



University of *Macedonia*  
ECONOMIC AND SOCIAL STUDIES

*Master in Information Systems*

---

## **Networking Technologies**

**Billing, Pricing and Charging in Broadband Networks (Standards and Tools)**

---

Prepared by

**Stavros Liapis**

For the attention of Professor

**A. Economides**

---

**Thessalonica 2003**



Πανεπιστήμιο *Μακεδονίας*  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

*Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στα Πληροφοριακά Συστήματα*

---

**Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων**  
Υπηρεσίες Τιμολόγησης και Χρέωσης σε Ευρυζωνικά Δίκτυα  
(Εργαλεία και Μεθοδολογίες)

---

Παραδόθηκε από τον

**Σταύρο Λιάπη**

Στον Καθηγητή

**Α. Οικονομίδη**

---

**Θεσσαλονίκη 2003**

## **Abstract**

The past twenty years, the Internet has started to shape to its current form as a medium of information and exchange of data of every kind. Most of the people believe that the Internet is a service that is offered free of charge or with a minimum cost. This perception has to do with two main reasons. The first reason is that at the beginning of the Internet, most of its users were members of the academic and scientific community, hence, the organizations they were involved to have offered them free access to the medium. The second reason is that most of the early users of the Internet were being connected through slow modems with sluggish speeds. The use of modems, have led telecommunication companies to adopt pricing structures that are either based at flat rate charges as in the case of America, or connection based charges as we've witnessed mainly in Europe. These charging schemes have incurred profits to telecommunication companies in both sides of Atlantic for many years and have not produced problems in terms of network infrastructure development and services. During the past years though, we witness a tremendous increase in quantity of users and services provided over the net. This is mainly due to technological, economical and social factors. Before the deployment of broadband networks end user requirements were somehow low. The increase of microprocessor's computational power and the rapid raise in bandwidth and speed of modern networks are creating the environment for exigent services to end-users.

Nevertheless the deployment of broadband networks incurs high costs from the Internet Service Provider's point of view. The cost of installing and supporting such networks are much greater than the relevant costs of traditional networks, due to the continuous upgrading that is needed. This is caused by the phenomenon that more and more users demand more and more data volume, which eventually leads to congestion (if there is no serious action being taken). According to telecommunication companies, the current pricing and charging schema is not sufficient to cover the cost of continuous installation and upgrading of network infrastructure. If we judge from the evolution path of the Internet and the use of more broadband infrastructures from end users, then we surely have to come up with a new way of charging broadband services. The new pricing schema must bear in mind that it has to

allow the viability and expandability of networks, for reaching the ultimate target of universal deployment of a unified, fast and quality medium.

In the paper below we will present a general definition of broadband networks, the type of services that can supply to end users and a comparative presentation and analyses of proposed charging schemes. The advantages and disadvantages of each proposed scheme will be presented. Finally we will propose directions for future research in terms of pricing and charging in broadband networks.

## **Περίληψη**

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, όπου το διαδίκτυο άρχισε να οριστικοποιεί την μορφή του ως μέσω πληροφόρησης και ανταλλαγής δεδομένων πάσης φύσεως, έχει επικρατήσει στο κοινό η άποψη ότι αυτό πρόκειται για μία υπηρεσία που προσφέρεται δωρεάν ή με ελάχιστο κόστος. Η αντίληψη αυτή έχει να κάνει τόσο με την απαρχή του διαδικτύου, όπου ουσιαστικά οι αρχικοί χρήστες του ήταν μέλη της ακαδημαϊκής και επιστημονικής κοινότητας, οπότε οι οργανισμοί στους οποίους δραστηριοποιούνταν τους παρείχαν υπηρεσίες διαδικτύου δωρεάν όσο και με το γεγονός ότι οι πρώτοι χρήστες του διαδικτύου επιχειρούσαν να συνδεθούν μέσω αργών modem με χαμηλές ταχύτητες. Η χρήση των modem για την σύνδεση στο διαδίκτυο οδήγησε τις τηλεπικοινωνιακές εταιρίες στην καθιέρωση τιμολογιακών πολιτικών που είτε βασίζονταν σε ομοιόμορφες χρεώσεις (flat rate charges), μία πολιτική που εφαρμόζεται κατά κόρων στην Αμερική, είτε σε σταθερές χρεώσεις (connection based charges), σχήμα που χρησιμοποιείται κυρίως στην Ευρώπη. Η πολιτική αυτή απέδωσε αρκετά κέρδη στις τηλεπικοινωνιακές εταιρίες και στις δύο πλευρές του Ατλαντικού για πολλά χρόνια και δεν παρουσίασε ιδιαίτερα προβλήματα από πλευράς ανάπτυξης υποδομών και υπηρεσιών. Τα τελευταία όμως χρόνια παρατηρούμε μια θεαματική αύξηση των χρηστών και των υπηρεσιών που προσφέρει το διαδίκτυο. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο σε τεχνολογικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Πριν την έλευση των Ευρυζωνικών Δικτύων, οι απαιτήσεις των χρηστών σε ταχύτητα και υπηρεσίες ήταν μειωμένες. Η αύξηση της υπολογιστικής ισχύς των μικροεπεξεργαστών και η ραγδαία αύξηση του εύρους ζώνης και των

ταχυτήτων των σύγχρονων δικτύων δημιουργούν τις συνθήκες για παροχή απαιτητικών υπηρεσιών στους τελικούς χρήστες.

Παρ' όλα αυτά, η ανάπτυξη των ευρυζωνικών δικτύων απαιτεί αυξημένους πόρους από πλευράς των εταιριών παροχής δικτυακών τηλεπικοινωνιών. Τόσο το κόστος εγκατάστασης αλλά και το κόστος συντήρησης αυτών των δικτύων είναι σαφώς μεγαλύτερο από αυτό των παραδοσιακών δικτύων, καθώς συνεχή αναβάθμιση των υποδομών απαιτείται. Αυτό οφείλεται στο ότι όλο και περισσότεροι χρήστες, απαιτούν όλο και μεγαλύτερο όγκο δεδομένων, πράγμα που ορισμένες φορές οδηγεί σε φαινόμενα συμφόρησης (congestion). Σύμφωνα με τις τηλεπικοινωνιακές εταιρίες, το υπάρχον σχήμα κοστολόγησης και χρέωσης των υπηρεσιών διαδικτύου δεν επαρκεί για την κάλυψη του κόστους συνεχής εγκατάστασης και αναβάθμισης των υποδομών τους. Αν κρίνουμε από την πορεία εξέλιξης του διαδικτύου και την χρησιμοποίηση όλο και περισσότερων ευρυζωνικών υποδομών από τελικούς χρήστες, τότε σίγουρα θα πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος κοστολόγησης των υπηρεσιών αυτών που θα επιτρέψουν τόσο την βιωσιμότητα αλλά και την επεκτασιμότητα των δικτύων, με τελικό στόχο την καθολική εξάπλωση ενός ενιαίου, γρήγορου και ποιοτικού μέσου.

Στο κείμενο παρακάτω θα δώσουμε έναν γενικό ορισμό των ευρυζωνικών δικτύων, τις υπηρεσίες που μπορεί να παρέχουν αυτά στους χρήστες καθώς και μια συγκριτική παρουσίαση και ανάλυση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν τα κυριότερα συστήματα κοστολόγησης δικτυακών υπηρεσιών. Τέλος, θα προτείνουμε κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα πάνω στο θέμα της κοστολόγησης και χρέωσης των ευρυζωνικών υπηρεσιών δικτύων.

## **1. Περιεχόμενα**

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Περιεχόμενα</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>2</b> | <b>Ευρυζωνικά Δίκτυα</b>                  | <b>7</b>  |
| 2.1      | Τεχνολογίες Ευρυζωνικών Δικτύων           | <b>8</b>  |
| 2.1.1    | <i>xDSL</i>                               | <b>8</b>  |
| 2.1.2    | <i>Καλωδιακή (Cable)</i>                  | <b>9</b>  |
| 2.1.3    | <i>Δορυφορικές Υπηρεσίες (Satellites)</i> | <b>10</b> |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 2.1.4    | Ασύρματες Υπηρεσίες (Wireless)                          | 10        |
| 2.2      | Υπηρεσίες Δικτύων                                       | 11        |
| 2.2.1    | Διαφοροποιήσεις Πρωτοκόλλου TCP/IP και ATM              | 11        |
| 2.2.2    | Επίπεδα Ποιότητας Υπηρεσιών (QoS Levels)                | 13        |
| 2.2.3    | Ποιότητα Υπηρεσιών σε TCP/IP Δίκτυα                     | 14        |
| 2.2.4    | Ποιότητα Υπηρεσιών σε ATM Δίκτυα                        | 15        |
| <b>3</b> | <b>Τιμολόγηση Υπηρεσιών σε Ευρυζωνικά Δίκτυα</b>        | <b>17</b> |
| 3.1      | Επιθυμητά χαρακτηριστικά των χρεώσεων                   | 18        |
| 3.2      | Συμφωνίες Επιπέδων Υπηρεσιών (Service Level Agreements) | 19        |
| 3.3      | Μέθοδοι Τιμολόγησης                                     | 20        |
| 3.3.1    | Στατικές Μέθοδοι Τιμολόγησης                            | 22        |
| 3.3.2    | Δυναμικές Μέθοδοι Τιμολόγησης                           | 24        |
| 3.4      | Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Μεθόδων Τιμολόγησης | 24        |
| <b>4</b> | <b>Συμπεράσματα - Συστάσεις</b>                         | <b>26</b> |
| <b>5</b> | <b>Πηγές</b>  | <b>27</b> |
| <b>6</b> | <b>Πηγές Διαδικτύου</b>                                 | <b>28</b> |

