



[www.uom.gr](http://www.uom.gr)

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



**University of Macedonia**  
**Master Information Systems**

**Networking Technologies**  
**Professors: A.A. Economides & A. Pomportsis**



**Kaliviotis Dimitris**

**Thessaloniki 2006**



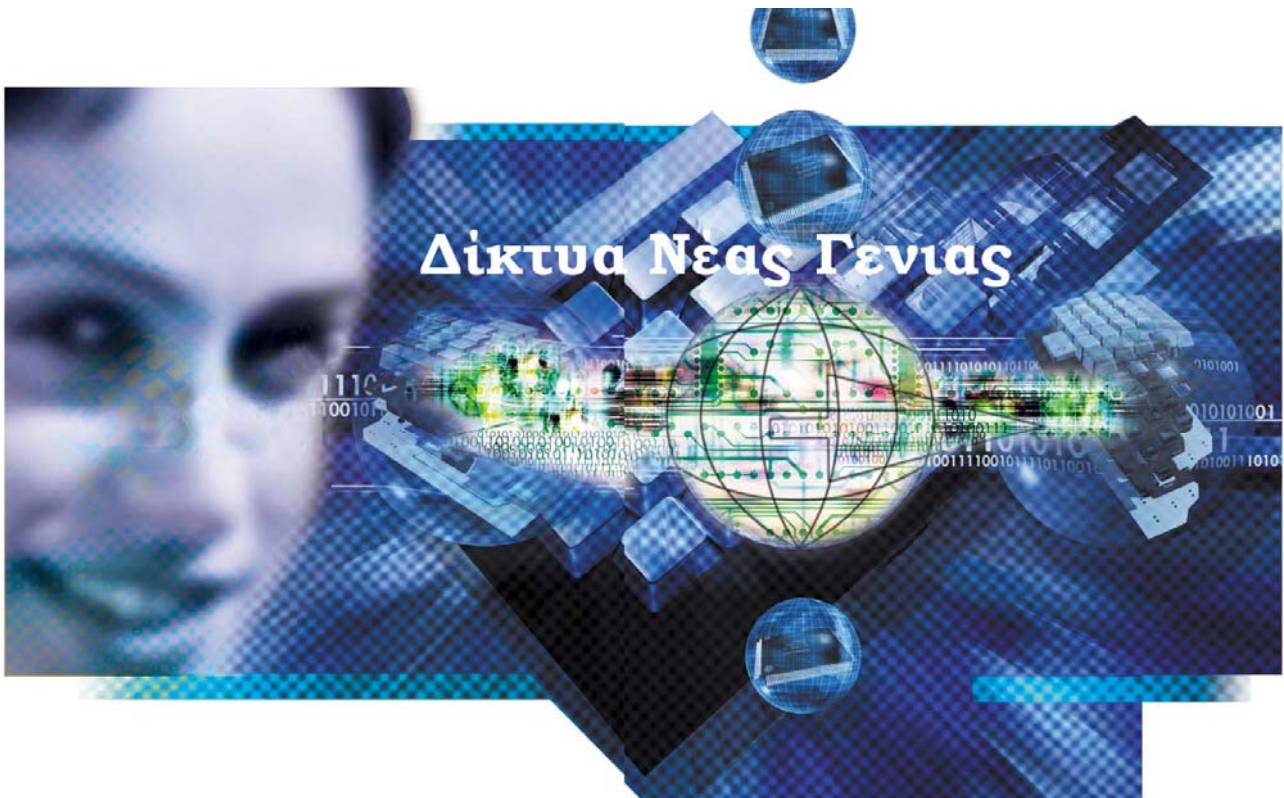
[www.uom.gr](http://www.uom.gr)

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



**Πανεπιστήμιο Μακεδονίας**  
**ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα**

**Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων**  
**Καθηγητές: Α.Α. Οικονομίδης & Α. Πομπόρτσης**



**Καλυβιώτης Δημήτρης**

**Θεσσαλονίκη 2006**

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει το θέμα των Δικτύων Νέας Γενιάς. Αρχικά γίνεται μια εισαγωγή στο θέμα σχετικά με το πώς προέκυψε η συζήτηση για τα Δίκτυα Νέας Γενιάς και αναφέρονται οι επικρατέστεροι ορισμοί καθώς και τα βασικότερα χαρακτηριστικά των δικτύων αυτών. Εν συνεχεία επιχειρείται μια ανάλυση των προτεινόμενων αρχιτεκτονικών και της διαστρωμάτωσής τους. Στις επόμενες ενότητες αναφέρονται οι παράγοντες που οδήγησαν και οδηγούν τις εξελίξεις στο ζήτημα αυτό, γίνεται μια αναφορά στους τρόπους μετάβασης σε ένα Δίκτυο Νέας Γενιάς και τέλος παρουσιάζονται κάποιες προκλήσεις και προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν.

## Abstract

The current paper refers to the subject of Next Generation Networks. Initially there is an introduction to the subject and how it came up and the prevailing definitions as well as the most basic characteristics are presented. Then we attempt an analysis of the suggested architectural structures and the layering. In the next chapters we refer to the major driving forces for deploying the Next Generation Networks as well as the migration path. Finally we discuss the challenges, limitation and the problems that arise in the deployment of NGN and how they should be faced.

# Περιεχόμενα

---

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....</b>	<b>1</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....</b>	<b>2</b>
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>4</b>
<b>2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΝΕΑΣ ΓΕΝΙΑΣ .....</b>	<b>7</b>
<b>3 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΝΕΑΣ ΓΕΝΙΑΣ .....</b>	<b>11</b>
<b>4 ΠΑΡΑΓΩΝΤΕΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΝΕΑΣ ΓΕΝΙΑΣ.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 ΔΟΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ .....</b>	<b>17</b>
<b>4.2 ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΙΣ ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ .....</b>	<b>18</b>
<b>4.3 ΠΡΟΟΔΟΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ .....</b>	<b>19</b>
<b>5 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΕ ΔΙΚΤΥΑ ΝΕΑΣ ΓΕΝΙΑΣ.....</b>	<b>20</b>
<b>6 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΝΕΑΣ ΓΕΝΙΑΣ.....</b>	<b>23</b>
<b>6.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ .....</b>	<b>23</b>
<b>6.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ .....</b>	<b>24</b>
<b>7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>26</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>28</b>

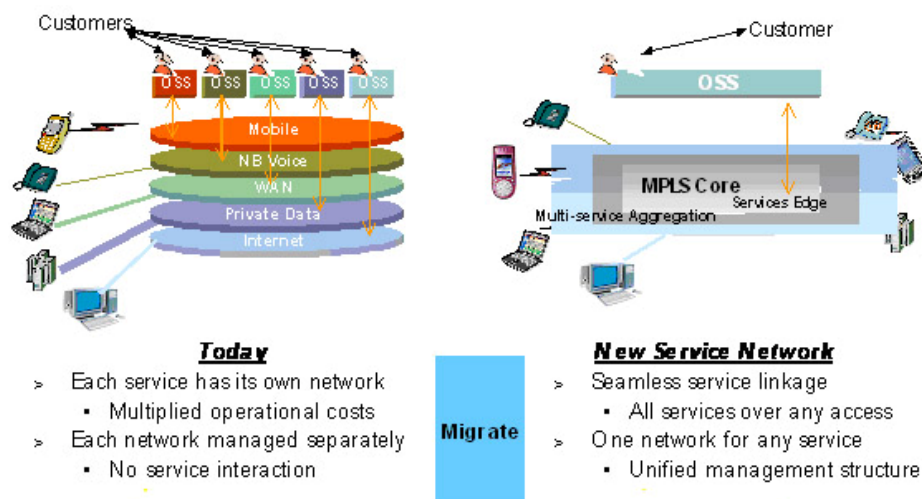
## Table of Contents

---

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>1</b>
<b>TABLE OF CONTENTS.....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>2 DEFINITION AND CHARACTERISTICS OF A NEXT GENERATION NETWORK.....</b>	<b>7</b>
<b>3 NETWORK ARCHITECTURE OF NGN .....</b>	<b>11</b>
<b>4 DRIVING FORCES FOR DEPLOYING NGN .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 STRUCTURAL CHANGES TO THE TELECOM MARKET.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2 CHANGE IN SERVICES AND USER NEEDS.....</b>	<b>18</b>
<b>4.3 TECHNOLOGICAL EVOLUTION .....</b>	<b>19</b>
<b>5 MIGRATION TO NEXT GENERATION NETWORKS .....</b>	<b>20</b>
<b>6 CHALLENGES AND LIMITATIONS IN THE DEVELOPMENT OF NGN .....</b>	<b>23</b>
<b>6.1 ECONOMIC CHALLENGES .....</b>	<b>23</b>
<b>6.2 TECHNICAL CHALLENGES.....</b>	<b>24</b>
<b>7 CONCLUSIONS.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>28</b>

## 1. Εισαγωγή

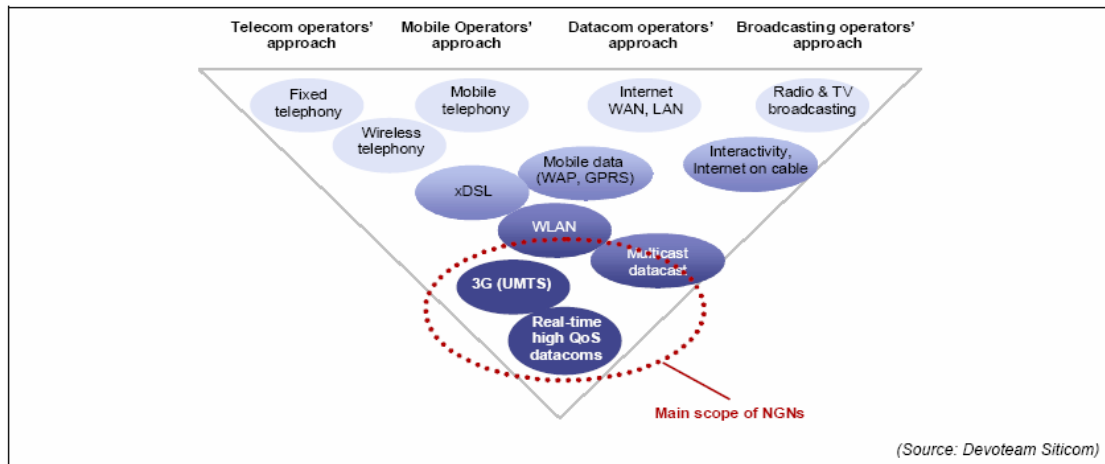
Τα τελευταία 15 χρόνια ο κόσμος των τηλεπικοινωνιών έχει να αντιμετωπίσει νέες προκλήσεις. Η χρήση των τηλεπικοινωνιακών δικτύων για την μεταφορά δεδομένων έχει αλλάξει τις απαιτήσεις όσον αφορά τις υποδομές και τεχνολογίες αλλά και γενικότερα τον τηλεπικοινωνιακό χάρτη. Σήμερα κάθε διαφορετική υπηρεσία εξυπηρετείται και από ένα ξεχωριστό και αποκλειστικό δίκτυο (τηλεφωνικό, δεδομένων (Internet, LANs κτλ), τηλεόρασης, κινητής τηλεφωνίας κτλ). Προβλέπεται ότι όλα αυτά τα ξεχωριστά δίκτυα θα αντικατασταθούν, ουσιαστικά θα ενσωματωθούν και θα συνυπάρξουν, σε ένα ενιαίο, ενοποιημένο δίκτυο που θα είναι σε θέση να παρέχει όλες τις απαραίτητες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες, το λεγόμενο και Δίκτυο Νέας Γενιάς (Next Generation Network – NGN).



