούν τα πρωτόκολλα σήραγγων (tunneling protocols), όπως το IPSec και το GRE.

7.4.4. Μέθοδος χρέωσης επίπεδου ρυθμού υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3

Η υιοθέτηση μιας πολιτικής χρέωσης επίπεδου ρυθμού (*flat-rate charging*, §2.4.1) συνεπάγεται την χρέωση της υπηρεσίας VPN μόνο με μία χρέωση συνδρομής.

7.4.4.1. Χρέωση συνδρομής

Η χρέωση συνδρομής αυτή θα προκύπτει ως το άθροισμα των χρεώσεων συνδρομής καθεμιάς από τις επιμέρους υπηρεσίες που συνιστούν την συνολική υπηρεσία του intranet/extranet VPN (§7.3.1), δηλ.

1. της χρέωσης συνδρομής της **υπηρεσίας πρόσβασης DSL** για κάθε οντότητα δικτύου-συνδρομητή DSL που συνιστά μέλος του VPN,
2. της χρέωσης συνδρομής της **υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL** για κάθε οντότητα δικτύου που συνιστά μέλος του VPN με πρόσβαση μη βασιζόμενη στο DSL,
3. της χρέωσης συνδρομής της **υπηρεσίας μεταφοράς** για κάθε δίκτυο-μέλος του VPN,
4. της χρέωσης συνδρομής της **υπηρεσίας διασύνδεσης** για κάθε διατεταγμένο ζεύγος δικτύων-μελών του VPN,
5. της χρέωσης συνδρομής της **υπηρεσίας σήραγγας** για κάθε ζεύγος δικτύων-μελών του VPN.

Τα κριτήρια βάσει των οποίων πρέπει να γίνεται ο ορισμός του ύψους της τιμής των επιμέρους χρεώσεων συνδρομής αυτών αναφέρθηκαν παραπάνω στις παραγράφους 7.4.3.1, 7.4.3.2, 7.4.3.3, 7.4.3.4 και 7.4.3.5 αντιστοίχως.

7.4.4.2. Παράδειγμα χρέωσης υπηρεσίας intranet VPN

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 20) δίνεται με παραμετρικό τρόπο η χρέωση της υπηρεσίας του intranet VPN που ορίστηκε στην §7.4.2.3 (Πίνακας 19, σελ.156). Η χρέωση αυτή γίνεται στο πλαίσιο μίας επίπεδου ρυθμού πολιτική χρέωσης.

Υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης DSL	Site 2	C_1	0
	Site 3	C_1	0
Υπηρεσία πρόσβασης μη-DSL	Site 1	C_2	0
Υπηρεσία μεταφοράς	Site 1 ↔ PoP A	C_3	0
	Site 2 ↔ PoP B	C_4	0
	Site 3 ↔ PoP C	C_4	0
Υπηρεσία διασύνδεσης	(Site 1, PoP A) ↔ (Site 2, PoP B)	C_5	0
	(Site 1, PoP A) ↔ (Site 3, PoP C)	C_5	0
	(Site 2, PoP B) ↔ (Site 3, PoP C)	C_6	0
Υπηρεσία σήραγγας	PoP A – PoP B	C_7	0
	PoP A – PoP C	C_7	0
	PoP B – PoP C	C_7	0
Σύνολο		$2 \cdot C_1 + C_2 + C_3 + 2 \cdot C_4 + 2 \cdot C_5 + C_6 + 3 \cdot C_7$	0
		$2 \cdot C_1 + C_2 + C_3 + 2 \cdot C_4 + 2 \cdot C_5 + C_6 + 3 \cdot C_7$	

Πίνακας 20. Χρέωση επίπεδου ρυθμού συγκεκριμένου παραδείγματος υπηρεσίας intranet VPN επιπέδου 3

Στον πίνακα αυτόν, οι παράμετροι C_i , όπου $i \in \{1,2,3,4\}$, εκφράζουν την χρέωση συνδρομής καθεμιάς από τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την υπηρεσία του intranet VPN στο σύνολό της.

7.4.5. Μέθοδος χρέωσης βάσει χρήσης υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3

Η υιοθέτηση μιας πολιτικής χρέωσης που βασίζεται στην χρήση (*usage-based charging*, §2.4.2) γενικά θα συνεπάγεται την χρέωση της υπηρεσίας VPN τόσο με μία χρέωση συνδρομής, όσο και μία χρέωση χρήσης.

7.4.5.1. Χρέωση συνδρομής

Στο πλαίσιο μίας μεθόδου χρέωσης βάσει χρήσης για την υπηρεσία VPN, η χρέωση συνδρομής θα προκύπτει από το άθροισμα των χρεώσεων συνδρομής των επιμέρους υπηρεσιών που υλοποιούν την υπηρεσία του intranet/extranet VPN, όπως αναφέρθηκε και στην §7.4.4.1. Τα κριτήρια βάσει των οποίων πρέπει να γίνεται ο ορισμός του ύψους της τιμής καθεμιάς από τις επιμέρους χρεώσεις συνδρομής, αναφέρθηκαν παραπάνω στις παραγράφους 7.4.3.1, 7.4.3.2, 7.4.3.3, 7.4.3.4 και 7.4.3.5.

7.4.5.2. Χρέωση χρήσης

Η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας VPN μπορεί να διαμορφωθεί μέσω μίας ενιαίας ταρίφας η οποία εξετάζει το μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης στο σύνολό της και ο ορισμός της βασίζεται στα χαρακτηριστικά καθεμιάς από τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την υπηρεσία VPN. Πρόκειται για μία ταρίφα η οποία θα είναι της ακόλουθης γενικής μορφής:

$$\text{Σχέση 35.} \quad Charge_{VPN} = B \cdot V$$

Στην ταρίφα αυτή, η παράμετρος V εκφράζει το όγκο της συνολικής κυκλοφορίας που διακινείται στα πλαίσια του VPN, ενώ η παράμετρος η B εκφράζει την ενιαία τιμή χρέωσης που αντιστοιχεί στην μονάδα όγκου διακινούμενης κυκλοφορίας από ένα οποιοδήποτε δίκτυο-μέλος (site) του VPN προς ένα οποιοδήποτε άλλο μέλος του VPN.

Από την πλευρά του NAP, η παραπάνω ταρίφα (Σχέση 35), ή ισοδύναμα η παράμετρος B σε αυτή, θα πρέπει να διαμορφωθεί με έναν τέτοιο τρόπο ο οποίος να λαμβάνει υπόψη του τα χαρακτηριστικά του VPN (§7.3.2.1), έτσι ώστε η προκύπτουσα χρέωση να αντανακλά κατά αξιόπιστο τρόπο το μέγεθος της πραγματοποιούμενης χρήσης στο δίκτυο. Δεδομένου ότι στο πλαίσιο της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής υλοποίησης VPNs (§7.4.1), η συνδεσιμότητα κάθε ζεύγους δικτύων-μελών (sites) του VPN υλοποιείται από τον συνδυασμό δύο επιμέρους υπηρεσιών, της υπηρεσίας μεταφοράς των δύο sites και την υπηρεσία διασύνδεσης τους, η παράμετρος B θα πρέπει να διαμορφώνεται από τον NAP βάσει των χαρακτηριστικών αυτών των επιμέρους υπηρεσιών που υλοποιούν το VPN.

Η προαναφερθείσα απαίτηση, μπορεί να ικανοποιηθεί διαμορφώνοντας την παράμετρο B της ενιαίας ταρίφας χρέωσης, ως μία γενική συνάρτηση f των παραμέτρων των ταριφών χρέωσης χρήσης καθεμιάς από τις επιμέρους υπηρεσίες μεταφοράς (Σχέση 36) και διασύνδεσης (Σχέση 37).

$$\text{Σχέση 36.} \quad Charge_{tr,i} = B_{i \rightarrow PoP_i} \cdot V_{i \rightarrow PoP_i} + B_{PoP_i \rightarrow i} \cdot V_{PoP_i \rightarrow i}$$

$$\text{Σχέση 37.} \quad Charge_{int,i,j} = B_{i \rightarrow j} \cdot V_{i \rightarrow j} + B_{j \rightarrow i} \cdot V_{j \rightarrow i}$$

Ο προσδιορισμός της συνάρτησης μπορεί να γίνει από την πλευρά του NAP με την εκτίμηση του τρόπου με τον οποίο τυπικά κατανέμεται ανά ζεύγη μελών του VPN η συνολική κυκλοφορία που διακινείται στο VPN.

Μία ρεαλιστική εκτίμηση της κατανομής αυτής της συνολικής κυκλοφορίας του διακινείται στα πλαίσια του VPN ανά διατεταγμένο ζεύγος δικτύων-μελών περιγράφηκε στην §7.4.2.3 για τον προσδιορισμό των παραμέτρων των υπηρεσιών διασύνδεσης και θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο μοντέλο, η ποσότητα της κυκλοφορίας που διακινείται στα πλαίσια του VPN από το Site i στο Site j προσδιορίζεται από την διαθέσιμη χωρητικότητα συνδεσιμότητας των δύο αυτών sites στην κατεύθυνση από το Site i στο Site j . Η χωρητικότητα αυτή δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\text{Σχέση 38.} \quad bw_{i \rightarrow j} = tranrpot_upstream_bw_i \cdot \frac{transport_downstream_bw_j}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n transport_downstream_bw_j}$$

Δεδομένης αυτής της διαθέσιμης χωρητικότητας διακίνησης κυκλοφορίας από το Site i στο Site j , το τυπικό ποσοστό $d_{i \rightarrow j}$, $i \neq j$, του όγκου της συνολικής κυκλοφορίας του VPN το οποίο θα διακινείται από το Site i στο Site j θα δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

Σχέση 39.

$$d_{i \rightarrow j} = \frac{bw_{i \rightarrow j}}{\sum_{k=1}^n \left[\sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^n bw_{k \rightarrow l} \right]}$$

Βάσει αυτών, ο υπολογισμός της παραμέτρου B στην παραπάνω ενιαία ταρίφα χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας VPN (Σχέση 35), παρουσιάζεται στην συνέχεια μέσα το παράδειγμα ενός VPN αποτελούμενο από 3 sites σαν αυτό που απεικονίζεται στο Σχήμα 19 (σελ.149). Για το VPN αυτό, η χρέωση χρήσης της υπηρεσίας VPN που θα υπολογίζεται από την ενιαία ταρίφα που περιγράφηκε στην Σχέση 35, θα πρέπει να προσεγγίζει αυτή που προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους χρεώσεων χρήσης των υπηρεσιών μεταφοράς και διασύνδεσης που υλοποιούν το VPN. Συνεπώς θα έχουμε τα ακόλουθα:

$$\begin{aligned} B \cdot V &= Ch \arg e_{tr,1} + Ch \arg e_{tr,2} + Ch \arg e_{tr,3} + Ch \arg e_{int,1,2} + Ch \arg e_{int,1,3} + Ch \arg e_{int,2,3} \Rightarrow \\ B \cdot V &= (B_{1 \rightarrow PoP1} \cdot V_{1 \rightarrow PoP1} + B_{PoP1 \rightarrow 1} \cdot V_{PoP1 \rightarrow 1}) + (B_{2 \rightarrow PoP2} \cdot V_{2 \rightarrow PoP2} + B_{PoP2 \rightarrow 2} \cdot V_{PoP2 \rightarrow 2}) + \\ &+ (B_{3 \rightarrow PoP3} \cdot V_{3 \rightarrow PoP3} + B_{PoP3 \rightarrow 3} \cdot V_{PoP3 \rightarrow 3}) + (B_{1 \rightarrow 2} \cdot V_{1 \rightarrow 2} + B_{2 \rightarrow 1} \cdot V_{2 \rightarrow 1}) + \\ &+ (B_{1 \rightarrow 3} \cdot V_{1 \rightarrow 3} + B_{3 \rightarrow 1} \cdot V_{3 \rightarrow 1}) + (B_{2 \rightarrow 3} \cdot V_{2 \rightarrow 3} + B_{3 \rightarrow 2} \cdot V_{3 \rightarrow 2}) \Rightarrow \\ B \cdot V &= B_{1 \rightarrow PoP1} \cdot (V_{1 \rightarrow 2} + V_{1 \rightarrow 3}) + B_{PoP1 \rightarrow 1} \cdot (V_{2 \rightarrow 1} + V_{3 \rightarrow 1}) + \\ &+ B_{2 \rightarrow PoP2} \cdot (V_{2 \rightarrow 1} + V_{2 \rightarrow 3}) + B_{PoP2 \rightarrow 2} \cdot (V_{1 \rightarrow 2} + V_{3 \rightarrow 2}) + \\ &+ B_{3 \rightarrow PoP3} \cdot (V_{3 \rightarrow 1} + V_{3 \rightarrow 2}) + B_{PoP3 \rightarrow 3} \cdot (V_{1 \rightarrow 3} + V_{2 \rightarrow 3}) + B_{1 \rightarrow 2} \cdot V_{1 \rightarrow 2} + B_{2 \rightarrow 1} \cdot V_{2 \rightarrow 1} + \\ &+ B_{1 \rightarrow 3} \cdot V_{1 \rightarrow 3} + B_{3 \rightarrow 1} \cdot V_{3 \rightarrow 1} + B_{2 \rightarrow 3} \cdot V_{2 \rightarrow 3} + B_{3 \rightarrow 2} \cdot V_{3 \rightarrow 2} \Rightarrow \\ B \cdot V &= (B_{1 \rightarrow PoP1} + B_{1 \rightarrow 2} + B_{PoP2 \rightarrow 2}) \cdot V_{1 \rightarrow 2} + (B_{2 \rightarrow PoP2} + B_{2 \rightarrow 1} + B_{PoP1 \rightarrow 1}) \cdot V_{2 \rightarrow 1} + \\ &+ (B_{1 \rightarrow PoP1} + B_{1 \rightarrow 3} + B_{PoP3 \rightarrow 3}) \cdot V_{1 \rightarrow 3} + (B_{3 \rightarrow PoP3} + B_{3 \rightarrow 1} + B_{PoP1 \rightarrow 1}) \cdot V_{3 \rightarrow 1} + \\ &+ (B_{2 \rightarrow PoP2} + B_{2 \rightarrow 3} + B_{PoP3 \rightarrow 3}) \cdot V_{2 \rightarrow 3} + (B_{3 \rightarrow PoP3} + B_{3 \rightarrow 2} + B_{PoP2 \rightarrow 2}) \cdot V_{3 \rightarrow 2} \Rightarrow \\ B \cdot V &= (B_{1 \rightarrow PoP1} + B_{1 \rightarrow 2} + B_{PoP2 \rightarrow 2}) \cdot d_{1 \rightarrow 2} \cdot V + (B_{2 \rightarrow PoP2} + B_{2 \rightarrow 1} + B_{PoP1 \rightarrow 1}) \cdot d_{2 \rightarrow 1} \cdot V + \\ &+ (B_{1 \rightarrow PoP1} + B_{1 \rightarrow 3} + B_{PoP3 \rightarrow 3}) \cdot d_{1 \rightarrow 3} \cdot V + (B_{3 \rightarrow PoP3} + B_{3 \rightarrow 1} + B_{PoP1 \rightarrow 1}) \cdot d_{3 \rightarrow 1} \cdot V + \\ &+ (B_{2 \rightarrow PoP2} + B_{2 \rightarrow 3} + B_{PoP3 \rightarrow 3}) \cdot d_{2 \rightarrow 3} \cdot V + (B_{3 \rightarrow PoP3} + B_{3 \rightarrow 2} + B_{PoP2 \rightarrow 2}) \cdot d_{3 \rightarrow 2} \cdot V \Rightarrow \\ B &= (B_{1 \rightarrow PoP1} + B_{1 \rightarrow 2} + B_{PoP2 \rightarrow 2}) \cdot d_{1 \rightarrow 2} + (B_{2 \rightarrow PoP2} + B_{2 \rightarrow 1} + B_{PoP1 \rightarrow 1}) \cdot d_{2 \rightarrow 1} + \\ &+ (B_{1 \rightarrow PoP1} + B_{1 \rightarrow 3} + B_{PoP3 \rightarrow 3}) \cdot d_{1 \rightarrow 3} \cdot V + (B_{3 \rightarrow PoP3} + B_{3 \rightarrow 1} + B_{PoP1 \rightarrow 1}) \cdot d_{3 \rightarrow 1} + \\ &+ (B_{2 \rightarrow PoP2} + B_{2 \rightarrow 3} + B_{PoP3 \rightarrow 3}) \cdot d_{2 \rightarrow 3} + (B_{3 \rightarrow PoP3} + B_{3 \rightarrow 2} + B_{PoP2 \rightarrow 2}) \cdot d_{3 \rightarrow 2} \end{aligned}$$

7.4.5.3. Απαιτήσεις μέτρησης χρήσης

Σε ό,τι αφορά τις απαιτούμενες μετρήσεις χρήσης (usage metering/accounting) που πρέπει να εκτελεί ο NAP στο δίκτυο του για την υλοποίηση της βασισμένης στην χρήση πολιτικής χρέωσης της υπηρεσίας VPN που περιγράφηκε παραπάνω (§7.4.5.2), αυτές περιορίζονται στην μέτρηση του όγκου της διακινούμενης κυκλοφορίας από την κάθε υπηρεσία μεταφοράς του VPN και προς τις δύο κατευθύνσεις.