## **2. Ευρυζωνικά Δίκτυα**

Παρόλο που ο όρος Ευρυζωνικά δίκτυα απαντάται συχνά σ' όλους τους τομείς της πληροφορικής, μέχρι στιγμής δεν έχει δοθεί ένας επίσημος παγκόσμιος ορισμός από αναγνωρισμένους εμπλεκόμενους τεχνολογικούς ή κοινωνικούς φορείς (π.χ. ITU – International Telecommunications Union ή IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers). Σύμφωνα με το νομοσχέδιο των τηλεπικοινωνιών του 1996 των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (US Telecommunications Act 1996) ο όρος Ευρυζωνικά Δίκτυα περιγράφεται ως το μέσο το οποίο θα προσφέρει προηγμένες υπηρεσίες στους τελικούς χρήστες<sup>1</sup>. Ο όρος προηγμένες υπηρεσίες σημαίνει ότι ο ρυθμός μεταφοράς των δεδομένων στο μέσο αυτό είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από ότι το κοινό τηλεφωνικό δίκτυο είναι σε θέση να προσφέρει. Επειδή ο ορισμός των

ευρυζωνικών δικτύων που περιγράφεται στο νομοσχέδιο του 1996 είναι υπερβολικά αόριστος, η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών των Η.Π.Α. ξεκαθαρίζει ότι ευρυζωνικό (δίκτυο) θεωρείται η δυνατότητα υποστήριξης ταχυτήτων τουλάχιστον 200kb/sec από τον πάροχο του δικτύου ως τον τελικό χρήστη, τόσο από την πλευρά του τελικού χρήστη προς τον πάροχο (upstream), όσο και από την πλευρά του παρόχου προς τον τελικό χρήστη (downstream)<sup>2</sup>. Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό θα εξετάσουμε τις υφιστάμενες τεχνολογίες που εμπίπτουν στην κατηγορία των ευρυζωνικών δικτύων καθώς και τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους. Τεχνολογίες δικτύων που μπορούν να μας προσφέρουν δυνατότητα ταχύτητας μεγαλύτερη των 200kb/sec είναι η DSL (Digital Subscriber Line), η Καλωδιακή (Cable), η Δορυφορική (Satellite), η Ασύρματη (Wireless) καθώς και τα οπτικά δίκτυα με πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες, τα οποία όμως χρησιμοποιούνται ως ραχοκοκαλιά των επιμέρους δικτύων.

Παρόλο που στο μέλλον προβλέπεται η καθολική καλωδίωση των επιχειρηματικών και οικιστικών χώρων με οπτικές ίνες (FTTB – Fiber To The Business και FTTH – Fiber To The Home) , πράγμα που θα οδηγήσει σ' ένα παγκόσμιο ευρυζωνικό διαδίκτυο (για πολλούς το διαδίκτυο της επόμενης γενιάς), αυτή την εποχή δεν είναι οικονομικά υλοποιήσιμο σε μεγάλη κλίμακα. Γι' αυτό θα εξετάσουμε τις τεχνολογίες εκείνες που είναι οικονομικά εφαρμόσιμες από τις εταιρίες παροχής διαδικτύου και έχουν εμπορική αξία προς τους τελικούς χρήστες.

## 2.1 Τεχνολογίες Ευρυζωνικών Δικτύων

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, λίγοι είναι εκείνοι που θα μπορέσουν να συνδεθούν μέσω οπτικών ινών στο διαδίκτυο είτε από το σπίτι τους είτε από το τόπο εργασίας, καθώς το κόστος εγκατάστασης τέτοιων δικτύων είναι απαγορευτικό για τους περισσότερους από εμάς. Έτσι, οι επιλογές μας όσων αφορά τα ευρυζωνικά δίκτυα καταλήγουν είτε στην χρησιμοποίηση DSL τεχνολογιών, είτε καλωδίωσης, δορυφορικών ή ασύρματων συνδέσεων. Στην Αμερική ο τελικός χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ όλων των παραπάνω τεχνολογιών, καθώς τα περισσότερα δίκτυα είναι ήδη λίγο ως πολύ εγκατεστημένα. Στην Ευρώπη λίγες χώρες έχουν ανεπτυγμένο δίκτυο καλωδίωσης (Αγγλία, Σκανδιναβικές Χώρες, Κάτω Χώρες) ενώ σε πολλές

τέτοια δίκτυα είναι ανύπαρκτα (Ελλάδα, Ισπανία, Πορτογαλία). Παρ' όλα αυτά γίνονται σημαντικές επενδύσεις σ' όλες τις χώρες στην ανάπτυξη ευρυζωνικών δικτύων μέσω Κοινοτικών, Εθνικών και ιδιωτικών κονδυλίων. Στην Ελλάδα τα ευρυζωνικά δίκτυα παραμένουν άγνωστα στο ευρύ κοινό, αλλά ελπίζουμε στην παρουσίαση τέτοιων υπηρεσιών από τις τηλεπικοινωνιακές εταιρίες μέσα στο 2003 (πιθανότατα DSL).

### 2.1.1 xDSL

Το "x" στο ακρωνύμιο "xDSL", δεν πρέπει να θεωρείται τυπογραφικό λάθος, καθώς έτσι έχει επικρατήσει στον χώρο της πληροφορικής η αναφορά στην τεχνολογία DSL, λόγω των πολλών παραλλαγών της τεχνολογίας αυτής. Η τεχνολογία DSL βασίζεται πάνω στο υπάρχον τηλεφωνικό σύστημα με τα καλώδια χαλκού έτσι ώστε να την καθιστά την πιο εύκολα υλοποιήσιμη τεχνολογία ευρυζωνικών εφαρμογών. Λειτουργεί στέλνοντας ένα πολύ υψηλό σήμα φέροντος πάνω στις γραμμές επιτυγχάνοντας έτσι υψηλές ταχύτητες. Επίσης, η υπηρεσία DSL, μπορεί να συνυπάρχει με το τηλεφωνικό δίκτυο. Χαρακτηριστικό της υπηρεσίας αυτής είναι ότι η σύνδεση στο δίκτυο είναι συνεχής (continuously connected service). Οι διάφορες παραλλαγές της υπηρεσίας είναι<sup>3</sup>:

HDSL Η HDSL είναι η πρώτη υπηρεσία DSL που αναπτύχθηκε από την εταιρία Bellcore στα τέλη της δεκαετίας του 80, και χρησιμοποιεί δύο ζεύγη καλωδίων. Οι ρυθμοί μετάδοσης που επιτυγχάνονται με την υπηρεσία αυτή είναι της τάξης του 1.5Mbit/sec. Η συγκεκριμένη υπηρεσία έχει πλέον ξεπεραστεί.

SDSL Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι παρόμοια με την HDSL, μόνο που η μετάδοση των δεδομένων απαιτεί μόνο ένα ζεύγος καλωδίων, κάτι που την καθιστά πιο οικονομική από πλευράς των εταιριών παροχής.

ADSL Η συγκεκριμένη τεχνολογία θεωρείται ασύμμετρη (λιγότερα bits δεδομένων μπορούν να σταλούν από την πλευρά του χρήστη και περισσότερα bits δεδομένων λαμβάνονται από τον χρήστη) έτσι ώστε να παρέχεται καλύτερη εξυπηρέτηση για συγκεκριμένου τύπου υπηρεσίες του διαδικτύου (π.χ. video on demand).

G.lite ADSL Η υπηρεσία αυτή είναι σχετικά καινούργια και σχεδιάστηκε από την ITU (International Telecommunications Union) ως μια εύχρηστη λύση για



γρήγορη και εύκολη ευρυζωνική πρόσβαση για τους τελικούς χρήστες. Οι χρήστες απλώς συνδέουν το αντίστοιχο modem στην απλή τηλεφωνική πρίζα του σπιτιού τους. Για να επιτευχθεί αυτή η ευκολία και μείωση του κόστους, οι ταχύτητες πρόσβασης έχουν περιοριστεί σε στα 1.5Mbit/sec downstream και 384~512Kbit/sec upstream.

VDSL Η υπηρεσία VDSL είναι ακόμα υπό ανάπτυξη αλλά πολλά υποσχόμενη. Με τον περιορισμό ότι ο χώρος δεν απέχει από δίκτυο οπτικών ινών πάνω από 1000 πόδια, η συγκεκριμένη υπηρεσία μπορεί να προσφέρει μέχρι και 52Mbit/sec downstream και 1.5~6Mbit/sec upstream. Παρ' όλα αυτά χρειάζεται αρκετός χρόνος έρευνας ακόμη ώστε το τελικό αυτό προϊόν να φτάσει στον τελικό χρήστη.

### 2.1.2 Καλωδιακή (Cable)

Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και σε αρκετές άλλες χώρες, από τα μέσα τις δεκαετίας του 80, επιχειρήσεις καλωδιακής τηλεόρασης ξεκίνησαν να προσφέρουν υπηρεσίες καλωδιακής τηλεόρασης. Έτσι, σήμερα υπάρχει ένα αρκετά μεγάλο δίκτυο εγκατεστημένο ικανό να δεχθεί ψηφιακά δεδομένα, πράγμα που οδήγησε τις εταιρίες αυτές να προσφέρουν και δικτυακές υπηρεσίες στους πελάτες τους. Η υπηρεσία αυτή λειτουργεί με την προσθήκη ενός μηχανισμού ο οποίος συνδέεται με τον οικιακό υπολογιστή μέσω μιας κάρτας Ethernet με ταχύτητα 10Mbit/sec. Το εύρος ζώνης αυτής της υπηρεσίας είναι γύρω στα 10Mbit/sec downstream και γύρω στα 200~1000Kbit/sec upstream. Όμως, η καλωδιακή αυτή υπηρεσία είναι διαμοιρασμένη μεταξύ πολλών χρηστών (shared service) που χρησιμοποιούν το ίδιο κανάλι δεδομένων. Τα πακέτα που ταξιδεύουν μέσα στο δίκτυο είναι κρυπτογραφημένα ως μέτρο προστασίας<sup>3</sup>.