Εικόνα 1 Μετάβαση προς ένα ενιαίο δίκτυο

Η ιδέα των Δικτύων Νέας Γενιάς εισήχθη ούτως ώστε να ληφθεί υπόψη η νέα πραγματικότητα στο χώρο των τηλεπικοινωνιών, η οποία προήλθε μεταξύ άλλων από τους παρακάτω παράγοντες: ανταγωνισμός μεταξύ των διαφόρων εταιριών λόγω της συνεχόμενης απελευθέρωσης των αγορών, έκρηξη στην κυκλοφορία ψηφιακών δεδομένων κυρίως λόγω της συνεχώς αυξανόμενης χρήσης του Διαδικτύου, την αυξανόμενη ζήτηση για νέες πολύμεσικές(multimedia) υπηρεσίες, την απαίτηση για

κινητικότητα, την ανάγκη για διασύνδεση των δικτύων και των υπηρεσιών και άλλα.<sup>1</sup>



Εικόνα 2 Προοπτικές και τεχνολογίες των Δικτύων Νέας Γενιάς (Πηγή: Devoteam Siticom)

Αρκετές από τις μεγάλες εταιρίες τηλεπικοινωνιών, πάροχοι Internet αλλά και διάφοροι άλλοι οργανισμοί που δεν προέρχονται από τον παραδοσιακό χώρο των τηλεπικοινωνιών όπως πάροχοι ψηφιακής τηλεόρασης, ενέργειας (ηλεκτρισμού κτλ) έχουν ήδη ξεκινήσει μελέτες και δοκιμές σχετικά με τις απαραίτητες υποδομές και υπηρεσίες για την μετάβαση σε ένα δίκτυο νέας γενιάς και σε πολλές περιπτώσεις έχουν ήδη ξεκινήσει την εφαρμογή του. Αυτές οι ραγδαίες αλλαγές δεν θα έχουν επίπτωση μόνο στο κλάδο των τηλεπικοινωνιών όπου όπως φαίνεται θα αλλάξουν πλήρως το μοντέλο το οποίο γνωρίζαμε μέχρι σήμερα αλλά θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων και σε άλλους κλάδους και γενικότερα στον τρόπο με τον οποίο διεξάγεται η επικοινωνία. Τα Δίκτυα Νέας Γενιάς αναμένεται να διευκολύνουν και να δώσουν άλλη μία ώθηση στο ηλεκτρονικό εμπόριο (e-commerce και e-business) καθώς θα είναι δυνατή η προσφορά πιο ελαστικών και προσαρμοσμένων υπηρεσιών προς τον πελάτη.

Η μετάβαση σε ένα Δίκτυο Νέας Γενιάς είναι σίγουρα μια πολύπλοκη υπόθεση και ο τρόπος με τον οποίο θα γίνει αυτή παραμένει ακόμα ασαφής. Οι διάφοροι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί καλούνται να πάρουν σημαντικές αποφάσεις ως προς την ανάπτυξη ενός ΔΝΓ και την ενσωμάτωσή του με το ήδη υπάρχον παλιό τους δίκτυο.

<sup>1</sup> ITU-T Recommendation Y.2001, “General Overview of NGN”, ITU-T, 2004

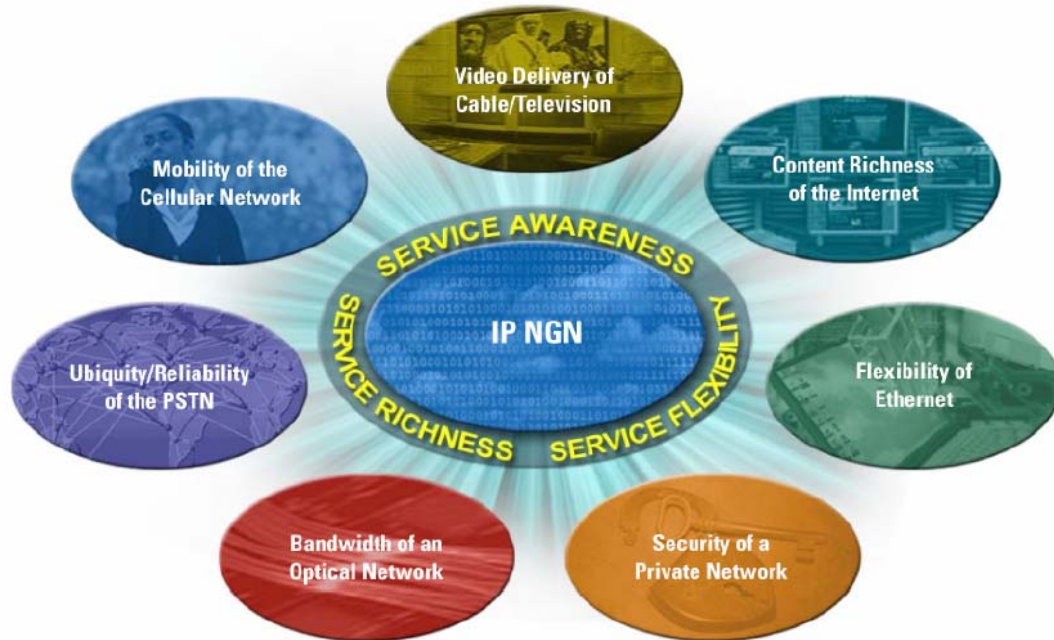
Μερικοί από τους παράγοντες που θα καθορίσουν τις αποφάσεις αυτές είναι και οι ακόλουθοι:

- **Κόστος:** η μετάβαση θα πρέπει να είναι συμφέρουσα και να έχει καλή ανταποδοτικότητα (ROI), αν λάβουμε υπόψη και το γεγονός ότι τα έσοδα που προέρχονται από την «κλασική» τηλεφωνία συνεχώς μειώνονται
- **Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of Service, QoS):** οι καταναλωτές αναμένουν άριστη ποιότητα υπηρεσιών κατά τη μετάδοση φωνής και τέτοια ποιότητα δύσκολα επιτυγχάνεται σε δίκτυα μεταγωγής πακέτων
- **Σχεδιασμός:** η πρόβλεψη αναγκών και ο σχεδιασμός για ένα δίκτυο είναι δυσκολότερος όταν έχουμε κυκλοφορία δεδομένων παρά στην κλασική τηλεφωνία
- **Επιλογή τεχνολογίας:** για τα δίκτυα μεταγωγής πακέτων, πολλαπλών υπηρεσιών (packet-based, multi-service networks), δύο είναι οι δεσπόζουσες τεχνολογίες: το IP και το ATM. Ωστόσο η επιλογή μίας εκ των δύο είναι δύσκολη, καθώς και οι δύο υποστηρίζονται από σημαντικούς παράγοντες του τομέα των τηλεπικοινωνιών.

Είναι επίσης σημαντικό τα Δίκτυα Νέας Γενιάς να είναι πιο σταθερά και αξιόπιστα από τα σημερινά καθώς η κοινωνία γενικότερα θα εξαρτάται όλο και περισσότερο από αυτά σε ένα περιβάλλον στο οποίο η μετάδοση πληροφοριών θα είναι συνυφασμένη με την καθημερινότητα.

Όπως βλέπουμε και στην παρακάτω εικόνα το ιδανικό Δίκτυο νέας γενιάς θα πρέπει να διατηρήσει τα καλύτερα χαρακτηριστικά από τα επιμέρους δίκτυα τα οποία και «ενσωματώνει». Δηλαδή να έχει την ποιότητα βίντεο της ψηφιακής τηλεόρασης, τον πλούτο περιεχομένου του Internet, την ελαστικότητα του Ethernet, την ασφάλεια ενός ιδιωτικού δικτύου, το εύρος ζώνης ενός οπτικού, την αξιοπιστία και την προσβασιμότητα του τηλεφωνικού δικτύου (PSTN) και την ευκινησία των δικτύων κινητής τηλεφωνίας.





Εικόνα 3 Χαρακτηριστικά ενός ιδανικού δικτύου νέας γενιάς (Πηγή: Cisco Systems)

## 2. Ορισμός και χαρακτηριστικά ενός Δικτύου Νέας Γενιάς (Next Generation Network)

---

Δεν υπάρχει ένας ενιαίος κοινά αποδεκτός ορισμός για τα Δίκτυα Νέας Γενιάς. Οι διάφοροι οργανισμοί που έχουν ασχοληθεί με το θέμα έχουν δώσει κάποιους αρκετά ευρείς ορισμούς ως προς τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ΔΝΓ. Παρακάτω θα εξεταστούν ορισμένοι από αυτούς τους ορισμούς.