7.4.5.4. Παράδειγμα χρέωσης υπηρεσίας VPN

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 21) δίνεται με παραμετρικό τρόπο η χρέωση της υπηρεσίας του intranet VPN που ορίστηκε στην §7.4.2.3 (Πίνακας 19, σελ.156). Η χρέωση αυτή γίνεται στο πλαίσιο της βασισμένης στη χρήση πολιτικής χρέωσης που περιγράφηκε στην παρούσα παράγραφο (§7.4.5).

Υπηρεσία		Χρέωση	
		Συνδρομής	Χρήσης
Υπηρεσία πρόσβασης DSL	Site 2	C_1	–
	Site 3	C_1	–
Υπηρεσία πρόσβασης μη-DSL	Site 1	C_2	–
Υπηρεσία μεταφοράς	Site 1 \leftrightarrow PoP A	C_3	$B \cdot V$
	Site 2 \leftrightarrow PoP B	C_4	
	Site 3 \leftrightarrow PoP C	C_4	
Υπηρεσία διασύνδεσης	(Site 1, PoP A) \leftrightarrow (Site 2, PoP B)	C_5	
	(Site 1, PoP A) \leftrightarrow (Site 3, PoP C)	C_5	
	(Site 2, PoP B) \leftrightarrow (Site 3, PoP C)	C_6	
Υπηρεσία σήραγγας	PoP A – PoP B	C_7	0
	PoP A – PoP C	C_7	0
	PoP B – PoP C	C_7	0
		$2 \cdot C_1 + C_2 + C_3 + 2 \cdot C_4 + 2 \cdot C_5 + C_6 + 3 \cdot C_7$	$B \cdot V$
Σύνολο		$2 \cdot C_1 + C_2 + C_3 + 2 \cdot C_4 + 2 \cdot C_5 + C_6 + 3 \cdot C_7 + B \cdot V$	

Πίνακας 21. Χρέωση βάσει χρήσης συγκεκριμένου παραδείγματος υπηρεσίας intranet VPN επιπέδου 3

8. Χρέωση υπηρεσιών access VPN υλοποιούμενων πάνω από πρόσβαση DSL

Στο προηγούμενο κεφάλαιο (κεφ. 7) αναπτύχθηκαν συγκεκριμένες μέθοδοι για την χρέωση της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας των intranet και extranet VPN η οποία υλοποιείται στο πλαίσιο δικτύων πρόσβασης που βασίζονται στην τεχνολογία πρόσβασης DSL. Αντιστοίχως, το παρόν κεφάλαιο ασχολείται με την εξέταση του τρόπου χρέωσης της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας ενός άλλου τύπου νοητού ιδιωτικού δικτύου, η οποία υπηρεσία υλοποιείται στο πλαίσιο δικτύων πρόσβασης βασιζόμενα στο DSL. Πρόκειται για την υπηρεσία των *νοητών ιδιωτικών δικτύων πρόσβασης (access VPNs)*, ο ακριβής ορισμός των οποίων δόθηκε στην §7.1.2.

Στην §8.1 περιγράφεται το επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση για την παροχή των υπηρεσιών access VPN σε απομακρυσμένους χρήστες που αποτελούν συνδρομητές υπηρεσιών πρόσβασης DSL. Τέλος, στην παράγραφο 8.2 αναλύεται το ζήτημα της χρέωσης υπηρεσιών access VPNs παρεχόμενων σε απομακρυσμένους χρήστες διαθέτοντες πρόσβαση βασιζόμενη στην τεχνολογία DSL.

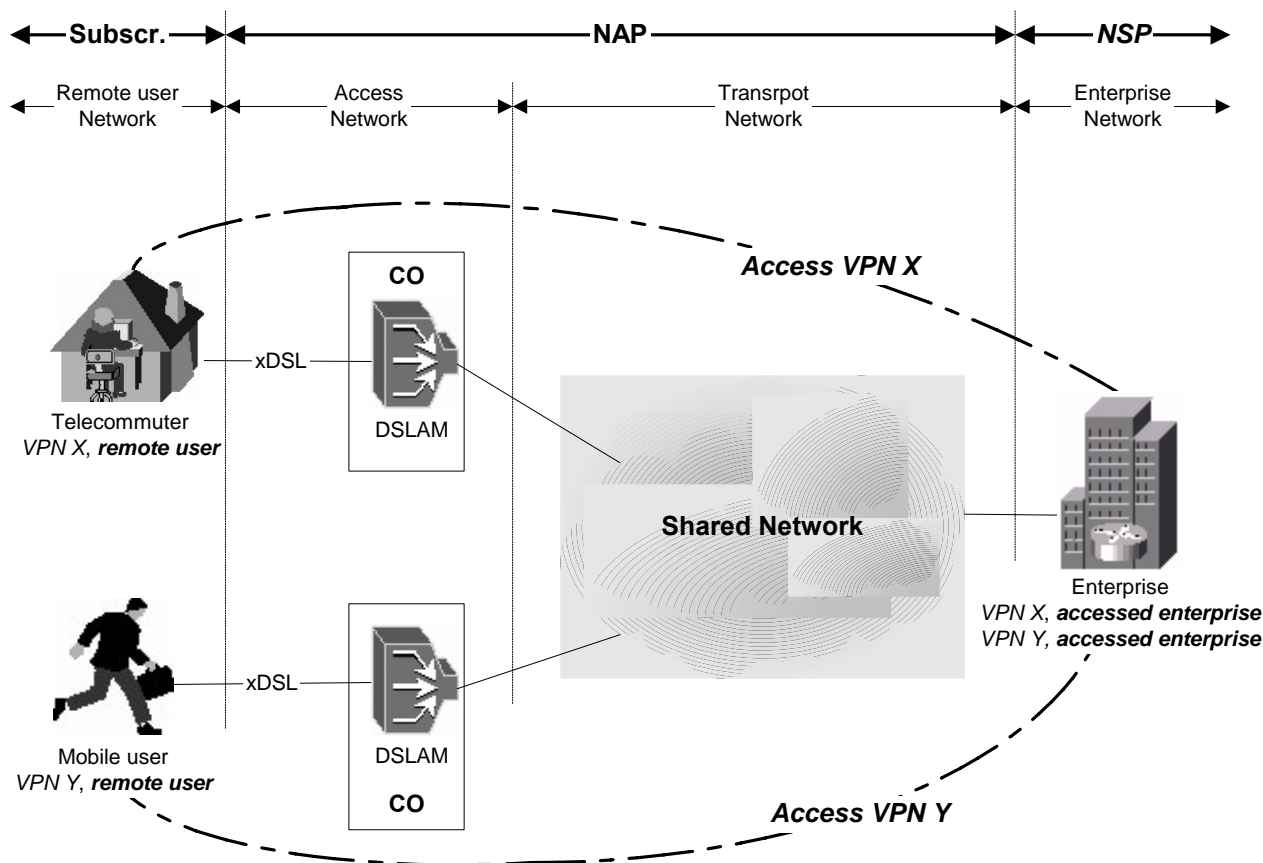
8.1. Επιχειρησιακό μοντέλο παροχής υπηρεσιών access VPN

Στο παρακάτω Σχήμα 21 απεικονίζεται το μοντέλο αναφοράς το οποίο θεωρείται στο πλαίσιο της παροχής της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας του access VPN με χρήση από τους απομακρυσμένους χρήστες της βασικής υπηρεσίας πρόσβασης που παρέχει η τεχνολογία του DSL. Συγκεκριμένα, στο σχήμα αυτό φαίνονται **α)** το σύνολο των επιμέρους δικτύων που συνιστούν την όλη αρχιτεκτονική για την υλοποίηση ενός access VPN με πρόσβαση των απομακρυσμένων χρηστών βασιζόμενη στο DSL, **β)** οι οντότητες-ρόλοι οι οποίοι διακρίνονται στο υφιστάμενο επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή της εν λόγω υπηρεσίας του access VPN, και **γ)** τα όρια δικαιοδοσίας των ρόλων αυτών στα προαναφερθέντα επιμέρους δίκτυα του όλου μοντέλου αναφοράς.

Από το συγκεκριμένο μοντέλο αναφοράς, προκύπτουν οι επιχειρησιακοί ρόλοι που υφίστανται στο επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών access VPN σε απομακρυσμένους χρήστες διαθέτοντες πρόσβαση DSL. Οι ρόλοι αυτοί αποτελούν πραγματοποιήσεις των ρόλων που αναφέρθηκαν στο γενικό επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από υποδομή πρόσβασης DSL (κεφ. 4, §4.2.2) και είναι οι ακόλουθοι:

- ο *παροχέας πρόσβασης δικτύου (network access provider – NAP)*. Πρόκειται για τον ρόλο ο οποίος στο πλαίσιο του ισχύοντος μοντέλου αναφοράς υλοποιεί την υπηρεσία

προστιθέμενης αξίας του access VPN με χρήση της στοιχειώδους υπηρεσίας πρόσβασης για τους απομακρυσμένους χρήστες που βασίζεται στο DSL. Συνεπώς, η οντότητα που φέρει τον ρόλο αυτόν διαχειρίζεται και λειτουργεί τα δίκτυα πρόσβασης των απομακρυσμένων χρηστών και το διαμοιραζόμενο δίκτυο μεταφοράς (βλ. Σχήμα 21).



Σχήμα 21. Μοντέλο αναφοράς παροχής υπηρεσιών access VPN σε απομακρυσμένους χρήστες διαθέτοντες πρόσβαση βασισμένη στο DSL

- ο **συνδρομητής (subscriber)**. Ο ρόλος αυτός φέρεται από τους απομακρυσμένους χρήστες (*telecommuters, mobile users*) των access VPNs. Σημειώνεται, ότι η έννοια του «χρήστη» εδώ δεν ταυτίζεται με την *φυσική* οντότητα του τελικού χρήστη, Ως *απομακρυσμένος χρήστης* μιας υπηρεσίας access VPN μπορεί να είναι ένα ολόκληρο δικτυακό περιβάλλον αποτελούμενο από πολλούς φυσικούς τελικούς χρήστες (π.χ. *small office/home office – SOHO*). Συνεπώς, ο ρόλος του συνδρομητή ανατίθεται στις οντότητες στην δικαιοδοσία των οποίων βρίσκονται ο εξοπλισμός των απομακρυσμένων χρηστών.

Στο πλαίσιο του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου, η πληρωμή του τελικού λογαριασμού χρέωσης για την παρεχόμενη υπηρεσία του access VPN, **δεν** αποτελεί μέρος των καθηκόντων του ρόλου του συνδρομητή, αλλά του ρόλου του *παροχέα δικτυακής υπηρεσίας (NSP)*.

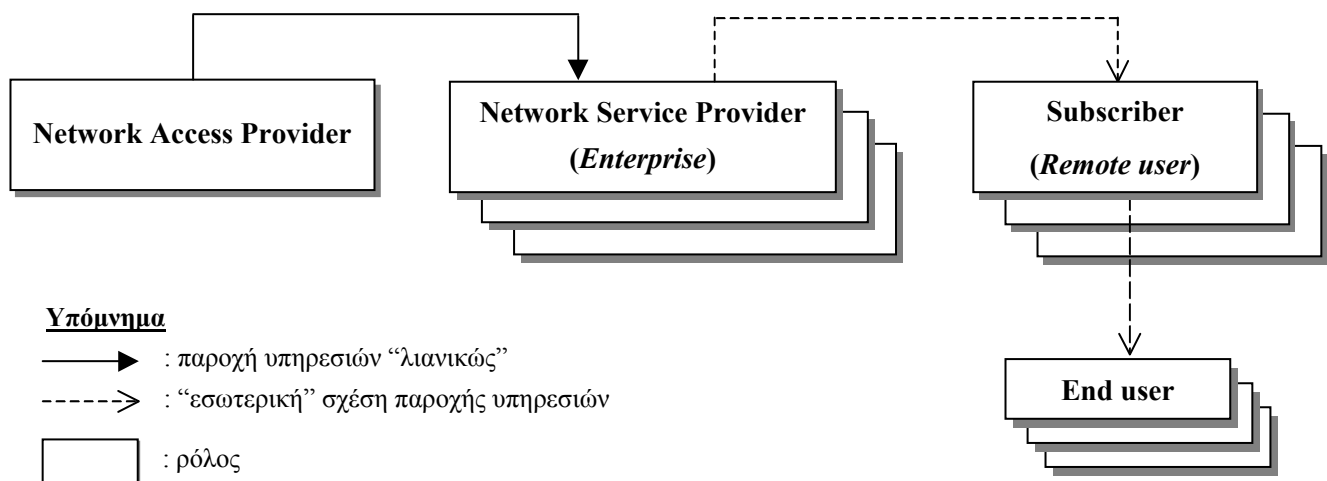
- ο **παροχέας δικτυακής υπηρεσίας (network service provider – NSP)**. Στην προκειμένη περίπτωση της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας του access VPN, ο ρόλος αυτός ανατίθεται

στον εταιρικό φορέα υπό την κατοχή του οποίου βρίσκεται το εταιρικό δίκτυο που προσπελαύνεται από τους απομακρυσμένους χρήστες.

Στο πλαίσιο του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου, ο ρόλος αυτός είναι επιφορτισμένος με την καταβολή στον NAP του τελικού λογαριασμού χρέωσης για καθεμία υπηρεσία access VPN που παρέχεται από τον NAP σε απομακρυσμένο χρήστη της εταιρίας (π.χ. εργαζόμενο της εταιρίας) η οποία φέρει τον ρόλο του NSP.

Από το συγκεκριμένο μοντέλο αναφοράς που απεικονίζεται στο Σχήμα 21 και ειδικότερα τα επιμέρους δίκτυα που υφίστανται (δίκτυα πρόσβασης και δίκτυο μεταφοράς), καθώς και την δικαιοδοσία στην οποία αυτά βρίσκονται (NAP), προκύπτει ότι στην προκειμένη περίπτωση η υπηρεσία του access VPN θεωρείται ότι υλοποιείται στα πλαίσια του γενικού μοντέλου αναφοράς για το DSL (§4.2.1). Αυτό σημαίνει ότι ο ρόλος του NSP φέρεται από την οντότητα στην δικαιοδοσία της οποίας βρίσκεται το εταιρικό δίκτυο-προορισμός των access VPNs.

Εναλλακτικά, η υπηρεσία του access VPN σε απομακρυσμένους χρήστες-συνδρομητές υπηρεσιών DSL θα μπορούσε να υλοποιείται πάνω από το Internet ως υπηρεσία προστιθέμενης αξίας εγγενώς παρεχόμενη από έναν ISP στους συνδρομητές DSL του NAP. Στην περίπτωση αυτή ο ISP θα έπαιζε τον ρόλο του NSP που συναντάται στο γενικό επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από υποδομή πρόσβασης DSL. Η περίπτωση αυτή όπου ο ISP (NSP) παρέχει εγγενώς στους συνδρομητές DSL την υπηρεσία προστιθέμενης αξίας του access VPN, είναι ανάλογη της περίπτωσης όπου η παρεχόμενη υπηρεσία προστιθέμενης αξίας είναι αυτή της πρόσβασης στο Internet (πακέτο υπηρεσιών Fast Internet). Το ζήτημα της χρέωσης των υπηρεσιών πρόσβασης από τον εξοπλισμό του συνδρομητή στο δίκτυο του ISP στην περίπτωση της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας της πρόσβασης στο Internet, αναλύθηκε στο κεφάλαιο 6. Η ίδια ανάλυση και πρόταση με αυτή που περιγράφεται στο κεφάλαιο 6 ισχύει και για την περίπτωση που η υπηρεσία προστιθέμενης αξίας που παρέχεται εγγενώς από τον ISP είναι αυτή του access VPN.



