

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Εισαγωγή στο Διαδίκτυο

1. Εισαγωγή

Το πεδίο των δικτύων υπολογιστών είναι αρκετά ευρύ, με την έννοια ότι καλύπτει πολλά και ετερογενή είδη δικτύων, μεγαλύτερα αλλά και μικρότερα σε μέγεθος δίκτυα, τα οποία υλοποιούν πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται ευρέως και άλλα που έχουν πολύ ειδικές χρήσεις. Τα δίκτυα ακόμη διαφοροποιούνται ως προς τον σκοπό που καλούνται να επιτελέσουν, την κλίμακα αλλά και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούν.

Από τα τέλη του 20^{ου} αιώνα κατέστη επιτακτική η ανάγκη δικτύωσης, όχι μόνον μεταξύ συσκευών που ανήκουν σε ένα δίκτυο, αλλά και μεταξύ δικτύων, ώστε να κατασκευαστεί ένα διαδίκτυο (internetwork ή internet). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται συσκευές διασύνδεσης, οι οποίες ανάλογα με το επίπεδο στο οποίο λειτουργούν, επιτρέπουν είτε την απλή μεταφορά δεδομένων είτε τη μετατροπή των δεδομένων από ένα πρωτόκολλο σε κάποιο άλλο. Ένα **Διαδίκτυο (internet ή internetwork)** είναι ένα σύνολο από δύο ή περισσότερα ομογενή ή και ετερογενή δίκτυα (LAN, MAN, WAN) που συνδέονται μεταξύ τους με διάφορες συσκευές διασύνδεσης (π.χ. δρομολογητές, μεταγωγείς, γέφυρες).

Κυρίαρχη θέση στο χώρο της διαδικτύωσης καταλαμβάνει το διαδίκτυο, το οποίο στηρίζεται στη σουίτα πρωτοκόλλων TCP/IP και παίζει κυρίαρχο ρόλο στη σημερινή εποχή και πλέον ταυτίζεται μονοσήμαντα με τον όρο Διαδίκτυο

(Internet)¹. Το Internet είναι ένα πλέγμα από δισεκατομμύρια διασυνδεδεμένους υπολογιστές που εκτείνεται σχεδόν σε κάθε γωνιά του πλανήτη και παρέχει τις υπηρεσίες του σε εκατομμύρια χρήστες. Αποτελεί ένα «Παγκόσμιο Ηλεκτρονικό Χωριό», οι «κάτοικοι» του οποίου, ανεξάρτητα από υπηκοότητα, ηλικία, θρήσκευμα και χρώμα, μοιράζονται πληροφορίες και ανταλλάσσουν ελεύθερα απόψεις πέρα από γεωγραφικά και κοινωνικά σύνορα. Σύμφωνα με τις σχετικές εκτιμήσεις, αυτός ο παγκόσμιος ιστός υπολογιστών και χρηστών αριθμεί σήμερα πάνω από εννιά δισεκατομμύρια υπολογιστές και τρία δισεκατομμύρια χρήστες, ενώ επεκτείνεται διαρκώς με εκθετικούς ρυθμούς.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό του Internet είναι ότι μπορεί να συνδέει υπολογιστές διαφορετικού τύπου, δηλ. υπολογιστές που μπορεί να διαφέρουν όσον αφορά την αρχιτεκτονική του υλικού (hardware), το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιούν και το πρωτόκολλο δικτύωσης που εφαρμόζεται στο τοπικό τους δίκτυο. Ακριβώς εξαιτίας αυτής της ευελιξίας του, εξαπλώθηκε σε ολόκληρο τον πλανήτη κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Ένα άλλο ενδιαφέρον χαρακτηριστικό του Internet είναι ότι είναι αποκεντρωμένο και αυτοδιαχειριζόμενο. Δεν υπάρχει δηλαδή κάποιος κεντρικός οργανισμός που να το διευθύνει και να παίρνει συνολικά αποφάσεις σχετικά με το είδος των πληροφοριών που διακινούνται, τις υπηρεσίες που παρέχονται από τους διάφορους υπολογιστές του ή την διαχείρισή του. Καθένα από τα μικρότερα δίκτυα που το αποτελούν διατηρεί την αυτονομία του και είναι το ίδιο υπεύθυνο για το είδος των πληροφοριών που διακινεί, τις υπηρεσίες που προσφέρουν οι υπολογιστές του και την διαχείρισή του.

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το Internet βασικά για τρία πράγματα: α) για να αντλήσουν πληροφορίες β) για να επικοινωνήσουν με άλλους ανθρώπους που είναι και αυτοί χρήστες του και γ) για να πραγματοποιήσουν οικονομικές συναλλαγές. Μπορούμε να θεωρήσουμε το Internet σαν μια τεράστια αποθήκη πληροφορίας, μια παγκόσμια βιβλιοθήκη. Στους υπολογιστές του βρίσκονται αποθηκευμένα χιλιάδες Gigabytes πληροφορίας, αρκετά από τα οποία διατίθενται ελεύθερα στους χρήστες του. Έτσι, λοιπόν, υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιούνται απομακρυσμένες βάσεις δεδομένων, να ανακτώνται αρχεία με προγράμματα, εικόνες, κείμενα κλπ., να υπάρχει πρόσβαση σε βιβλιοθήκες, να διαβάσει οι χρήστες ηλεκτρονικές εφημερίδες και περιοδικά, ακόμα και να παρακολουθούν ραδιοφωνικά προγράμματα. Το Internet είναι επίσης ένα μέσο που επιτρέπει να έρχονται σε επαφή με άλλους ανθρώπους γρήγορα και εύκολα. Μπορεί λοιπόν κάποιος να ανταλλάξει ηλεκτρονικά μηνύματα ή να μιλήσει «ζωντανά» με ένα φίλο του που βρίσκεται π.χ. στις ΗΠΑ, στην Κίνα ή σε κάποιο άλλο μέρος του κόσμου, να γνωρίσει καινούριους ανθρώπους, να εγγραφεί σε λίστες συζητήσεων εάν τον ενδιαφέρουν οι απόψεις των άλλων γύρω από κάποιο θέμα ή ακόμα να

¹ Για την αποφυγή σύγχυσης όπου απαιτείται διαφοροποίηση μεταξύ των δύο όρων θα χρησιμοποιείται με κεφαλαίο γράμμα ο όρος για την αναφορά στο συγκεκριμένο διαδίκτυο.

παίζει μια σειρά από παιχνίδια με πολλούς αντιπάλους ταυτόχρονα που μπορεί να βρίσκονται διασκορπισμένοι σε διάφορα μέρη της γης.

Με το Internet λοιπόν μπορεί κάποιος να κάνει τον γύρο του κόσμου χωρίς να χρειαστεί να μετακινηθεί από τον υπολογιστή του!

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια αναφορά στην ιστορική εξέλιξη του Διαδικτύου καθώς επίσης και στα δίκτυα που είχαν υλοποιηθεί πριν από αυτό. Επίσης, θα γίνει μια ανασκόπηση στα τρία βασικά μοντέλα επικοινωνίας δικτύων (client-server, peer-to-peer, centralized model). Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στο Διαδίκτυο. Στο αμέσως επόμενο κεφάλαιο αναλύονται οι βασικές υπηρεσίες τις οποίες παρέχει το Διαδίκτυο, με έμφαση στον Παγκόσμιο Ιστό (World Wide Web).

1.1. Βασικοί Πρόδρομοι του Διαδικτύου

Στην ενότητα αυτή, θα πραγματοποιηθεί μια ιστορική αναδρομή της εξελικτικής πορείας προς το Διαδίκτυο, μέσω της παρουσίας μιας σειράς από τα πιο αντιπροσωπευτικά και πλέον σημαντικά δίκτυα που αναπτύχθηκαν και υλοποιήθηκαν στο παρελθόν, τα οποία αποτέλεσαν τους προδρόμους του σημερινού Διαδικτύου. Την τελευταία δεκαετία το διαδίκτυο και η διακυβέρνησή του αποτέλεσαν το κύριο θέμα μεγάλων συζητήσεων, διαφωνιών και αντιπαραθέσεων.