Η ITU-T (ITU Telecommunication Standardization Sector), ο οργανισμός προτυποποίησης των τηλεπικοινωνιών της ITU (International Telecommunication Union), που είναι η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών δηλαδή η αρμόδια υπηρεσία του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για θέματα τηλεπικοινωνιών, έχει συντάξει μια Ομάδα Μελέτης (Study Group 13) η οποία ασχολείται αποκλειστικά με το θέμα των Δικτύων Νέας Γενιάς. Στην οδηγία της (Recommendation) που εξέδωσε τον 12/2004 υπ' αριθμόν Y.2001 General overview of NGN συμπεριέλαβε τον ακόλουθο ορισμό:

«Ένα Δίκτυο Νέας Γενιάς (NGN) είναι ένα δίκτυο βασιζόμενο στη μεταγωγή πακέτων (packet-based network) το οποίο είναι σε θέση να παρέχει τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες στους χρήστες και έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί πολλαπλές ευρυζωνικές, ποιοτικών υπηρεσιών (QoS-enabled) τεχνολογίες μετάδοσης στις οποίες οι λειτουργίες που σχετίζονται με τις υπηρεσίες είναι ανεξάρτητες από τις τεχνολογίες σχετιζόμενες με τη μετάδοση. Δίνει τη δυνατότητα ελεύθερης πρόσβασης των χρηστών στα δίκτυα και στους ανταγωνιζόμενους παροχείς υπηρεσιών καθώς και στις υπηρεσίες της επιλογής τους. Υποστηρίζει τη γενική κινητικότητα που επιτρέπει τη συνεχή και απανταχού παροχή υπηρεσιών προς τους χρήστες.»<sup>2</sup>

Το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (European Telecommunications Standards Institute - ETSI), που είναι ένας ανεξάρτητος οργανισμός παραγωγής προτύπων για τον ευρωπαϊκό χώρο και όχι μόνο, έχει συντάξει μια ομάδα για τη μελέτη των Δικτύων Νέας Γενιάς την NGN-SG (Next Generation Networks Starter Group) η οποία κατέληξε στα βασικά χαρακτηριστικά ενός Δικτύου Νέας Γενιάς. Αυτά συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Το βασικό χαρακτηριστικό των ΔΝΓ είναι η αποσύνδεση των υπηρεσιών και των δικτύων, αφήνοντας τα να προσφέρονται και να αναπτύσσονται ξεχωριστά (ξεκάθαρος διαχωρισμός μεταξύ λειτουργιών υπηρεσιών και μεταφοράς)
- Τα ΔΝΓ θα πρέπει να παρέχουν τις δυνατότητες (υποδομή, πρωτόκολλα, κτλ.) ώστε να είναι δυνατή η δημιουργία, η χρήση και ο έλεγχος κάθε είδους υπηρεσίας με τη χρήση APIs (Application Programming Interfaces). Αυτό περιλαμβάνει υπηρεσίες (υπάρχουσες ή μη) που χρησιμοποιούν κάθε είδους μέσα, ακουστικά, οπτικά, οπτικοακουστικά και κάθε είδους κωδικοποίηση
- Στα ΔΝΓ οι λειτουργικές οντότητες που ελέγχουν την πολιτική, τη συνεδρία, τα μέσα, τους πόρους, την παροχή υπηρεσιών, την ασφάλεια κτλ θα μπορεί να είναι διανεμημένες σε όλη τη δικτυακή υποδομή και στη νέα αλλά και στην προϋπάρχουσα. Η διασύνδεση μεταξύ των ΔΝΓ και των υπαρχόντων δικτύων όπως το PSTN, ISDN και το GSM θα γίνεται μέσω δικτυακών πυλών (Gateways)

---

<sup>2</sup> ITU-T Recommendation Y.2001, “General Overview of NGN”, ITU-T, 2004

- Τα ΔΝΓ θα υποστηρίζουν τόσο υπάρχουσες όσο και νέες "NGN aware" τερματικές συσκευές
- Η Ποιότητα Υπηρεσιών (QoS) για φωνητικές υπηρεσίες πραγματικού χρόνου (εγγυημένο εύρος ζώνης, εγγυημένες καθυστερήσεις, εγγυημένες απώλειες πακέτων) είναι ένα ζήτημα κλειδί το οποίο και πρέπει να λυθεί
- Τα ΔΝΓ θα χρειαστούν μηχανισμούς ασφαλείας για την προστασία ευαίσθητων πληροφοριών και για την προστασία από τη δόλια χρήση των υπηρεσιών

Η CITEI (Inter-American Telecommunication Commission) σε ένα τεχνικό εγχειρίδιο (technical notebook) που εξέδωσε το Μάρτιο του 2004 με τίτλο NEXT GENERATION NETWORKS Standards Overview έδωσε τον παρακάτω ορισμό:

«Τα δίκτυα νέας γενιάς είναι ενοποιημένα δίκτυα φωνής και δεδομένων και πολλαπλών υπηρεσιών (converged voice/data multi-service networks) που λειτουργούν σε ένα ελεύθερο ανταγωνιστικό περιβάλλον. Τα ΔΝΓ χρειάζονται μια αρχιτεκτονική η οποία θα επιτρέπει την πλήρη ενοποίηση νέων και παραδοσιακών τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών σε υψηλής ταχύτητας δίκτυα μεταγωγής πακέτων.»<sup>3</sup>

Από όλους τους παραπάνω ορισμούς προκύπτουν τα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία θα χαρακτηρίζουν τα Δίκτυα Νέας Γενιάς που συνοψίζονται ως εξής:

α) Δίκτυα μεταγωγής πακέτων

Οι περισσότεροι ειδικοί προβλέπουν ότι τα ΔΝΓ θα είναι δίκτυα μεταγωγής πακέτων, με επικρατέστερη την τεχνολογία IP, και ειδικότερα το IPv6, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι θα αποκλείεται το ATM, που θα παρέχουν πολλαπλές υπηρεσίες. Τα ΔΝΓ ως ενοποιημένα IP δίκτυα για ενσύρματες και ασύρματες επικοινωνίες θα είναι σε θέση εν τέλει να χειρίζονται κάθε τύπου κυκλοφορία ή εφαρμογή μέσω ενός δικτύου μεταγωγής πακέτων.

β) Διαχωρισμός μεταξύ των υπηρεσιών εφαρμογών από τα δίκτυα μεταφοράς

Στα υπάρχοντα δίκτυα, οι εφαρμογές είναι ενωμένες καθέτως με το επίπεδο μεταφοράς και κάποια δίκτυα είναι αποκλειστικά αφιερωμένα σε συγκεκριμένες εφαρμογές. Τα ΔΝΓ παρέχουν μια ανοιχτή αρχιτεκτονική αποσυνδέοντας τις εφαρμογές από τα δίκτυα αφήνοντας τα να προσφέρονται ξεχωριστά.

---

<sup>3</sup> CITEI Inter-American Telecommunication Commission, *PIIT-0363/04 "Technical Notebook: Next Generation Networks Standards Overview"*, CITEI

γ) Ενοποιημένα δίκτυα («όλα σε ένα»)

Μέχρι σήμερα υπήρχαν ξεχωριστά δίκτυα τα οποία παρείχαν υπηρεσίες φωνής, δεδομένων, τηλεόραση κτλ κάθε ένα από τα οποία χρησιμοποιούσε διαφορετικές συσκευές πρόσβασης. Τα ΔΝΓ δίνουν τη δυνατότητα σε όλες αυτές τις υπηρεσίες να μετατρέπονται σε πακέτα και να παρέχονται ταυτοχρόνως. Η διασύνδεση μεταξύ των ΔΝΓ και των ήδη υπαρχόντων δικτύων όπως το PSTN, ISDN, τα δίκτυα ψηφιακής τηλεόρασης και τα ασύρματα δίκτυα μπορεί να γίνει μέσω δικτυακών πυλών (gateways).

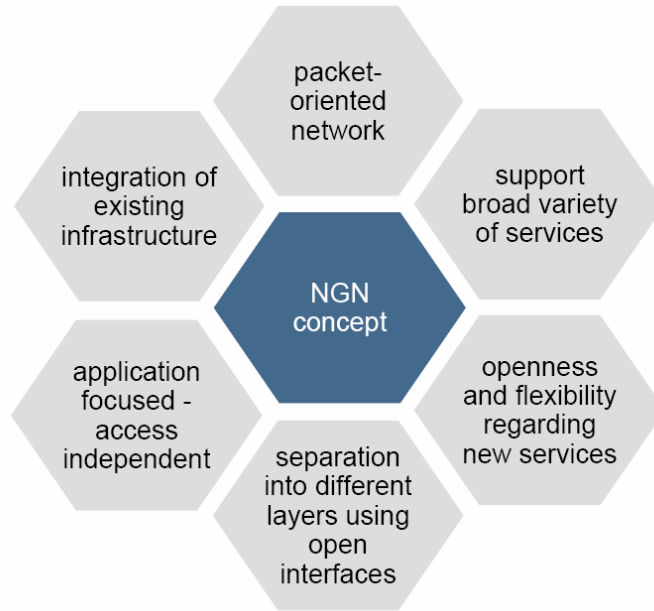
δ) Δίκτυο πλήρης κάλυψης

Τα ΔΝΓ θα απελευθερώσουν πλήρως την κινητικότητα επιτρέποντας στους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε κάθε είδους εφαρμογή, στο ίδιο επίπεδο ποιότητας, σε σχεδόν οποιαδήποτε γεωγραφική θέση. Υπηρεσίες πλοήγησης και υπηρεσίες ενήμερες ως προς τη θέση (location-aware) θα επιτρέψουν την κάλυψη των μεταφορικών, επιχειρηματικών και ψυχαγωγικών αναγκών του χρήστη σε οποιαδήποτε τοποθεσία.

ε) Πλήρης ευρυζωνικότητα και Ποιότητα Υπηρεσιών από άκρο σε άκρο (end-to-end QoS)

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η ποιότητα υπηρεσιών είναι κομβικής σημασίας για τα ΔΝΓ. Ιδιαίτερα όσον αφορά τις φωνητικές υπηρεσίες η ποιότητα τους θα πρέπει να είναι τουλάχιστον εφάμιλλη με αυτή που προσφέρεται σήμερα από τα υπάρχοντα τηλεφωνικά δίκτυα.

στ) Υποστήριξη πολλαπλών τεχνολογιών στο «τελευταίο μίλι» (last mile)



Εικόνα 4 Βασικά χαρακτηριστικά των Δικτύων Νέας Γενιάς (Πηγή: Deutsche Telekom)

### 3. Αρχιτεκτονική των Δικτύων Νέας Γενιάς

---

Όπως και για τον ορισμό είναι δύσκολο να βρούμε μια κοινώς αποδεκτή αρχιτεκτονική η οποία να περιγράφει τα δίκτυα νέας γενιάς. Σε αυτό που φαίνεται να συμφωνούν όλοι όσοι έχουν ασχοληθεί με το θέμα είναι στο διαχωρισμό μεταξύ των υπηρεσιών και της μεταφοράς. Παρακάτω θα αναφερθούν ορισμένες προτεινόμενες αρχιτεκτονικές για τα Δίκτυα Νέας Γενιάς.