Σχήμα 22. Επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών access VPN σε συνδρομητές DSL

Στο παραπάνω Σχήμα 22 απεικονίζεται το επιχειρησιακό μοντέλο το οποίο θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση για την παροχή της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας του access VPN σε απομακρυσμένους χρήστες διαθέτοντες πρόσβαση βασισόμενη στο DSL. Στο σχήμα

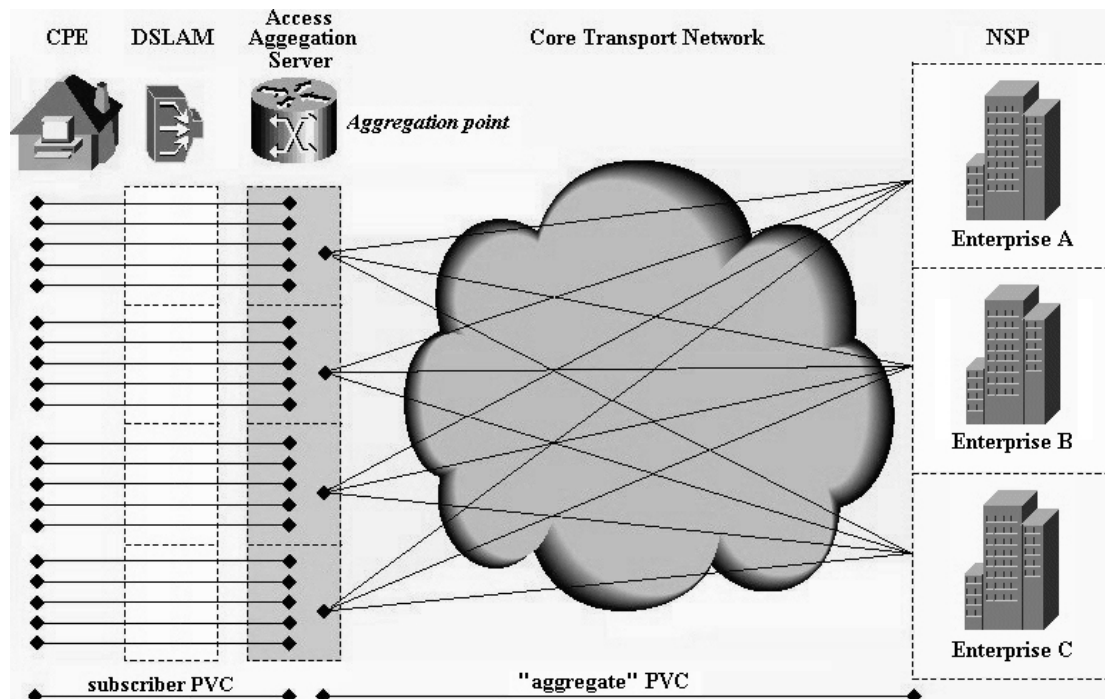
αυτό απεικονίζονται οι ρόλοι που αναφέρθηκαν παραπάνω, καθώς και οι σχέσεις που διέπουν τους ρόλους αυτούς σε όρους παρεχόμενης λειτουργικότητας.

Η σχέση που υφίσταται ανάμεσα στον NSP και καθέναν από τους συνδρομητές που συνιστούν απομακρυσμένους χρήστες του (Σχήμα 22), αποτελεί μία εσωτερική σχέση για το επιχειρησιακό μοντέλο που θεωρείται εδώ. Το ίδιο ισχύει και για την σχέση που ισχύει ανάμεσα στον ρόλο του συνδρομητή και του τελικού χρήστη και η οποία απεικονίζεται στο Σχήμα 22 παραπάνω.

Έτσι, στο επιχειρησιακό μοντέλο που θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση, οι χρεώσεις που επιβάλλει ο NAP για την εγγενώς παρεχόμενες από αυτόν υπηρεσίες του access VPN πάνω από πρόσβαση βασισμένη στο DSL για τον απομακρυσμένο χρήστη, απευθύνονται στην οντότητα που φέρει τον ρόλο του NSP. Ο NSP υφίσταται από τον NAP σε επίπεδο λιανικής εμπορικής συναλλαγής την χρέωση που αντιστοιχεί στην λειτουργικότητα που του παρέχεται από τον NAP για την υλοποίηση των access VPNs του συνόλου των απομακρυσμένων χρηστών του π.χ. των εργαζομένων του εταιρικού φορέα-NSP. Το περιεχόμενο της παρεχόμενης αυτής λειτουργικότητας από τον NAP στον εταιρικό φορέα που παίζει τον ρόλο του NSP, προκύπτει από την ισχύουσα αρχιτεκτονική υπηρεσιών για την υλοποίηση της υπηρεσίας του access VPN για απομακρυσμένους χρήστες διαθέτοντες πρόσβαση DSL. Η αρχιτεκτονική αυτή περιγράφεται στην §8.2.3 παρακάτω.

8.2. Χρέωση υπηρεσιών access VPN

8.2.1. Αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2



Σχήμα 23. Αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2 για την παροχή υπηρεσιών access VPN σε συνδρομητές DSL

Όπως αναφέρθηκε σχετικώς προηγούμενα, η υπηρεσία προστιθέμενης αξίας του access VPN θεωρείται ότι υλοποιείται στα όρια των δικτύων πρόσβασης και μεταφοράς δηλ. ο ρόλος του NSP που υφίσταται στο γενικό μοντέλο αναφοράς για το DSL ανατίθεται στον λειτουργό του εταιρικού δικτύου που προσπελαύνεται από τους απομακρυσμένους χρήστες. Στην περίπτωση αυτή στο δίκτυο πρόσβασης και μεταφοράς υλοποιείται από τον NAP η *αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2 (layer 2 service aggregation architecture)* {[Yager99], [Cohen99]}. Η αρχιτεκτονική αυτή απεικονίζεται γραφικά στο παραπάνω Σχήμα 23.

Πρόκειται για την αρχιτεκτονική των υπηρεσιών επιπέδου 2 που θεωρήθηκε στο κεφάλαιο 6 (§6.1.2), η οποία υιοθετείται ευρέως στην πράξη από τους παροχείς υπηρεσιών πρόσβασης που βασίζονται στο DSL (NAPs) τόσο στην περίπτωση που η παρεχόμενη στους συνδρομητές DSL υπηρεσία προστιθέμενης είναι αυτή της *πρόσβασης στο Internet*, όσο και στην περίπτωση που είναι η υπηρεσία του *access VPN*. Συνεπώς, η περιγραφή της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής που θεωρείται στην προκείμενη περίπτωση είναι ακριβώς η ίδια με αυτήν που πραγματοποιείται στην §6.1.2. Η μόνη επουσιώδης διαφορά εντοπίζεται στο σημείο ότι ως δίκτυα προορισμού λαμβάνονται τα εταιρικά δίκτυα των access VPNs.

8.2.2. Γενικές αρχιτεκτονικές υλοποίησης access VPNs

Γενικά, τα access VPNs υλοποιούνται με εφαρμογή της τεχνικής των σιράγγων (*tunnels*)⁵⁹. Ειδικότερα, η εφαρμογή της τεχνικής αυτής για την υλοποίηση access VPNs μπορεί να γίνει σύμφωνα με δύο διαφορετικούς τρόπους: **α)** εγκατάστασης των σιράγγων στο δίκτυο του παροχέα (*NAS-initiated* ή *network-based access VPNs*) (Σχήμα 24α) και **β)** εγκατάστασης των σιράγγων στον εξοπλισμό πρόσβασης των δικτύων-μελών του VPN (*client-initiated* ή *CPE-based access VPNs*) (Σχήμα 24β) {[Cisco98a], [Cisco00], [MS99], [Kavak00],[VPNNet99]}. Και στις δύο περιπτώσεις, η σήραγγα που εγκαθίσταται καταλήγει στην συσκευή εισόδου του εταιρικού δικτύου που συμμετέχει στο access VPN (βλ. Σχήμα 24).

Στο πλαίσιο της πρώτης από τις δύο προαναφερθείσες εκδοχές υλοποίησης access VPNs, σε μία συσκευή η οποία τοπολογικά εντοπίζεται στο άκρο του διαμοιραζόμενου ή δημόσιου δικτύου, εγκαθίσταται μία σήραγγα για κάθε προορισμό (εταιρικό δίκτυο) (βλ. Σχήμα 24α). Μέσα από την σήραγγα αυτή διοχετεύεται η κυκλοφορία όλων των απομακρυσμένων χρηστών των access VPNs, τα οποία προσπελαύνουν το ίδιο εταιρικό δίκτυο. Η συσκευή αυτή εγκατάστασης των σιράγγων υλοποιείται στο σημείο παρουσίας (PoP) του παροχέα των υπηρεσιών access VPN και η ονομασία της ποικίλει ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο δημιουργίας σήραγγας (*tunneling protocol*)⁶⁰. Μία συνήθης και κοινή ονομασία για την συσκευή αυτή είναι *Network Access Server* (NAS), εξ ου και η ονομασία “*NAS-initiated*” access VPNs.

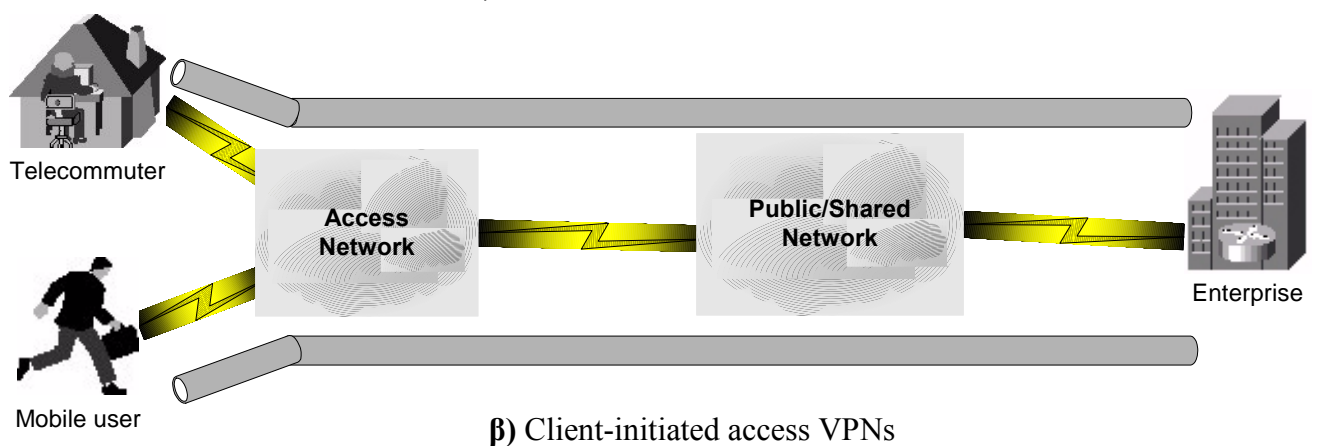
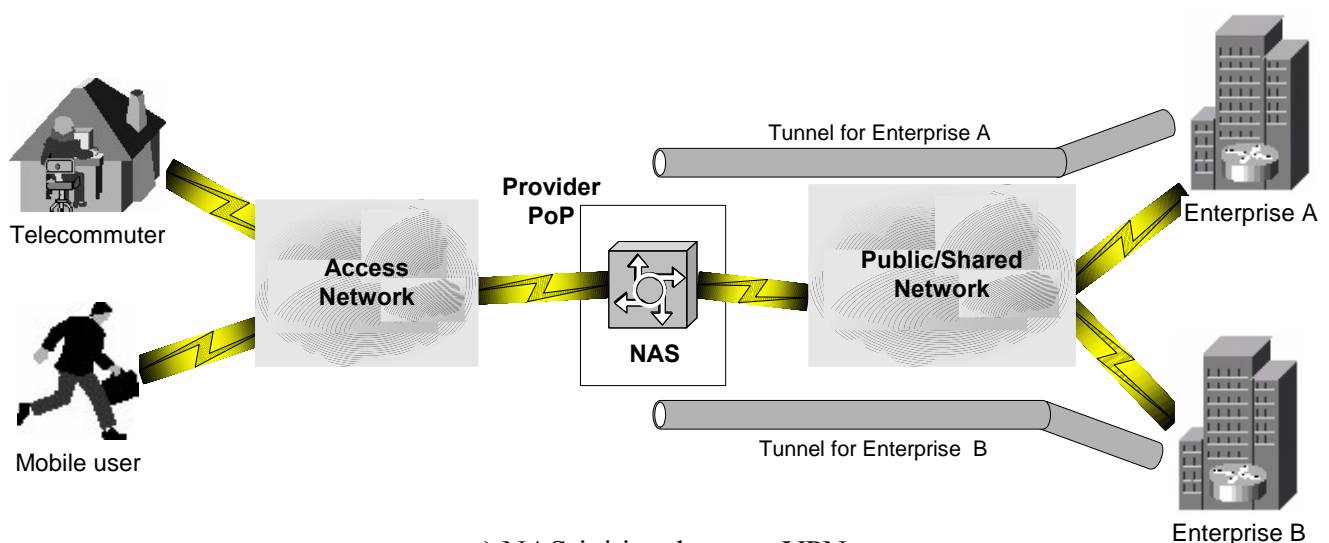
Τα access VPNs που υλοποιούνται σύμφωνα με την τεχνική αυτή εγκατάστασης σιράγγων στο δίκτυο του παροχέα ονομάζονται και «*υποχρεωτικά*» *νοητά ιδιωτικά δίκτυα πρόσβασης* (“*compulsory*” access VPNs) {[Cisco98a], [Kavak00]}. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι απομακρυσμένοι χρήστες δεν έχουν κανέναν έλεγχο στην σήραγγα η οποία εγκαθίσταται στον NAS για κάθε εταιρικό δίκτυο προορισμού και μέσα από την οποία διέρχεται «υποχρεωτικά» η κίνησή όλων των χρηστών που προσπελαύνουν το ίδιο εταιρικό

⁵⁹ βλ. υποσημείωση 56 σελ. 148.

⁶⁰ Στην περίπτωση των πρωτοκόλλων δημιουργίας σιράγγων PPTP, L2TP, L2F και IPSec, η συσκευή εγκατάστασης των σιράγγων ονομάζεται *PPTP Access Concentrator* (PAC), *L2TP Access Concentrator* (LAC), *Network Access Server* (NAS) και *Security Gateway* αντίστοιχα.

δίκτυο. Γενικότερα, οι σήραγγες που παρέχουν την ίδια λειτουργικότητα με αυτή των σηράγγων που υλοποιούνται στα NAS-initiated access VPNs, ονομάζονται *υποχρεωτικές σήραγγες (compulsory tunnels)*.

Σύμφωνα με τον δεύτερο τρόπο υλοποίησης access VPNs που αναφέρθηκε προηγουμένα, κάθε απομακρυσμένος χρήστης εγκαθιστά μία σήραγγα από τον εξοπλισμό του (CPE) μέχρι την συσκευή εισόδου του εταιρικού δικτύου (βλ. Σχήμα 24β). Έτσι τα access VPNs που υλοποιούνται με τον τρόπο αυτό ονομάζονται “*client-initiated*” ή “*CPE-based access VPNs*”. Επίσης, εξαιτίας του γεγονότος ότι ο απομακρυσμένος χρήστης είναι αυτός που είναι ρητά επιφορτισμένος με την εγκατάσταση της σήραγγας, τα access VPNs που υλοποιούνται με τον τρόπο αυτό αποκαλούνται και «*εθελοντικά*» *νοητά ιδιωτικά δίκτυα πρόσβασης (“voluntary” access VPNs)* {[Cisco98a], [Kavak00]}. Γενικότερα, οι σήραγγες που παρέχουν την ίδια λειτουργικότητα με αυτή των σηράγγων που υλοποιούνται στα client-initiated access VPNs, ονομάζονται *εθελοντικές σήραγγες (voluntary tunnels)*.