Αρχικά, το διαδίκτυο ξεκίνησε ως ένα ερευνητικό έργο χρηματοδοτούμενο από το Υπουργείο Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών (U.S. Department of Defence's Advanced Research Project Agency - DARPA). Στην ανάπτυξη του συνέβαλλε το Υπουργείο Ενέργειας των Η.Π.Α, η NASA και του οργανισμού NSF (National Science Foundation). Στα μέσα του 1980 η κυβερνητική πολιτική των Η.Π.Α που αφορούσε στην έρευνα στο Διαδίκτυο, αναπτύχθηκε από την Ομοσπονδιακή Επιτροπή Ερευνών Συντονισμού Διαδικτύου (Federal Research Internet Coordinating Committee), που αργότερα ύστερα από αρκετές μετεξελίξεις οδήγησε στον σχηματισμό του Διεθνούς Συμβουλίου Επιστήμης και Τεχνολογίας (NSTC – National Science and Technology Council). Στο NSTC υπάγεται η Επιτροπή Τεχνολογίας στην οποία περιλαμβάνεται η Εθνική Υποεπιτροπή Πληροφορίας, Τεχνολογίας, Έρευνας και Ανάπτυξης (National Information Technology and Research and Development) που διευθύνεται από το Εθνικό Γραφείο Συντονισμού (NCO – National Coordination Office).

Μια σχετική συμβουλευτική επιτροπή η οποία ονομαζόταν Προεδρική Συμβουλευτική Επιτροπή Πληροφορίας και Τεχνολογίας (President's Information Technology Advisory Committee) σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια της θητείας του προέδρου Κλίντον που αργότερα μετασχηματίστηκε στην Προεδρική Επιτροπή

Συμβούλων για την Επιστήμη και την Τεχνολογία (Committee of Advisors on Science and Technology).

Ένα μεγάλο κομμάτι έρευνας που αφορούσε στην ανάπτυξη των επιχειρησιακών λειτουργιών που σχετίζονταν τόσο με τα δίκτυα όσο και με το Διαδίκτυο ξεκίνησε από σχετικές ερευνητικές συμβάσεις που συντάχθηκαν με τα Υπουργεία των Η.Π.Α και με άλλες Κυβερνήσεις σε όλο το κόσμο. Με την πάροδο των χρόνων, τα Υπουργεία έριξαν τις ευθύνες για τη δημόσια πολιτική που ασκούσαν στον τομέα του Διαδικτύου η οποία τάσσονταν υπέρ ακαδημαϊκών οργανώσεων ή οργανώσεων του ιδιωτικού τομέα, οι οποίες προέκυψαν ή δημιουργήθηκαν για να εκπληρώσουν συγκεκριμένες λειτουργίες. Έτσι δημιουργήθηκε το Συμβούλιο Δραστηριοτήτων του Διαδικτύου (IAB - Internet Activities Board) στις ΗΠΑ με σκοπό να επιβλέψει την έρευνα που οδηγούσε στην τεχνική εξέλιξη του Διαδικτύου και στη συνέχεια μετονομάστηκε σε Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου (IAB – Internet Architecture Board). Το IAB όπως και η κοινότητα του Διαδικτύου (Internet Society), δημιουργήθηκε για να παρέχει ένα θεσμικό πλαίσιο αλλά και οικονομική υποστήριξη στους οργανισμούς (IETF, IRTF – Internet Engineering and Research Task Forces).

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν τα περιφερειακά μητρώα του Διαδικτύου (RIR – Regional internet Registry) με σκοπό να βοηθήσουν στη διαχείριση του χώρου των IP διευθύνσεων. Τέτοια μητρώα δημιουργήθηκαν ανά τον κόσμο, όπως για παράδειγμα το αφρικανικό κεντρικό δίκτυο πληροφοριών, το αντίστοιχο κέντρο Ασίας / Ειρηνικού αλλά και το αμερικανικό Μητρώο Αριθμών Διαδικτύου αλλά και τα αντίστοιχα κέντρα στη Λατινική Αμερική στην Καραϊβική και στην Ευρώπη.

Το 2003, η Παγκόσμια Σύνοδος Κορυφής για την Κοινωνία της Πληροφορίας (WSIS – World Summit on the Information Society), συγκλήθηκε στη Γενεύη. Αν και δεν ήταν ιδιαίτερα ξεκάθαρο το τι ήταν η κοινωνία των πληροφοριών, πολλοί θεώρησαν ότι το Διαδίκτυο ήταν ένα πρότυπο λόγω της υποδομής που αυτό παρείχε. Το ερώτημα, λοιπόν, το οποίο ετέθη ήταν το ποιος θα ήταν υπεύθυνος για το Διαδίκτυο. Για τους διπλωμάτες που παρείσαντο στη σύνοδο αυτή, ήταν δύσκολο να αποδεχθούν την ιδέα ότι το Διαδίκτυο παρείχε μια υποδομή που ήταν εξαιρετικά συνεργατική και ταυτόχρονα αποκεντρωμένη. Έτσι επικεντρώθηκαν στην ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) η οποία δημιουργήθηκε με πρωτοβουλία του Λευκού Οίκου ως μια οντότητα που ανήκε στον ιδιωτικό τομέα για τη διαχείριση του μοναδικού χώρου των διευθύνσεων του Διαδικτύου.

Η Υπηρεσία Εκχώρησης Αριθμών (IANA -Internet Assigned Numbers Authority) ήταν ενσωματωμένη στην ICANN, που είχε υπό την ευθύνη της το ARPANET διοικούσαν για χρόνια από ένα και μόνο πρόσωπο. Η IANA διαχειριζόταν σε υψηλό επίπεδο την κατανομή του χώρου των διευθύνσεων του Διαδικτύου, το ανώτερο επίπεδο του Domain Name System (DNS), καθώς και την καταγραφή των

βασικών παραμέτρων των πρωτοκόλλων του Διαδικτύου όπως αυτά καθορίστηκαν από την IETF. Η σύνοδος αυτή ακόμη συγκάλεσε μια Ομάδα Εργασίας για τη Διακυβέρνηση του Διαδικτύου έτσι ώστε να αναπτύξει έναν ορισμό για τη διακυβέρνηση του Διαδικτύου, να καθορίσει θέματα δημόσιας πολιτικής που αφορούσαν το Διαδίκτυο και να αναπτύξει μια κοινή αντίληψη για τον ρόλο των κυβερνήσεων, των υφιστάμενων διεθνών οργανισμών και άλλων φορέων, καθώς και του ιδιωτικού τομέα και της κοινωνίας των πολιτών τόσο στις αναπτυσσόμενες όσο και στις αναπτυγμένες χώρες.

Η ηλεκτρονική Διακυβέρνηση του Διαδικτύου αποτέλεσε κομβικό σημείο στην αντίστοιχη σύνοδο του έτους 2005 κατά την οποία δημιουργήθηκε το φόρουμ Διακυβέρνησης του Διαδικτύου (IGF). Η πρώτη συνάντηση της ομάδας εργασίας αυτής πραγματοποιήθηκε το 2006 και συνεδριάζει μια φορά κάθε χρόνο. Ο Πρόεδρος της ICANN καθιέρωσε τέσσερις στρατηγικές συμβουλευτικές επιτροπές με απώτερο στόχο να διευθετηθούν θέματα πρωτοπορίας του Διαδικτύου αλλά και ένα πλαίσιο δημόσιας ευθύνης καθώς επίσης και ο ρόλος της υπηρεσίας αυτής στο συνολικό οικοδόμημα της ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης. Την ίδια στιγμή συγκλήθηκε και μια ομάδα υψηλού επιπέδου η οποία θα ασχολούνταν με την ανάπτυξη αρχών που θα αφορούσαν τη διακυβέρνηση του Διαδικτύου.

Άλλες πρωτοβουλίες όπως αυτή του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ μαζί με το Chatham House του Ηνωμένου Βασιλείου και το Κέντρο του Καναδά για τη Διεθνή Διακυβέρνηση, αφορούσαν μια διετή έρευνα στον τρόπο που οι κυβερνήσεις χρησιμοποιούν τα δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων που έχουν δημοσιευθεί στο Διαδίκτυο. Μια από τις επιτροπές της ICANN παρατήρησε ότι το οικοσύστημα του Διαδικτύου είναι τεράστιο, διαφορετικό, εξελίξιμο και δυναμικό.