Πριν από αυτό όμως αξίζει να γίνει μια αναφορά ως προς τη σχέση των Δικτύων Νέας Γενιάς με το μοντέλο αναφοράς OSI. Το OSI, όπως είναι γνωστό, ορίζει 7 επίπεδα τα οποία εξυπηρετούνται από διαφορετικές υπηρεσίες, λειτουργίες και πρωτόκολλα. Από το διαχωρισμό αυτό προκύπτουν κάποιες δυσκολίες οι οποίες είναι οι εξής:<sup>4</sup>

- Ο αριθμός επιπέδων δεν θα είναι πιθανότατα 7
- Οι λειτουργίες κάθε επιπέδου θα είναι πιθανότατα διαφορετικές από αυτές στο OSI

---

<sup>4</sup> ITU-T Recommendation Y.2011, “General principles and general reference model for Next Generation Networks”, ITU-T, 2004

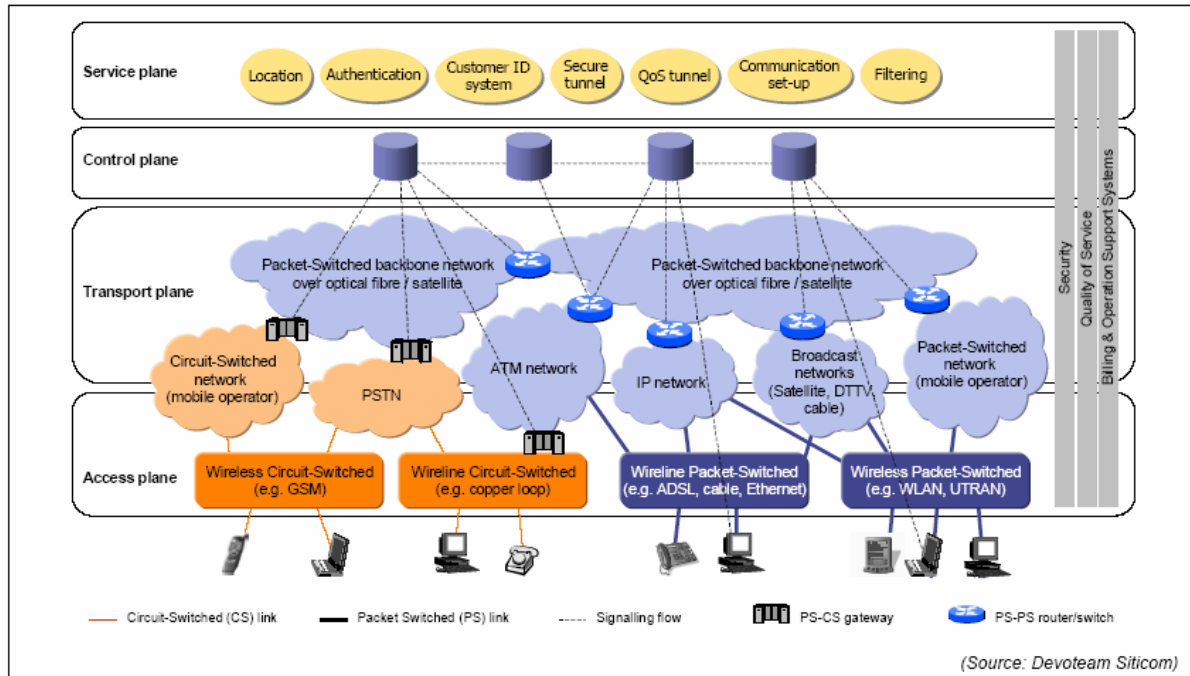
- Κάποιες προκαθορισμένες συνθήκες και προσδιορισμοί του OSI πιθανότατα δεν θα ισχύουν
- Τα πρωτόκολλα που θα χρησιμοποιηθούν εν τέλει θα είναι πιθανότατα διαφορετικά

Αυτό σημαίνει ότι οι λειτουργίες πιθανότατα θα διανέμονται εντελώς διαφορετικά, σε λιγότερα ή περισσότερα επίπεδα, και δε θα διαβαθμίζονται με τον ίδιο αυστηρό ιεραρχικό τρόπο που προσδιορίζει το μοντέλο OSI.

Για παράδειγμα σύμφωνα με το OSI για να έχουμε μια συνδεμοστραφή υπηρεσία μετάδοσης θα πρέπει να έχουμε ένα συνδεμοστραφές δίκτυο. Αυτός ο κανόνας είναι εντελώς αντίθετος με τη φιλοσοφία των ΔΝΓ στα οποία θα έχουμε συνδεμοστραφείς υπηρεσίες μετάδοσης πάνω από ασυνδεσμικά δίκτυα (μεταγωγής πακέτων).

Αν και όπως αναφέρθηκε δεν υπάρχει κάποια ενιαία αποδεκτή αρχιτεκτονική ή αναφορά στα πρωτόκολλα που θα χρησιμοποιούν τα ΔΝΓ όλοι οι ερευνητές που έχουν ασχοληθεί με το ζήτημα φαίνεται να συμφωνούν πως είναι αναγκαίο η αρχιτεκτονική αυτή να βασίζεται σε ανοικτές διασυνδέσεις και πρωτόκολλα (open interfaces and protocols). Επίσης η αρχιτεκτονική αυτή θα πρέπει να είναι κατανεμημένη (distributed) ώστε να μειωθούν τα κόστη εγκατάστασης και να είναι ελαστικότερη.

Στην εικόνα 5 περιγράφεται η αρχιτεκτονική ενός Δικτύου Νέας Γενιάς έτσι όπως την αντιλαμβάνονται και την οραματίζουν οι περισσότεροι εμπλεκόμενοι με το ζήτημα φορείς (τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί, διεθνείς οργανισμοί κτλ.).



Εικόνα 5 Αρχιτεκτονική ενός Δικτύου Νέας Γενιάς (Πηγή: Devoteam Siticom)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω σχήμα το επίπεδο των υπηρεσιών είναι πλήρως ανεξάρτητο από τα επίπεδα μεταφοράς και πρόσβασης στο δίκτυο. Επίσης μέσω του επιπέδου πρόσβασης και με τη χρήση δικτυακών πυλών (gateways) μπορεί οποιοδήποτε από τα ήδη υπάρχοντα δίκτυα (ασύρματα ή ενσύρματα, μεταγωγής πακέτων ή μη, κτλ.) να εξασφαλίσει την πρόσβαση του στο δίκτυο κορμού των ΔΝΓ επιτρέποντας τη μεταφορά κάθε είδους πληροφορίας μεταξύ των διαφορετικών δικτύων.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένα δεν υπάρχει ακόμα κάποιο τελικό μοντέλο αναφοράς για τα ΔΝΓ. Οπότε η ονοματολογία αλλά ακόμα και η διαστρωμάτωση μπορεί να είναι διαφορετική ανάλογα με το σκοπό της κάθε μελέτης και τη φιλοσοφία του εκάστοτε ερευνητή, όμως η συντριπτική πλειοψηφία αποδέχεται τη φιλοσοφία του παραπάνω μοντέλου.

### Επίπεδο υπηρεσιών (Service Layer)

Το επίπεδο αυτό αποτελείται από τον εξοπλισμό ο οποίος παρέχει τις υπηρεσίες και τις εφαρμογές στο δίκτυο. Οι υπηρεσίες θα είναι διαθέσιμες σε ολόκληρο το δίκτυο, ανεξαρτήτως της θέσης του χρήστη και θα είναι όσο το δυνατόν περισσότερο

ανεξάρτητες από την τεχνολογία πρόσβασης που χρησιμοποιείται. Η κατανεμημένη φύση των ΔΝΓ θα επιτρέψει την ενοποίηση του εξοπλισμού παροχής υπηρεσιών έτσι ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Οι παρεχόμενες υπηρεσίες θα είναι παντός τύπου (φωνής, δεδομένων, πολυμεσικές κτλ.).

### **Επίπεδο ελέγχου ή διαχείρισης δικτύου (Control Layer, Management Layer)**

Το επίπεδο αυτό αλληλεπιδρά και με τα τέσσερα λειτουργικά επίπεδα, δηλαδή όχι μόνο με τα επίπεδα πρόσβασης και μεταφοράς, αλλά και με τα υψηλότερα και είναι έτσι σε θέση να τους παρέχει πρόσβαση και να διανείμει τους πόρους του δικτύου. Λειτουργίες αυτού του επιπέδου είναι παραδείγματος χάρη η παροχή των απαραίτητων συνδέσεων, ο έλεγχος της ασφαλούς κυκλοφορίας, η εγγύηση της ποιότητας μιας υπηρεσίας, η παροχή ή και ο περιορισμός της χρήσης μιας υπηρεσίας, η αναγνώριση και η πιστοποίηση του χρήστη, η συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη χρήση του δικτύου από τον χρήστη κτλ.

Όπως φαίνεται οι λειτουργίες αυτές μπορεί να κατηγοριοποιηθούν σε δύο υποσύνολα: λειτουργίες ελέγχου που σχετίζονται με τις υπηρεσίες (και τους χρήστες τους) και υπηρεσίες ελέγχου που σχετίζονται με το δίκτυο και τις υποδομές μεταφοράς.

### **Επίπεδο μεταφοράς (Transport Layer)**

Το επίπεδο αυτό παρέχει τη μεταφορά και δρομολόγηση της κυκλοφορίας του δικτύου από άκρο σε άκρο. Βασίζεται σε τεχνολογία μεταγωγής πακέτων (IP ή ATM) και παρέχει πλήρη ελαστικότητα. Η επιλογή της τεχνολογίας θα υπαγορευτεί τόσο από την αγορά αλλά και από την πρόοδο της τεχνολογίας στα επόμενα χρόνια, αυτό όμως το οποίο είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί είναι η διαφάνεια και η ποιότητα των υπηρεσιών (service transparency, QoS).

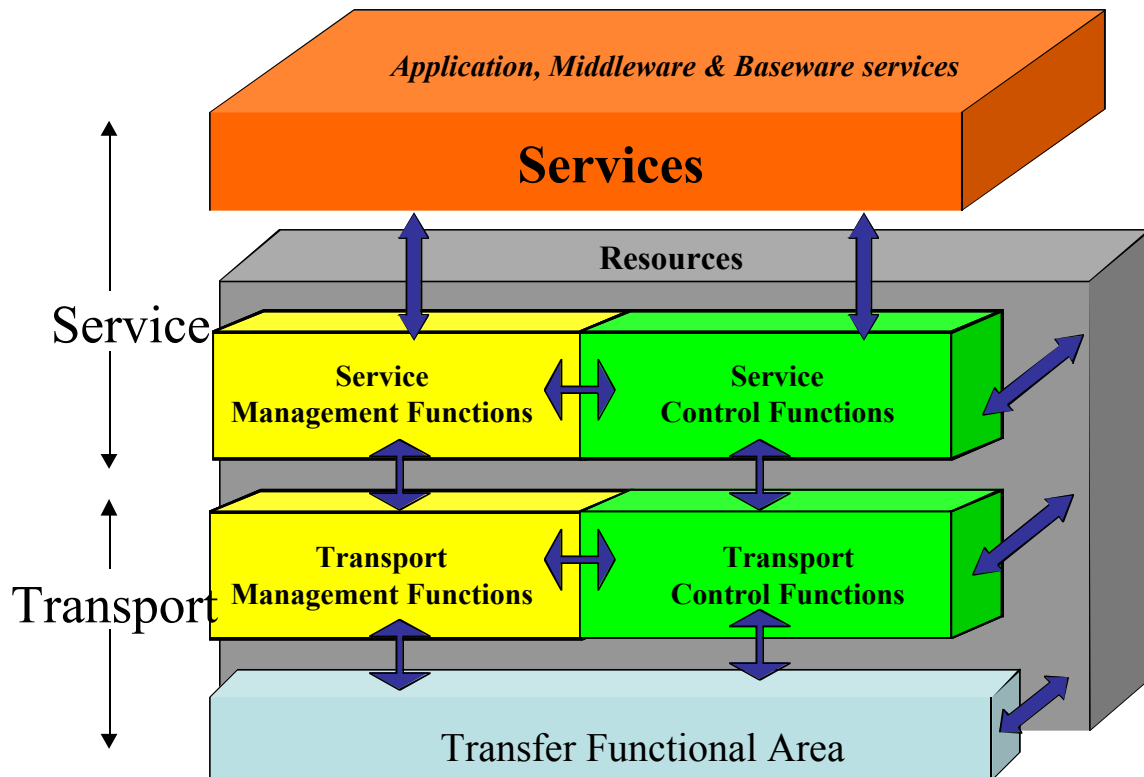
### **Επίπεδο πρόσβασης (Access Layer)**