### 2.1.3 Δορυφορικές υπηρεσίες (Satellite)

Οι δορυφορικές υπηρεσίες τηλεόρασης μπορούν επίσης να λειτουργήσουν και ως ευρυζωνικές υπηρεσίες, καθώς προσφέρουν ταχύτητες downstream μέχρι και 400Kbit/sec. Το πρόβλημα όμως βρίσκεται στο ότι δεν υπάρχει δυνατότητα upstream λόγω ότι δεν υπάρχει αντίστοιχος πομπός εκπομπής.

Αυτό μπορεί να λυθεί με την χρήση κλασικών modem μέσω τηλεφωνικών γραμμών τα οποία μπορούν να παρέχουν upstream υπηρεσίες<sup>3</sup>.

#### 2.1.4 Ασύρματες υπηρεσίες (Wireless)

Οι προμήθεια ασύρματων ευρυζωνικών υπηρεσιών σε τελικούς χρήστες υπολείπεται αρκετά σε σχέση με τις προαναφερθέντες υπηρεσίες. Παρ' όλα αυτά οι επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών διαδικτύου θεωρούν ότι οι ασύρματες υπηρεσίες μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στο μέλλον. Οι ταχύτητες μεταφοράς των δεδομένων στα ασύρματα δίκτυα είναι αρκετά υψηλές και οι υπηρεσίες αυτές είναι ιδανικές για επαγγελματίες και επιχειρηματίες που ταξιδεύουν συχνά<sup>3</sup>.

### 2.2 Υπηρεσίες Δικτύων

Με τον όρο υπηρεσίες δικτύων καθορίζουμε το τι μας προσφέρει η πρόσβασή μας στο δίκτυο αυτό. Προτού καθορίσουμε τις υπηρεσίες που μας προσφέρει ένα δίκτυο, πρέπει να κάνουμε μία σύντομη αναφορά σε δύο σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δικτύων. Τα δίκτυα τα οποία χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) και τα δίκτυα τα οποία χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο ATM (Asynchronous Transfer Mode). Το πρωτόκολλο επικοινωνίας μεταξύ υπολογιστών που χρησιμοποιείται στο διαδίκτυο είναι το TCP/IP. Τα τελευταία χρόνια, το πρωτόκολλο ATM χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στα δίκτυα κορμού (backbone networks). Στο μέλλον προβλέπεται η χρησιμοποίηση και των δύο πρωτοκόλλων επικοινωνίας στο διαδίκτυο με σταδιακή αντικατάσταση ή επικάλυψη του πρωτοκόλλου TCP/IP από το πρωτόκολλο ATM. Αυτό θα συμβεί διότι το πρωτόκολλο TCP/IP δεν επαρκεί πλέον για να καλύψει τις όλο και αυξανόμενες απαιτητικές εφαρμογές και υπηρεσίες του διαδικτύου προς τους τελικούς χρήστες. Η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών πρωτοκόλλων καθορίζει σ' ένα μεγάλο βαθμό και τις υπηρεσίες που μπορεί να προσφερθούν στα εκάστοτε ευρυζωνικά δίκτυα. Παρακάτω θα παραθέσουμε τις βασικές διαφορές μεταξύ του πρωτοκόλλου TCP/IP και ATM και πως αυτές επηρεάζουν τις εν γένει υπηρεσίες που προσφέρουν τα δίκτυα.

### 2.2.1 Διαφοροποιήσεις Πρωτοκόλλου TCP/IP και ATM

Το πρωτόκολλο TCP/IP σχεδιάστηκε κατά τη διάρκεια του ψυχρού πολέμου από ερευνητικές ομάδες των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής με σκοπό την επάρκεια επικοινωνίας σε περίπτωση πυρηνικού πολέμου. Λόγω της φιλοσοφίας αυτής επιλέχθηκε η μεταγωγή αυτόνομων πακέτων πληροφοριών, έτσι ώστε η πληροφορία να μπορεί να αλλάξει διαδρομές σε περίπτωση καταστροφής ή μη λειτουργίας ενός κόμβου.

Το πρωτόκολλο αυτό έθεσε το διαδίκτυο ως ένα νέο μοντέλο εξέλιξης των τηλεπικοινωνιών των 21 αιώνα. Τα χαρακτηριστικά αυτού του νέου μοντέλου συνοψίζονται από τον John C. B. Le Gates ως εξής<sup>4</sup>:

*“Ως ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο, το δίκτυο προτείνει διάσπαρτη ροή πακέτων (flat packet-routed) αντί της ιεραρχικής δομής κυκλωμάτων (circuit-switched). Ως μία αγορά, προτείνει ουσιώδη έλεγχο από τους χρήστες παρά από τις εταιρίες τηλεπικοινωνιών. Ως προς το επίπεδο της νοημοσύνης, προτείνει περισσότερη στα άκρα και λιγότερη στο κέντρο. Ως ένα μοντέλο οργάνωσης, προτείνει ελάχιστη κεντρική προετοιμασία και καθόλου προετοιμασία για τις υπηρεσίες και τις εφαρμογές. Ως ένα οικονομικό μοντέλο προτείνει έναν μεγάλο ρόλο κυριότητας για τον τελικό χρήστη – το αντίθετο από το παραδοσιακό μοντέλο των τηλεφωνικών εταιριών. Ως ένα κανονιστικό μοντέλο, ξεκάθαρα απορρίπτει τα μονοπώλια εκτός ίσως από τους προμηθευτές των γραμμών σύνδεσης”.*

Το πρωτόκολλο ATM έχει προταθεί από την ITU (πρώην CCITT) ως το πρωτόκολλο που θα χρησιμοποιηθεί για την λεγόμενη Ευρυζωνική Εποχή (broadband era). Κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι σχεδιάστηκε με γνώμονα την παροχή επιπέδων **ποιότητας υπηρεσιών (Quality of Service – QoS)**. Για να το επιτύχει αυτό επιστρατεύει την λογική των τηλεφωνικών δικτύων όπου μία σύνδεση πρέπει να εγκαθίσταται για να πραγματοποιηθεί μια συνομιλία (ανταλλαγή δεδομένων). Το πρωτόκολλο αυτό εισάγει τις τεχνικές των νοητών μονοπατιών (virtual paths) και των νοητών κυκλωμάτων (virtual circuits) δημιουργώντας έτσι μία νοητή σύνδεση για κάθε ανταλλαγή δεδομένων που πραγματοποιείται. Παρ’ όλο που τα δεδομένα που δρομολογούνται στο ATM δίκτυο, κελιά δεδομένων (cells), είναι αρκετά όμοια με τα δεδομένα που δρομολογούνται στο TCP/IP δίκτυο, πακέτα δεδομένων (packets), αυτά ακολουθούν την πορεία που τους επιβάλλεται από το

αντίστοιχο νοητό κανάλι. Επίσης λόγω του ότι το ATM έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να επιτρέπει τον ορισμό επιπέδων υπηρεσιών, μπορεί να διαχειριστεί πιο αποδοτικά τις περιπτώσεις συμφόρησης όταν αυτές προκληθούν.

Ως προς το θέμα που εξετάζουμε τώρα, τις υπηρεσίες που προσφέρουν τα δύο πρωτόκολλα, η κύρια διαφορά που πρέπει να εντοπίσουμε είναι η ποιότητα των υπηρεσιών. Ουσιαστικά το πρωτόκολλο TCP/IP προσφέρει ένα μόνο επίπεδο υπηρεσιών στον τελικό χρήστη ενώ το πρωτόκολλο ATM τέσσερα ξεχωριστά επίπεδα υπηρεσιών. Τις υπηρεσίες αυτές εξετάζουμε παρακάτω.

### 2.2.2 Επίπεδα Ποιότητας Υπηρεσιών (QoS Levels)

Συζητώντας περί επιπέδων ποιότητας υπηρεσιών καλό θα ήταν να ξεχωρίσουμε δύο γενικές κατηγορίες κίνησης δεδομένων<sup>5</sup>:

- κίνηση ροής (stream traffic) όπου οι οντότητες (τα πακέτα) είναι ροές που έχουν μια εγγενή διάρκεια και ρυθμό (ο οποίος μπορεί να είναι μεταβαλλόμενος), όπου η χρονική ακεραιότητα πρέπει να διατηρείται (πολύ η λίγο) από το δίκτυο. Τέτοιο είδος κίνησης παράγεται από εφαρμογές όπως η τηλεφωνία και οι αμφίδρομες υπηρεσίες τηλεδιάσκεψης.

- ελαστική κίνηση (elastic traffic) όπου οι οντότητες είναι ψηφιακά αντικείμενα όπου πρέπει να μεταφερθούν από ένα μέρος σε ένα άλλο. Τέτοια αντικείμενα μπορεί να είναι αλφαριθμητικά αρχεία, κείμενα ή εικόνες για παράδειγμα.