Το τελικό σχέδιο της ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης παρέχει ένα προσαρμόσιμο και εξελίξιμο πλαίσιο, το οποίο όμως είναι αμφίβολο αν είναι δυνατόν να υλοποιηθεί πλήρως. Βέβαια, αυτή η συνεταιριστική και συνεργατική φύση του Διαδικτύου αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της αντοχής και της ικανότητάς του να ενσωματώνει νέες εφαρμογές ακόμα και 40 χρόνια μετά την αρχική σύλληψη του και τα οποία αποτελούν τη βάση για τη μελλοντική εξέλιξή του.

1.1.1. ARPANET

Ένα από τα πρώτα δίκτυα ευρείας περιοχής, στο οποίο αργότερα προστέθηκαν κι άλλα διαφορετικά δίκτυα, με αποτέλεσμα τη δημιουργία του σημερινού Διαδικτύου, είναι το **ARPANET**.

Το 1957, η κυβέρνηση των Η.Π.Α. ίδρυσε ένα ερευνητικό τμήμα στο Υπουργείο Άμυνας με τον τίτλο **ARPA (Advanced Research Project Agency)**. Το 1969 και κατά την περίοδο του Ψυχρού Πολέμου, το ARPA ανέπτυξε το ARPANET, ένα

ερευνητικό δίκτυο μεταφοράς δεδομένων με καταναμημένη λειτουργία, που είχε ως στόχο την ανταλλαγή πληροφοριών ακόμη και στη περίπτωση καταστροφής μεγάλου μέρους του δικτύου από επίθεση πυρηνική τύπου.

Το ARPA αποφάσισε ότι το δίκτυο που χρειαζόταν το Υπουργείο έπρεπε να ήταν ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων, αποτελούμενο από υποδίκτυα και εξυπηρετητές. Στο ARPANET, που στη αρχή συνέδεε μεγάλους υπολογιστές σε 4 πανεπιστήμια των Η.Π.Α. (University of California at Los Angeles, University of California at Santa Barbara, Stanford Research Institute, και University of Utah) προσχώρησαν μέσα σε λίγα χρόνια και διάφορα άλλα εκπαιδευτικά και ερευνητικά ιδρύματα. Παρατηρώντας την ολοένα και μεγαλύτερη πανεπιστημιακή χρήση του παραπάνω δικτύου, το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ αποφάσισε να αφαιρέσει τους δικούς του κόμβους από το παραπάνω δίκτυο και να δημιουργήσει το MILNET, ένα δίκτυο για καθαρά στρατιωτικές εφαρμογές.

Η αρχική ανάπτυξη παρείχε ένα άμεσο κανάλι για υπηρεσίες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες για πανεπιστήμια και κυβερνητικούς οργανισμούς. Οι χρήστες μπορούσαν να εκτελέσουν ελέγχους για την ακεραιότητα αυτού του δικτύου, κάτι που ήταν ζητούμενο και από την κυβέρνηση των Η.Π.Α. Έτσι το δίκτυο αυτό ήταν ικανό να παρέχει ένα χρήσιμο μέσο για την ανταλλαγή δεδομένων.

Στο ARPANET οφείλεται και η ανάπτυξη του πρωτοκόλλου μεταφοράς TCP και του πρωτοκόλλου δικτύου IP. Για το λόγο αυτό θεωρείται ως ο κατεξοχήν πρόδρομος του σημερινού Internet. Το ARPANET δεν χρησιμοποιούσε πρωτόκολλα συνόδου και μεταφοράς και οι κυριότερες υπηρεσίες που προσέφερε ήταν το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, η μεταφορά αρχείων και η απομακρυσμένη σύνδεση.

1.1.2. USENET

Το USENET δημιουργήθηκε από τα πανεπιστήμια Duke και North Carolina των ΗΠΑ. Όπως και το ARPANET, το USENET ξεκίνησε ως ένα δίκτυο για την επικοινωνία των πανεπιστημιακών και αργότερα επεκτάθηκε και σε εμπορικές υπηρεσίες. Στα πρώιμα στάδια του, παρείχε μία υπηρεσία ειδήσεων σε ένα παγκόσμιας κλίμακας δίκτυο από μηχανές UNIX. Το δίκτυο αυτό δημιουργήθηκε παράλληλα με το UUCP (Unix – to – Unix Copy), που στην Ευρωπαϊκή εκδοχή του ονομάστηκε EUnet, και παρείχε μόνο υπηρεσίες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Σήμερα, το ολικό δίκτυο των συσκευών UNIX, που παρέχει και τις δύο υπηρεσίες, επικράτησε με το όνομα USENET. Στην κάθε χώρα που είναι συνδεδεμένη στο USENET, υπάρχει μια κεντρική Πύλη (Gateway), όπου φθάνουν οι πληροφορίες. Αυτές διανέμονται στη συνέχεια διαμέσου των εθνικών δικτύων.

1.1.3. BITNET

Το δίκτυο αυτό είναι επίσης πανεπιστημιακό και πρωτοαναπτύχθηκε από τα πανεπιστήμια της Νέας Υόρκης και του Yale, το 1981. Σύντομα εξαπλώθηκε σε πάνω από 400 πανεπιστήμια στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ. Το Ευρωπαϊκό τμήμα του δικτύου είναι γνωστό με την ονομασία EARN (European Academic Research Network – Ευρωπαϊκό Ακαδημαϊκό Ερευνητικό Κέντρο). Η διαφορά του από τα άλλα δίκτυα που αναπτύχθηκαν παράλληλα, όπως το CSNET, έγκειται στο ότι το BITNET καλύπτει ακαδημαϊκά θέματα για διάφορους επιστημονικούς κλάδους και όχι αποκλειστικά για τον κλάδο των υπολογιστών.

1.2. Το Διαδίκτυο (Internet)

Με τον όρο **Διαδίκτυο** ορίζεται ένα παγκόσμιο πληροφοριακό σύστημα που

- (i). είναι λογικά διασυνδεδεμένο μέσω ενός μοναδικού παγκόσμιου χώρου διευθύνσεων βασισμένο στο πρωτόκολλο διαδικτύου ή των διαδόχων του.
- (ii). είναι ικανό να υποστηρίζει επικοινωνίες χρησιμοποιώντας τη σουίτα πρωτοκόλλων TCP/IP ή των διαδόχων του ή / και άλλα πρωτόκολλα συμβατά με το IP.
- (iii). παρέχει, χρησιμοποιεί ή καθιστά προσπελάσιμες, είτε δημόσια είτε ιδιωτικά, υπηρεσίες υψηλού επιπέδου βασιζόμενες στις επικοινωνίες.

Τον καιρό που οι ερευνητές του ARPA δημιουργούσαν το ARPANET, κάποιες άλλες ομάδες, εκτός στρατιωτικών και κυβερνητικών εγκαταστάσεων, είδαν την ανάγκη για αποκεντρωτική και αξιόπιστη επικοινωνία και ξεκίνησαν παράλληλα την ανάπτυξη των δικών τους δικτύων (USENET, CSNET, BITNET), όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Το 1986, ιδρύθηκε το NSFNET (National Science Foundation Network), που επέφερε αλλαγές στην τεχνολογία των υπολογιστών και των δικτύων. Το NSFNET σύνδεσε χρήστες με πέντε εθνικά κέντρα υπερ-υπολογιστών (national supercomputer centers).

Αργότερα όταν συνδέθηκαν το NSFNET και το ARPANET, η αύξηση στον αριθμό των δικτύων, των μηχανών και των χρηστών που συνδέθηκαν αυξήθηκε εκθετικά. Πολλά περιφερειακά δίκτυα προσχώρησαν και αποκαταστάθηκαν συνδέσεις με τον Καναδά, την Ευρώπη και τον Ειρηνικό.