Το επίπεδο αυτό παρέχει σύνδεση τόσο στα διάφορα επιμέρους δίκτυα όσο και στις συσκευές των χρηστών στο βασικό δίκτυο μεταφοράς των ΔΝΓ. Μέσω του επιπέδου αυτού παρέχεται η πρόσβαση στο δίκτυο μέσω οποιασδήποτε τεχνολογίας των



υπαρχόντων δικτύων (ασύρματα, ενσύρματα, PSTN, δίκτυα μεταγωγής πακέτων κτλ.) και ουσιαστικά μέσω αυτού εξασφαλίζεται η πλήρης ενοποίηση τους.<sup>5</sup>

Μετά από την εξέταση του παραπάνω μοντέλου θα γίνει και μια αναφορά στο γενικό λειτουργικό μοντέλο το οποίο προτείνεται από την ITU-T στη σύστασή της Y.2011 General principles and general reference model for Next Generation Networks το οποίο και παρουσιάζεται στην εικόνα 6.



Εικόνα 6 Γενικό λειτουργικό μοντέλο της ITU-T (Πηγή: ITU-T)

Όπως φαίνεται και από το παραπάνω σχήμα το βασικό χαρακτηριστικό και αυτού του μοντέλου είναι ο πλήρης διαχωρισμός μεταξύ των υπηρεσιών και της μεταφοράς. Στο μοντέλο αυτό δεν λαμβάνεται καθόλου υπόψη το επίπεδο πρόσβασης ενώ τα επίπεδα ελέγχου και διαχείρισης είναι χωρισμένα και ενσωματωμένα σε δύο μέρη τόσο στο επίπεδο υπηρεσιών όσο και στο επίπεδο μεταφοράς.

<sup>5</sup> CITEI Inter-American Telecommunication Commission, P11T-0363/04 "Technical Notebook: Next Generation Networks Standards Overview", CITEI

Ουσιαστικά τόσο η επικοινωνία μεταξύ του επιπέδου υπηρεσιών και του επιπέδου μεταφοράς όσο και η σύνδεση με τους πόρους και την υποδομή του δικτύου γίνεται μέσω των λειτουργιών ελέγχου και διαχείρισης.

#### Λειτουργίες ελέγχου

Η υποστήριξη πολυμεσικών και άλλων εφαρμογών σε συνδυασμό με τη κινητικότητα (mobility) απαιτεί πολύ καλά σχεδιασμένες λειτουργίες ελέγχου αφού οι υπηρεσίες εξαρτώνται από τον προσεκτικό εντοπισμό δικτυακών πόρων μέσω των λειτουργιών ελέγχου. Η προσεκτική ανάλυση και μελέτη σχετικά με το «κάλεσμα» (invocation) μιας υπηρεσίας από τον χρήστη αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στο σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής ενός ΔΝΓ. Κατά το 'κάλεσμα' μιας υπηρεσίας οι λειτουργίες ελέγχου μπορούν να διακριθούν σε δύο γενικές κατηγορίες, λειτουργίες σχετιζόμενες με τον έλεγχο των υπηρεσιών (πχ Πιστοποίηση χρήστη, έλεγχος πρόσβασης υπηρεσίας κτλ.) και λειτουργίες σχετιζόμενες με το δίκτυο μεταφοράς (πχ έλεγχος πρόσβασης στο δίκτυο, έλεγχος πόρων δικτύου, παροχή δυναμικής διασύνδεσης κτλ.)

#### Λειτουργίες Διαχείρισης

Υπάρχουν κάποιες διαδικασίες οι οποίες συσχετίζονται με τη διαδικασία 'πρόκλησης' μιας υπηρεσίας μέσω της διάδρασης τους με το δίκτυο, είτε πριν είτε μετά από την πρόκληση αυτή. Αυτές ονομάζονται συνήθως διαδικασίες διαχείρισης και χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Διαχείριση σφαλμάτων (Fault Management)
- Διαχείριση διαμόρφωσης (Configuration Management)
- Διαχείριση λογαριασμών (Accounting Management)
- Διαχείριση απόδοσης (Performance Management)
- Διαχείριση ασφαλείας (Security Management)

Τέλος όσον αφορά τους πόρους του δικτύου αυτοί θα πρέπει να είναι ξεχωριστά τόσο από τις λειτουργίες όσο και από τις υπηρεσίες. Στους πόρους εμπεριέχονται τόσο το δικτυακό υλικό απαραίτητο για τη μεταφορά (πχ δρομολογητές, switches, ζεύξεις κτλ) καθώς και πόρους αποθήκευσης και επεξεργασίας πάνω στους οποίους μπορεί να τρέχουν οι υπηρεσίες.

## **4. Παράγοντες που οδηγούν στην ανάπτυξη των Δικτύων Νέας Γενιάς**

---

Οι παράγοντες που έχουν επηρεάσει και οδηγούν την ανάπτυξη των Δικτύων Νέας Γενιάς μπορούν να χωριστούν σε 3 βασικές κατηγορίες:<sup>6</sup>

- Στις δομικές αλλαγές που έχουν γίνει στην αγορά των τηλεπικοινωνιών
  - Μείωση στα κέρδη το PSTN
  - Αυξημένος ανταγωνισμός, ιδιωτικοποιήσεις
  - Απελευθέρωση αγορών
  - Παγκοσμιοποίηση
- Στις αλλαγές στις προσφερόμενες υπηρεσίες και στις ανάγκες των χρηστών
  - Μεγάλη διάδοση του ευρυζωνικού Internet
  - VoIP
  - Κινητή τηλεφωνία, 3G, WLAN κτλ
  - Ψηφιακή τηλεόραση
- Στην πρόοδο της τεχνολογίας
  - IPv6
  - Ψηφιοποίηση
  - Οπτικές ίνες
  - Ποιότητα υπηρεσιών

### **4.1 Δομικές αλλαγές στη αγορά των τηλεπικοινωνιών**

Τα τελευταία 15 χρόνια έχουν σημειωθεί πολύ σημαντικές δομικές και ρυθμιστικές αλλαγές στην αγορά των τηλεπικοινωνιών. Ο ανταγωνισμός έχει ενταθεί τόσο μεταξύ των κλασικών τηλεπικοινωνιακών οργανισμών όσο και μεταξύ άλλων οργανισμών που προσφέρουν άλλες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες όπως κινητή τηλεφωνία, ψηφιακή τηλεόραση κτλ. ενώ συνεχώς εμφανίζονται νέες υπηρεσίες. Αυτές οι εξελίξεις έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση του περιθωρίου κερδών από τις κλασικές φωνητικές υπηρεσίες (PSTN) και τη μετατόπιση μεγάλου επικοινωνιακού όγκου σε διαφορετικούς παρόχους

---

<sup>6</sup> Working Party on Telecommunication and Information Services Policies, “*NEXT GENERATION NETWORK DEVELOPMENT IN OECD COUNTRIES*”, OECD

υπηρεσιών. Από την άλλη η κυκλοφορία IP αυξάνεται κάθε χρόνο με ραγδαίους ρυθμούς (που αγγίζουν το 85%).

#### 4.2 Αλλαγές στις προσφερόμενες υπηρεσίες και στις ανάγκες των χρηστών

Με τη ραγδαία εξάπλωση των ευρυζωνικών υπηρεσιών Internet, οι πάροχοι υπηρεσιών δικτύου παρατηρούν τη συνεχώς αναπτυσσόμενη ανάγκη των πελατών τους για πιο ευέλικτες ευρυζωνικές πολυμεσικές υπηρεσίες, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να προσφερθούν μέσω του υπάρχοντος δικτύου. Το σημαντικότερο πρόβλημα με τα υπάρχοντα δίκτυα (και ιδιαίτερα με το PSTN) είναι η περιορισμένη δυνατότητα διαλειτουργικότητας και διασύνδεσης μεταξύ ετερογενών δικτύων. Σχεδόν όλα τα δίκτυα των επιχειρήσεων είναι βασισμένα στην τεχνολογία IP ενώ οι περισσότερες επιθυμούν να ενοποιήσουν τα δίκτυα δεδομένων και φωνής που χρησιμοποιούν.

Επίσης η εμφάνιση κάποιων καινοτόμων υπηρεσιών όπως τη μετάδοση φωνής μέσω πακέτων (Voice over IP, VoIP), το 3G στην κινητή τηλεφωνία, τα ασύρματα δίκτυα (WLAN, Wi-Fi), η ψηφιακή τηλεόραση κάνουν την ανάγκη για ενοποιημένα δίκτυα μεταγωγής πακέτων πολλαπλών υπηρεσιών (όπως είναι τα ΔΝΓ) διαρκώς επιτακτικότερη και αυξάνουν την πίεση στους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς για να κινηθούν προς αυτή την κατεύθυνση.

Τα WLAN προσφέρουν μια καλή λύση για πρόσβαση σε IP δίκτυα από παντού ενώ και από την έκδοση 5 του 3G η πρόσβαση θα βασίζεται αποκλειστικά σε μια αρχιτεκτονική δικτύου IP. Ένα ζήτημα που έχει προκύψει σχετικά με τη διάδοση των ασύρματων δικτύων είναι η περιαγωγή (roaming) μεταξύ ασυρμάτων δικτύων τόσο της ίδιας όσο και διαφορετικής τεχνολογίας. Για να υπάρξει πραγματικά πλήρης δυνατότητα ευκινησίας στα ΔΝΓ θα πρέπει να ερευνηθεί περαιτέρω το ζήτημα αυτό αν και κάτι τέτοιο φαντάζει ακόμα δύσκολο καθώς τα περισσότερα ασύρματα δίκτυα είναι ακόμα ιδιόκτητα. Αξίζει εδώ να αναφερθεί και μία ακόμα εξέλιξη που παρατηρείται τελευταία που είναι η ανάπτυξη ασύρματων μητροπολιτικών δικτύων (WMAN).