Σε περίπτωση που για παράδειγμα έχουμε πρόσβαση σε απομακρυσμένα αντικείμενα εικόνας ή ήχου όπου η αναπαραγωγή τους γίνεται κατά την μεταφορά τους στο δίκτυο τότε μιλάμε για κίνηση ροής. Αν στην αντίθετη περίπτωση μεταφέρουμε τα αντικείμενα αυτά στον τοπικό μας υπολογιστή για αποθήκευση (downloading) και έπειτα τα αναπαράγουμε, τότε μιλάμε για ελαστική κίνηση.

Η ποιότητα των υπηρεσιών εξαρτάται από την στατιστική φύση της κίνησης μέσω τριών κυρίως φαινομένων:

- Διαφάνεια (transparency), αναφερόμενη στον χρόνο και την απόλυτη ακεραιότητα των δεδομένων που μεταφέρονται

■ Την Ποσότητα των δεδομένων που μεταφέρονται (throughput), ένα υπολογίσιμο στοιχείο για την ελαστική κίνηση που ορίζεται ως το μέγεθος των δεδομένων ως προς τον χρόνο μεταφοράς

■ Προσβασιμότητα (accessibility) την πιθανότητα της άρνησης εισόδου και την καθυστέρηση της ενεργοποίησης της υπηρεσίας σε περίπτωση blocking  
Η κίνηση ροής απαιτεί χρονική ακεραιότητα, αλλά ένας συγκεκριμένος βαθμός απώλειας δεδομένων είναι ανεκτός. Από την άλλη, η ελαστική κίνηση μπορεί εξ ορισμού να ανεχθεί καθυστερήσεις που προκαλούνται από τους αλγόριθμους ουρών και τους ελέγχους κίνησης, αλλά πρέπει να διατηρεί απόλυτα την ακεραιότητα των δεδομένων.

Τα επίπεδα ποιότητας υπηρεσιών εκπληρώνονται σε συνεργασία του μοντέλου δικτυακών υπηρεσιών, που προσδιορίζει τους πως οι πόροι του δικτύου είναι κατανεμημένοι, και του τρόπου με τον οποίο το δίκτυο είναι δομημένο που καθορίζει την χωρητικότητα κατανέμεται στον τελικό χρήστη.

### 2.2.3 Ποιότητα Υπηρεσιών σε TCP/IP Δίκτυα

Ουσιαστικά δεν μπορούμε να μιλήσουμε για επίπεδα ποιότητας υπηρεσιών σε TCP/IP δίκτυα. Ο λόγος είναι ότι ο σχεδιασμός του πρωτοκόλλου αυτού δεν προέβλεψε την διαφοροποίηση των απαιτήσεων των χρηστών σε σχέση με την καθυστέρηση, την διακύμανση των καθυστερήσεων και την απώλεια δεδομένων. Έτσι, στο διαδίκτυο είμαστε όλοι χρήστες της υπηρεσίας βέλτιστης προσπάθειας ή όπως έχει επικρατήσει ο όρος στα Αγγλικά της **best-effort service**. Για την δρομολόγηση των πακέτων που ταξιδεύουν στο διαδίκτυο χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος FIFO (First In First Out) ο οποίος δεν διακρίνει μεταξύ πακέτων, και εξάλλου δεν γνωρίζει το είδος της πληροφορίας που μπορεί αυτό να περιλαμβάνει. Έτσι δεν μπορούμε να έχουμε εγγυήσεις για την μεταφορά των δεδομένων μας στο διαδίκτυο είτε πρόκειται για ελαστική κίνηση είτε για κίνηση ροής.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται έρευνες πάνω στο πως θα μπορεί να υπάρξει έστω ένα είδος εγγυήσεων ποιότητας υπηρεσιών με την χρήση του πρωτοκόλλου TCP/IP. Πάνω σ' αυτή την κατεύθυνση έχουν υλοποιηθεί πειραματικά πρωτόκολλα όπως το RSVP το οποίο δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να δηλώσει το εύρος ζώνης που επιθυμεί, την μέγιστη καθυστέρηση και την διακύμανση των καθυστερήσεων που απαιτεί για κάθε συγκεκριμένη

χρήση του δικτύου. Επίσης, το πρωτόκολλο IPv6 έχει σχεδιαστεί με γνώμονα τα επίπεδα ποιότητας υπηρεσιών ώστε να επιτρέψει την μελλοντική αξιοποίηση των υπηρεσιών αυτών από τους χρήστες.

#### 2.2.4 Ποιότητα Υπηρεσιών σε ATM Δίκτυα

Όπως προαναφέραμε το πρωτόκολλο ATM, κατά την φάση της σχεδίασης του προέβλεψε το γεγονός ότι διαφορετικοί χρήστες έχουν διαφορετικές απαιτήσεις και χρησιμοποιούν διαφορετικές εφαρμογές στο διαδίκτυο. Γι' αυτό τον λόγο δημιουργήθηκαν τέσσερις κλάσεις δικτυακών υπηρεσιών και κατά συνέπεια συμβολαίων χρηστών-εταιριών παροχής δικτυακών υπηρεσιών που εξαρτώνται από το κατά πόσο η ροή της πληροφορίας είναι ευαίσθητη σε καθυστερήσεις και απώλειες<sup>6</sup>. Οι κλάσεις αυτές αναλύονται παρακάτω:

■ **Συνεχής Ροή Δυναδικών Ψηφίων (Constant Bit Rate – CBR).** Αυτή η κλάση υπηρεσιών προορίζεται για εφαρμογές πραγματικού χρόνου (real-time applications), δηλαδή για εφαρμογές που απαιτούν αυστηρά περιορισμένες καθυστερήσεις και διακυμάνσεις όπου ο ρυθμός μεταφοράς είναι σταθερός. Αυτή η κλάση υπηρεσιών θα χρησιμοποιείται για εφαρμογές όπως τηλεφωνία, τηλεδιάσκεψη, υπηρεσίες μίσθωσης γραμμών κ.α.

■ **Μεταβαλλόμενη Ροή Δυναδικών Ψηφίων (Variable Bit Rate – VBR).** Αυτή η κλάση υπηρεσιών προορίζεται για εφαρμογές που έχουν μεταβαλλόμενο ρυθμό μετάδοσης αλλά απαιτούν χρονικούς περιορισμούς. Η κλάση αυτή θα υποστηρίζει στατιστική πολυπλεξία, και δραστηριοποιείται με την εκρηκτική μετάδοση συγκεκριμένων τύπων δεδομένων (bursts). Η κλάση αυτή θα χρησιμοποιείται για εφαρμογές μεταβαλλόμενης ροής όπως εικόνας, ήχου και πολυμεσικών εφαρμογών.

■ **Υπάρχων Ροή Δυναδικών Ψηφίων (Available Bit Rate – ABR).** Η κλάση αυτή υποστηρίζει κίνηση μη πραγματικού χρόνου χωρίς να έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις καθυστερήσεων. Το δίκτυο σ' αυτή την περίπτωση υποστηρίζει ανατροφοδότηση όσων αφορά τα επίπεδα συμφόρησης ώστε να καθορίσει τα χαρακτηριστικά του δικτύου. Επίσης ένας ελάχιστος ρυθμός μεταφοράς μπορεί να δηλωθεί. Η κλάση αυτή θα χρησιμοποιείται κυρίως για την μεταφορά αρχείων, την περιήγηση στο διαδίκτυο καθώς και σε άλλες εφαρμογές δεδομένων.

■ Απροσδιόριστη Ροή Δυναδικών ψηφίων (Unspecified Bit Rate – UBR). Η τελευταία κλάση που χρησιμοποιείται σε ATM δίκτυα, είναι παρόμοια με την σημερινή best-effort υπηρεσία του πρωτοκόλλου TCP/IP. Στην κλάση αυτή δεν ορίζονται απαιτήσεις καθυστερήσεων ούτε υπάρχουν εγγυήσεις ελάχιστου throughput και απώλειας κελιών. Η κλάση αυτή θα χρησιμοποιείται για κλασικές υπηρεσίες επικοινωνίας υπολογιστών όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο κ.α.

Εξ ορισμού οι κλάσεις CBR και VBR πρέπει να χρησιμοποιούνται για εγγυημένες υπηρεσίες, οι κλάση UBR όταν δεν έχουμε ανάγκη κάποιων συγκεκριμένων απαιτήσεων. Η κλάση ABR τέλος ταιριάζει κάπου στη μέση αφού παρέχει περιορισμένες εγγυήσεις.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα εξετάσουμε τις διάφορες υπηρεσίες ευρυζωνικών δικτύων που λειτουργούν με το πρωτόκολλο ATM και το πώς αυτές κοστολογούνται σύμφωνα με διάφορα standards που έχουν αναπτυχθεί γι' αυτό τον σκοπό. Αρχικά θα αναφερθούμε στους τύπους συμβολαίων (Service Level Agreements – SLA's) που μπορούν να αναπτυχθούν μεταξύ των τελικών χρηστών και των εταιριών παροχής ευρυζωνικών υπηρεσιών. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τις πολιτικές κοστολόγησης και χρέωσης των υπηρεσιών από τις εταιρίες. Τέλος θα παρουσιάσουμε τις τάσεις της αγοράς πάνω στο θέμα αυτό και τις όποιες αντιδράσεις των χρηστών στα διάφορα εφαρμοζόμενα σχήματα κοστολόγησης.

Καθώς ασχολούμαστε με μεθόδους κοστολόγησης και χρέωσης των ευρυζωνικών υπηρεσιών, δεν θα ασχοληθούμε με την αντίστοιχη κοστολόγηση σε δίκτυα TCP/IP καθώς αυτό ξεφεύγει από τα πλαίσια του παρόντος κειμένου. Παρ' όλα αυτά θεωρούμε χρήσιμη την παράθεση μεταξύ των υπηρεσιών σε δίκτυα TCP/IP και ATM (βλέπε 2.2.1 κ 2.2.2) ώστε στη συνέχεια να αναπτύξουμε τους προβληματισμούς μας όσον αφορά την ολική κοστολόγηση των υπηρεσιών δικτύου.