Δώδεκα χρόνια μετά τη δημιουργία του, το 1981, υπήρχαν 213 υπολογιστές καταχωρημένοι στο Διαδίκτυο. Το 1980 ερευνητές δημιούργησαν επίσης μηχανές εντοπισμού και αναζήτησης πληροφορίας, όπως το **Archie** και το **Wide Area Information Services (WAIS)**, για να ελέγχουν την πληροφορία που διακινούνταν μέσω του Διαδικτύου. Στα επόμενα δέκα χρόνια συνεχίστηκε με σημαντικούς

ρυθμούς η ανάπτυξή του για να δοθεί στους χρήστες του ένα εύχρηστο περιβάλλον και μέσω διεπαφής, αναπτύχθηκε το 1991 από το πανεπιστήμιο της Μινεσότα (University of Minnesota) ένα απλό σύστημα αναζήτησης αρχείων, το λεγόμενο **Gopher**. Τα πράγματα άλλαξαν ξαφνικά, ένα χρόνο αργότερα, το 1992 με τον διπλασιασμό του αριθμού των συνδεδεμένων υπολογιστών (περίπου 1.000.000) και την εισαγωγή της υπηρεσίας του παγκοσμίου ιστού (World Wide Web: WWW) η οποία βασίζεται στο μοντέλο της παρουσίασης κειμένων με υπερ-συνδέσμους (hyperlinked documents) που αναπτύχθηκε στο CERN (κέντρο Πυρηνικής Έρευνας της Ελβετίας) από τον Tim Berners-Lee. Η καινοτομία του παγκοσμίου ιστού είναι ότι αποτελείται από σελίδες που μπορούν να μεταφέρουν και να συνδέονται δυναμικά με πληροφορίες οποιασδήποτε φύσεως (δεδομένα, εικόνα, βίντεο, ήχος).

Όπως και το ARPANET, το Διαδίκτυο χρησιμοποιεί κυρίως την τεχνική μεταγωγής πακέτων για την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων τερματικών συστημάτων. Η τοπολογία του είναι δεντρικά ιεραρχημένη σε διάφορα επίπεδα. Στο κατώτερο επίπεδο βρίσκονται τα τερματικά και οι τοπικοί πάροχοι υπηρεσιών Διαδικτύου (Local ISPs – Internet Service Providers), που είναι γνωστοί και ως δίκτυα πρόσβασης. Αυτοί οι τοπικοί σταθμοί μπορεί να είναι τοπικά δίκτυα ή δίκτυα οποιασδήποτε άλλης φύσεως, ή ακόμα και μια τηλεφωνική γραμμή που χρησιμοποιεί modem για να έρθει σε επαφή με κάποιο PC. Οι τοπικοί πάροχοι (ISPs) συνδέονται με τον περιφερειακό πάροχο (ISP), τα οποία βρίσκονται σε ανώτερο επίπεδο της δεντρικής τοπολογίας του Διαδικτύου. Τέλος, τα περιφερειακά ISPs συνδέονται, με τη σειρά τους, με τα εθνικά ή τα διεθνή ISPs που βρίσκονται στο ανώτατο επίπεδο της ιεραρχίας.

Στην ουσία, λοιπόν, το Διαδίκτυο είναι ένα δημόσιο διαδίκτυο (όπως φανερώνει άλλωστε και το όνομά του) με δεντρική τοπολογία, στα “κλαδιά” του οποίου μπορούν να συνδεθούν οποιασδήποτε μορφής δίκτυα, δημόσια ή ιδιωτικά. Τα διάφορα δίκτυα κλαδιά μπορούν να είναι οποιαδήποτε μορφής όπως ATM, Ethernet, κ.α., χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα πρωτόκολλα.

Το 1995, υπήρχαν πολλά δίκτυα κορμού, εκατοντάδες δίκτυα μεσαίου μεγέθους (περιφερειακά δίκτυα), δεκάδες χιλιάδες τοπικά δίκτυα (LAN), εκατομμύρια κόμβοι (hosts) και δεκάδες εκατομμύρια χρήστες. Έχει υπολογιστεί ότι το μέγεθος του διπλασιάζεται κάθε χρόνο περίπου.

1.2.1. Σύνδεση στο διαδίκτυο

Η σύνδεση στο Διαδίκτυο μπορεί να πραγματοποιηθεί με ποικίλους τρόπους -και πολλοί ακόμα εμφανίζονται καθημερινά. Για να μπορέσει ένας χρήστης να ξεκινήσει την περιήγηση στον ιστό θα πρέπει να εγγραφεί σε ένα πρόγραμμα με ένα ISP. Ο ISP ή πάροχος υπηρεσιών Διαδικτύου αποτελεί μια εταιρεία που

παρέχει στον χρήστη σύνδεση στο διαδίκτυο και άλλες υπηρεσίες ιστού. Προσφέρει διαφορετικούς τρόπους σύνδεσης μεταξύ των οποίων σύνδεση μέσω τηλεφώνου, καλωδίου, οπτικών ινών, Wi-Fi ή 3G/4G/5G. Αυτές οι διαφορετικές συνδέσεις καθορίζουν την ταχύτητα της πρόσβασής μας στο διαδίκτυο.

Μέχρι τις αρχές του 21^{ου} αιώνα, οι βασικοί τρόποι σύνδεσης κυμαίνονταν από απλές τηλεφωνικές dial-up συνδέσεις ως ειδικές ψηφιακές ISDN υψηλής ταχύτητας συνδέσεις, τηλεοπτικές συνδέσεις, ψηφιακές συνδρομητικές γραμμές κ.ο.κ. Μπορεί κάποιος να έχει μια απευθείας σύνδεση στο χώρο εργασίας ή στο Πανεπιστήμιο ή στο σπίτι ή ακόμη και σε μία κινητή συσκευή. Ακόμη, μπορεί να πλοηγηθεί (surfing) στον Παγκόσμιο Ιστό (World Wide Web) μέσω μιας σύνδεσης διαδικτύου από το σπίτι. Ο υπολογιστής του χρήστη μπορεί να είναι ένα «κουτό» τερματικό το οποίο να έχει πρόσβαση σε περιορισμένους πόρους του Διαδικτύου όπως σε μια βάση δεδομένων μιας βιβλιοθήκης ή να είναι ένας πανίσχυρος Internet υπολογιστής ο οποίος να επιτρέπει την πρόσβαση σε οτιδήποτε προσφέρει το Διαδίκτυο. Στην ενότητα αυτή θα μελετηθούν οι τρόποι με τους οποίους οι χρήστες και οι υπολογιστές έχουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο.

Όσον αφορά στις συνδέσεις στο Internet ισχύει ένας γενικός κανόνας: όσο ταχύτερα τόσο το καλύτερο. Οι χρήστες θέλουν την ταχύτερη δυνατή σύνδεση επειδή σήμερα στο Internet υπάρχουν διαθέσιμες πολλές εικόνες, ήχοι και videos. Στις μέρες μας οι δυο δημοφιλέστεροι τρόποι σύνδεσης στο Διαδίκτυο είναι μέσω ενός επιχειρηματικού ή πανεπιστημιακού τοπικού δικτύου ή μέσω τηλεφωνικών γραμμών. Οι απευθείας συνδέσεις μέσω LANs είναι γενικά ταχύτερες από τις τηλεφωνικές συνδέσεις- και η τηλεφωνική τεχνολογία η οποία ονομάζεται ψηφιακή συνδρομητική γραμμή (Digital Subscriber Line-DSL) άλλαξε τους συσχετισμούς. Οι τηλεοπτικές και καλωδιακές συνδέσεις είναι εξίσου κοινές. Το Asymmetric Digital Subscriber Line (Ασύμμετρη Ψηφιακή Συνδρομητική Γραμμή) ή ADSL είναι μια μορφή DSL, δηλαδή μια τεχνολογία μετάδοσης δεδομένων που λειτουργεί πάνω σε παραδοσιακή τηλεφωνική γραμμή αλλά πετυχαίνει υψηλότερους ρυθμούς μεταφοράς από τα παραδοσιακά modem. Επιπλέον, υπάρχουν και οι επονομαζόμενες Very-high-bitrate DSL (VDSL ή VHDSL), που είναι μια DSL τεχνολογία που παρέχει υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων. Τέτοιες συνδέσεις παρέχονται από COSMOTE, CYTA, NOVA, Vodafone, Wind, κ.α..

Ο υπολογιστής μπορεί να συνδεθεί στο Διαδίκτυο με πολλούς διαφορετικούς τρόπους οι οποίοι ποικίλουν από τηλεφωνικές συνδέσεις και τοπικά δίκτυα ως συνδέσεις που εκμεταλλεύονται την υποδομή της καλωδιακής τηλεόρασης. Αν ένας χρήστης είναι συνδεδεμένος σε ένα δίκτυο της επιχείρησης που εργάζεται ή του Πανεπιστημίου που φοιτά ή από το σπίτι του, μπορεί να είναι ήδη συνδεδεμένος στο Internet. Αν το εν λόγω δίκτυο είναι συνδεδεμένο στο Internet μέσω ενός router ή ενός bridge τότε και ο υπολογιστής του χρήστη είναι συνδεδεμένος στο Internet. Η συγκεκριμένη διάταξη προσφέρει υψηλότερης

ταχύτητας πρόσβαση σε σχέση με την ταχύτητα που προσέφερε η τηλεφωνική σύνδεση. Στην περίπτωση που δεν είμαστε συνδεδεμένοι στο Internet μέσω ενός δικτύου, υπάρχει μια πληθώρα εφαρμογών πρόσβασης στο Internet, ενώ αρκετοί νέοι τρόποι εμφανίζονται καθημερινά.