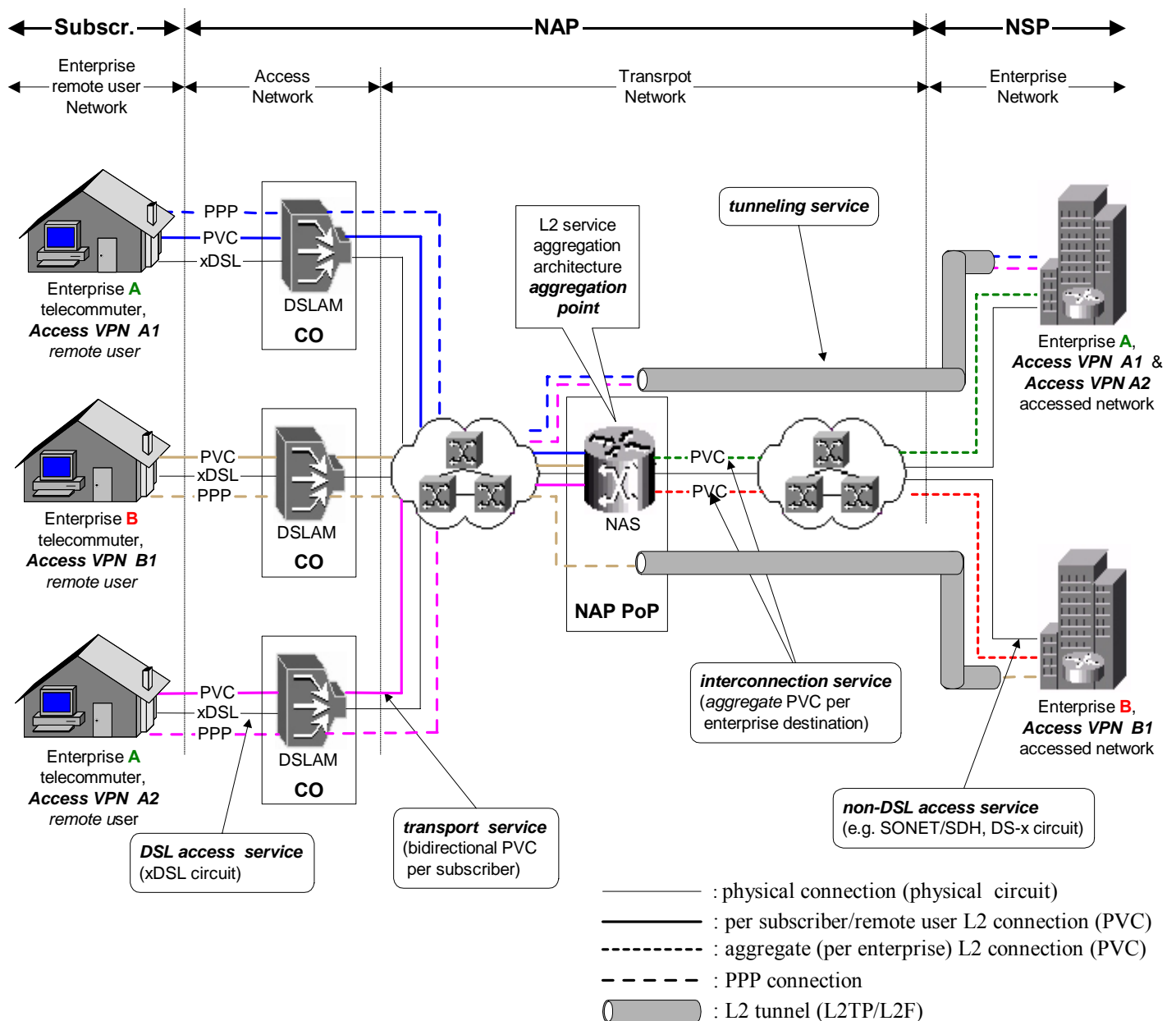


Σχήμα 24. Αρχιτεκτονικές υλοποίησης access VPNs

Στην πράξη, για την υλοποίηση NAS-initiated access VPNs χρησιμοποιούνται κατά βάση πρωτόκολλα σηράγγων *επιπέδου 2* (layer 2 tunneling protocols). Συγκεκριμένα, τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται είναι το *Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP)* [RFC2661] και το *Layer 2 Forwarding Protocol (L2F)* [RFC2341]. Αντίθετα, για την υλοποίηση client-initiated access VPNs, χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα σηράγγων

τόσο **επιπέδου 2**, όσο και **επιπέδου 3**. Συγκεκριμένα, από τα πρωτόκολλα σηράγγων επιπέδου 2 αυτά που χρησιμοποιούνται στην πράξη για την υλοποίηση client-initiated access VPNs είναι το *Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP)* [RFC2661] και το *Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP)* [RFC2637], ενώ από τα πρωτόκολλα δημιουργία σηράγγων επιπέδου 3 χρησιμοποιείται το *IP Security (IPSec)* {[IPSecWG], [Cisco98b], [RFC2401]}.

8.2.3. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης access VPN πάνω από πρόσβαση DSL



Σχήμα 25. Αρχιτεκτονική υπηρεσιών υλοποίησης υπηρεσίας access VPN πάνω από πρόσβαση DSL σύμφωνα με την αρχιτεκτονική των υποχρεωτικών σηράγγων επιπέδου 2

Στο Σχήμα 25 παραπάνω απεικονίζεται η αρχιτεκτονική σε ό,τι αφορά τις βασικές δικτυακές υπηρεσίες για την υλοποίηση της υπηρεσίας του access VPN σύμφωνα με την αρχιτεκτονική των *υποχρεωτικών σηράγγων* (NAS-initiated access VPN). Ειδικότερα, στο σχήμα αυτό φαίνονται **α)** το σύνολο των επιμέρους δικτύων που υφίστανται για την παροχή της υπηρεσίας access VPN σε απομακρυσμένους χρήστες διαθέτοντες υποδομή πρόσβασης DSL **β)** οι βασικές δικτυακές υπηρεσίες που υλοποιούν την υπηρεσία του access VPN, και **γ)** τα όρια δικαιοδοσίας των ρόλων που διακρίνονται στο θεωρούμενο επιχειρησιακό μοντέλο για την παροχή της συγκεκριμένης υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας.

Από το σχήμα αυτό προκύπτει ότι οι βασικές υπηρεσίες που πρέπει να παρέχει ο NAP για την υλοποίηση της υπηρεσίας του access VPN είναι οι ακόλουθες:

- α)** για κάθε απομακρυσμένο χρήστη (συνδρομητή) παροχή της *υπηρεσίας πρόσβασης DSL* (*DSL access service*).
- β)** για κάθε εταιρικό φορέα (NSP) παροχή της κατάλληλης *υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL* (*non-DSL access service*) για την φυσική σύνδεση του δικτύου του στο δίκτυο μεταφοράς.
- γ)** για κάθε απομακρυσμένο χρήστη (συνδρομητή) παροχή της *υπηρεσίας μεταφοράς* (*transport service*).
- δ)** για κάθε εταιρικό φορέα (NSP) παροχή της *υπηρεσίας διασύνδεσης* (*interconnection service*).
- ε)** για κάθε εταιρικό φορέα (NSP) παροχή της *υπηρεσίας σήραγγας* (*tunneling service*) (περίπτωση NAS-initiated access VPN).

Από τις προαναφερθείσες υπηρεσίες, οι υπηρεσίες *πρόσβασης DSL* και *πρόσβασης μη-DSL* είναι ακριβώς η ίδιες με τις ομώνυμες υπηρεσίες που ορίστηκαν στο κεφάλαιο 7 στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών intranet/extranet VPNs πάνω από πρόσβαση βασισζόμενη στο DSL. Ο ορισμός των υπηρεσιών αυτών δίνεται στην §7.3.1.

Οι υπηρεσίες *μεταφοράς* και *διασύνδεσης* συνιστούν δικτυακές υπηρεσίες επιπέδου 2 κατά το μοντέλο αναφοράς OSI και ορίζονται στο πλαίσιο της *αρχιτεκτονική συγκέντρωσης υπηρεσιών επιπέδου 2* που θεωρήθηκε ότι ισχύει στην προκειμένη περίπτωση παροχής της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας του access VPN (§8.2.1). Συγκεκριμένα, η *υπηρεσία μεταφοράς* υλοποιεί την μόνιμη ιδεατή σύνδεση επιπέδου 2 (layer 2 PVC), η οποία παρέχεται ανά απομακρυσμένο χρήστη-συνδρομητή και εκτείνεται από τον εξοπλισμό του μέχρι τον εξυπηρετητή συγκέντρωσης πρόσβασης (*access aggregation server*) της αρχιτεκτονικής συγκέντρωσης. Πρόκειται για την ιδεατή σύνδεση που αναγράφεται ως “subscriber PVC” στο Σχήμα 23 στην §8.2.1. Μάλιστα, στην περίπτωση των NAS-initiated access VPNs, η συσκευή NAS δημιουργίας των σηράγγων ταυτίζεται με τον εξυπηρετητή συγκέντρωσης πρόσβασης. Αυτό σημειώνεται στο Σχήμα 25 παραπάνω.

Από την άλλη πλευρά, η *υπηρεσία διασύνδεσης* υλοποιεί την συγκεντρωτική μόνιμη ιδεατή σύνδεση επιπέδου 2 (“aggregate” layer 2 PVC), η οποία εκτείνεται από τον εξυπηρετητή συγκέντρωσης πρόσβασης (συσκευή NAS στην περίπτωση NAS-initiated access VPNs) μέχρι το εταιρικό δίκτυο προορισμού και μέσα από την οποία διακινείται η κυκλοφορία όλων των απομακρυσμένων χρηστών-συνδρομητών που προσπελαίνουν το ίδιο εταιρικό δίκτυο. Πρόκειται για την ιδεατή σύνδεση που αναγράφεται ως “aggregate PVC” στο Σχήμα 23 στην §8.2.1.

Η *υπηρεσία σήραγγας* αφορά την παροχή σε κάθε NSP της «υποχρεωτικής» σήραγγας σύνδεσης του δικτύου του με την συσκευή του NAS στο σημείο παρουσίας του NAP. Η συγκεκριμένη υπηρεσίας περιλαμβάνεται στις αρμοδιότητες του NAP μόνο στην περίπτωση των NAS-initiated access VPNs. Στην αντίθετη περίπτωση των client-initiated access VPNs, στις αρμοδιότητες του NAP περιλαμβάνονται όλες οι προαναφερθείσες βασικές υπηρεσίες πλην της υπηρεσίας σήραγγας.

8.2.4. Λιανική χρέωση NAP σε εταιρικό φορέα

Στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου που θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση της παροχής της υπηρεσίας access VPN εγγενώς από τον NAP στους συνδρομητές (§8.1), οι χρεώσεις που επιβάλλει ο NAP για τις παρεχόμενες από αυτόν υπηρεσίες, απευθύνονται στην οντότητα του εταιρικού φορέα που παίζει τον ρόλο του NSP. Ο εταιρικός φορέας αποτελεί την μοναδική οντότητα με την οποία ο NAP έχει οικονομική σχέση. Δεδομένου αυτού, ο εταιρικός φορέας θα χρεώνεται για το σύνολο των υπηρεσιών access VPN που παρέχονται σε απομακρυσμένους χρήστες του (π.χ. εργαζόμενους του). Η περίπτωση αυτή είναι αντίστοιχη με την χρέωση που υφίσταται χονδρικός ο ISP από τον NAP στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου παροχής υπηρεσιών Fast Internet όπου η λιανική παροχή της τελικής υπηρεσίας Fast Internet πραγματοποιείται από τον ρόλο του ISP (κεφάλαιο 6). Στην περίπτωση αυτή ο ISP χρεώνεται για το σύνολο των συνδρομητών που προμηθεύονται από αυτόν λιανικώς την τελική υπηρεσία Fast Internet.

Σύμφωνα με αυτά αλλά και την προαναφερθείσα αρχιτεκτονική υπηρεσιών παροχής της υπηρεσίας του access VPN πάνω από πρόσβαση DSL (§8.2.3), η λιανική χρέωση που συνολικά υφίσταται ο εταιρικός φορέας (NSP) για το σύνολο των υπηρεσιών access VPN που παρέχονται σε απομακρυσμένους χρήστες του (π.χ. εργαζόμενους), συνίσταται στα ακόλουθα μέρη:

1. την χρέωση της *υπηρεσίας πρόσβασης DSL* που παρέχεται από τον NAP σε μία βάση ανά απομακρυσμένο χρήστη (συνδρομητή).
2. την χρέωση της *υπηρεσίας πρόσβασης μη DSL* που παρέχεται από τον NAP σε μία βάση ανά εταιρικό φορέα (NSP).
3. την χρέωση της *υπηρεσίας μεταφοράς* που παρέχεται από τον NAP σε μία βάση ανά απομακρυσμένο χρήστη (συνδρομητή).
4. την χρέωση της *υπηρεσίας διασύνδεσης* που παρέχεται από τον NAP σε μία βάση ανά ομάδα απομακρυσμένων χρηστών του ίδιου εταιρικού φορέα (συνδρομητών).
5. χρέωση της *υπηρεσίας σήραγγας* που παρέχεται από τον NAP σε μία βάση ανά ομάδα απομακρυσμένων χρηστών του ίδιου εταιρικού φορέα (συνδρομητών).

8.2.4.1. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης DSL

Για την χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης DSL, ισχύει ό,τι αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 6 (§6.2.1) για την χρέωση της αντίστοιχης υπηρεσίας πρόσβασης που ορίστηκε στο πλαίσιο της παροχής της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet πάνω από πρόσβαση DSL (υπηρεσία Fast Internet). Έτσι η υπηρεσία πρόσβασης DSL που ορίστηκε στο πλαίσιο της υπηρεσίας access VPN (§8.2.3), θα χρεώνεται **μόνο** με μία χρέωση συνδρομής, η οποία θα αντανakλά απλά το αντίτιμο της φυσικής πρόσβασης DSL του απομακρυσμένου χρήστη στο κοινοχρήσιμο δίκτυο μεταφοράς (*access fee*). Συνεπώς, η σταθερή αυτή χρέωση θα είναι ανεξάρτητη από τα χαρακτηριστικά επιδόσεων του κυκλώματος DSL (downstream & upstream rate). Υπενθυμίζεται ότι η διαφοροποίηση από πλευράς χρέωσης των διαφορετικών χαρακτηριστικών επίδοσης της υπηρεσίας πρόσβασης DSL, θα γίνεται στο επίπεδο της υπηρεσίας μεταφοράς με την επιβολή διαφορετικής τιμής στην χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας διασύνδεσης. Λεπτομέρειες για την διαμόρφωση της χρέωσης αυτής περιέχονται στην §6.2.1.

8.2.4.2. Χρέωση υπηρεσίας πρόσβασης μη DSL

Η χρέωση αυτή είναι ανάλογη της χρέωσης της υπηρεσίας πρόσβασης DSL (§8.2.4.1), καθώς αφορά στην παροχή μίας υπηρεσίας του φυσικού επιπέδου (physical layer) του μοντέλου αναφοράς OSI. Συνεπώς θα περιλαμβάνει **μόνο** χρέωση συνδρομής, η τιμή της οποίας θα εκφράζει το αντίτιμο της φυσικής πρόσβασης του δικτύου του εταιρικού φορέα στο δίκτυο μεταφοράς και θα είναι ανεξάρτητη από τα χαρακτηριστικά επιδόσεων της συγκεκριμένης φυσικής σύνδεσης.

8.2.4.3. Χρέωση υπηρεσίας μεταφοράς

Η χρέωση της υπηρεσίας μεταφοράς που παρέχει ο NAP σε μία βάση ανά συνδρομητή-απομακρυσμένο χρήστη του NSP-εταιρικού φορέα, μπορεί να γίνει σύμφωνα με την μέθοδο που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 6 (§6.2.2) για την χρέωση της ομώνυμης υπηρεσίας στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet σε συνδρομητές DSL (Fast Internet). Η μέθοδος που περιγράφεται στην §6.2.2 μπορεί να εφαρμοστεί για την διαμόρφωση χρεώσεων τόσο επίπεδου ρυθμού (flat-rate) όσο και βάσει της χρήσης (usage-based) για την υπηρεσία μεταφοράς που ορίζεται στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής υπηρεσιών για την παροχή υπηρεσιών access VPN σε απομακρυσμένους χρήστες διαθέτοντες υποδομή πρόσβασης DSL.

8.2.4.4. Χρέωση υπηρεσίας διασύνδεσης

Η χρέωση της υπηρεσίας διασύνδεσης που παρέχει ο NAP σε μία βάση ανά ομάδα συνδρομητών (απομακρυσμένοι χρήστες ίδιου εταιρικού φορέα-NSP), μπορεί επίσης να γίνει σύμφωνα με την μέθοδο που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 6 (§6.2.3) για την χρέωση της ομώνυμης υπηρεσίας στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet σε συνδρομητές DSL (Fast Internet).

8.2.4.5. Χρέωση υπηρεσίας σήραγγας

Η υπηρεσία σήραγγας, αποτελεί μία υπηρεσία η οποία στην προκείμενη αρχιτεκτονική υπηρεσιών (§8.2.3) βασισμένη στην *υπηρεσία διασύνδεσης* εξασφαλίζει την ασφαλή διακίνηση της κυκλοφορίας των δικτύων-μελών ενός VPN πάνω από το δίκτυο κορμού μεταφοράς. Συνεπώς, η χρέωση της υπηρεσίας σήραγγας θα περιλαμβάνει μόνο μία χρέωση συνδρομής, καθώς οποιαδήποτε πρόθεση από τον NAP να εφαρμόσει μία πολιτική χρέωσης βάσει της χρήσης για την διακινούμενη πάνω από το δίκτυο κορμού μεταφοράς κυκλοφορίας μπορεί να υλοποιηθεί στο "χαμηλότερο" επίπεδο, αυτό της υπηρεσίας διασύνδεσης, με την υιοθέτηση μίας χρέωσης χρήσης για την υπηρεσία αυτή.