### **3. Τιμολόγηση υπηρεσιών σε Ευρυζωνικά Δίκτυα**

Όπως προαναφέρθηκε στην εισαγωγή του παρόντος κειμένου, οι κύριες πολιτικές τιμολόγησης των δικτυακών υπηρεσιών από τους προμηθευτές βασίζονται συνήθως σε ομοιόμορφες χρεώσεις (flat rate charges) και σε

σταθερές χρεώσεις (connection based charges). Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι σήμερα κυριαρχεί ένα παγκόσμιο status quo τηλεπικοινωνιακών χρεώσεων ή καλύτερα μία σύμβαση ή ρύθμιση των ιστορικών πρακτικών τιμολόγησης η οποία αναπτύχθηκε με το χρόνο. Η ιστορία αυτή έχει επηρεαστεί κατά καιρούς από παράγοντες όπως: κρατικά μονοπώλια, κοινωνικούς στόχους, διεθνείς πρακτικές κ.α.<sup>4</sup> Η γενική τιμολογιακή πολιτική των τηλεπικοινωνιακών εταιριών σ' όλες τις χώρες παραμένει αυτή των αναλογικών τηλεφωνικών δικτύων που βασίζεται στην χρέωση της σύνδεσης, την μίσθωση της γραμμής και της χρέωση χρήσης.

Παρατηρούμε δηλαδή ότι τα χαρακτηριστικά των τωρινών μεθόδων τιμολόγησης ευρυζωνικών υπηρεσιών αντικατοπτρίζουν το γεγονός ότι οι δομές και οι αρχές τους έχουν συλληφθεί στο παρελθόν. Τα χαρακτηριστικά αυτών των δομών είναι τα εξής: οι πόροι που χρησιμοποιούνταν από το δίκτυο δεν ήταν διαμοιραζόμενοι, τα οικονομικά των δικτύων ήταν διαφορετικά, οι χρήστες ήταν παθητικοί, τα τερματικά των χρηστών ήταν σχετικά πεπαλαιωμένα σε σχέση με τώρα κ.α.

Δύο είναι οι σημαντικότεροι λόγοι για την υλοποίηση διαφορετικών μεθόδων τιμολόγησης και χρέωσης των ευρυζωνικών δικτύων. Ο πρώτος έχει να κάνει με την βιωσιμότητα και επεκτασιμότητα των συγκεκριμένων δικτύων, και ο δεύτερος με την χρησιμοποίηση του πρωτοκόλλου ATM. Στην πρώτη περίπτωση η σωστή τιμολόγηση και χρέωση σύγχρονων ευρυζωνικών υπηρεσιών είναι απαραίτητη για την επιτυχημένη λειτουργία του συστήματος. Κατάλληλες τιμολογιακές πολιτικές χρειάζονται ώστε το δίκτυο να ανακτήσει το κόστος λειτουργίας του με έναν ανταγωνιστικό και δίκαιο τρόπο από τους τελικούς χρήστες, ώστε να κατανείμει αποτελεσματικά τους πόρους του<sup>6</sup>. Όσον αφορά τα ευρυζωνικά ATM δίκτυα, η χρησιμοποίηση των συμβατικών πολιτικών τιμολόγησης, θα είναι αναποτελεσματική καθώς δεν λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά των ATM δικτύων όπως οι απαιτήσεις σε ποιότητα υπηρεσιών, ο διαμοιρασμός του μέσου και η ενοποίηση των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου<sup>4</sup>.

Γι' αυτό το λόγο έχει προταθεί από ένα μεγάλο μέρος της ακαδημαϊκής κοινότητας η χρήση διαφορετικών μεθόδων τιμολόγησης και χρέωσης, σχημάτων usage based charge, δηλαδή σχημάτων τιμολόγησης με βάση την χρήση του μέσου. Η οικονομική θεωρία πιστεύει ότι αυτός ο τρόπος



τιμολόγησης θα χρησιμοποιείται από τις εταιρίες σε περίπτωση τέλειου ανταγωνισμού.

### 3.1 Επιθυμητά χαρακτηριστικά των χρεώσεων

Παραδοσιακά οι οικονομολόγοι, βλέπουν την τιμολόγηση ως μία αφηρημένη έννοια και δεν υπολογίζουν την βιωσιμότητα των μηχανισμών τιμολόγησης. Πρέπει να τονίσουμε εδώ ότι ο μηχανισμός τιμολόγησης πρέπει να είναι βιώσιμος και οικονομικός. Ποιος ο λόγος να χρεώσουμε τον χρήστη, αν το κόστος της χρέωσης αυτής ξεπερνάει το ποσό που χρεώνουμε σε αυτόν; Επιπρόσθετα, αφού δεν είναι μόνο μία η συγκεκριμένη πολιτική τιμολόγησης που είναι εφαρμόσιμη, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε κάποια χαρακτηριστικά του επιθυμητού τιμολογιακού σχήματος<sup>7</sup>. Αυτά είναι:

- Οι τιμές πρέπει να ενθαρρύνουν τους χρήστες να χρησιμοποιούν το δίκτυο όταν σε αυτό δεν παρατηρείται μεγάλη συμφόρηση με το να επηρεάζουν την ζήτηση στο χρόνο.
- Οι τιμές πρέπει να παίρνουν υπόψη την επίδραση του τωρινού φορτίου στη μελλοντική ζήτηση.
- Η τιμολόγηση πρέπει να γίνεται πιο χονδρικά απ' ότι χρεώνοντας ξεχωριστά τα πακέτα έτσι ώστε να είναι ευκολότερη και πιο οικονομική στην υλοποίηση της.
- Οι τιμές πρέπει να αντικατοπτρίζουν το φορτίο των κόμβων του δικτύου (routers, gateways).
- Η μέθοδος τιμολόγησης πρέπει να εφαρμόζεται σε τελείως αποκεντρωμένο επίπεδο, για παράδειγμα ζητώντας στοιχεία επίδοσης σε κάθε κόμβο και να υπολογίζεται αυτόματα η χρέωση εκεί και όχι κάπου συγκεντρωτικά. Ειδιάλλως, το κόστος που μπορεί να προκληθεί μπορεί να ισοσκελιστεί με τα έσοδα ή ακόμα και να τα ξεπεράσει.
- Πρέπει να εφαρμόζονται σ' αυτά οι ποιότητες των υπηρεσιών που προσφέρονται ώστε οι χρήστες και οι εφαρμογές να κάνουν χρήση αυτών.
- Η μέθοδος τιμολόγησης πρέπει να εφαρμοστεί με τέτοιο τρόπο ώστε οι χρήστες να έχουν κίνητρα να παίρνουν αποφάσεις για την τιμή που θα πληρώσουν και οι προμηθευτές των υπηρεσιών να έχουν κι αυτοί με την σειρά τους κίνητρα ώστε να παρέχουν την απαιτούμενη ποιότητα μέσο των κερδών που θα τους αποφέρει η μέθοδος τιμολόγησης.

Δυστυχώς αυτό δεν είναι κάτι το οποίο υλοποιείται εύκολα, και πρέπει να εξεταστούν πολύ σοβαρά οι παραπάνω προϋποθέσεις από τους προμηθευτές των ευρυζωνικών υπηρεσιών ώστε να καταλήξουν στην κατάλληλη μέθοδο τιμολόγησης.

### 3.2 Συμφωνίες Επιπέδων Υπηρεσιών (Service Level Agreements)

Οι συμφωνίες Επιπέδων Υπηρεσιών – Service Level Agreements είναι ουσιαστικά ένα συμβόλαιο μεταξύ του χρήστη της υπηρεσίας και του προμηθευτή αυτής. Μπορούμε να κάνουμε μια διάκριση μεταξύ των χρηστών της υπηρεσίας, σε τελικούς χρήστες που θα χρησιμοποιήσουν την υπηρεσία και σε εταιρίες οι οποίες θα μεταπωλήσουν την υπηρεσία. Όσον αφορά τις εταιρίες που εκμεταλλεύονται τις υπηρεσίες, με σκοπό την μεταπώληση τους, οι SLA's δεν είναι κάτι καινούργιο καθώς χρησιμοποιούνται κατά κόρων μεταξύ των προμηθευτών υπηρεσιών στους τελικούς χρήστες και στους μεγαλοπαρόχους δικτυακής υποδομής. Στην περίπτωση του κειμένου αυτού, θα αναφερθούμε στις συμφωνίες επιπέδων υπηρεσιών μεταξύ του προμηθευτή της υπηρεσίας και του τελικού χρήστη.

Η διάδοση των ευρυζωνικών δικτύων στους τελικούς χρήστες, απαιτεί και αυτή ένα είδους συμβολαίου μεταξύ του end-user και του ISP (Internet Service Provider). Σ' ένα τέτοιο περιβάλλον, οι συμφωνίες αυτές μπορούν να παίξουν ένα καθοριστικό ρόλο στην δημιουργία μιας υγιούς και ανταγωνιστικής αγοράς ευρυζωνικών υπηρεσιών<sup>8</sup>.