Μια λύση είναι να βρει κάποιος ένα δίκτυο ή μια εταιρεία παροχής υπηρεσιών Internet (Internet Service Provider-ISP) η οποία θα του προσφέρει την δυνατότητα σύνδεσης από τον οικιακό υπολογιστή του. Αυτό μπορεί να γίνει με την χρήση ειδικού λογισμικού προσομοίωσης τερματικού το οποίο κάνει τον υπολογιστή να λειτουργεί σαν ένα «χαζό» τερματικό. Σε αυτή την περίπτωση το λογισμικό για το Internet δεν τρέχει στην πραγματικότητα στον υπολογιστή του. Αντιθέτως τρέχει στον υπολογιστή που είναι κάποιος συνδεδεμένος και η οθόνη δείχνει τι συμβαίνει στον άλλο υπολογιστή. Αν κάποιος συνδεθεί με αυτό τον τρόπο, οι υπηρεσίες του Internet που μπορεί να χρησιμοποιήσει είναι εξαιρετικά περιορισμένες. Για παράδειγμα στην περίπτωση πλοήγησης στον World Wide Web δεν θα μπορούμε να δούμε γραφικά.

Παλαιότερα, όταν κάποιος ήθελε να αντλήσει την πλήρη ισχύ του Internet μέσω των τηλεφωνικών γραμμών, χρειαζόταν πλήρεις συνδέσεις στο Internet, όπως αυτές που είναι διαθέσιμες με τα πρωτόκολλα SLIP (Serial Line Internet Protocol) και PPP (Point-to-Point Protocol). Όταν συνδεόταν στο Internet με την χρήση αυτών των πρωτοκόλλων ο υπολογιστής του γίνεται μέρος του δικτύου και μπορούσε να χρησιμοποιήσει όλη την επεξεργαστική ισχύ που είχε. Το PPP είναι νεότερο και σταθερότερο από το SLIP πρωτόκολλο και μπορεί να μεταδώσει ξανά πακέτα στην περίπτωση που αυτά χαθούν ή αλλοιωθούν, κάτι το οποίο συμβαίνει αρκετά συχνά όταν στέλνονταν πληροφορίες μέσω τηλεφωνικών γραμμών.

Οι γραμμές ISDN (Integrated Services Digital Network) παρείχαν συνδέσεις υψηλής ταχύτητας στο Internet. Τυπικά η ταχύτητα σύνδεσης κυμαίνονταν από 64 έως 128 Kbps. Στην περίπτωση αυτή ήταν απαραίτητο ένα ειδικό ISDN modem και ένα ISP ο οποίος προσέφερε ISDN πρόσβαση. Η ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή (Asymmetric Digital Subscriber Line-ADSL) αποτελούσε μια νεότερη τεχνολογία η οποία υποστήριζε συνδέσεις πολύ υψηλής ταχύτητας στις υπάρχουσες τηλεφωνικές γραμμές αλλά θα έπρεπε και ο ISP να την υποστήριζε.

Μια άλλη επιλογή ήταν ένα ειδικό καλωδιακό modem το οποίο επέτρεπε να χρησιμοποιείται το ομοαξονικό τηλεοπτικό καλώδιο για να υπάρχει πρόσβαση στο Internet. Αυτό ήταν εφικτό όταν η τοπική καλωδιακή εταιρεία υποστήριζε την συγκεκριμένη υπηρεσία. Η ταχύτητα μπορούσε να φτάνει και στο 100πλάσιο της ταχύτητας που προσέφεραν τα συνήθη modems. Στην Ελλάδα κάτι τέτοιο μπορούσε να το κάνει για παράδειγμα η εταιρεία που διέθετε και το FilmNet (vνν NOVA).

Ένας άλλος τρόπος πρόσβασης στο Internet ήταν η χρήση μιας online υπηρεσίας όπως η OTEnet, η Forthnet ή η X-Treme. Οι εν λόγω online υπηρεσίες προσέφεραν το δικό τους μοναδικό περιεχόμενο, ειδικές περιοχές και υπηρεσίες που ήταν διαθέσιμες μόνο στους συνδρομητές τους. Χρησιμοποιούσαν ειδικό λογισμικό και interfaces και επέτρεπαν στους συνδρομητές τους να έχουν πρόσβαση στους πόρους τους. Σε αντίθεση με την πλειονότητα του Internet, το περιεχόμενο, οι περιοχές και οι υπηρεσίες που προσέφεραν οι online υπηρεσίες δεν ήταν πάντοτε δωρεάν. Για να τις αποκτήσει κάποιος θα έπρεπε να πλήρωνε μια μηνιαία συνδρομή. Οι online υπηρεσίες ήταν διαφορετικές από τους ISPs οι οποίοι προσέφεραν μόνο πρόσβαση στο Internet και δεν διέθεταν δικές τους ιδιωτικές περιοχές και υπηρεσίες.

Οι online υπηρεσίες επέτρεπαν να έχει κάποιος πρόσβαση στο Internet με διάφορους τρόπους. Για να διευκολύνουν την χρήση των πόρων του Internet προσέφεραν το δικό τους λογισμικό ή user interface. Το user interface περιέμενε από τον χρήστη να δώσει μια εντολή η οποία εν συνεχεία στελνόταν μέσω ενός gateway στο Internet. Όταν ανακαλούταν η πληροφορία, στελνόταν μέσω του gateway στην online υπηρεσία και παρουσιαζόταν στον χρήστη με την βοήθεια του λογισμικού της online υπηρεσίας. Οι περισσότερες online υπηρεσίες επέτρεπαν στους χρήστες τους να χρησιμοποιούν και το δικό τους λογισμικό πρόσβασης στο Internet. Για να γίνει αυτό ο χρήστης έπρεπε να παρακάμψει το interface που προσέφερε η υπηρεσία και να χρησιμοποιήσει την online υπηρεσία όπως ένα ISP. Συγκεκριμένα, έπρεπε να πραγματοποιήσει μια κλήση στην online υπηρεσία και να δημιουργήσει μια TCP/IP σύνδεση. Εν συνεχεία έπρεπε να εκτελέσει το client λογισμικό στον υπολογιστή του και μέσω της TCP/IP σύνδεσης να αποκτήσει πρόσβαση στους πόρους του Internet.

Οι online υπηρεσίες επέτρεπαν επίσης την πλοήγηση στο Web. Ορισμένες επέτρεπαν την χρήση μόνο των δικών τους φυλλομετρητών ενώ άλλες διέθεταν μεν δικούς τους φυλλομετρητές αλλά επέτρεπαν επίσης την χρήση του Web χρησιμοποιώντας οποιονδήποτε άλλο φυλλομετρητή. Αν ήθελε κάποιος να χρησιμοποιήσει άλλο φυλλομετρητή έπρεπε να καλέσει την online υπηρεσία και να δημιουργήσει μια TCP/IP σύνδεση. Στην συνέχεια ο χρήστης μπορούσε να τρέξει τον φυλλομετρητή και να περιηγηθεί στο Internet με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως σε μια τηλεφωνική σύνδεση σε ένα ISP.

Εκτός της δυνατότητας πλοήγησης στο Web, οι online υπηρεσίες επέτρεπαν επιπροσθέτως να χρησιμοποιήσει κάποιος και άλλες δυνατότητες του Internet όπως το TELNET (που επέτρεπε την πρόσβαση σε ένα απομακρυσμένο υπολογιστή του Internet), το Gopher (ένα σύστημα καταλογοποίησης το οποίο προσέφερε πρόσβαση σε πληθώρα πληροφοριών και πόρων), το IRC (συνομιλία στο Internet) και τα Usenet newsgroups (δημόσιες περιοχές συζήτησης του Internet). Σε ορισμένες περιπτώσεις οι δυνατότητες αυτές ήταν προσβάσιμες με

την χρήση του ειδικού λογισμικού που προσέφερε η online υπηρεσία ενώ σε άλλες μέσω των συνηθισμένων client προγραμμάτων που χρησιμοποιούνταν στο Internet.