Η σταθερή χρέωση συνδρομής της υπηρεσίας σήραγγας θα αντανακλά κάποια λειτουργικά και διαχειριστικά κόστη που υφίσταται ο NAP στην συσκευή NAS στο σημείο παρουσίας του (PoP) για την λειτουργία της σήραγγας (διαχείριση πληροφοριών ασφάλειας, πόροι κρυπτογράφησης, συμπίεσης κλπ).

8.2.5. Κατανομή από εταιρικό φορέα σε απομακρυσμένους χρήστες του των λιανικώς επιβαλλόμενων χρεώσεων

Στην §8.1 αναφέρθηκε ότι στο πλαίσιο του θεωρούμενου επιχειρησιακού μοντέλου για την παροχή της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας του access VPN, η σχέση που υφίσταται ανάμεσα στον NSP-εταιρικό φορέα και καθέναν από τους συνδρομητές που συνιστούν απομακρυσμένους χρήστες του, αποτελεί μία *εσωτερική* σχέση. Ο χαρακτηρισμός αυτός της συγκεκριμένης σχέσης ως «εσωτερική» εκπορεύεται ακριβώς από την φύση της υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας που εξετάζεται. Η υπηρεσία του access VPN αποτελεί μία

επαγγελματικού χαρακτήρα υπηρεσία την οποία εξασφαλίζει από τον NAP ο εταιρικός φορέας που παίζει τον ρόλο του NSP για κάποιους χρήστες του, όπως π.χ. είναι οι εργαζόμενοι του. Υπό αυτή την έννοια, η σχέση του εταιρικού φορέα-NSP με τους απομακρυσμένους χρήστες-συνδρομητές είναι εσωτερική για το όλο επιχειρησιακό μοντέλο που αφορά την παροχή της υπηρεσίας του access VPN πάνω από πρόσβαση για τους απομακρυσμένους χρήστες βασιζόμενη στην τεχνολογία του DSL.

Στο πλαίσιο όμως της εσωτερικής αυτής σχέσης, μπορεί να τεθεί από τον NSP το πρόβλημα υπολογισμού της χρέωσης που αναλογεί στον κάθε απομακρυσμένο χρήστη του από την συνολική χρέωση που υφίσταται από τον NAP ο NSP για το σύνολο των απομακρυσμένων χρηστών του (π.χ. εργαζομένων του από απόσταση).

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο σημείο, από τις επιμέρους χρεώσεις που συνιστούν την συνολική χρέωση που υφίσταται ο εταιρικός φορέας-NSP από τον NAP (§8.2.4), τόσο η χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης όσο και η χρέωση της υπηρεσίας μεταφοράς, αποτελούν χρεώσεις οι οποίες επιβάλλονται στον NSP σε μία βάση ανά απομακρυσμένο χρήστη-συνδρομητή. Αντίθετα, η χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL, η χρέωση της υπηρεσίας διασύνδεσης και η χρέωση της υπηρεσίας σήραγγας όταν υφίσταται (περίπτωση NAS-initiated access VPNs), επιβάλλονται από τον NAP στον εταιρικό φορέα-NSP σε μία βάση για το σύνολο των απομακρυσμένων χρηστών του εταιρικού φορέα. Συνεπώς το πρόβλημα της κατανομής της συνολικής χρέωσης που υφίσταται ο εταιρικός φορέας-NSP στους συνδρομητές του, συνίσταται στην κατανομή των χρεώσεων των υπηρεσιών πρόσβασης μη-DSL, διασύνδεσης και σήραγγας.

8.2.5.1. Κατανομή από εταιρικό φορέα σε απομακρυσμένους χρήστες του της χρέωσης υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω (§8.2.4.2), η χρέωση της υπηρεσίας πρόσβασης μη-DSL θα περιλαμβάνει μόνο μία χρέωση συνδρομής. η τιμή της οποίας θα είναι ανεξάρτητη από τα χαρακτηριστικά επιδόσεων της συγκεκριμένης φυσικής σύνδεσης. Συνεπώς, η χρέωση αυτή θα πρέπει να κατανεμηθεί ισόποσα σε κάθε απομακρυσμένο χρήστη-συνδρομητή του εταιρικού φορέα.

8.2.5.2. Κατανομή από εταιρικό φορέα σε απομακρυσμένους χρήστες του της χρέωσης υπηρεσίας διασύνδεσης

Η περίπτωση της κατανομής από τον εταιρικό φορέα στους απομακρυσμένους χρήστες του της χρέωσης που υφίσταται ο εταιρικός φορέας από τον NAP για την υπηρεσία διασύνδεσης, είναι πανομοιότυπη με την περίπτωση της κατανομής από τον ISP στους συνδρομητές του της χρέωσης της αντίστοιχης υπηρεσίας διασύνδεσης στο πλαίσιο του επιχειρησιακού μοντέλου παροχής υπηρεσιών Fast Internet όπου η λιανική παροχή της τελικής υπηρεσίας Fast Internet πραγματοποιείται από τον ρόλο του ISP (κεφάλαιο 6). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η αρχιτεκτονική υπηρεσιών επιπέδου 2 που θεωρείται στην προκειμένη περίπτωση παροχής στους συνδρομητές DSL υπηρεσίας προστιθέμενης αξίας access VPN, είναι η ίδια με την αρχιτεκτονική υπηρεσιών επιπέδου 2 που ισχύει στην περίπτωση παροχής υπηρεσιών Fast Internet. Συνεπώς, η κατανομή της χρέωσης της υπηρεσίας διασύνδεσης από τον εταιρικό φορέα στους απομακρυσμένους χρήστες του μπορεί να γίνει σύμφωνα με την διαδικασία που περιγράφεται στις παραγράφους 6.3.1 και 6.3.2 στο κεφάλαιο 6 για την κατανομή από τον ISP στους συνδρομητές της χρέωσης της αντίστοιχης υπηρεσίας διασύνδεσης που ορίζεται στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών Fast Internet.

8.2.5.3. Κατανομή από εταιρικό φορέα σε απομακρυσμένους χρήστες του της χρέωσης υπηρεσίας σήραγγας

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω (§8.2.4.5), η χρέωση της υπηρεσίας σήραγγας που επιβάλλει ο NAP στον εταιρικό φορέα στην περίπτωση NAS-initiated access VPNs, περιλαμβάνει μόνο μία σταθερή χρέωση συνδρομής η οποία αντανακλά κάποια λειτουργικά και διαχειριστικά κόστη για την παροχή της σήραγγας. Πρόκειται δηλ. για μία χρέωση η οποία είναι ανεξάρτητη μεγεθών πραγματοποιούμενης χρήστης. Ως τέτοια λοιπόν, η κατανομή της από τον εταιρικό φορέα στους απομακρυσμένους χρήστες του θα πρέπει να γίνει σε ίσα μέρη για όλους τους χρήστες.

9. Ανακεφαλαίωση - Μελλοντικά θέματα

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν τα ζητήματα της χρέωσης των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας της πρόσβασης στο Internet και των νοητών ιδιωτικών δικτύων οι οποίες παρέχονται στους τελικούς χρήστες με χρήση στοιχειωδών υπηρεσιών πρόσβασης βασιζόμενων στην τεχνολογία του DSL. Στην συνέχεια γίνεται μία ανακεφαλαίωση των αποτελεσμάτων καθεμιάς από αυτές τις δύο κατευθύνσεις της εργασίας και συνοψίζονται κάποια μελλοντικά θέματα που σχετίζονται με αυτές.

9.1. Χρέωση υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet

9.1.1. Ανακεφαλαίωση

Για την περίπτωση της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας πρόσβασης στο Internet συνδρομητών DSL, δηλ. την περίπτωση της υπηρεσίας *ταχείας πρόσβασης στο Internet (Fast Internet)*, μελετήθηκε ο τρόπος διαμόρφωσης συγκεκριμένων χρεώσεων για τις επιμέρους υπηρεσίες που υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP. Αποτέλεσμα της μελέτης αυτής ήταν η διατύπωση δύο συγκεκριμένων μεθόδων χρέωσης, μίας επίπεδου ρυθμού (*flat-rate*) και μίας βάσει χρήσης (*usage-based*), για τις υπηρεσίες επιπέδου 2 που ορίζονται στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής υπηρεσιών που υλοποιείται στα βασιζόμενα στην τεχνολογία του DSL δίκτυα πρόσβασης στο πλαίσιο της παροχής στους συνδρομητές της προστιθέμενης αξίας υπηρεσίας της πρόσβασης στο Internet (Fast Internet). Οι προτεινόμενες αυτές μέθοδοι χρέωσης των δικτυακών υπηρεσιών επιπέδου 2 που υλοποιούν την πρόσβαση του συνδρομητή από τον εξοπλισμό του στο δίκτυο του ISP, βασίζονται στην μέθοδο χρέωσης *abc*, μία μέθοδο χρέωσης βάσει χρήσης η οποία προτάθηκε παλαιότερα από το έργο CASHMAN για υπηρεσίες ATM και η οποία γενικεύεται στην χρέωση δικτυακών υπηρεσιών οποιουδήποτε επιπέδου κατά το μοντέλο αναφοράς OSI.

Επίσης, δεδομένων των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών συγκέντρωσης που διακρίνουν την αρχιτεκτονική υπηρεσιών επιπέδου 2 που υλοποιείται στα δίκτυα πρόσβασης DSL για την παροχή υπηρεσιών Fast Internet και της εμπλοκής περισσότερων του ενός λειτουργών δικτύων στην παροχή της τελικής υπηρεσίας του Fast Internet, στην παρούσα εργασία μελετήθηκε και το ζήτημα την μετακύλησης των χονδρικών χρεώσεων στους συνδρομητές. Συγκεκριμένα, προτείνεται μία μέθοδος για την κατά δίκαιο τρόπο κατανομή στους συνδρομητές των παραπάνω προτεινόμενων χρεώσεων για τις υπηρεσίες πρόσβασης των συνδρομητών από τον εξοπλισμό τους στο δίκτυο του ISP. Οι προτάσεις αυτές, τόσο για την χρέωση των υπηρεσιών πρόσβασης των συνδρομητών στο δίκτυο του ISP, όσο και την κατανομή των χρεώσεων αυτών στους συνδρομητές, εξετάζονται ως προς την εφαρμογή τους

στο πλαίσιο των τριών επιχειρησιακών μοντέλων που συναντώνται σήμερα στην πράξη σε παγκόσμιο επίπεδο για την παροχή προστιθέμενης αξίας υπηρεσιών σε συνδρομητές DSL, άρα και υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet σε συνδρομητές DSL (Fast Internet). Συνεπώς, συνιστούν προτάσεις που μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε περίπτωση από τους παροχείς σε επίπεδο εμπορικής παροχής υπηρεσιών Fast Internet.

9.1.2. Μελλοντικά θέματα

Στα μελλοντικά θέματα που αφορούν την μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για την χρέωση υπηρεσιών Fast Internet μπορεί να αναφερθεί η μοντελοποίηση του προφίλ της χρήσης συνδρομητών υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet.

Συγκεκριμένα, για την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθόδου χρέωσης επίπεδου ρυθμού των υπηρεσιών επιπέδου 2 που ορίζονται στο δίκτυο πρόσβασης DSL στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών Fast Internet, απαιτείται από την πλευρά του παροχέα πρόσβασης η ύπαρξη στατιστικών στοιχείων κυκλοφορίας τα οποία να προσδιορίζουν το μέγεθος της «τυπικής» χρήσης που πραγματοποιεί στο δίκτυο ο κάθε διαφορετικός τύπος συνδρομητή. Επίσης, για την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθόδου χρέωσης βάσει χρήσης των ίδιων υπηρεσιών επιπέδου 2 του δικτύου πρόσβασης DSL, απαιτείται ο προσδιορισμός του τρόπου κατανομής της συνολικά διακινούμενης κυκλοφορίας όλης της περιόδου συνδρομής στα επιμέρους χρονικά διαστήματα διαμέρισης αυτής της περιόδου που απαιτούνται να οριστούν σύμφωνα με την εφαρμοζόμενη μέθοδο χρέωσης *abc*.

Γενικά λοιπόν, για την εφαρμογή των μεθόδων χρέωσης που προτείνονται στην παρούσα εργασία απαιτείται η πραγματοποίηση μετρήσεων και η συλλογή στοιχείων τα οποία να μοντελοποιούν το προφίλ χρήσης συνδρομητών που προσπελαίνουν το Internet στις ταχύτερες ευρείας ζώνης που παρέχει το DSL. Αντίστοιχες μετρήσεις και μελέτες που αφορούν το τρόπο χρήσης υπηρεσιών πρόσβασης για πρόσβαση στο Internet, υπάρχουν διαθέσιμες στην διεθνή βιβλιογραφία για την περίπτωση δικτύων πρόσβασης βασικής ζώνης (analog, ISDN) (π.χ. [FBCh98]). Στην περίπτωση όμως του DSL, απαιτείται η πραγματοποίηση νέων αντίστοιχων μελετών και μετρήσεων για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της παραγόμενης Internet κίνησης, καθώς η ευρείας ζώνης ταχύτητες που παρέχει το DSL αναμένεται ότι θα συνεπάγονται εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά κυκλοφορίας (traffic patterns) έναντι αυτών που ισχύουν στην περίπτωση των υπηρεσιών πρόσβασης επιδόσεων βασικής ζώνης που παρέχουν τα αναλογικά modems και το ISDN. Τέτοιου είδους στοιχεία μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν διαθέσιμα στην διεθνή βιβλιογραφία.

9.2. Χρέωση υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων

9.2.1. Ανακεφαλαίωση

Εκτός από το ζήτημα της χρέωσης υπηρεσιών ταχείας πρόσβασης στο Internet, η παρούσα εργασία μελέτησε και το ζήτημα της χρέωσης των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας των νοητών ιδιωτικών δικτύων (VPN), οι οποίες παρέχονται πάνω από ευρυζώνια δίκτυα πρόσβασης DSL. Συγκεκριμένα, για την υπηρεσία των νοητών ιδιωτικών δικτύων διασύνδεσης σε επίπεδο 2 πολλών απομακρυσμένων εταιρικών δικτύων (*layer 2 intranet/extranet VPNs*), διατυπώθηκε μία μέθοδος χρέωσης *επίπεδου ρυθμού*, καθώς και δύο διαφορετικές μέθοδοι χρέωσης *βάσει χρήσης*. Σύμφωνα με την πρώτη από τις δύο μεθόδους χρέωσης βάσει της χρήσης, η χρέωση της υπηρεσίας του intranet/extranet VPN προκύπτει

από το άθροισμα των χρεώσεων χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών επιπέδου 2 που υλοποιούν την υπηρεσία του VPN. Η χρέωση βάσει χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών αυτών θα γίνεται με εφαρμογή της αντίστοιχης μεθόδου χρέωσης βάσει χρήσης που προτάθηκε για τις υπηρεσίες επιπέδου 2 που υφίστανται στην αρχιτεκτονική υπηρεσιών των δικτύων πρόσβασης DSL για την παροχή υπηρεσιών πρόσβασης στο Internet σε συνδρομητές DSL (Fast Internet). Αντίθετα, η δεύτερη μέθοδος που προτάθηκε για την χρέωση βάσει χρήσης υπηρεσιών intranet/extranet VPN επιπέδου 2, συνίσταται στην διαμόρφωση της συνολικής χρέωσης χρήσης για την υπηρεσία VPN μέσα από μία ενιαία ταρίφα. Η ενιαία ταρίφα αυτή προκύπτει από τις ταρίφες χρέωσης χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών επιπέδου 2 που υλοποιούν την συνδεσιμότητα των δικτύων-μελών του VPN και σύμφωνα με την εκτίμηση του τρόπου με τον οποίο αναμένεται να κατανέμεται ανά ζεύγη μελών του VPN η συνολική κυκλοφορία που διακινείται στο VPN. Οι ταρίφες χρέωσης χρήσης των υπηρεσιών επιπέδου 2 του intranet/extranet/ VPN από τις οποίες προκύπτει η ενιαία ταρίφα υπολογισμού της χρέωσης χρήσης της υπηρεσίας VPN, προτείνεται να διαμορφώνονται σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης βάσει χρήσης που διατυπώθηκε για την χρέωση των υπηρεσιών επιπέδου 2 στο πλαίσιο της υπηρεσίας Fast Internet.