Σύμφωνα πάντα με την ποιότητα των υπηρεσιών που απαιτεί κάθε χρήστης, θα πρέπει να υλοποιηθούν και αντίστοιχα συμβόλαια που θα αναφέρουν τις παραμέτρους της χρήσης, της χρέωσης και της παροχής των υπηρεσιών του δικτύου. Τα συμβόλαια αυτά, πάντως, δεν πρέπει να είναι τόσο αναλυτικά και τεχνικά όπως στην περίπτωση μεταξύ των ISP, ώστε να μην αποθαρρυνθεί ο χρήστης και η σύγκριση μεταξύ των υπηρεσιών που προσφέρουν οι ISP's να είναι εύκολη. Σε κάθε περίπτωση, τα συμβόλαια πρέπει να απαρτίζονται από τα παρακάτω στοιχεία:

- τις συμβαλλόμενες πλευρές που υπογράφουν το συμβόλαιο
- τα ειδικά χαρακτηριστικά της υπηρεσίας που προσφέρεται

- την ποιότητα των υπηρεσιών που συμφωνείται
- τους περιορισμούς που επιβάλλονται
- τον έλεγχο και την προστασία των συμβαλλόμενων
- την συμφωνία δασμών που ορίζεται
- τις διαδικασίες χρέωσης της υπηρεσίας
- τις προβλεπόμενες ποινές και εκπτώσεις που μπορεί να υπάρχουν
- τις εγκαταστάσεις παρακολούθησης της χρέωσης

Όλα τα παραπάνω πρέπει να περιγράφονται με διαυγή και κατανοητό τρόπο ώστε να μην δημιουργούνται παρεξηγήσεις μεταξύ των εμπλεκόμενων πλευρών.

### 3.3 Μέθοδοι Τιμολόγησης

Οι μέθοδοι τιμολόγησης μπορούν να καταταχθούν σε δύο κατηγορίες. Αυτές αναφέρονται ως στατικές ή δυναμικές μέθοδοι τιμολόγησης. Στις στατικές μεθόδους τιμολόγησης οι τιμές είναι προκαθορισμένες και εξαρτώνται από τις υπηρεσίες που απαιτεί ο χρήστης. Παραδείγματα τέτοιων μεθόδων είναι η ομοιόμορφη χρέωση (flat rate charges). Χαρακτηριστικό της στατικής μεθόδου τιμολόγησης είναι ότι η συνολική χρέωση κάθε τελικού χρήστη μπορεί να υπολογιστεί εξ αρχής. Αντίθετα οι δυναμικές μέθοδοι τιμολόγησης μεταβάλλονται είτε με αργούς είτε με γρήγορους ρυθμούς. Μέθοδοι δυναμικής τιμολόγησης θεωρούνται η χρέωση χρήσης (usage based charges), η σταθερή χρέωση (connection rate charges) και η χρέωση όγκου δεδομένων (volume rate charges). Στην χρέωση χρήσης η οποία έχει και πολλές παραλλαγές στις οποίες θ' αναφερθούμε εκτενέστερα παρακάτω.

#### 3.3.1 Στατικές Μέθοδοι Τιμολόγησης

Σύμφωνα με την **ομοιόμορφη μέθοδο τιμολόγησης (flat rate charging)**, ο χρήστης πληρώνει ένα σταθερό ποσό για ένα σταθερό χρονικό διάστημα για απεριόριστη χρήση<sup>9</sup>. Οι ομοιόμορφες χρεώσεις δεν αποθαρρύνουν το χρήστη στην αναζήτηση νέων υπηρεσιών στο διαδίκτυο. Είναι επίσης αρκετά ενδιαφέρουσες προς τον τελικό χρήστη καθώς μπορούν να υπολογίσουν ακριβώς την χρέωση του και έτσι ο χρήστης δεν ενοχλείται με την χρήση ενός μετρητή. Εφόσον οι τελικοί χρήστες αποφασίσουν να

πληρώσουν ένα συγκεκριμένο σταθερό ποσό στην αρχή κάθε μήνα, το μόνο κόστος που έχουν να αντιμετωπίσουν είναι αυτό του χρόνου. Από την πλευρά του ISP, τα προτερήματα της συγκεκριμένης μεθόδου τιμολόγησης είναι ότι είναι αρκετά απλή μέθοδος τιμολόγησης και τους παρέχει ένα σταθερό και προβλέψιμο έσοδο. Παρ' όλα αυτά η μέθοδος αυτή έχει αρκετά μειονεκτήματα. Τα κυριότερα είναι η έλλειψη δίκαιης μεταχείρισης μεταξύ των χρηστών, η επιδείνωση της ποιότητας των υπηρεσιών που προκαλείται από υπερβολική χρήση του δικτύου και ο περιορισμός στην αναβάθμιση των υπηρεσιών στην αγορά των ευρυζωνικών δικτύων. Επειδή οι τελικοί χρήστες καθώς και οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν διαφοροποιούνται αρκετά μεταξύ τους, το πλήθος των δεδομένων που μεταφέρεται σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους μεταβάλλεται συχνά και σε μεγάλο βαθμό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την “επιδότηση” των χρηστών με πολλές απαιτήσεις από αυτούς με μικρές ή και μεσαίες απαιτήσεις. Καταλήγουμε έτσι στο συμπέρασμα ότι η μέθοδος αυτή δεν είναι δίκαιη. Ένα άλλο μειονέκτημα της ομοιόμορφης μεθόδου τιμολόγησης είναι ότι κάποια στιγμή η συμφόρηση του δικτύου είναι αναπόφευκτη. Δεν υπάρχει χρηματικό όριο για την χρήση του δικτύου. Έτσι δεν υπάρχει κανένα κίνητρο για να περιορίσει κανείς την χρήση του δικτύου σε περίπτωση συμφόρησης. Το άμεσο αποτέλεσμα είναι η υποβάθμιση των επιπέδων ποιότητας για όλους. Τέλος, με το δεδομένο ότι η ζήτηση συνεχώς αυξάνεται και ο ISP χρησιμοποιεί την συγκεκριμένη μέθοδο τιμολόγησης, θέλοντας να καλύψει την επιπλέον ζήτηση αναγκάζεται να αυξήσει τις τιμές του για να επενδύσει σε δικτυακές υποδομές. Αυτό δημιουργεί ένα αρνητικό φαινόμενο ανατροφοδότησης το οποίο θα καταστήσει εν καιρώ την υπηρεσία μη κερδοφόρα. Σε γενικές γραμμές, η χρησιμοποίηση αυτής της μεθόδου καθυστερεί την ανάπτυξη της αγοράς.

### 3.3.2 Δυναμικές Μέθοδοι Τιμολόγησης

Όσον αφορά την μέθοδο σταθερής χρέωσης, δεν θ' αναφερθούμε σ' αυτήν καθώς η χρησιμοποίησή της έχει εφαρμογή μόνο σε σύνδεση στο διαδίκτυο μέσω του τηλεφωνικού δικτύου και όχι για συνδέσεις που είναι πάντα ενεργές όπως στην περίπτωση των ευρυζωνικών υπηρεσιών.

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε καθαρά με το σχήμα των usage based charging όπου έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη και διερεύνηση καινούργιων μεθοδολογιών τιμολόγησης.

Το σχήμα των usage based charges θεωρείται επιθυμητό από τους ερευνητές λόγω τις σχέσης μεταξύ των τιμών και των τελικών χρηστών. Ένας βασικός ρόλος των τιμών είναι να παρουσιάζουν πληροφορίες στους χρήστες για το αληθινό κόστος των πράξεων τους<sup>10</sup>. Αν οι τιμές αντικατοπτρίζουν το κόστος με ακρίβεια τότε οι χρήστες θα μπορούν να συγκρίνουν τα κέρδη από τις πράξεις τους με το κόστος των πράξεων τους και να πάρουν σωστές αποφάσεις. Έτσι, ερευνητές έχουν παρουσιάσει κατά περιόδους τα δικά τους προτεινόμενα τιμολογιακά σχήματα για υπηρεσίες ευρυζωνικών ATM δικτύων. Οι πιο σημαντικές προτάσεις πάνω στην χρέωση ευρυζωνικών υπηρεσιών αναφέρονται παρακάτω<sup>11</sup>.

#### *Effective Bandwidth Approach 1*

Η συγκεκριμένη μέθοδος τιμολόγησης παρουσιάζεται σε πολλά ερευνητικά άρθρα, το καθένα απ' αυτά τονίζει μια διαφορετική πλευρά, από τους ερευνητές Kelly, Songhurst, Κουρκουμπέτη, Σήρη, Σταμούλη και Weber. Τα περισσότερα από τα ερευνητικά άρθρα είναι βασισμένα πάνω ερευνητικές δραστηριότητες του προγράμματος CA\$hMAN, που λειτούργησε υπό την ομπρέλα του προγράμματος ACTS της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η μέθοδος αυτή θεωρείται και connection based charging καθώς στηρίζεται ιδιαίτερα στην διάρκεια της σύνδεσης.

#### *Effective Bandwidth Approach 2*

Μία απλή μέθοδος χρέωσης που προτάθηκε από τον Lindberger όπου για κάθε σύνδεση η χρέωση  $C$  υπολογίζεται από την συνάρτηση

$$C = K_{L,T} x d x t$$

Οι ακόλουθοι ορισμοί ισχύουν:  $K_{L,T}$  είναι ο συντελεστής που εξαρτάται από την απόσταση, την ημέρα και την ώρα,  $d$  η εκτίμηση του εφικτού εύρους ζώνης για την σύνδεση και  $t$  η διάρκεια της σύνδεσης.