Με το πέρασμα του χρόνου οι online υπηρεσίες κινούνταν προς την πλήρη εξάλειψη της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής τους. Η τάση που ακολουθούταν ήταν η δημιουργία της υπηρεσίας ακολουθώντας την φιλοσοφία του Internet, όπως το TCP/IP πρωτόκολλο και τις σχετικές τεχνολογίες.

Ένα συνηθισμένο ζήτημα που εγειρόταν σχετικά με το Internet ήταν ότι οι συνήθειες τηλεφωνικές συνδέσεις ήταν πολύ αργές. Ακόμα και τα ταχύτερα modems φαίνονταν αργά σε σύγκριση με πλούσια γραφικά που ήταν διαθέσιμα στο Δίκτυο. Το Internet ήταν και είναι γεμάτο από γραφικά, videos, ήχους και άλλα multimedia αρχεία τα οποία είναι πολύ μεγάλα σε μέγεθος (αρκετές εκατοντάδες MB) και χρειαζόνταν πολύ χρόνο να σταλούν μέσω του Internet στον υπολογιστή.

Παλαιότερα, ένας προσιτός τρόπος απόκτησης μιας ταχύτερης σύνδεσης ήταν η χρήση του ISDN (Integrated Services Digital Network). Πρόκειται για μια τεχνολογία η οποία είχε αναπτυχθεί λίγα χρόνια νωρίτερα αλλά η εξάπλωση του Internet και η ανάγκη για συνδέσεις υψηλής ταχύτητας την εποχή εκείνη την έκαναν ιδιαίτερα δημοφιλή. Το ISDN επέτρεπε την επίτευξη υψηλής ταχύτητας συνδέσεων στο Internet χρησιμοποιώντας τα υπάρχοντα χάλκινα καλώδια του τηλεφωνικού δικτύου. Για να γινόταν εφικτή η χρήση της τεχνολογίας ISDN έπρεπε να την υποστηρίξει και η εταιρεία τηλεφωνίας η οποία έπρεπε να διαθέτει ειδικό ISDN digital-switching εξοπλισμό. Το κόστος χρήσης του ISDN συνήθως υπερέβαινε το κόστος μιας συνηθισμένης τηλεφωνικής γραμμής. Για να μπορούσε κάποιος να χρησιμοποιήσει το ISDN στο Internet έπρεπε ο αριθμός που καλούσε να υποστήριζε την ISDN σύνδεση. Πάντως οι περισσότερες εταιρείες παροχής υπηρεσιών Internet επέτρεπαν την ISDN πρόσβαση. Η χρήση του ISDN προϋπόθετε επίσης ότι υπάρχει ένα ISDN modem. Η εν λόγω συσκευή αν και έμοιαζε με modem δεν ήταν κάτι τέτοιο στην πραγματικότητα. Αντιθέτως αποτελούσε ένα προσαρμογέα τερματικού ο οποίος επέτρεπε να στέλνονταν και να λαμβάνονταν ψηφιακά σήματα σε ISDN τηλεφωνικές γραμμές. Τα συνηθισμένα modems μετέτρεπαν ψηφιακά σήματα από τον υπολογιστή του χρήστη σε αναλογικά σήματα τα οποία μπορούσαν να σταλούν σε συνηθισμένες αναλογικές τηλεφωνικές γραμμές. Επειδή το ISDN αποτελούσε μια ψηφιακή τεχνολογία, μόνο ψηφιακά δεδομένα στέλνονταν από τον ISDN adapter. Ορισμένες ISDN συσκευές μπορούσαν να λειτουργήσουν και ως συνηθισμένα modems. Η δυνατότητα αυτή ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη επειδή δεν ήταν από οποιαδήποτε μέρος εφικτή η χρήση του ISDN. Υπήρχαν αρκετά είδη ISDN πρόσβασης αλλά ο πιο συνηθισμένος ονομαζόταν Basic Rate Interface (BRI). Το BRI διαιρούσε την τηλεφωνική γραμμή σε τρία λογικά κανάλια. Τα λογικά κανάλια δεν ήταν ξεχωριστά σύρματα αλλά αντιθέτως τρόποι με τους οποίους τα δεδομένα στέλνονταν και λαμβάνονταν μέσω των τηλεφωνικών γραμμών. Το BRI διέθετε δυο 64 Kbps B (bearer) κανάλια

και ένα 16 Kbps D (data) κανάλι-τα οποία συνήθως αναφέρονταν ως 2B+D. Το κανάλι D έστειλε πληροφορίες δρομολόγησης ενώ τα δυο κανάλια B απέστειλαν δεδομένα. Κατά αυτό τον τρόπο κάποιος μπορούσε να μιλάει σε ένα B κανάλι ενώ αναζητούσε πληροφορίες στο Internet στο άλλο. Επίσης αν το hardware που διέθετε και ο ISP ή η online υπηρεσία που ήταν κάποιος συνδεδεμένος το επέτρεπε μπορούσε να συνδυάσει τα δυο κανάλια B σε ένα απλό υψηλής ταχύτητας κανάλι στα 128 Kbps.

1.2.2. Σύνδεση στο διαδίκτυο με Wi-fi

Πολλές συσκευές μπορούν να συνδεθούν στο διαδίκτυο μέσω Wi-Fi. Τέτοιες συσκευές είναι οι υπολογιστές, κινητές έξυπνες συσκευές (smart phones, tablets), έξυπνες τηλεοράσεις (smart TVs), προσωπικοί ηλεκτρονικοί βοηθοί (PDA), συναγερμοί, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, κλιματιστικά, ψυγεία, αυτοκίνητα (είτε αυτόνομα είτε όχι), κ.α. Όλες αυτές οι συσκευές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του Wi-Fi και να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο. ,

Ο πρόδρομος του Wi-Fi εφευρέθηκε στην Ολλανδία το 1991. Τα προϊόντα που αρχικά κυκλοφόρησαν, ονομαζόντουσαν WaveLAN και οι ταχύτητές τους ήταν της τάξης των 1Mbit/s έως 2Mbit/s. Αρχικά, όταν η τεχνολογία της ασύρματης δικτύωσης εμφανίστηκε, υπήρχαν πολλά προβλήματα συμβατότητας με τα προϊόντα των διαφόρων κατασκευαστών. Τότε, δημιουργήθηκε μία κοινότητα με την ονομασία Wi-Fi Alliance με στόχο να λύσει αυτά τα ζητήματα. Η κοινότητα αυτή είναι που θέσπισε το πρότυπο Wi-Fi certified και με αυτό τον τρόπο διασφάλισε την αποτελεσματική λειτουργικότητα των ποικίλων προϊόντων.

Για την ασύρματη σύνδεση στο διαδίκτυο απαιτείται ο χρήστης να έχει στην κατοχή του δρομολογητή ο οποίος ενσωματώνει τη τεχνολογία DSL και Wi-Fi access. Με τη χρήση της ανωτέρω συσκευής, παρέχεται ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο και υπάρχει η δυνατότητα της επικοινωνίας μεταξύ των διαφορετικών συσκευών. Μετά την ευρέως διάθεση και χρήση του Wi-Fi, αναπτύχθηκαν πολλές υπηρεσίες βασισμένες σε αυτό. Ακόμη, η χρήση του Wi-Fi είναι αυξημένη σε χώρες όπου λόγω δυσμορφιών των εδαφών τους είναι δύσκολη η εγκατάσταση υποδομής δικτύωσης.



Εικόνα 1.2.1. Σήμα κατατεθέν του Wi-Fi

1.2.3. Σύνδεση στο διαδίκτυο με χρήση δεδομένων κινητής τηλεφωνίας

Στην σημερινή εποχή είναι δυνατή η σύνδεση στο διαδίκτυο ακόμα και μέσω της χρήσης δεδομένων της κινητής τηλεφωνίας. Γενικά ένα κινητό τηλέφωνο συνδέεται στο διαδίκτυο με το ίδιο ασύρματο σήμα που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση μιας τηλεφωνικής κλήσης. Το τηλέφωνό μας συνδέεται με ένα πύργο κυψέλης στην περιοχή μας, ο οποίος στην συνέχεια μας συνδέει με το διαδίκτυο. Επειδή τα δεδομένα που μεταφέρονται μεταξύ των κινητών συσκευών και του διαδικτύου ενδέχεται να είναι ακριβά, οι παροχείς υπηρεσιών χρεώνουν για τα προγράμματα δεδομένων.