Αντιστοίχως, για την υπηρεσία των νοητών ιδιωτικών δικτύων διασύνδεσης σε επίπεδο 3 πολλών απομακρυσμένων εταιρικών δικτύων (*layer 3 intranet/extranet VPNs*), διατυπώθηκε μία μέθοδος χρέωσης *επίπεδου ρυθμού*, καθώς και μία μέθοδος χρέωσης *βάσει χρήσης*. Η τελευταία μέθοδος βασίζεται στον υπολογισμό μίας ενιαίας ταρίφας χρέωσης, η οποία διαμορφώνεται από τις ταρίφες χρέωσης χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών που υλοποιούν την υπηρεσία του VPN σύμφωνα με έναν τρόπο ο οποίος λαμβάνει υπόψη του το προβλεπόμενο μοντέλο κατανομής της συνολικά διακινούμενης στο VPN κυκλοφορίας ανά ζεύγη δικτύων-μελών του VPN. Οι ταρίφες χρέωσης χρήσης των επιμέρους υπηρεσιών επιπέδου 2 και επιπέδου 3 που υλοποιούν το intranet/extranet VPN επιπέδου 3, προτείνεται να διαμορφώνονται σύμφωνα με την μέθοδο χρέωσης βάσει χρήσης που διατυπώθηκε για την χρέωση των υπηρεσιών επιπέδου 2 στο πλαίσιο της υπηρεσίας Fast Internet.

Τέλος, στο πλαίσιο της μελέτης για την χρέωση υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων, για την υπηρεσία των νοητών ιδιωτικών δικτύων απομακρυσμένης πρόσβασης μεμονωμένων χρηστών σε εταιρικά δίκτυα (*access VPNs*) προτάθηκε μία μέθοδος τόσο *επίπεδου ρυθμού* όσο και *βάσει χρήσης*. Επίσης, παρουσιάστηκε ένας τρόπος υπολογισμού της χρέωσης που αναλογεί στον κάθε απομακρυσμένο χρήστη του εταιρικού φορέα από την συνολική χρέωση που ο εταιρικός φορέας αυτός υφίσταται για το σύνολο των απομακρυσμένων χρηστών του από τον παροχέα των υπηρεσιών access VPN.

9.2.2. Μελλοντικά θέματα

Στο πλαίσιο της μελέτης του ζητήματος της χρέωσης υπηρεσιών νοητών ιδιωτικών δικτύων, η μέθοδος που προτάθηκε για την χρέωση βάσει χρήσης της υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 2 μέσα από μία ενιαία ταρίφα χρέωσης χρήσης, βασίστηκε σε μία συγκεκριμένη εκτίμηση από τις παραμέτρους κυκλοφορίας των υπηρεσιών επιπέδου 2 του τρόπου με τον οποίο αναμένεται να κατανέμεται ανά ζεύγη μελών του VPN η συνολική κυκλοφορία που διακινείται στο VPN. Η επιβεβαίωση του συγκεκριμένου τρόπου εκτίμησης της κατανομής της συνολικά διακινούμενης κυκλοφορίας σε ένα VPN ανά ζεύγη δικτύων-μελών του (VPN sites) μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής εργασίας.

Ομοίως, η μέθοδος που προτάθηκε για την χρέωση βάσει χρήσης της υπηρεσίας intranet/extranet VPN επιπέδου 3 μέσα από μία ενιαία ταρίφα χρέωσης χρήσης, βασίστηκε σε μία συγκεκριμένη εκτίμηση του μοντέλου κατανομής της συνολικά διακινούμενης στο VPN κυκλοφορίας ανά ζεύγη δικτύων-μελών του VPN. Η επιβεβαίωση του συγκεκριμένου

μοντέλου κατανομής της συνολικής κυκλοφορίας του VPN ανά ζεύγη δικτύων-μελών του VPN (VPN site), το οποίο μοντέλο διατυπώθηκε λαμβάνοντας υπόψη με συγκεκριμένο τρόπο τις παραμέτρους κυκλοφορίας των συγκεντρωτικού χαρακτήρα υπηρεσιών επιπέδου 2 που συνδέουν το κάθε site στο διαμοιραζόμενο δίκτυο επιπέδου 3, αποτελεί αντικείμενο μελλοντικής εργασίας.

9.3. Επιχειρησιακά μοντέλα

Στο πλαίσιο της μελέτης των προαναφερθέντων ζητημάτων χρέωσης, στην παρούσα εργασία αναλύθηκαν από την σκοπιά των αλληλεπιδράσεων χρέωσης τα επιχειρησιακά μοντέλα τα οποία εφαρμόζονται στην πράξη σήμερα στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές διαθέτοντες πρόσβαση DSL. Η ανάλυση αυτή πραγματοποιήθηκε μετά από σχετική έρευνα της διεθνούς αγοράς παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας πάνω από πρόσβαση DSL που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της εργασίας. Η έρευνα αυτή κατέδειξε τα τρία επιχειρησιακά μοντέλα τα οποία εφαρμόζονται στην πράξη σήμερα στο πλαίσιο της παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε συνδρομητές διαθέτοντες πρόσβαση DSL.

Αναφορές

- [56K00] 56K.com, *Bonding: 112K, 168K, and beyond*, December 2000, <http://www.56k.com/reports/bonding.shtml>
- [Aber99] R. Aber, *xDSL Local Loop Access Technology: Delivering Broadband Access over Copper Wires*, 3Com Technical Paper, March 1999. URL http://www.3com.com/technology/tech_net/white_papers/500624.html
- [ADSLTu] DSL Forum, *ADSL Tutorial*, http://www.adsl.com/adsl_tutorial.html
- [ALHB99] Azcorra, D. Larrabeiti, En. J. Hernandez-Valencia and J. Berrocal, *IP/ATM Integrated Services over Broadband Access Copper Technologies*, IEEE Communications Magazine, vol. 37, no. 5, May 1999.
- [ALVB99] Azcorra, D Larrabeiti, E. J. Hernandez-Valencia, and J. Berrocal, *IP/ATM Integrated Services over Broadband Access Copper Technologies*, IEEE Communications Magazine, vol. 37, no. 5, May 1999.
- [AM98] K. Asatani and Y. Maeda, *Access Network Architectural Issues for Future Telecommunication Networks*, IEEE Communications Magazine, vol. 36, no. 8, August 1998.
- [Ameritech] Ameritech, <http://www.ameritech.com> , WWW home page.
- [Armitage00] Gr. Armitage, *MPLS: The Magic Behind the Myths*, IEEE Communications Magazine, vol. 38, no. 1, January 2000.
- [AM98] K. Asatani and Y. Maeda, *Access Network Architectural Issues for the Future Telecommunication Networks*, IEEE Communications Magazine, vol. 36, no. 8, August 1998.
- [AS97] L. Anania and R. Solomon, *Flat: The Minimalistic Price*, L. W. McNight and J. P. Bailey eds., *Internet Economics*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, MA, 1997.
- [Ascend98] Ascend Communications, Inc, *VPN Cost Savings Analysis for the Enterprise*, Ascend Resource Guide, 1998. URL <http://www.firstvpn.com/papers/ascend/vpnroirg.pdf>
- [ATMF] *ATM Forum*, <http://www.atmforum.com> , WWW home page.
- [ATMF96] The ATM Forum Technical Committee, *Traffic Management Specification version 4.0*, af-tm-0056.000, April 1996.

- [ATT] *AT&T*, <http://www.att.com>, WWW home page.
- [Barlet96] W. C. Barlet, *A Copper-Plated Full Service Network*, Telephony, January 1996.
- [Belgacom] *Belgacom*, <http://www.belgacom.be>, WWW home page.
- [BelgTL] Belgacom, *Belgacom Turbo Line ADSL services*, <http://www.turboline.be>, WWW information pages.
- [BT] *British Telecom*, <http://www.bt.com>, WWW home page.
- [BTADSLR] British Telecom, *British Telecom's ADSL services resellers*, http://www.broadband.bt.com/common_questions/content.html
- [BellAtl] *Bell Atlantic*, <http://www.bellatlantic.com>, WWW home page.
- [BellSouth] *BellSouth*, <http://www.bellsouth.net>, WWW home page.
- [BellCan] *Bell Canada*, <http://www.bell.ca>, WWW home page
- [BMc95] J. P. Baily and L. W. McKnight, *Internet Economics: What Happens when Constituencies Collide*, INET'95, Honolulu, HI, June 1995.
- [CASHMAN] *CASHMAN: Charging and Accounting Schemes in Multi-Service ATM Networks*, <http://www.uk.infowin.org/ACTS/RUS/PROJECTS/ac039.htm>, WWW home page.
- [Cisco00] Cisco Systems, *Virtual Private Networks: your Guide to the New world Opportunity*, Cisco Systems Brochure, 2000. URL http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/neso/vpn/vpne/vpn21_rg.htm
- [Cisco99c] Cisco Systems, *MPLS Virtual Private Networks*, Cisco Systems Technical Description, December 1999. URL <http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios120/120newft/120t/120t5/vpn.htm>
- [Cisco99a] Cisco Systems, *Intranet and Extranet Virtual Private Networking*, Cisco Systems Technical Service Description, 1999. URL http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/neso/vpn/vpnsp/ievpn_rg.htm
- [Cisco99b] Cisco Systems, *Delivering New World virtual Private Networks with MPLS*, Cisco Systems White Paper, 1999, URL http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/neso/vpn/vpnsp/mpls_wi.htm

- [Cisco98a] Cisco Systems, *Access VPN*, Cisco Systems Technical Service Description, 1998. URL http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/neso/vpn/vpnsp/vpntd_wp.htm
- [Cisco98b] Cisco Systems, *IPSec*, Cisco Systems White Paper, 1998. URL http://www.cisco.com/warp/public/cc/techno/protocol/ipsecur/ipsec/tech/ipsec_wp.htm
- [CKSW99] C. Courcoubetis, F. P. Kelly, V. A. Siris, and R. Weber, *A study of the many sources asymptotic and effective bandwidths to traffic engineering*, Telecommunication Systems, 1999. URL <http://www.ics.forth.gr/netgroup/publications>
- [CKW99] C. Courcoubetis, F. P. Kelly, and R. Weder, *Measurement-based usage charges on communications networks*, Technical Report 1997-19, Statistical Laboratory, University of Cambridge, 1997. URL <http://www.statslab.cam.ac.uk/Reports/1997/1997-19.html>
- [Cla97] D. Clark, *Internet Cost Allocation and Pricing*, L. W. McNight and J. P. Bailey editors, *Internet Economics*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1997.
- [Cohen99] R. Cohen, *Service Provisioning in an ATM-over-ADSL Access Network*, IEEE Communications Magazine, vol. 37, no. 10, October 1999.
- [Comer00] D. E. Comer, *Internetworking with TCP/IP: Principles, Protocols, and Architectures*, Reading, Prentice Hall, Fourth Edition, 2000.
- [Covad] *Covad Communications*, <http://www.covad.com>, WWW home page.
- [CS94] Cook and J. Stern, *Optical Fiber Access - Perspectives Toward the 21st Century*, IEEE Communications Magazine, vol. 32, no. 2, February 1994.
- [CSEZ93] R. Cocchi, Sc. Shenker, D. Estrin, and L. Zhang, *Pricing in Computer Networks*, IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 1, no. 6, December 1993.
- [CSS99] C. Courcoubetis, V. A. Siris, and G. D. Stamoulis, *Application of the many sources asymptotic and effective bandwidths to traffic engineering*, Telecommunication Systems, 1999. URL <http://www.ics.forth.gr/netgroup/publications>
- [DaPA97] L. A. DaSilva, D. W. Petr, and N. Akar, *Equilibrium Pricing in Multiservice Priority-Based Networks*, Proceedings IEEE GLOBECOM, Phoenix, AZ, November 1997.
- [DaPA00] L. A. DaSilva, D. W. Petr, and N. Akar, *Static Pricing and Quality of Service in Multiple Service Networks*, Proceedings of the 5th Joint Conference on Information Sciences, Atlantic City, NJ, vol. 1, February/March 2000, 2000,

- [DaSilva00] L. A. DaSilva, *Pricing for QoS-enabled Networks: A Survey*, IEEE Communications Surveys, Second Quarter 2000. URL <http://www.comsoc.org/pubs/2q00issue/dasilva.html>
- [DSLFF] *DSL Forum*, <http://www.adsl.com>, WWW home page.
- [DSLFF01] DSL Forum, *DSL Forum System Reference Model*, Technical Report TR-001, May 1996. URL http://www.adsl.com/Technical_Reports/TR-001.pdf
- [DSLFF02] DSL Forum, *ATM over ADSL Recommendations*, Technical Report TR-002, March 1997. URL http://www.adsl.com/Technical_Reports/TR-002.pdf
- [DSLFF10] DSL Forum, *Requirements & Reference Models for ADSL Access Networks: The "SNAG" Document*, Technical Report TR-010, June 1998. URL http://www.adsl.com/Technical_Reports/TR-010.pdf
- [DSLFF12] DSL Forum, *Broadband Service Architecture for Access to Legacy Data Networks over ADSL*, Technical Report TR-012. URL http://www.adsl.com/Technical_Reports/TR-012.pdf
- [DSLFF17] DSL Forum, *ATM over ADSL Recommendation*, Technical Report TR-017. URL http://www.adsl.com/Technical_Reports/TR-017.pdf
- [DSLFF22] DSL Forum, *The Operation of ADSL-based Networks*, Technical Report TR-022 (WT-026-v6), June 1999. URL http://www.adsl.com/Technical_Reports/TR-022.pdf
- [DSLFF25] DSL Forum, *Core Network Architecture Recommendations for Access to Legacy Data Networks over ADSL*, Technical Report TR-025, September 1995. URL http://www.adsl.com/Technical_Reports/TR-025.pdf
- [DSLFF98] DSL Forum, *Core Network Architecture for ADSL Access Systems*, Technical Report 98-017, 1998.
- [DSLFFve] DSL Forum, *ADSL Vendors*, http://www.adsl.com/adsl_vendors.html
- [DSLFFDir] Point Topic Ltd., *DSL Project Directory*, <http://www.point-topic.com/frdslpro.html>
- [DSLFFWoDir] J. Boshnell and T. Johnson, *DSL Worldwide Directory*, Volume 1 and Volume 2, Point Topic Ltd., September 2000.
- [DSLFFEuWh] Point Topic Ltd, *Wholesale DSL services in Europe*, DSL Project Directory Report, October 2000.
- [Dtag] *Deutsche Telekom*, <http://www.dtag.de>, WWW home page.

- [Eijk99] Nico van Eijk, *Broadband Services and Local Loop Unbundling in the Netherlands*, IEEE Communications Magazine, vol. 37, no. 10, October 1999.
- [Eld99] Ch. Eldering, *Impact and Results of telecommunications Deregulation*, Gust Editorial, IEEE Communications Magazine, vol. 37, no. 10, October 1999.
- [FBCh98] J. Färber, S. Bodamer and J. Charzinski, *Measurement and Modelling of Internet Traffic at Access Networks*, Proceeding of the EUNICE '98 - Open European Summer School on Network Management and Operation, München, Germany, August 1998.
- [FDL00] M. Falkner, M. Devetsikiotis, and I. Lambadaris, *An Overview of Pricing Concepts for Broadband IP Networks*, IEEE Communications Surveys, Second Quarter 2000. URL <http://www.comsoc.org/pubs/2q00issue/falkner.html>
- [FO98] P. C. Fishburn and A. M. Odlyzko, *Dynamic Behavior of Differential Pricing and Quality of Service Options for the Internet*, Proc. First Intern. Conf. on Information and Computation Economies (ICE-98), ACM Press, 1998. URL <http://www.research.att.com/~amo/doc/complete.html>
- [FranceT] *France Telecom*, <http://www.francetelecom.fr>, WWW home page.
- [Geib] R. Geib, *Differential Services for the Internet and ATM*, <http://www.internet2.edu/qos/qbone/qsg/i2qos-geib-difs-atm-02.html>
- [Goldb96] L. Goldberg, *Cable Modems: The Journey from Hype to Hardware*, Electrical Design, April 1996.
- [GY98] D. Ginsburg and Ch. Yager, *Cisco ADSL Services Architecture*, Version 1.0, Cisco White Paper, March 1998.
- [HF97] M. Humphrey and J. Freeman, *How xDSL Supports Broadband Services to the Home*, IEEE Network, vol. 11, no. 1, January/February 1997.
- [Hoew99] C. L. Heowing, *Moving to Competition: New Zealand's Innovative Regulatory Model for the Telecommunications Marketplace*, IEEE Communications Magazine, vol. 37, no. 10, October 1999.
- [HV97] E. J. Hernandez-Valencia, *Architectures for Broadband Residential IP Services Over CATV Networks*, IEEE Network, vol. 11, no. 1, January/February 1997.
- [I.371] International Telecommunication Union (ITU), *Recommendation I.371: Traffic control and congestion control in B-ISDN*, 1996.