Σε συνδυασμό με τη διάδοση του ευρυζωνικού Internet, η διάδοση της χρήσης του VoIP έχει παίξει ένα σημαντικότατο ρόλο στην παρακίνηση για την ανάπτυξη των Δικτύων νέας Γενιάς. Το VoIP αυξάνει την πίεση στους παραδοσιακούς

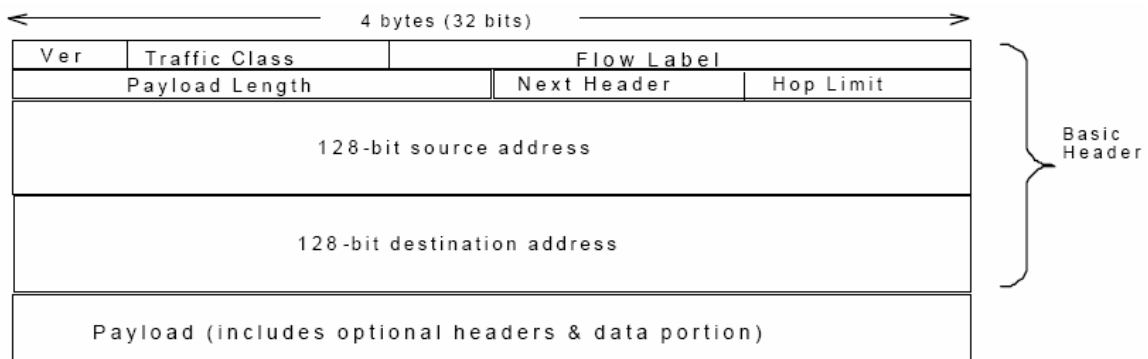
τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς καθώς προσφέρει ουσιαστικά την ίδια υπηρεσία (ίσως ακόμα όχι σε αντίστοιχη ακριβώς ποιότητα), δηλαδή μετάδοση φωνής, σε πολύ ανταγωνιστική τιμή ορισμένες φορές μάλιστα και δωρεάν. Εκτός αυτού έχει δώσει την ευκαιρία σε εταιρίες που δεν ήταν παραδοσιακά στο χώρο της φωνητικής τηλεπικοινωνίας να εισέλθουν και να τις ανταγωνίζονται και σε αυτό το πεδίο. Το VoIP αποτελεί όμως εκτός από απειλή και ευκαιρία για τους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς αφού με τη χρησιμοποίηση του μπορεί να περιορίσουν κατά πολύ τα κόστη τους.

### 4.3 Πρόοδος της τεχνολογίας

Η τεχνολογική πρόοδος που έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια σε πολλούς τομείς όπως στη τεχνολογία IP με τη νέα έκδοση του πρωτοκόλλου την IPv6, στη ψηφιοποίηση στην αύξηση της επεξεργαστικής δύναμης και της μνήμης, στην τεχνολογία των οπτικών ινών κτλ επιτρέπουν πλέον το συνδυασμό φωνητικής και πολυμεσικής κυκλοφορίας στα δίκτυα. Επίσης η Ποιότητα των Υπηρεσιών (QoS) και η τεχνολογίες ελέγχου για το IP όπως τα RSVP, INTServ, DiffServ, MPLS και το SIP έχουν βελτιωθεί αρκετά.

#### 4.3.1 IPv6

Το IPv6 αποτελεί την εξέλιξη του πρωτοκόλλου IP. Ένας από τους βασικούς λόγους που οδήγησε στην ανάπτυξη του IPv6 ήταν η εξάντληση των διαθέσιμων διευθύνσεων IP. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού τα πακέτα IPv6 έχουν διεύθυνση μήκους 128 bits σε αντίθεση με αυτά του 4 που έχουν 32 bits. Έτσι οι διαθέσιμες διευθύνσεις γίνονται πλέον  $340 \times 10^{66}$  αριθμός ικανός ώστε να αναθέσουμε μια IP διεύθυνση σε κάθε κόκκο άμμου στη γη.



Εικόνα 7 Διάθροση της κεφαλίδας του IPv6 (Πηγή: CITEI)

Εκτός αυτού το IPν6 παρουσιάζει αυξημένες δυνατότητες και σε πολλούς άλλους τομείς όπως στην ασφάλεια, την κινητικότητα, την ευκολία διαχείρισης και αυτόματης διαμόρφωσης (auto-configuration), την κλιμακωτή δρομολόγηση καθώς και τις ενσωματωμένες δυνατότητες για εγγύηση της ποιότητας υπηρεσιών δίνοντας προτεραιότητες σε συγκεκριμένα είδη δικτυακής κυκλοφορίας.

## 5. Μετάβαση σε Δίκτυα Νέας Γενιάς

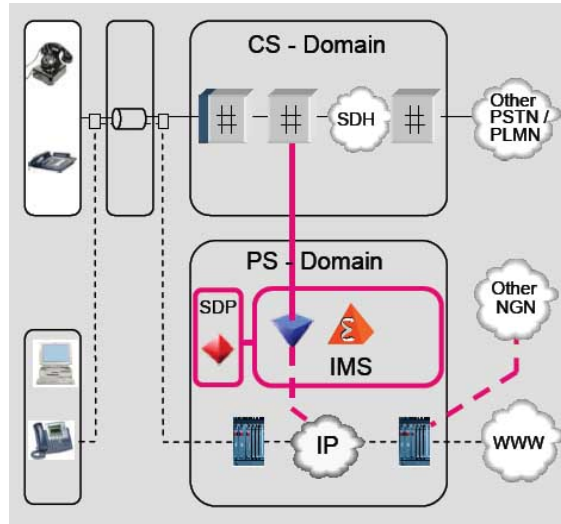
---

Η μετάβαση από τα παραδοσιακά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα προς τα Δίκτυα Νέας γενιάς είναι πιθανότερο να πραγματοποιηθεί ως μία εξέλιξη των υπάρχοντων δικτύων παρά ως μια πλήρη αντικατάσταση. Οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς έχουν επενδύσει μεγάλα κεφάλαια στα ήδη υπάρχοντα δίκτυα τους και όπως είναι φυσικό είναι διστακτικοί στο να μεταβούν σε κάποια τεχνολογία για την οποία δε γνωρίζουν πολλά αλλά δεν έχουν και το κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό. Έτσι υβριδικά δίκτυα έχουν αρχίσει ήδη να παρουσιάζονται και θα συνεχίζουν να αναπτύσσονται μέχρι την τελική μετάβαση σε πραγματικά ενοποιημένα δίκτυα μεταγωγής πακέτων που παρέχουν όλες τις τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες.

Ένα τέτοιο παράδειγμα δημιουργίας υβριδικού δικτύου περιγράφεται παρακάτω από την Eircom, μια εταιρία τηλεπικοινωνιών της Ιρλανδίας:

1. Εγκατάσταση IP δρομολογητών στο δίκτυο κορμού. Σε αυτό το στάδιο παρέχονται διαφορετικές υπηρεσίες στους πελάτες: εγγυημένης ποιότητας βασισμένη στο δίκτυο ATM και χαμηλότερης ποιότητας υπηρεσίες αλλά φθηνότερες βασισμένη στο δίκτυο IP.
2. Εξέλιξη των κόμβων κορμού σε υβριδικούς ATM/IP. Η ανάπτυξη των υβριδικών κόμβων γίνεται με τη χρήση του πρωτοκόλλου MPLS (Multi-Protocol Label Switching) για το IP. Η τεχνολογία αυτή προσθέτει 'ταμπέλες' (labels) στην κεφαλίδα του IP ώστε να διευκολύνει τη δρομολόγηση. Αυτή είναι μια καλή μέθοδος για τη μεταφορά IP πακέτων πάνω από ATM και επιτρέπει επίσης την υποστήριξη Ποιότητας Υπηρεσία (QoS) στο IP. Το υβριδικό αυτό IP/ATM δίκτυο αναφέρεται ως βασισμένο σε MPLS (MPLS based).

Ο τρόπος μετάβασης για το τηλεφωνικό δίκτυο δεν είναι ακόμα αρκετά σαφής. Η γενική στρατηγική είναι να μετατραπούν κάποιοι από τους μεταγωγείς του PSTN σε πύλες προς το δίκτυο κορμού.



Εικόνα 8 Μετάβαση προς ένα δίκτυο νέας γενιάς (Πηγή: Deutsche Telekom)

Ένα άλλο σενάριο είναι η ταυτόχρονη λειτουργία του παλιού δικτύου με το δίκτυο νέας γενιάς. Το δίκτυο PSTN εξακολουθεί για ένα διάστημα να είναι ο βασικός πάροχος φωνητικών υπηρεσιών ενώ οι υπηρεσίες του δικτύου νέας γενιάς προσφέρονται στις επιχειρήσεις και τους καταναλωτές που έχουν τον απαραίτητο εξοπλισμό και το απαιτούν (πληρώνουν). Το ανερχόμενο δίκτυο νέας γενιάς θα επικαλύψει και θα αντικαταστήσει το παλαιότερο καθώς όλο και περισσότεροι χρήστες θα το χρησιμοποιούν, σύμφωνα δηλαδή με τους νόμους της αγοράς.

Η μετάβαση των υπάρχοντων δικτύων σε ΔΝΓ εξαρτάται από το υπόβαθρο και τον εξοπλισμό που διαθέτει το κάθε δίκτυο και ο κάθε τηλεπικοινωνιακός φορέας.<sup>7</sup>

Όσον αφορά τους τηλεφωνικούς οργανισμούς θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι μεγάλες επενδύσεις που έχουν κάνει για την κατασκευή του τηλεφωνικού δικτύου.

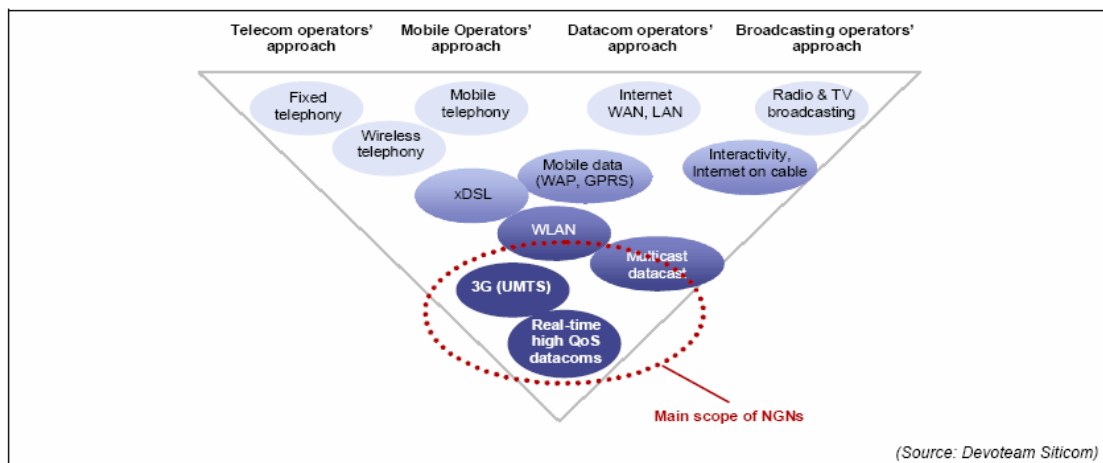
<sup>7</sup> Devoteam Siticom, “Regulatory implications of the introduction of next generation networks and other new developments in electronic communications”, ECSC – EC – EAEC, 2003

Επίσης είναι ιδιαίτερα σημαντικό οι προσφερόμενες υπηρεσίες με την χρησιμοποίηση της νέας τεχνολογίας να μην είναι κατώτερης ποιότητας.