Η χρήση των δεδομένων της κινητής τηλεφωνίας διαφοροποιείται σε διαφορετικές γενιές βάσει της εξέλιξης των δικτύων ασύρματων κινητών επικοινωνιών με τη χρήση διαφορετικών προτύπων – πρωτοκόλλων, τον αριθμό των χρηστών που εξυπηρετούνταν, την κινητικότητα των χρηστών και τους ρυθμούς αποστολής και λήψης δεδομένων. Έτσι, έχουμε την εξέλιξη των δικτύων *από την 1^η γενιά (1G) έως την 4^η (4G)*.

Τα **1ης γενιάς** δίκτυα ασύρματων κινητών τηλεπικοινωνιών (**1G**) εμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980, ήταν αναλογικά συστήματα τα οποία για πρώτη φορά προσέφεραν στον χρήστη υπηρεσίες φωνής. Σε αυτή τη πρώιμη γενιά υπήρχαν πολλά διαφορετικά αναλογικά πρότυπα με αποτέλεσμα την ασυμβατότητα μεταξύ των προτύπων αυτών, το οποίο είχε ως συνέπεια τον κατακερματισμό της αγοράς των κινητών τηλεπικοινωνιών.

Τα **2ης γενιάς** δίκτυα ασύρματων κινητών τηλεπικοινωνιών (**2G**) άρχισαν να χρησιμοποιούνται το 1991 στη Φιλανδία με το GSM πρότυπο. Τα δίκτυα αυτά παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές σε σχέση με αυτά της 1ης γενιάς. Πρώτα από όλα, τα δίκτυα αυτά είναι πλέον ψηφιακά και έτσι μπορούν να παρέχουν αποδοτικότερη χρήση του φάσματος συχνοτήτων όπως και χαμηλής ταχύτητας δεδομένα (της τάξης των 9,6 kbps έως 19,2 kbps). Στα δίκτυα αυτά προστέθηκε και η δυνατότητα της χρήσης της υπηρεσίας αποστολής και λήψης μηνυμάτων (SMS), πέρα της υπηρεσίας φωνής. Αυτά τα δίκτυα έκαναν την επανάσταση στην αγορά και έτσι αυξήθηκε με απίστευτο τρόπο η χρήση των δικτύων αυτών. Αιτία της αύξησης αυτής ήταν η αποδοτική και σταθερή χρήση των υπηρεσιών των δικτύων της 2ης γενιάς. Η χρήση των δικτύων αυτών είναι μέχρι και σήμερα ευρέως διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο.

Στο τέλος του 20ου αιώνα δημιουργήθηκαν τα δίκτυα της **2,5ης γενιάς (GPRS)**. Ουσιαστικά, τα δίκτυα αυτά είναι επέκταση των δικτύων της 2ης γενιάς. Η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών γενιών έγκειται στο ότι πλέον χρησιμοποιείται μεταγωγή πακέτου για την αποστολή και λήψη δεδομένων. Ακόμη, σε αυτή τη γενιά για πρώτη φορά προστέθηκαν υπηρεσίες διαδικτύου.

Η επόμενη γενιά δικτύων κινητής τηλεφωνίας, η **3η (3G)**, εμφανίζεται στις αρχές του 21ου αιώνα. Ο διεθνής οργανισμός International Telecommunication Union (ITU) έθεσε τους κανόνες με τους οποίους επιλύθηκαν τα προβλήματα της 2ης και της 2,5ης γενιάς δικτύων με τη δημοσίευση του προτύπου IMT-2000. Βάσει του προτύπου αυτού αυξήθηκαν οι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων σε 128kbps για κινητούς σταθμούς, ενώ για τις σταθερές εφαρμογές 2Mbps. Σε αυτή τη γενιά προστέθηκε και η υπηρεσία των βιντεοκλήσεων, η οποία όμως δεν γνώρισε τόση μεγάλη επιτυχία από τους χρήστες.

Περίπου το 2005 κάνει την εμφάνισή της ή **3,5 γενιά (3,5G)** δικτύων κινητής τηλεφωνίας, η οποία είναι η εξέλιξη – επέκταση της 3ης γενιάς, και στην οποία πλέον έγινε δυνατή η χρήση υπηρεσιών δεδομένων που απαιτούσαν υψηλή ταχύτητα.

Λίγο μετά το 2010 εμφανίζονται τα **4ης γενιάς (4G)** δίκτυα κινητής τηλεφωνίας. Αν και είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο, ο στόχος αυτών των δικτύων είναι ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις που θέσπισε η ITU με το πρότυπο IMT-advanced. Ουσιαστικά, αυτό το πρότυπο γίνεται αντιληπτό ότι τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας δεν παρέχουν απλά υπηρεσίες φωνής, αλλά και υπηρεσίες διαδικτύου. Τα δίκτυα 4ης γενιάς παρέχουν στις ποικίλες τεχνολογίες τη δυνατότητα χρήσης υπερυψηλών ταχυτήτων (από 20 Mbps έως 150 Mbps).

Η επόμενη γενιά δικτύων που εμφανίζεται σιγά σιγά είναι η **5η γενιά (5G)**. Τα δίκτυα αυτά θα τεθούν σε εμπορική λειτουργία περίπου το 2020 και θα παρέχουν τη δυνατότητα χρήσης πολύ υψηλότερων ταχυτήτων, της τάξης των 10 Gbps.

1.3. Βασικά Πρωτόκολλα Διαδικτύου

Υπάρχουν δύο μεγάλα πλεονεκτήματα που έχουν οι υπολογιστές στο Διαδίκτυο όσον αφορά την επικοινωνία έναντι της επικοινωνίας που έχουν άτομα διαφορετικών πολιτισμών και εθνικοτήτων. Το πρώτο είναι ότι οι υπολογιστές στο Διαδίκτυο βρίσκονται σε σταθερή επαφή/επικοινωνία μεταξύ τους με μια σειρά από τηλεφωνικές γραμμές, καλώδια, δορυφορικά συστήματα κλπ. που επιτρέπουν την αστραπιαία μεταφορά ηλεκτρονικής πληροφορίας. Το δεύτερο είναι ότι οι υπολογιστές στο διαδίκτυο έχουν συμφωνήσει σε ένα κοινό τρόπο επικοινωνίας που τους επιτρέπει να ανταλλάσσουν τεράστιες ποσότητες πληροφορίας ακόμα και αν το καθένα εσωτερικά μιλάει διαφορετική γλώσσα υπολογιστών.

Αυτή η επικοινωνία είναι εφικτή εξαιτίας μιας σειράς πρωτοκόλλων. Η λέξη πρωτόκολλα αναφέρεται στους από κοινού συμφωνημένους κανόνες για το πώς ακριβώς θα μεταφέρεται η πληροφορία από υπολογιστή σε υπολογιστή στο διαδίκτυο.

Τα δύο σημαντικότερα πρωτόκολλα που επιτρέπουν στα δίκτυα να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν πληροφορία είναι το **TCP (Transmission Control Protocol)** και το **IP (Internet Protocol)**.

Το **πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης TCP (Transmission Control Protocol)** είναι το πρωτόκολλο επιπέδου σύνδεσης που έχει σχεδιαστεί για λειτουργία πάνω από το **πρωτόκολλο διαδικτύου IP (Internet Protocol)** του επιπέδου δικτύου με αυτοδύναμα πακέτα. Το TCP/IP έγινε η μόνη επίσημη στοιβία πρωτοκόλλων την 1η Ιανουαρίου 1983. Το TCP/IP χρησιμοποιήθηκε από τον πρόγονο όλων των δικτύων υπολογιστών, το **ARPANET**, και είναι σήμερα ακόμα το βασικό πρωτόκολλο του παγκόσμιου **Διαδικτύου**.