- [I.371.1] International Telecommunication Union, *Recommendation I.371.1: Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN: definitions for ABR and ABT*, 1997.
- [IETF] *Internet Engineering Task Force (IETF)*, <http://www.ietf.org>, WWW home page
- [IJSW93] ISO/IEC JTC/SC21 Working Group 4, *Information Technology – Open systems Management – Usage Metering Function ISO/IEC IS 10164-10.2*, September 1993.
- [Infonetics] *Infonetics Research, Inc*, <http://www.infonetics.com>, WWW home page.
- [Infon00a] P. Judge, *Infonetics Research Forecasts 983% Increase in European VPN Service and Product Expenditures by 2004*, Infonetics Research Inc. News Release, http://www.infonetics.com/pdf/press/nr_acc_eu_vpn_00.pdf, October 2000.
- [Infon00b] P. Judge, *Infonetics Research Forecasts 357% Increase in USManaged Network Service Expenditures by 2004*, Infonetics Research Inc. News Release, http://www.infonetics.com/pdf/press/nr_acc_us_mns_00.pdf, October 2000.
- [IPSecWG] *IP Security Protocol (ipsec) IETF Working Group*, <http://www.ietf.org/html.charters/ipsec-charter.html>, WWW home page.
- [JetStream] Telecom New Zealand, *Telecom New Zealand JetStream services*, <http://www.telecom.co.nz/jetstream>, WWW information pages.
- [JJ96] H. Jiang and S. Jordan, *A Pricing Model for High-Speed Networks with Guaranteed QoS*, IEEE INFOCOM, 1996.
- [Kavak00] Nail Kavak, *Ericsson's network-based IP-VPN solutions*, Ericsson Review, vol.77, no 3, March 2000. URL http://www.ericsson.se/review/2000_03/files/2000036.pdf
- [Kelly94] F. P. Kelly, *On tariff, policing and admission control for multiservice networks*, Operations research Letters, vol. 15, 1994.
- [Kelly96] F. Kelly, *Notes on effective bandwidths*, F. P. Kelly, S. Zachary and I. Zeidins, editors, *Stochastic Networks: Theory and Applications*, 1996, Oxford University Press.
- [Khasn97] Bhumip Khasnabish, *Broadband to the Home (BTTH): Architectures, Access Methods, and the Appetite for It*, IEEE Network, vol. 11, no. 1, 1997.

- [KVVS97] K. Kwok, I. Verbesselt, D. Veneski, P. Y.B. Shieh, J. Loehndorf, R. Mwikalo, *An Interoperable End-to-End Broadband Service Architecture over ADSL Systems*, White Paper from Microsoft, Alcatel, Cisco, FORE, US Robotics and Westell Technologies, Version 1.0, June 1997. URL <http://www.microsoft.com/hwdev/devdes/pubicnet.htm>
- [Kwok98] T. Kwok, *ATM: the New Paradigm for Internet, Intranets and Residential Broadband Services and Applications*, Upper Saddle River, Prentice Hall, 1998.
- [Kwok99] T. C. Kwok, *Residential Broadband Architecture Over ADSL and G.Lite (G992.2): PPP Over ATM*, IEEE Communications Magazine, vol. 37, no. 5, May 1999.
- [Magix] Singapore Telecom, *Singapore Telecom Magix services*, <http://www.magix.com.sg>, WWW information pages, August 2000.
- [McB97] L. W. McKnight and J. P. Baily, *Internet Economics, When Constituencies Collide in Cyberspace*, IEEE Internet Computing, vol. 1, no 6, November/December 1997.
- [MEH00] L. Mathy, Chr. Edwards, and D. Hutchison, *The Internet: A global Telecommunication Solution?*, IEEE Network, vol. 14, no. 4, July/August 2000.
- [Metz98] Chr. Metz, *Ingredients for Better Routing: Read the Label*, IEEE Internet Computing, September/October 1998.
- [MMV95a] J. MacKie-Mason and H. Varian, *Pricing the Internet*, B. Kahin and J. Keller, editors, Public Access to the Internet, MIT Press, 1995. URL <http://www-personal.umich.edu/~jmm/>
- [MMV95b] J. MacKie-Mason and H. Varian, *Pricing congestible network resources*, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 13, 1995. URL <http://www-personal.umich.edu/~jmm/>
- [MP99] D. Morris and V. Pronkm, *Charging for ATM Services*, IEEE Communications Magazine, vol. 37, no. 5, May 1999.
- [MPLSWG] *Multiprotocol Label Switching (mpls) IETF Working Group*, <http://www.ietf.org/html.charters/mpls-charter.html>, WWW home page.
- [MS99] Microsoft Corporation, *Virtual Private Network: An Overview*, Microsoft White Paper, March 1998. URL <http://www.firstvpn.co.uk/papers/ms/MSvras.PDF>
- [MSA] V. A. Siris, *Large deviation techniques for traffic engineering*, <http://www.ics.forth.gr/netgroup/msa>

- [UoMünster] University of Münster, <http://www.uni-muenster.de/>, WWW home page.
- [Nildram] Nildram, <http://www.nildram.net>, WWW home page
- [NildADSL] Nildram, *Nildram's ADSL service*, <http://www.getadsl.co.uk/Default.htm>
- [NorthP] *NorthPoint Communications*, <http://www.northpointcom.com>, WWW home page.
- [NTTE] *NTT East*, <http://www.ntt-me.co.jp>, WWW home page
- [Odi98] A. Odlyzko, *The economics of the Internet: Utility, utilization, pricing, and quality of service*, AT&T Labs – Research, July 1998. <http://www.research.att.com/~amo/doc/complete.html>
- [PacBell] *Pacific Bell*, <http://www.pacbell.com>, WWW home page
- [PLY99] D. Pitt, N. Levine, and X. Yan, *Unity of Objective, Diversity of Approach: Deregulation Telecom Developments in Hong Kong and China*, IEEE Communications Magazine, vol. 37, no. 10, October 1999.
- [Posp98] R. Pospischil, *Fast Internet: An analysis about capacities, price structures and government intervention*, Telecommunications Policy, vol. 22, no. 9, 1998.
- [RFC1663] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker, *Integrated services in the Internet architecture: An Overview*, IETF RFC 1663, June 1994.
- [RFC1701] S. Hanks, T. Li, D. Farinacci, P. Traina, *Generic Routing Encapsulation*, IETF RFC 1701, October 1994.
- [RFC1702] S. Hanks, T. Li, D. Farinacci, P. Traina, *Generic Routing Encapsulation over Ipv4 networks*, IETF RFC 1702, October 1994.
- [RFC1990] K. Sklower, B. Lloyd, G. McGregor, D. Carr, *The PPP Multilink Protocol (MP)*, IETF RFC 1990, August 1990.
- [RFC2211] J. Wroclawski, *Specification of the Controlled-Load network Element Service*, IETF RFC 2211, September 1997.
- [RFC2212] S. Shenker, C. Partidge, and R. Guerin, *Specification of Guaranteed Quality of Service*, IETF RFC 2212, September 1997.
- [RFC2341] Valencia, M. Littlewood, and T. Kolar, *Cisco Layer Two forwarding (Protocol) "L2F"*, IETF RFC 2341, May 1998.
- [RFC2401] S. Kent and R. Atkinson, *Security Architecture for the Internet Protocol*, IETF RFC 2401, November 1998.

- [RFC2475] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, and W. Weiss, *An Architecture for Differentiated Services*, IETF RFC 2475, December 1998.
- [RFC2547] E. Rosen and Y. Rekhter, *BGP/MPLS VPNs*, IETF RFC 2547, March 1999.
- [RFC2597] J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, and J. Wroclawski, *Assured Forwarding PHB Group*, IETF RFC 2597, June 1999.
- [RFC2598] V. Jacobson, K. Nichols, and K. Poduri, *An Expedited Forwarding PHB*, IETF RFC 2598, June 1999.
- [RFC2637] K. Hamzeh, G. S. Pall, W. Verhein, J. Taatud, W. A. Little και G. Zorn, *Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP)*, IETF RFC2637, July 1999.
- [RFC2661] W. M Townsley, A. Valencia, A. Rubens, G. S. Pall and G. Zorn, B. Palter, *Layer Two Tunneling Protocol “L2TP”*, IETF RFC 2661, August 1999.
- [Rhythms] *Rhythms NetConnections*, <http://www.rhythms.net>, WWW home page.
- [RVC00] E. Rosen, A. Viswanathan, and R. Callon, *Multiprotocol Label Switching Architecture*, IETF Internet draft, draft-ietf-mpls-arch-07.txt, July 2000.
- [SBC] *SBC*, <http://www.sbc.com>, WWW home page.
- [SDP96] N. Sinha, T. J. J. Denteneer, and V. Pronk, *Traffic contract: Key to the Orderly Use, Provisioning and Charging of ATM Services*, Proceedings of IEE Colloquing on Charging for ATM, London, U.K., 1996.
- [SCEH96] S. Shenker, D. Clark, D. Erstin, and S. Herzog, *Pricing in computer networks: Reshaping the research agenda*, ACM Computer Communications Review, 1996.
- [She95] S. Shenker, *Fundamental design issues for the future Internet*, IEEE JSAC, vol. 7, no. 13, September 1995.
- [SingTel] *Singapore Telecom*, <http://www.singtel.com.sg>, WWW home page.
- [SK97] D. J. Songhurst and F. P. Kelly, *Charging schemes for multiservice networks*, Proceedings of the 15th International Teletraffic Congress (ITC-15), Washington DC, 1997, Elsevier Science B. V.
- [Songh99] D. J. Songhurst, *Charging Communication Networks: From theory to practice*, CA\$hMAN (Charging and Accounting Schemes in Multiservice ATM Networks), Elsevier, 1999.

- [SSSS99] V. Siris, , D. Songhurst, G. Stamoulis, and M. Stoer, **Usage-based charging using effective bandwidths: studies and reality**, in P. B. Key and D. G. Smith, editors, *Teletraffic Engineering in a Competitive World: Proceedings of the 16th International Teletraffic Congress*, Edinburgh, Elsevier, Amsterdam, 1999. URL <http://www.ics.forth.gr/netgroup/publications>
- [Stevens94] W. R. Stevens, *TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols*, Reading, Addison-Wesley, 1994.
- [Swisc] *Swisscom*, <http://www.swisscom.com>, WWW home page.
- [Taylor00] S. Taylor, *Enhanced VPNs: Next-Gen Strategies*, Telecommunications Magazine, September 2000. URL http://www.telecomsmag.com/issues/200009/tcs/enhanced_vpns.html
- [TDSL] Deutsche Telekom, *Deutsche Telekom T-DSL services*, <http://www.dtag.de/dtag/ip12/cda/t2/0,4260,10567,00.html>, WWW information pages.
- [TelAct96] Federal Communications Commission (FCC), *Telecommunications Act of 1996*, <http://www.fcc.gov/telecom.html>
- [TelcoIt] *Telecom Italia*, <http://www.telecomitalia.it>, WWW home page.
- [TelDeEsp] *Telefonica de Espana*, <http://www.telefonica.es>, WWW home page.
- [Telocity] *Telocity*, <http://www.telocity.com>, WWW home page.
- [Telstra] *Telstra*, <http://www.telstra.com.au>, WWW home page.
- [TelADSL] Telstra, *Telstra's high speed broadband Internet services on Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)*, <http://www.telstra.com.au/adsl/>, WWW information pages
- [TMW97] K. Thomson, Gr. J. Miller and R. Wilder, *Wide-Area Internet Traffic Patterns and Characteristics*, IEEE Network, vol. 11, no. 6, November/December 1997. URL <http://www.vbns.net/presentations/papers/MCITraffic.ps.gz>
- [TNewZeal] *Telecom New Zealand*, <http://www.telecom.co.nz>, WWW home page.
- [USWest] *US West*, <http://www.uswest.com>, WWW home page.
- [UoMünster] University of Münster, <http://www.uni-muenster.de/>, WWW home page.

- [VFWC98] Ar. Viswanathan, N. Feldman, Zh. Wang, and R. Callon, *Evolution of Multiprotocol Label Switching*, IEEE Communications Magazine, vol. 36, no. 5, May 1998.
- [VKCh00] N. Vicari, St. Köhler, and Joachim Charzinski, *The Dependence of Internet User Traffic Characteristics on Access Speed*, University of Würzburg – Institute of Computer Science, Research Report no 246, January 2000. URL <http://www.informatik.uni-wuerzburg.de/TR/tr246.pdf>
- [VPNet99] VPNet Technologies, Inc, *Managed VPN Services: Marketing Opportunity and Paths for Implementation*, 1999. URL <http://www.firstvpn.com/papers/vpnet/serviceswp.pdf>
- [WV96] J. Walrand and P. Varaiya, *High-Performance Communication Networks*, Morgan Kaufmann, New Jersey, USA, 1st Edition, 1996.
- [X.742] International Telecommunication Union, *Recommendation X.742: Usage Metering Function for Accounting Purposes*, April 1996.
- [xDSL99] xDSL.com, *DSL Service Offerings*, July 1999, http://www.xdsl.com/library/matrix_sheets/Service_071999.xls
- [XN99] X. Xiao and L. M. Ni, *Internet QoS: A Big Picture*, IEEE Network, vol. 13, no. 2, March/April 1999.
- [Yager99] Ch. Yager, *Cisco Asymmetric Digital Subscriber Line Services Architecture*, Cisco Systems, August 1999. URL http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/neso/dsso/global/adsl_wp.htm

Ακρωνύμια

AAS	ATM access switch
ABR	available bit rate
ADSL	Asymmetric DSL
ADSL NT	ADSL network termination
ADSL LT	ADSL line termination
AF	assured forwarding
AM	access multiplexer
AN	access node
ANSI	American National Standards Institute
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ATU-R	ADSL transmission unit – remote
ATU-C	ADSL transmission unit – central
BAS	broadband access server
BB-RAS	broadband remote access server
B-RAS	broadband remote access server
BE	best effort
BRI	Basic Rate Interface
BTTH	broadband to the home
CAC	call acceptance control, call admission control
CAP	carrierless amplitude and phase
CATV	cable television
CBR	constant bit rate
CDVT	cell delay variation tolerance
COIN	community of interest network
CO	central office
CLEC	competitive local exchange carrier
CPE	customer premises equipment
DAVIC	Digital Audio Visual Council
DBR	deterministic bit rate
DDL	data link layer
DMT	discrete multitone
DS	Differentiated Services
DSCP	DS codepoint
DiffServ	Differentiated Services
DS-x	digital signal level x (x = 0, 1, 2, 3, 4)
DSL	digital subscriber line
DSLAM	DSL access multiplexer
DSL NT	DSL network termination
DSL LT	DSL line termination
DTU-R	DSL transmission unit – remote
DTU-C	DSL transmission unit – central
EDTV	extended definition television
EF	expedited forwarding
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCC	Federal Communications Committee

FDM	frequency division multiplexing
FITL	fiber in the loop
FR	Frame Relay
FTTC	fiber to the curb
FTTH	fiber to the home
FTTN	fiber to the /neighborhood
GCRA	generic cell rate algorithm
GEO	geostationary earth orbit
GRE	Generic Routing/Route Encapsulation
HDSL	high bit-rate DSL
HDSL	high-speed DSL
HDTV	high definition television
HFC	hybrid fiber coax
HGW	home gateway
ISDL	ISDN-like DSL
IETF	Internet Engineering Task Force
ILEC	incumbent local exchange carrier
IntServ	Integrated Services
IP	Internet Protocol
IPSec	IP Security
IS	Integrated Services
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISP	Internet service provider
ITU	International Telecommunications Union
ITU-T	International Telecommunications Union- Telecommunications Standardization Sector
ITV	interactive television
Kbps	kilobits per second
L2F	Layer 2 Forwarding (Protocol)
L2TP	Layer 2 Tunneling Protocol
LAC	L2TP Access Concentrator
LEO	low earth orbit
LLP	local loop provider
LMDS	local multipoint distribution system
Mbps	megabits per second
MBS	maximum burst size
MEO	medium earth orbi
MF	multi-field
MMDS	multichannel multipoint distribution system
modem	modulator/demodulator
MPLS	Multiprotocol Label Switching
MUX	multiplexer
NAP	network access provider
NAS	network access server
NSP	network service provider
NTP	network transport provider
NTSC	national television standard committee
OC-x	optical carrier level x (x = 1, 3, 12, 24, 48)
ONU	optical network unit
OSI	Open Systems Interconnection