Για τους παρόχους δικτύων δεδομένων τα πράγματα είναι κάπως πιο απλά καθώς αυτό που χρειάζεται είναι να απλοποιήσουν το υπάρχον δίκτυο τους καθώς και να προσθέσουν τον απαραίτητο εξοπλισμό που θα επιτρέπει την παροχή ενοποιημένων υπηρεσιών και σε πραγματικό χρόνο. Η μετατροπή των δικτύων δεδομένων θα μπορεί επίσης να περιλαμβάνει τη μετάβαση στο IPv6.

Η μετατροπή των δικτύων κινητής τηλεφωνίας έχει ουσιαστικά ήδη ξεκινήσει με την μετάβαση στα δίκτυα τρίτης γενιάς (3G) τα οποία εμπεριέχουν την χρησιμοποίηση μεταγωγής πακέτων στο δίκτυο κορμού το οποίο και θα εξελιχθεί σε ένα πλήρες IP δίκτυο (all-IP network).

Τα δίκτυα αναμετάδοσης (broadcasting) αναβαθμίζονται επίσης ούτως ώστε να είναι σε θέση να παρέχουν επικοινωνίες ένα προς ένα (one-to-one communications).



Εικόνα 9 Προοπτική των ΔΝΓ και τεχνολογίες (Πηγή: Devoteam Siticom)

Γενικά η στρατηγική μετάβασης για όλου τους εμπλεκόμενους φορείς περιλαμβάνει τα παρακάτω βασικότερα στοιχεία:

- Κατά το δυνατόν, να μειωθούν τα κόστη συντήρησης και εξοπλισμού του δικτύου
- Να γίνει βέλτιστη χρήση των πόρων που δαπανήθηκαν σε νέες τεχνολογίες
- Να υπάρχει μέγιστη επαναχρησιμοποίηση των ήδη υπάρχοντων υποδομών
- Να επιτρέπει την παροχή νέων βελτιωμένων υπηρεσιών έτσι ώστε να υπάρχει μια νέα πηγή εσόδων



- Να επιτυγχάνεται ένα επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών τουλάχιστον ίδιο με του υπάρχοντος δικτύου
- Να διατηρούνται οι δυνατότητες των ΔΝΓ για παροχή υπηρεσιών και ανοιχτή αρχιτεκτονική δικτύου

## 6. Προκλήσεις και περιορισμοί στην ανάπτυξη Δικτύων Νέας Γενιάς

---

Οι προκλήσεις στην ανάπτυξη των Δικτύων μπορούν να χωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες: οικονομικές και επιχειρηματικές προκλήσεις και τεχνικές προκλήσεις.

### 6.1 Οικονομικές προκλήσεις

#### *Οικονομικές δυσκολίες των τηλεπικοινωνιακών φορέων*

Δεδομένου των σημαντικών κεφαλαίων που απαιτούνται για τη μετατροπή των υπάρχοντων δικτύων σε ΔΝΓ, καθώς και των οικονομικών προβλημάτων που αντιμετωπίζουν αρκετές εταιρίες του κλάδου, κάποιες από αυτές μπορεί να παρουσιάσουν ιδιαίτερα διστακτικές στο να επενδύσουν μεγάλα κεφάλαια σε νέο εξοπλισμό.

#### *Αβεβαιότητα για το επιχειρηματικό μοντέλο*

Παρότι κατασκευάζονται κάποια επιχειρηματικά μοντέλα και επιλογές εξοπλισμού, η ανάπτυξη των ΔΝΓ βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Ακόμα δεν είναι τόσο ξεκάθαρο προς τα πού και πως θα γίνει η ανάπτυξη των ΔΝΓ και έτσι πολλές εταιρίες διστάζουν να επενδύσουν. Αυτές οι εταιρίες χρειάζονται κάποιες περισσότερες διαβεβαιώσεις ως προς την αποδοτικότητα που προκύπτει από τις υπηρεσίες και τις εφαρμογές των ΔΝΓ.

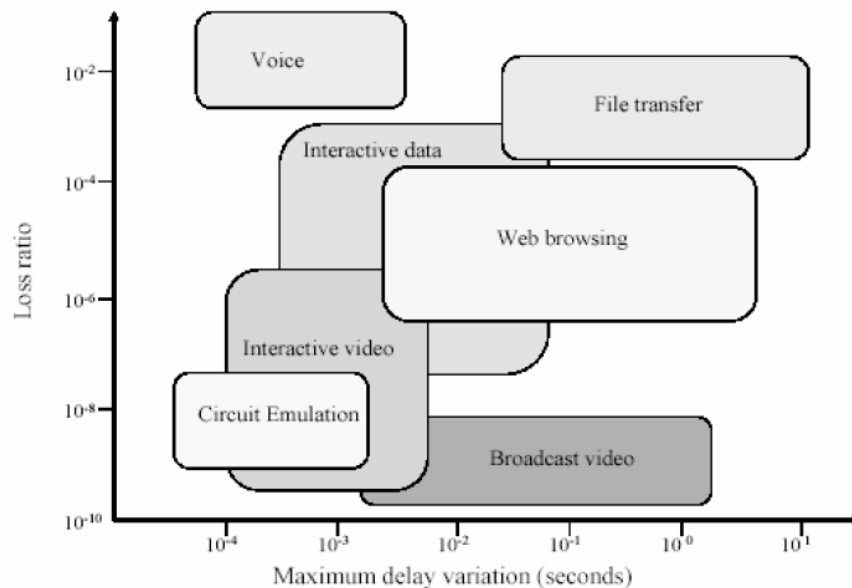
#### *Ανοιχτή πρόσβαση των υπηρεσιών σε τρίτους προμηθευτές*

Στο περιβάλλον ανοιχτού δικτύου των ΔΝΓ, η δυνατότητα πρόσβασης τρίτων προμηθευτών διεγείρει κάποιες οικονομικές και τεχνικές ανησυχίες. Για παράδειγμα η αναδιανομή των εσόδων μπορεί να αποδειχτεί προβληματική. Επιπλέον θα πρέπει να βρεθούν κατάλληλοι τρόποι τιμολόγησης και χρέωσης για τις καινούργιες και τις ενοποιημένες υπηρεσίες που θα παρέχουν τα ΔΝΓ.

## 6.2 Τεχνικές προκλήσεις

### Ποιότητα υπηρεσιών από άκρο σε άκρο (end-to-end QoS)

Όπως έχει αναφερθεί επανειλημμένα η ποιότητα υπηρεσιών είναι ένα από τα κεντρικά ζητήματα για την ανάπτυξη των ΔΝΓ. Υπάρχουν ανησυχίες ως προς το κατά πόσο τα σημερινά δίκτυα IP μπορούν να ικανοποιήσουν την ανάγκη των χρηστών σε ποιότητα υπηρεσιών. Κάποια από τα δίκτυα IP δεν είναι καθόλου σε θέση να εγγραφούν ως προς την εξασφάλιση του επιθυμητού επιπέδου ποιότητας. Για να μετατραπεί το δίκτυο PSTN σε IP θα πρέπει να υπάρξουν κάποιες διασφαλίσεις ως προς το ότι θα είναι συνεχώς αξιόπιστο. Επίσης λόγω της φύσης των ΔΝΓ τα οποία και παρέχουν πολλές υπηρεσίες οι οποίες θα έχουν προφανώς διαφορετικές απαιτήσεις ποιότητας όπως και εύρους ζώνης. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τη διαφοροποίηση διαφόρων υπηρεσιών ως προς τις απαιτήσεις τους σε απώλειες πακέτων και καθυστέρηση.



Εικόνα 10 Απαιτήσεις διαφόρων υπηρεσιών σε 2 στοιχεία QoS (Πηγή: WIK Consult)

Τα πράγματα μπλέκουν ακόμα περισσότερο αν αναλογιστούμε ότι στα ΔΝΓ δεν θα παρέχονται μόνο πολλές υπηρεσίες αλλά θα συνδέονται και πολλά ετερογενή δίκτυα. Θα πρέπει λοιπόν να υπάρξει μια συμφωνία μεταξύ των διαφόρων συστημάτων ως προς την κάθε ροή πληροφοριών. Επιπλέον η ποιότητα πρόσβασης ορισμένων χρηστών δεν επαρκεί ώστε να τους προσφέρει ικανοποιητικά όλες τις παρεχόμενες υπηρεσίες, πράγμα

που μπορεί να λυθεί με την μεγαλύτερη εξάπλωση των ευρυζωνικών υπηρεσιών και κάποιων άλλων δυνατοτήτων που πιθανώς στερούνται.

Βεβαίως τα απαιτούμενα πρωτόκολλα για την παροχή συνδέσεων με επαρκή προσφορά ποιότητας υπηρεσιών υπάρχουν και συνεχώς βελτιώνονται, αλλά θα πρέπει να γίνει μια προσεκτική μελέτη ως προς τις απαιτήσεις ποιότητας σε κάθε υπηρεσία, δίκτυο, επίπεδο και τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους με τους οποίους μπορεί να επιτευχθεί κάτι τέτοιο.

#### *Διαχείριση δικτυακών συμφορήσεων (Congestion Management)*

Η διαχείριση της συμφόρησης στα ΔΝΓ είναι μια ακόμα πρόκληση. Για την αντιμετώπιση τους χρειάζονται τόσο κάποιες οικονομικές λύσεις όσο και η ανάλογη τεχνολογική εξέλιξη. Ιδιαίτερα στα ΔΝΓ όπου θα υποστηρίζονται υπηρεσίες που χρειάζονται πολύ και μεταβλητό εύρος ζώνης είναι σημαντικό να βρεθεί ένας καλός μηχανισμός αποφυγής συμφορήσεων. Έτσι μια καλή λύση είναι όπου δεν επαρκεί η δυναμικότητα του δικτύου για την παροχή ποιοτικών υπηρεσιών προς όλους τους χρήστες να μπαίνουν κάποιοι οικονομικοί φραγή με τη μορφή υψηλών τιμών. Έτσι με τα έσοδα αυτά μπορεί να βελτιωθεί το υπάρχον δίκτυο ώστε να είναι δυνατόν να παρέχονται σε περισσότερους οι υπηρεσίες. Επίσης μπορεί να παρέχεται διαφορετικό εύρος και ποιότητα υπηρεσιών σε διαφορετικό κόστος ανάλογα με τις ανάγκες κάθε χρήστη.