#### *Mean Bandwidth Approach*

Η μέθοδος χρέωσης mean bandwidth approach προτάθηκε από τον Botvich και είναι αποτέλεσμα του ερευνητικού προγράμματος CANCAN που χρηματοδοτήθηκε επίσης από την Ευρωπαϊκή Ένωση (πρόγραμμα ACTS). Για κάθε σύνδεση η χρέωση  $C$  υπολογίζεται από την συνάρτηση

$$C = \alpha \times K \times m \times t$$

Για την παραπάνω συνάρτηση οι ακόλουθοι ορισμοί ισχύουν:  $t$  η διάρκεια της σύνδεσης,  $m$  ο μέσος όρος δεδομένων της σύνδεσης,  $\alpha$  μια σταθερά που εξαρτάται από την ώρα της ημέρας και  $K$  ο συντελεστής που προσπαθεί να προβλέψει τον λόγο  $d/m$  όπου  $d$  υποδηλώνεται το εφικτό εύρος ζώνης.

#### *Design Rate Approach*

Πρόκειται για μια νέα μέθοδο χρέωσης η οποία προτάθηκε από τους ερευνητές Griffiths, Miah και Cuthber, η οποία βασίστηκε σε προηγούμενη εργασία του Griffiths. Σ' αυτή την μέθοδο χρέωσης, η χρεώσεις  $C$  μια σύνδεσης υπολογίζονται ως εξής:

$$C = \alpha \times D \times t$$

Όπου το  $t$  υποδηλώνει την διάρκεια της σύνδεσης, το  $\alpha$  μία σταθερά και το  $D$  αναπαριστά το επονομαζόμενο Design Rate το οποίο μπορεί να οριστεί από τον χρήστη. Το Design Rate αντιστοιχεί στον ρυθμό του σχηματιστή ροής (traffic shaper) που είναι αφοσιωμένος στην σύνδεση. Ο σχηματιστής αυτός μπορεί να βρίσκεται στην τελική συσκευή ή στο εσωτερικό του δικτύου.

### 3.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Μεθόδων Τιμολόγησης

Στο σημείο αυτό θα παρουσιάσουμε τα πλεονέκτημα και μειονεκτήματα που παρουσιάζουν δύο μέθοδοι τιμολόγησης που απαντώνται συχνά. Ο πρώτος στο πραγματικό περιβάλλον (flat rate charges) και ο δεύτερος κυρίως σε επιστημονικές εργασίες (usage based charges).

Όσον αφορά τις flat rate charges στα ευρυζωνικά δίκτυα το βασικό του πλεονέκτημα είναι η σταθερότητα των τιμών. Η σταθερότητα αυτή παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για τον χρήστη και αυτό διαφαίνεται και από έρευνες που έχουν γίνει κατά καιρούς ως προς την συμπεριφορά των χρηστών προς διαφορετικές μεθόδους τιμολόγησης.

Μελέτες πάνω στην ζήτηση τηλεφωνικών υπηρεσιών έδειξαν ότι οι χρήστες προτιμούν flat rate τιμές απ' ότι υπολογιζόμενες (measure). Επιπλέον έρευνες έδειξαν ότι οι χρήστες που παύουν τις τηλεφωνικές τους υπηρεσίες είτε με πρόθεση είτε από αδυναμία τακτοποίησης των λογαριασμών τους, το πράττουν είτε λόγω της αβεβαιότητας που προσδίδει η μέθοδος χρέωσης usage

based, είτε διότι δεν μπορούν να υπολογίσουν σωστά το ποσό του λογαριασμού τους και δεν μπορούν να ανταποκριθούν σ' αυτό. Πρόσφατα, μελέτες που αφορούν την πρόσβαση στο διαδίκτυο έδειξαν ότι οι τελικοί χρήστες προτιμούν την βεβαιότητα στις τιμές. Τα αποτελέσματα του πειράματος INDEX (Internet Demand Experiment) έδειξαν ότι οι χρήστες προτιμούν την χρέωση flat rate, παρόλο που η χρέωση usage based ήταν συγκρίσιμη με αυτήν. Επίσης, ομοιόμορφες (flat) χρεώσεις επιλέχθηκαν από τους χρήστες ακόμα και όταν οι αντίστοιχες εβδομαδιαίες χρεώσεις με usage based χρέωση ήταν μικρότερες<sup>12</sup>.

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι ο τελικός χρήστης προτιμά την σταθερότητα και βεβαιότητα που του παρέχει μία τέτοια πολιτική τιμολόγησης, από την αβεβαιότητα που θα του παρέχει η πολιτική usage based. Ένα άλλο πλεονέκτημα του συγκεκριμένου τρόπου χρέωσης από την πλευρά του ISP είναι και η ευκολία στην επεξεργασία των λογαριασμών των χρηστών, κρατώντας παράλληλα το κόστος τιμολόγησης σε χαμηλά επίπεδα. Τέλος, πέρα από την βεβαιότητα των τελικών χρηστών όσον αφορά τα επίπεδα τιμών, και οι ISPs μπορούν να γνωρίζουν εκ των προτέρων το μέγεθος των εσόδων που θα εισρεύσουν και έτσι θα μπορούν να σχεδιάζουν πολιτικές επέκτασης με περισσότερη ασφάλεια.

Το κύριο μειονέκτημα των flat rate χρεώσεων σε ευρυζωνικά δίκτυα είναι η μη υποστήριξη των μηχανισμών που θέτουν τα επίπεδα ποιότητας μέσω του συστήματος τιμών. Έτσι, το πιο πιθανό είναι να καταλήξουμε σ' ένα δίκτυο με μεγάλη συμφόρηση αφού σχεδόν όλοι οι χρήστες θα επιλέγουν ανώτερες υπηρεσίες CBR και VBR ακόμα και για απλές διεργασίες, εκτός και αν επικρατήσει μία άτυπη συμφωνία μεταξύ των χρηστών ή προστεθούν εσωτερικοί μηχανισμοί ελέγχου ώστε να αποφεύγεται η συμφόρηση. Ένα άλλο μειονέκτημα των flat rate χρεώσεων είναι σύμφωνα με τους οικονομολόγους, και η παγίωση των κερδών, πράγμα που μπορεί να οδηγήσει στο φαινόμενο της αρνητικής ανατροφοδότησης, δηλαδή με την αύξηση των χρηστών και την ανάπτυξη περισσότερων υποδομών από τους ISP τα κέρδη θα μειώνονται.

Τα πλεονέκτημα που σημειώνονται από την χρησιμοποίηση της μεθόδου τιμολόγησης usage based σε ευρυζωνικά δίκτυα είναι τα εξής:

Αντιστοίχιση των επιπέδων ποιότητας υπηρεσιών (QoS) με κατάλληλες τιμολογιακές πολιτικές. Σαν αποτέλεσμα, επιτυγχάνεται καλύτερη αξιοποίηση των πόρων των δικτύων, αποτρέπονται φαινόμενα συμφόρησης και αυξάνεται η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Επικράτηση ενός δικαίου στα επίπεδα χρεώσεων μεταξύ των χρηστών. Οι χρήστες που δεν καταναλώνουν πολλούς πόρους του δικτύου πληρώνουν λιγότερο, ενώ οι χρήστες με αυξημένες απαιτήσεις σε πόρους περισσότερο. Παύει έτσι να ισχύει το φαινόμενο της “επιδότησης” των απαιτητικών χρηστών από τους χρήστες που δεν καταναλώνουν πολλούς πόρους.

Αντιθέτως, το κυριότερο μειονέκτημα του συγκεκριμένου χρεωστικού σχήματος, είναι ότι δεν έχει την αποδοχή από την ευρύ βάση των χρηστών πράγμα που φάνηκε και από τις μελέτες και έρευνες που παραθέσαμε παραπάνω και κυρίως ότι προς το παρόν η υλοποίηση του απαιτεί υψηλό λογιστικό κόστος από πλευράς των ISP.

#### **4. Συμπεράσματα – Συστάσεις**

Αναμφίβολα το μέλλον το δικτύων πορεύεται προς την ευρυζωνική εποχή (broadband era). Τόσο οι υπηρεσίες που παρέχονται από το διαδίκτυο σήμερα αλλά και στο μέλλον, άλλα και ο ρυθμός αύξησης των χρηστών του διαδικτύου συνδράμουν στο συμπέρασμα ότι τα ευρυζωνικά δίκτυα θα αντικαταστήσουν σιγά αλλά σταθερά της υπάρχουσες δομές. Μεγάλη στροφή θα παρατηρηθεί και στα φυσικά μέσα μεταφοράς δεδομένων καθώς οι οπτικές ίνες θα αντικαταστήσουν και αυτές με την σειρά τους την υπάρχουσα καλωδίωση, φτάνοντας ως τους οικιστικούς και επαγγελματικούς χώρους. Με την έλευση των οπτικών ινών, των ασύρματων δικτύων και τη χρησιμοποίηση του πρωτοκόλλου ATM, είναι πιθανή η πολυπόθητη ενοποίηση των μέσων, ώστε να οδηγηθούμε σ’ ένα καθολικό δίκτυο πληροφοριών, όπως είχαν οραματιστεί οι πρωτεργάτες του B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network) πριν από σχεδόν 15 χρόνια.

Το σενάριο αυτό όμως μοιάζει τελείως ουτοπικό, τουλάχιστον για τα επόμενα 5 με 10 χρόνια, δεδομένου των τωρινών τεχνολογικών, οικονομικών και κοινωνικών συνθηκών.

Οι ελλείψεις σε ευρυζωνικές υποδομές είναι φανερή ακόμα και σε αναπτυγμένα κράτη, και προϋποθέτοντας ότι η τεχνολογική υποδομή θα



προέλθει μέσω των εσόδων των ιδιωτικών εταιριών από εμάς τους χρήστες, θα καθυστερήσει ακόμα περισσότερο, δεδομένου ότι ακόμα ο μεγαλύτερος αριθμός των εταιριών βασίζονται σε πεπαλαιωμένα τιμολογιακά συστήματα τα οποία δεν αντικατοπτρίζουν τις σημερινές δικτυακές υπηρεσίες.