PBX	private branch exchange
PCR	peak cell rate
PDU	protocol data unit
PHB	per-hop behavior
PoP	point of presence
POTS	plain old telephone service
PPP	Point-to-Point Protocol
PPTP	Point-to-Point Tunneling Protocol
PSTN	Public Switched Telephone Network
PTO	public telecommunication operator
PTT	Post, Telephone, and Telegraph
PVC	permanent virtual circuit/connection
PVCC	permanent virtual channel connection
RADSL	Rate-adaptive ADSL
RAS	remote access server
RBOC	regional Bell operating carrier
ROBO	remote office / branch office
ROC	regional operating center
PTO	public telecommunication operator
PTT	Post, Telephone and Telegraph
QoS	quality of service
SBR	statistical bit rate
SCR	sustainable cell rate
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDSL	Symmetric DSL
SDSL	Single-pair DSL
SDSL	Single-line DSL
SHDSL	Single-pair HDSL
SLA	service level agreement
SME	small medium enterprise
SOHO	small office - home office
SONET	Synchronous Optical Network
SVC	switched virtual circuit
TIA	Telecommunications Industry Association
TCA	traffic conditioning agreement
TCP	Transmission Control Protocol
TDM	time division multiplexing
TE	terminal equipment
UADSL	Universal ADSL
UBR	unspecified bit rate
ULL	unbundled local loop
VBR	variable bit rate
VBR-rt	variable bit rate-real time
VBR-nrt	variable bit rate-non real time
VDSL	very high bit-rate DSL
VDSL	very high-speed DSL
VoATM	voice over ATM
VoDSL	voice over DSL
VoIP	voice over IP
VoD	video on demand

VPN	virtual private network
VTOA	voice and telephony over ATM
VC	virtual connection
VC	virtual channel
VCC	virtual channel connection
WLL	wireless local loop

Ευρετήριο

A

<i>access charge</i>	Βλέπε χρέωση πρόσβασης
<i>access multiplexer</i>	37
<i>access network</i>	Βλέπε δίκτυο πρόσβασης
<i>access node</i>	Βλέπε κόμβος πρόσβασης
<i>access switch</i>	60
<i>access VPN</i>	52, 126
<i>client-initiated</i>	158
<i>compulsory</i>	158
<i>CPE-based</i>	158
<i>NAS-initiated</i>	158
<i>network-based</i>	158
<i>voluntary</i>	159
<i>ADSL</i>	42, 46
<i>ADSL Forum</i>	42, 43, 47
<i>ADSL Lite</i>	42, 43
<i>always on</i>	40, 42
<i>American National Standards Institute</i> ..	Βλέπε ANSI
<i>analog modems</i>	Βλέπε αναλογικά modems
<i>ANSI</i>	42, 43, 46
<i>Asymmetric DSL</i>	Βλέπε ADSL
<i>asymmetrical service</i> ... Βλέπε ασυμμετρική υπηρεσία	
<i>ATM Forum</i>	43, 44, 46, 47
<i>ATM services</i>	
<i>Available Bit Rate</i>	23
<i>Constant Bit Rate</i>	23
<i>Deterministic Bit Rate</i>	23
<i>Statistical Bit Rate</i>	23
<i>Unspecified Bit Rate</i>	23
<i>Variable Bit Rate</i>	23

B

<i>bearer-level network services</i>	Βλέπε υπηρεσίες επιπέδου μεταφοράς
<i>best-effort service</i>	Βλέπε υπηρεσία καλύτερης δυνατής απόδοσης
<i>bonding</i>	49
<i>BONDING</i>	49
<i>bridge tap</i>	40
<i>bridged tap</i>	40
<i>BTTH</i>	34
<i>business model</i>	Βλέπε επιχειρησιακό μοντέλο
<i>business role</i>	Βλέπε επιχειρησιακός ρόλος
<i>business role (generic telco reference model)</i>	
<i>broker</i>	58
<i>content providerr</i>	57
<i>customerr</i>	56
<i>end user</i>	56
<i>network provider</i>	57
<i>retailer</i>	57
<i>serice provider</i>	57
<i>third party provider</i>	57

C

<i>cable modems</i>	Βλέπε καλωδιακά modems
<i>call acceptance control</i>	Βλέπε έλεγχος αποδοχής κλήσης
<i>call admission control</i>	Βλέπε έλεγχος αποδοχής κλήσης
<i>Carrierless Amplitude Phase</i>	39
<i>central office</i>	Βλέπε τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο
<i>charge</i>	16
<i>charging</i>	Βλέπε χρέωση
<i>charging policy</i>	
<i>flat-rate</i>	Βλέπε χρέωση επίπεδου ρυθμού
<i>usage-based</i>	Βλέπε χρέωση βάσει χρήσης
<i>usage-sensitive</i>	Βλέπε χρέωση ευαίσθητη στην χρήση
<i>COIN</i>	127
<i>connection charge</i>	Βλέπε χρέωση σύνδεσης
<i>consumer surplus</i>	19
<i>content charge</i>	Βλέπε χρέωση περιεχομένου
<i>customer premises network</i>	59

D

<i>DAVIC</i>	43, 47
<i>Differentiated Services</i>	21
<i>Digital Audio visual Council</i>	Βλέπε DAVIC
<i>Digital Subscriber Line</i>	Βλέπε DSL
<i>Discrete Multi-tone</i>	39
<i>distance learning</i> ... Βλέπε εκπαίδευση από απόσταση	
<i>downstream channel</i>	38
<i>downstream direction</i> ... Βλέπε κατεύθυνση καθόδου	
<i>DSL</i>	33
<i>access multiplexer</i>	Βλέπε DSLAM
<i>line termination</i>	36
<i>network termination</i>	36
<i>reference model</i>	59
<i>DSL LT</i>	Βλέπε DSL line termination
<i>DSL NT</i>	Βλέπε DSL network termination
<i>DSL transmission unit</i>	
<i>central</i>	36
<i>remote</i>	36
<i>DSLAM</i>	36, 60
<i>DTU-C</i>	Βλέπε DSL transmission unit central
<i>DTU-R</i>	Βλέπε DSL transmission unit remote
<i>dynamic charging</i>	Βλέπε δυναμική χρέωση

E

<i>echo cancellation</i>	Βλέπε απαλοιφή ηχούς
<i>e-commerce</i>	Βλέπε ηλεκτρονικό εμπόριο
<i>elastic service</i>	Βλέπε ελαστική υπηρεσία
<i>end user</i>	Βλέπε επιχειρησιακός ρόλος-τελικός χρήστης
<i>ETSI</i>	43, 46

European Telecommunications Standards Institute
..... Βλέπε *ETSI*
extended definition television Βλέπε *υψηλής*
ανάλυσης τηλεόραση
extranet VPN 53, 126

F

Fast Internet 3
fast-retrain 39
feedback mechanisms. Βλέπε *μηχανισμοί ανάδρασης*
fiber
in the loop (FITL) 2, 35
to the curb (FTTC) 1, 44
to the home (FTTH) 2, 35
to the neighborhood (FTTN) 1, 44
frequency division multiplexing Βλέπε *πολύπλεξη*
διαίρεσης συχνότητας

G

G.Lite 42, 43
generic cell rate algorithm 22
Generic Routing Encapsulation 143
guaranteed service Βλέπε *εγγυημένη υπηρεσία*

H

HDSL 42, 45
HDSL 2 42, 45
High bit-rate DSL Βλέπε *HDSL*
High bit-rate DSL 2 Βλέπε *HDSL 2*
high definition television Βλέπε *υψηλής ανάλυσης*
τηλεόραση
high level network services Βλέπε *υπηρεσίες υψηλού*
επιπέδου
High-speed DSL Βλέπε *HDSL*
High-speed DSL 2 Βλέπε *HDSL 2*
hybrid fiber coax (HFC) 1, 47

I

IDS 42, 45
IEEE 802.14 44, 46
incentive compatibility Βλέπε *συμβατότητα κινήτρων*
Integrated Services 21
interactive television Βλέπε *αλληλεπιδραστική*
τηλεόραση
intranet VPN 127
intranet VPN 53, 126
inverse multiplexing ... Βλέπε *αντίστροφη πολύπλεξη*
IP Security 143
IS services
Controlled Load 23
Guaranteed Service 23
ISDN 47, 48
ISDN BRI 49
ISDN-2 49
ISDN-6 49
ISDN-like DSL Βλέπε *IDS*
ITU-T 46

L

last mile 2
layer 3 switching Βλέπε *μεταγωγή επιπέδου 3*
leaky bucket 22
leased lines Βλέπε *μισθωμένα κυκλώματα*
local loop Βλέπε *τοπικός βρόχος*
local loop provider Βλέπε *επιχειρησιακός ρόλος-*
παροχέας τοπικού βρόχου
local loop unbundling 35

M

Multiple Virtual Line 39
Multiprotocol Label Switching 143

N

net benefit 19
network access provider Βλέπε *επιχειρησιακός*
ρόλος- παροχέας πρόσβασης δικτύου
network service provider Βλέπε *επιχειρησιακός*
ρόλος- παροχέας δικτυακής υπηρεσίας
network transport provider Βλέπε *επιχειρησιακός*
ρόλος- παροχέας μεταφοράς δικτύου

P

policing Βλέπε *αστυνόμευση*
POTS splitter
CPE 36
POTS/ISDN channel 38
price Βλέπε *τιμή*
private network Βλέπε *ιδιωτικό δίκτυο*
public telecommunication operator 34

Q

quality of service Βλέπε *ποιότητα εξυπηρέτησης*

R

RADSL 42, 43
Rate-adaptive DSL Βλέπε *RADSL*
RBOC 34
role Βλέπε *επιχειρησιακός ρόλος*

S

SDSL 42, 46
service area Βλέπε *περιοχή εξυπηρέτησης*
service level agreement ... Βλέπε *συμφωνία επιπέδου*
υπηρεσίας
service model Βλέπε *μοντέλο υπηρεσιών*
service provider network Βλέπε *δίκτυο παροχέα*
υπηρεσιών
S-HDSL 42
Single-pair DSL Βλέπε *SDSL*
Single-pair High bit-rate DSL Βλέπε *S-HDSL*
splitter-based DSL 36, 39
splittered DSL 36, 39

<i>splitterless ADSL</i>	42, 43
<i>splitterless DSL</i>	39
<i>static charging</i>	Βλέπε στατική χρέωση
<i>subscriber</i> Βλέπε επιχειρησιακός ρόλος-συνδρομητής	
<i>subscription charge</i>	Βλέπε χρέωση συνδρομής
<i>Symmetric DSL</i>	Βλέπε SDSL
<i>symmetrical service</i>	38

T

<i>TIEI.4</i>	43, 44, 45, 46
<i>tariff</i>	Βλέπε ταρίφα
<i>Telecommunications Industry Association</i> Βλέπε TIA	
<i>Telecommunications Reform Act</i>	35
<i>telecommuting</i>	Βλέπε τηλε-εργασία
<i>telemedicine</i>	Βλέπε τηλε-ιατρική
<i>teleworking</i>	Βλέπε τηλε-εργασία
<i>TIA</i>	47
<i>traffic contract</i>	Βλέπε συμβόλαιο κυκλοφορίας
<i>traffic description</i>	22
<i>traffic policing</i>	Βλέπε αστυνόμευση κυκλοφορίας
<i>transport network</i>	Βλέπε δίκτυο μεταφοράς
<i>transport service</i>	Βλέπε υπηρεσία μεταφοράς
<i>transport-level network services</i>	Βλέπε υπηρεσίες επιπέδου μεταφοράς
<i>tunnel</i>	Βλέπε σήραγγα
<i>layer 2</i>	Βλέπε σήραγγα επιπέδου 2
<i>layer 3</i>	Βλέπε σήραγγα επιπέδου 3

U

<i>UADSL</i>	42, 43
<i>UAWG</i>	43, 47
<i>universal ADSL</i>	Βλέπε UADSL
<i>Universal ADSL Working Group</i>	Βλέπε UAWG
<i>upstream channel</i>	38
<i>upstream direction</i>	Βλέπε κατεύθυνση ανόδου
<i>usage charge</i>	Βλέπε χρέωση χρήσης
<i>usage-based charging</i>	Βλέπε χρέωση βάσει χρήσης
<i>utility</i>	Βλέπε ωφελιμότητα

V

<i>V.90 modems</i>	47
<i>VDSL</i>	40, 42, 44, 46
<i>VDSL Study Group</i>	44, 46
<i>Very high bit-rate DSL</i>	Βλέπε VDSL
<i>Very high-speed DSL</i>	Βλέπε VDSL
<i>video on demand</i>	Βλέπε video κατ' απαίτηση
<i>video κατ' απαίτηση</i>	34, 51
<i>virtual private network</i> Βλέπε νοητό ιδιωτικό δίκτυο	
<i>voiceband modems</i>	48
<i>VPN</i>	
<i>access</i>	126
<i>extranet</i>	126
<i>intranet</i>	127
<i>intranet</i>	126

X

<i>xDSL</i>	41
-------------------	----

<i>ADSL</i>	42
<i>ADSL Lite</i>	43
<i>G.Lite</i>	43
<i>HDSL</i>	45
<i>HDSL 2</i>	45
<i>IDSL</i>	45
<i>RADSL</i>	43
<i>SDSL</i>	46
<i>splitterless ADSL</i>	43
<i>UADSL</i>	43
<i>VDSL</i>	44, 46

A

<i>αλληλεπιδραστική τηλεόραση</i>	34
<i>αναλογικά modems</i>	47
<i>αντίστροφη πολυπλεξία</i>	49
<i>απαλοιφή ηχούς</i>	38
<i>αστυνόμευση</i>	22
<i>αστυνόμευση κυκλοφορίας</i>	22
<i>ασυμμετρική υπηρεσία</i>	38

Δ

<i>δίκτυο μεταφοράς</i>	60
<i>δίκτυο παροχέα υπηρεσιών</i>	60
<i>δίκτυο πρόσβασης</i>	37, 60
<i>δυναμική χρέωση</i>	26

E

<i>εγγραμμένη υπηρεσία</i>	21
<i>εκπαίδευση από απόσταση</i>	52
<i>ελαστική υπηρεσία</i>	23
<i>έλεγχος αποδοχής κλήσης</i>	22
<i>επιχειρησιακό μοντέλο</i>	55
<i>επιχειρησιακός ρόλος</i>	56
<i>επιχειρησιακός ρόλος (γενικό τηλεπικοινωνιακό μοντέλο αναφοράς)</i>	
<i>μεσάζων</i>	58
<i>παροχέας δικτύου</i>	57
<i>παροχέας λιανικού εμπορικού χαρακτήρα</i>	57
<i>παροχέας περιεχομένου</i>	57
<i>παροχέας υπηρεσίας</i>	57
<i>πελάτης</i>	56
<i>τελικός χρήστης</i>	56
<i>τρίτος παροχέας</i>	57
<i>επιχειρησιακός ρόλος (μοντέλο αναφοράς DSL)</i>	
<i>παροχέας δικτυακής υπηρεσίας</i>	61, 64
<i>παροχέας μεταφοράς δικτύου</i>	61, 63
<i>παροχέας πρόσβασης δικτύου</i>	61, 63
<i>παροχέας τοπικού βρόχου</i>	61, 63
<i>συνδρομητής</i>	61, 62
<i>τελικός χρήστης</i>	61, 62

H

<i>ηλεκτρονικό εμπόριο</i>	52
----------------------------------	----

I	συμμετρική υπηρεσία 38
ιδιωτικό δίκτυο 126	συμφωνία επιπέδου υπηρεσίας 21
K	T
καλωδιακά modems 47, 49	ταρίφα 16
κατεύθυνση	τέλος χρέωσης 16
ανόδου 2, 37	τηλε-εργασία 52
καθόδου 2, 37	τηλε-ιατρική 52
κόμβος πρόσβασης 37, 60	τιμή 16
M	τοπικό τηλεπικοινωνιακό κέντρο 33
μεταγωγή επιπέδου 3 142	τοπικός βρόχος 2, 33
μηχανισμοί ανάδρασης 23	Υ
μισθωμένα κυκλώματα 45	υπηρεσία
μισθωμένες γραμμές 47	εγγυημένη 21
μοντέλο αναφοράς 127, 155	ελαστική 23
μοντέλο υπηρεσιών 81	καλύτερης δυνατής απόδοσης 23
N	υπηρεσία καλύτερης δυνατής απόδοσης 23
νοητό ιδιωτικό δίκτυο 53, 126	υπηρεσία μεταφοράς 63
Π	υπηρεσίες επιπέδου μεταφοράς 15
περίοδος συνδρομής 27	υπηρεσίες υψηλού επιπέδου 15
περιοχή εξυπηρέτησης 50	υψηλής ανάλυσης τηλεόραση 44
ποιότητα εξυπηρέτησης 21	X
πολύπλεξη διαίρεσης συχνότητας 38	χρέωση 15, 16
P	βάσει χρήσης 18
ρόλος Βλέπε επιχειρησιακός ρόλος	επίπεδου ρυθμού 26
Σ	ευαίσθητη στην χρήση 26
σήραγγα 142	χρέωση περιεχομένου 17, 18
επιπέδου 2 142	χρέωση πρόσβασης 17
επιπέδου 3 142	χρέωση συνδρομής 17
στατική χρέωση 26	χρέωση χρήσης 17
συμβατότητα κινήτρων 19, 28, 30	Ψ
συμβόλαιο κυκλοφορίας 21	ψηφιακό video 44
	Ω
	ωφελιμότητα 19