#### *Ασφάλεια*

Το ζήτημα της ασφάλειας είναι πολύ σημαντικό. Τα δίκτυα νέας γενιάς χρειάζονται μηχανισμούς ασφαλείας ώστε να είναι προστατευμένα από ιούς κτλ αλλά και να είναι σε θέση να προστατεύουν και τις ευαίσθητες πληροφορίες του χρήστη. Υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις ασφαλείας για τα διάφορα δίκτυα που καλύπτει το ΔΝΓ καθώς και για τις υπηρεσίες που προσφέρει, η ανάλυση των οποίων δεν αποτελεί αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας.

#### *Διαλειτουργικότητα*

Η διαλειτουργικότητα αποτελεί και αυτή ένα ζήτημα για τα ΔΝΓ. Καταρχήν όπως ήδη αναφέρθηκε η μετάβαση στα ΔΝΓ δεν θα γίνει από τη μια μέρα στην άλλη οπότε είναι σημαντικό τα διάφορα δίκτυα να μπορούν να λειτουργούν παράλληλα. Επίσης εξίσου σημαντικό είναι να υπάρχει διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφόρων εμπλεκόμενων

στο διαδίκτυο αυτό, αυτό όπως υπηρεσίες πρωτόκολλα κτλ τα οποία και πρέπει να πρωτυποποιηθούν.

#### *Κινητικότητα (Mobility)*

Η κινητικότητα είναι και αυτή ένα πολύ σημαντικό ζήτημα για τα δίκτυα νέας γενιάς καθώς εμπλέκονται τόσο τα κινητά δίκτυα όσο όμως και τα σταθερά στα οποία ο όρος της κινητικότητας δεν είναι τόσο ξεκάθαρος. Δεν υπάρχουν ακόμα τόσο καλά standards ώστε να επιτρέπουν την κινητικότητα και την περιαγωγή μεταξύ διαφορετικού τύπου δικτύων. Συνεργασία μεταξύ των φορέων κινητής και σταθερής δικτύωσης θα βοηθούσε ώστε να αντιμετωπιστεί το ζήτημα αυτό.

## **7. Συμπεράσματα**

---

Η μετάβαση σε Δίκτυα Νέας Γενιάς έχει ήδη εν μέρει ξεκινήσει. Πολλοί τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί έχουν ήδη αρχίσει με τη μετατροπή του PSTN δικτύου τους σε δίκτυο μεταγωγής πακέτων και καταστρώνουν ήδη τις στρατηγικές τους για τα επόμενα βήματα που θα ακολουθήσουν.

Τα δίκτυα νέας γενιάς πρόκειται να προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα τόσο στους χρήστες των δικτύων όσο και τηλεπικοινωνιακούς φορείς. Η χρήση δικτύων μεταγωγής πακέτων για την προσφορά ενοποιημένων υπηρεσιών θα αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο διεξάγονται οι τηλεπικοινωνίες σήμερα. Επίσης δραστικές αλλαγές θα διετελεστούν στον κλάδο των τηλεπικοινωνιών γενικότερα καθώς εταιρίες οι οποίες δεν ήταν παραδοσιακά στον κλάδο (εταιρίες παροχής ενέργειας, πάροχοι ψηφιακής τηλεόρασης, κτλ) θα έχουν τη δυνατότητα μέσω της ενοποίησης των δικτύων και των υπηρεσιών να δραστηριοποιηθούν σε αυτόν.

Όμως στην πορεία αυτή θα πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερη μέριμνα ως προς τις προκλήσεις που παρουσιάζονται. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι η Ποιότητα των Υπηρεσιών (QoS), η ασφάλεια και η κινητικότητα (mobility). Οι τομείς αυτοί χρειάζονται περαιτέρω μελέτη και βελτίωση ούτως ώστε τα προβλήματα που θα παρουσιαστούν να ελαχιστοποιούνται.

Παράλληλα ήδη έχουν αναπτυχθεί κάποια ερευνητικά δίκτυα στα οποία γίνονται εκτεταμένες έρευνες πάνω στα διάφορα ζητήματα αυτά και μπορούν να αποτελέσουν το

πρότυπο και τον οδηγό για την περαιτέρω εξέλιξη. Παραδείγματα τέτοιων δικτύων είναι το δίκτυο GÉANT στην Ευρώπη που συνδέει ένα μεγάλο αριθμό ερευνητικών κέντρων από διάφορα ευρωπαϊκά κράτη και το Internet2 με το δίκτυο Abilene στην Αμερική. Τα δίκτυα αυτά είναι πιθανότατο να αποτελέσουν τον κορμό πάνω στον οποίο θα αναπτυχθούν τα Δίκτυα Νέας Γενιάς όπως κάτι παρόμοιο έγινε και με την εξέλιξη του σημερινού Internet.

Κάποια σημαντικά στοιχεία – οδηγοί για την εξέλιξη των σημερινών δικτύων είναι τα ακόλουθα:

- Τα ΔΝΓ αναφέρονται κυρίως στην προσφορά νέων υπηρεσιών στο χρήστη και όχι τόσο στην προσφορά ευρυζωνικής πρόσβασης και φωνής μέσω IP αν και οι δύο είναι πολύ σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις
- Οι υπηρεσίες είναι το κλειδί όταν μιλάμε για την όποια μελλοντική εξέλιξη των δικτύων PSTN
- Τα ΔΝΓ θα πρέπει να αναπτυχθούν χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα τόσο του τηλεφωνικού μοντέλου όσο και του μοντέλου του Internet
- Η ενοποίηση μέσω των ΔΝΓ θα γίνει αλλά η διαδικασία θα είναι χρονοβόρα, οπότε τα δίκτυα PSTN θα συνεχίσουν να προσφέρουν τηλεφωνικές υπηρεσίες για αρκετό καιρό
- Τα κορυφαία σημερινά δίκτυα PSTN μπορούν να εξελιχθούν και να αποτελέσουν μέρος των μελλοντικών ΔΝΓ
- Ο εκσυγχρονισμός της πρόσβασης στο δίκτυο είναι το κλειδί για την προετοιμασία για την εισαγωγή νέων υπηρεσιών και εφαρμογών (δεδομένων, φωνής και πολυμέσων) στο ίδιο δίκτυο<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> ITU-D Document 2/126(Rev.3)-E, “*Strategy for migration from circuit-switched networks to packet-switched networks*”, ITU-D, 2004

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Βιβλιογραφικές πηγές και άρθρα

1. Neil Wilkinson, “*Next Generation Network Services*”, John Wiley and Sons, 2002
2. Manohar Naidu Ellanti, Steven S. Gorsche, Lakshmi G. Raman, Wayne D. Glover, “*Next Generation Transport Networks: Data Management and Control Planes*”, New York Springer Science & Business Media, 2005
3. Διακονικολάου Γιώργος, Αγιακάτσικα Αθανασία, Μπούρας Ηλίας, “*Επιχειρησιακή Διαδικτύωση*”, Κλειδάριθμος, 2004
4. Working Party on Telecommunication and Information Services Policies, “*NEXT GENERATION NETWORK DEVELOPMENT IN OECD COUNTRIES*”, OECD, [www.oecd.org/dataoecd/58/11/34696726.pdf](http://www.oecd.org/dataoecd/58/11/34696726.pdf), 2005
5. CITELE Inter-American Telecommunication Commission, *PI/T-0363/04 “Technical Notebook: Next Generation Networks Standards Overview”*, CITELE, [www.citel.oas.org/ccp1-tel/docs/carpetal-r1\\_i.pdf](http://www.citel.oas.org/ccp1-tel/docs/carpetal-r1_i.pdf), 2004
6. ITU-T Recommendation Y.2001, “*General Overview of NGN*”, ITU-T, 2004
7. ITU-T Recommendation Y.2011, “*General principles and general reference model for Next Generation Networks*”, ITU-T, 2004
8. ITU-D Document 2/126(Rev.3)-E, “*Strategy for migration from circuit-switched networks to packet-switched networks*”, ITU-D, 2004
9. Mo Li and Kumbesan Sandrasegaran, “*Network Management Challenges for Next Generation Networks*”, Proceedings of the IEEE Conference on Local Computer Networks 30th Anniversary (LCN’05), IEEE, 2005
10. ATIS Next Generation Network Focus Group, “*Next Generation Network (NGN), Part I: NGN Definitions, Requirements and Architecture*”, Alliance for Telecommunications Industry Solutions, ATIS, 2005
11. Stephen Berg, “*NGN – Next Generation Networks*”, MSD conference, Lisbon, October 2005

12. Cisco Systems White Paper, “*BUILDING THE CARRIER-CLASS IP NEXT-GENERATION NETWORK*”, Cisco, 2005
13. Emmanuel Bertin, “*Stakes of next-generation communication services*”, Proceedings of the Advanced Industrial Conference on Telecommunications/Service Assurance with Partial and Intermittent Resources Conference/ELearning on Telecommunications Workshop, IEEE, 2005
14. Andreas Kirstadter, Andreas Iselt, Achim Autenrieth, Dominic A. Schupke, “*Business Models for Next Generation Transport Networks*”, Springer Science+Business Media, 2005
15. Devoteam Siticom, “*Regulatory implications of the introduction of next generation networks and other new developments in electronic communications*”, ECSC – EC – EAEC, 2003

## Πηγές στο Internet

1. <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/index.asp> Η κεντρική σελίδα του Study Group 13 της ITU-T, αρμόδιο για θέματα των Δικτύων νέας Γενιάς.
2. <http://www.itu.int/ITU-T/ngn/index.phtml> Μια υποομάδα του Study Group 13 που ασχολείται με την έκδοση Standards για την ανάπτυξη των ΔΝΓ
3. <http://www.ieee.org/portal/site> Institute of Electrical and Electronics Engineers, σύλλογος των ηλεκτρολόγων μηχανικών
4. <http://www.etsi.org/> The European Telecommunications Standards Institute (ETSI) is an independent, non-profit organization, whose mission is to produce telecommunications standards for today and for the future.
5. <http://www.cisco.com/> Η κεντρική σελίδα της Cisco Systems
6. <http://www.alcatel.com/> Η κεντρική σελίδα της Alcatel
7. <http://www.ngncon.com/> Ένα συνέδριο σχετικά με τα ΔΝΓ
8. <http://www.ngni.org/> Μια πρωτοβουλία για τα ΔΝΓ χρηματοδοτούμενη από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο
9. <http://citel.oas.org/> Τηλεπικοινωνιακή επιτροπή Αμερικής
10. <http://www.iec.org/> Το διεθνές συμπόσιο μηχανικών

11. <http://ftp3.itu.ch/ngn/> Μια FTP διεύθυνση της ITU-T που περιέχει αρκετό ακόμα μη ολοκληρωμένο υλικό για τα ΔΝΓ