Αυτό που χρειάζεται είναι ένας συνδυασμός των τριών συνθηκών που αναφέραμε παραπάνω (τεχνολογικές, οικονομικές, κοινωνικές), ο οποίος θα βασίζεται στους εξής άξονες:

- Αυξημένη κρατική παρέμβαση σε θέματα ευρυζωνικών δικτύων. Το κράτος πρέπει να συνεχίσει σε συνδυασμό με τις ιδιωτικές εταιρίες την ανάπτυξη όλου και περισσότερων ευρυζωνικών πλατφόρμων προς τους τελικούς χρήστες.

- Αλλαγή νοοτροπίας από πλευράς χρηστών αλλά και εταιριών σε θέματα τιμολογιακής πολιτικής.

- Περισσότερα κονδύλια σε θέματα έρευνας και τεχνολογίας, εγρήγορση των επιστημόνων. Μεγαλύτερη συνεργασία μεταξύ φορέων για την ανάπτυξη προτύπων και τεχνολογιών οι οποίες θα μας βοηθήσουν να ξεπεράσουμε γρήγορα την μεταβατική περίοδο στην οποία βρισκόμαστε.

Όσον αφορά το θέμα της τιμολόγησης των ευρυζωνικών υπηρεσιών υπάρχουν αρκετά εμπόδια αλλά και ασάφειες οι οποίες πρέπει να ξεκαθαριστούν ώστε να οδηγηθούμε στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου τιμολογιακού συστήματος για ευρυζωνικά δίκτυα. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη εργαλείων διοίκησης που θα επιτρέπουν τους ISP να λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με το ύψος των χρεώσεών τους. Τέτοια εργαλεία πρέπει να είναι εύχρηστα και να οδηγούν σε σωστές αποφάσεις. Επίσης πρέπει να δοθούν απαντήσεις και άρα να ερευνηθούν περισσότερο σημαντικά θέματα τιμολόγησης τα οποία ακόμα παραμένουν εκκρεμή όπως, το ποιος θα χρεωθεί για την ανταλλαγή των πληροφοριών, ο αποστολέας ή ο παραλήπτης, ποιος θα λαμβάνει την πληρωμή, το δίκτυο στο οποίο ο χρήστης είναι συνδεδεμένος ή όλα τα δίκτυα που παρεμβλήθηκαν μεταξύ του αποστολέα και του παραλήπτη κ.α. Οποιοσδήποτε όμως και αν είναι οι εξελίξεις, αυτό που πρέπει να διαφυλάξουμε είναι το κοινό μας μέσο, το διαδίκτυο.

## Πηγές

[1] Michael Gurstein, προσαρμογή από την επιστημονική ανακοίνωση *“Weaving Community With Community Fibre: Community Informatics and The Broadband*

**Revolution**”, Proceedings of the 35<sup>th</sup> Hawaii International Conference on Systems Sciences, 2002

[2] Richard Civile, Michael Gurstein, Kenneth Pigg, προσαρμογή από την επιστημονική ανακοίνωση “**Access to What? First Mile Issues for Rural Broadband**” 2001

[3] Bob Ellis, Myles Losch “**Last Mile Bandwidth Recap and Committee Survey Activity**” Computer graphics, May 1999

[4] Dawson Walker, Frank Kelly, Jonathan Solomon, “**Tariffing in the new IP/ATM environment**” Telecommunications Policy, Vol21, No4, pp283-295, 1997

[5] James W. Roberts, “**Quality of service guarantees and charging in multiservice networks**” France Telecom – CNET, May 1998

[6] Κώστας Κουρκουμπέτης, Βασίλειος Σήρης, Γιώργος Σταμούλης, Γιάννης Μαρκόπουλος “**Charging Issues for Services in Broadband Networks**” ΙΤΕ και Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών Πανεπιστημίου Κρήτης

[7] Aloc Gupta, Dale O. Stal, Andrew B. Whinston “**The Economics of Network Management**” Communications of the ACM, Vol42, No9, September 1999

[8] Lee W. McKnight, William Lehr “**A Broadband Access Market Framework: Towards Consumer Service Level Agreements**” Center for eBusiness at MIT, September 2000

[9] Jorn Altmann, Lee Rhodes “**Dynamic Netvalue Analyzer – A pricing Plan Modeling Tool for ISPs Using Actual Network Usage Data**” Proceedings of the 4<sup>th</sup> IEEE International Workshop on Advanced Issues of E-Commerce and Web-based Information Systems, 2002

[10] Jeffrey K. Mackie-Mason, Hal. R. Varian “**Some FAQs about usage-Based Pricing**” University of Michigan, 1994

[11] Stefan Bodamer “**Charging in Multi-Service Networks**” Universität Stuttgart, 1998

[12] Jörn Altmann, Björn Rupp, Pravin Varaiya “**Effects of Pricing on Internet User Behavior**” University of California at Berkeley, 2000

## Πηγές Διαδικτύου

[i1] <http://www.cordis.lu/en/home.html>

Η επίσημη ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για θέματα Έρευνας και Ανάπτυξης. Περιέχει πλήθος επιστημονικών άρθρων και δημοσιεύσεων από έρευνες που χρηματοδοτήθηκαν από την Ε.Ε όπως το πρόγραμμα ACTS

(Advanced Communication Technologies and Services) και το IST (User Friendly Information Society).

**[i2] <http://www.m3i.org>**

Η ιστοσελίδα του προγράμματος M3I (Market Managed Multiservice Internet) που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα IST της Ευρωπαϊκής Ένωσης με σκοπό τον σχεδιασμό και ανάπτυξη συστημάτων νέας γενιάς που θα επιτρέψουν στο διαδίκτυο την κατανομή των πόρων του σε σχέση με τις δυνάμεις της αγοράς. Ιδιαίτερο βάρος προς αυτή την κατεύθυνση δίνεται στις μεθόδους τιμολόγησης και στα επίπεδα ποιότητας υπηρεσιών (QOS).

**[i3] <http://www.acm.org/dl>**

Ιστοσελίδα της ψηφιακής βιβλιοθήκης της Οργάνωσης Υπολογιστικών Μηχανών (Association for Computer Machinery). Περιέχει πλήθος άρθρων που καλύπτουν σχεδόν όλο το φάσμα των τεχνικών και επιστημονικών μελετών πάνω σε θέματα πληροφορικής. Η πρόσβαση στις πηγές γίνεται μέσω του Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

**[i4] <http://www.stern.nyu.edu/networks/site.html>**

Πλήρης ενημερωμένη ιστοσελίδα πάνω σε θέματα οικονομίας δικτύων, παρέχοντας πληροφορίες όσων αφορά οικονομικά θέματα δικτύων, όπως τηλεφωνικών δικτύων και του διαδικτύου. Η ιστοσελίδα δημιουργήθηκε από τον Νικόλαο Οικονομίδη, καθηγητή Οικονομικών στο Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης.

**[i5] <http://mgmt.iisc.ernet.in/~netecon/use.html>**

Ιστοσελίδα της ομάδας έρευνας των Οικονομικών των Δικτύων του Ιδρύματος Τεχνολογίας της Ινδίας. Περιέχει χρήσιμους δεσμούς με διάφορες ιστοσελίδες που σχετίζονται με την έρευνα στο αντικείμενο των Οικονομικών των Δικτύων.

**[i6] <http://www.ics.forth.gr/netgroup/>**

Η ιστοσελίδα του Εργαστηρίου Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (ITE). Το εργαστήριο ασχολείται με την έρευνα πάνω σε θέματα απόδοσης δικτύων, ποιότητας υπηρεσιών, χρέωσης, κοστολόγησης κ.α. Επίσης, το εργαστήριο λειτουργεί και πλατφόρμες δοκιμών πρωτοκόλλων πάνω σε συγκεκριμένα πρότυπα.

**[i7] <http://www.statslab.cam.ac.uk/%7Efrank/cashman.html>**

Η ιστοσελίδα του προγράμματος CA\$hMAN που χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα ACTS. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 3 χρόνια και ο σκοπός του ήταν η ανάπτυξη και αξιολόγηση μελλοντικών μεθόδων τιμολόγησης υπηρεσιών σε δίκτυα δεδομένων.

**[i8] <http://www.fokus.gmd.de/research/cc/g lone/projects/susie/content.html>**

Η ιστοσελίδα του προγράμματος SUSIE, επίσης χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση με σκοπό την εξέταση, σχεδίαση, εφαρμογή και δοκιμή πιθανών λύσεων στα θέματα χρέωσης και λογιστικής πάνω σε δίκτυα με πρωτόκολλο IP για υπηρεσίες με βαθμούς ποιότητας εξυπηρέτησης (QOS Requirements).

**[i9] <http://computer.org/publications/dlib/>**

Ιστοσελίδα που περιλαμβάνει πλήρεις άρθρα και εισηγήσεις που έχουν δημοσιευτεί σε περιοδικά και συνέδρια της IEEE που αφορούν θέματα της επιστήμης των υπολογιστών. Η πρόσβαση γίνεται πάλι μέσω της βιβλιοθήκης του Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

**[i10] <http://www.teltec.dcu.ie/cancan/>**

Η ιστοσελίδα του προγράμματος CANCAN της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αφορά την έρευνα πάνω σε θέματα χρέωσης υπηρεσιών δικτύων ATM και ασχολείται με τον τρόπο με τον οποίο θα υπολογίζονται οι χρεώσεις και πως αυτές θα μπορέσουν να κομιστούν στους τελικούς χρήστες.