1.3.1. Μοντέλο αναφοράς TCP/IP

Το TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol=Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης και Πρωτόκολλο Διαδικτύου) είναι μια συλλογή πρωτοκόλλων επικοινωνίας στα οποία βασίζεται το Διαδίκτυο αλλά και μεγάλο ποσοστό των εμπορικών δικτύων. Η ονομασία TCP/IP προέρχεται από τις συντομογραφίες των δυο κυριότερων πρωτοκόλλων που περιέχει, του TCP (Transmission Control Protocol-Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης) και του IP (Internet Protocol-Πρωτόκολλο Διαδικτύου).

Αυτή η συλλογή πρωτοκόλλων, όπως και πολλές άλλες άλλωστε, είναι οργανωμένη σε στρώματα ή επίπεδα (layers). Το καθένα τους απαντά σε συγκεκριμένα προβλήματα μεταφοράς δεδομένων και παρέχει μια καθορισμένη υπηρεσία στα υψηλότερα στρώματα. Τα ανώτερα επίπεδα είναι πιο κοντά στην λογική του χρήστη και εξετάζουν πιο αφηρημένα δεδομένα, στηριζόμενα σε πρωτόκολλα χαμηλότερων στρωμάτων για να μεταφράσουν δεδομένα σε μορφές που μπορούν να διαβαστούν με φυσικά μέσα.

Το μοντέλο OSI, το οποίο παραμένει ως σήμερα μόνο θεωρητικό, προτείνει την κατάταξη των πρωτοκόλλων δικτύων σε ένα οργανωμένο σωρό 7 στρωμάτων. Συγκρίσεις ανάμεσα στο μοντέλο OSI και το TCP/IP δείχνουν την σημασία των πρωτοκόλλων που περιέχονται στην σουίτα IP, από την άλλη πλευρά όμως μπορεί να προκληθεί σύγχυση, καθώς το TCP/IP αποτελείται από μόνο 4 στρώματα.

1.3.1.1. Επίπεδα της σουίτας TCP/IP

Τα πρωτόκολλα Διαδικτύου κάνουν χρήση της ενθυλάκωσης (encapsulation) για να παρέχουν γενικά πρωτόκολλα και υπηρεσίες. Ένα πρωτόκολλο υψηλού στρώματος χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα των κατώτερων για να λειτουργήσει.

Το παρακάτω σχεδιάγραμμα τοποθετεί τα διάφορα πρωτόκολλα του TCP/IP με βάση τα κριτήρια του μοντέλου OSI:

Πίνακας 1.3.1. Τα διάφορα πρωτόκολλα του TCP/IP με βάση τα κριτήρια του μοντέλου OSI

7	Εφαρμογής (Application)	Π.χ. HTTP, SMTP, SNMP, FTP, TELNET, NFS
6	Παρουσίασης (Presentation)	Π.χ. XDR, ASN.1, SMB, AFP
5	Συνεδρίας (Session)	Π.χ. ISO 8327/CCITT X.225, RPC, Netbios, ASP
4	Μεταφοράς (Transport)	Π.χ. TCP, UDP, RTP, SPX, ATP
3	Δικτύου (Network)	Π.χ. IP (IPv4 ή IPv6), ICMP, IGMP, X.25, CLNP, ARP, OSPF, RIP, IPX, DDP
2	Συνδέσμου (Link)	Π.χ. Ethernet, Token Ring, PPP, HDLC, Frame Relay, ATM
1	Φυσικό (Physical)	Π.χ. Ραδιοφωνικό σήμα, Λέιζερ, Οπτική Ίνα

Τα τρία ανώτερα στρώματα του μοντέλου OSI (εφαρμογής, παρουσίασης και συνεδρίας) αποτελούν ένα ενιαίο στρώμα στο TCP/IP, το επίπεδο εφαρμογής. Τα χαρακτηριστικά του στρώματος συνεδρίας αναλαμβάνονται από τις ίδιες εφαρμογές ή απλά αγνοούνται. Ένα απλουστευμένο διάγραμμα της στοίβας του μοντέλου TCP/IP ακολουθεί:

Πίνακας 1.3.2. Διάγραμμα της στοίβας του μοντέλου TCP/IP

4	Εφαρμογής	Π.χ. HTTP, FTP, DNS
3	Μεταφοράς	Π.χ. TCP, UDP, RTP
2	Δικτύου	Για το TCP/IP χρησιμοποιείται μόνο το IP.
1	Συνδέσμου	Π.χ. Ethernet, Token Ring κλπ.

Αυτά τα τέσσερα επίπεδα συναποτελούν το **Μοντέλο Διαστρωμάτωσης του Internet** ή αλλιώς **Μοντέλο Αναφοράς του Internet**.

1.3.1.2. Ανάλυση των επιπέδων

Εφαρμογής: Το στρώμα εφαρμογής χρησιμοποιείται από την πλειοψηφία των δικτυωμένων προγραμμάτων. Το πρόγραμμα παραδίδει τα δεδομένα σε μια μορφή που ορίζει το ίδιο. Εφόσον το TCP/IP δεν παρέχει στρώματα μεταξύ των στρωμάτων εφαρμογής και μεταφοράς, όλες οι λειτουργίες παρουσίασης και

συνεδρίας πρέπει να υλοποιηθούν σε αυτό το επίπεδο. Αυτή η διαδικασία διευκολύνεται με την χρήση βιβλιοθηκών.

Μεταφοράς: Το στρώμα μεταφοράς είναι υπεύθυνο για την μεταφορά μηνυμάτων, ανεξαρτήτως του υποκείμενου δικτύου, με έλεγχο σφαλμάτων (error control), κατάτμηση (fragmentation) και ρύθμιση ροής (flow control). Η μετάδοση μηνυμάτων μεταξύ δυο οντοτήτων μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξής:

1. connection-oriented, π.χ. TCP
2. connectionless, π.χ. UDP

Η λειτουργία του στρώματος αυτού μπορεί να συγκριθεί με αυτή οποιουδήποτε μηχανισμού/μέσου μεταφοράς, π.χ. ένα όχημα που πρέπει να εξασφαλίζει την πλήρη και ασφαλή διακίνηση του φορτίου του. Το στρώμα μεταφοράς παρέχει αυτή την υπηρεσία σύνδεσης εφαρμογών μεταξύ τους, κάνοντας χρήση θυρών (ports). Καθώς το IP προσφέρει μόνο παράδοση όσο το δυνατόν καλύτερα (best effort delivery), το στρώμα μεταφοράς είναι το πρώτο επίπεδο όπου λαμβάνεται υπόψη το θέμα της αξιοπιστίας. Παραδείγματος χάρη, σε μια προσπάθεια αξιόπιστης μετακίνησης δεδομένων, το TCP που είναι ένα connection-oriented πρωτόκολλο έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Τα δεδομένα έρχονται στην ίδια σειρά με την οποία στάλθηκαν,
- Ελάχιστος έλεγχος σφαλμάτων,
- Ανεπιθύμητα αντίγραφα απορρίπτονται,
- Χαμένα/απορριφθέντα πακέτα ξαναστέλνονται,
- Έλεγχος κυκλοφοριακής συμφόρησης (congestion control)

Τα πρωτόκολλα δυναμικής δρομολόγησης (dynamic routing), που κανονικά θα έπρεπε να βρίσκονται σε αυτό το στρώμα του TCP/IP (αφού λειτουργούν πάνω από το IP) αντιμετωπίζονται συχνά ως τμήματα του επιπέδου δικτύου (π.χ. το OSPF).

Το νέο SCTP είναι επίσης ένας «αξιόπιστος», connection-oriented μηχανισμός μεταφοράς. Είναι stream-oriented, όχι byte-oriented όπως το TCP, και προσφέρει την δυνατότητα multiplexing πολλών ρευμάτων (stream) σε μια μόνο σύνδεση. Προτείνει υποστήριξη multi-homing, την δυνατότητα δηλαδή για μια οντότητα να μπορέσει, στα πλαίσια μιας συγκεκριμένης σύνδεσης, να κάνει χρήση πολλαπλών, αν υπάρχουν, διεθύνσεων IP, που αντιπροσωπεύουν πολλαπλές interfaces (διασυνδετικές διατάξεις) έτσι ώστε αν κάποια παρουσιάσει βλάβη να μην χαθεί η σύνδεση.

Το UDP είναι ένα connectionless πρωτόκολλο διαγραμμάτων δεδομένων (datagrams). Όπως και το IP είναι ένα best effort ή «αναξιόπιστο πρωτόκολλο: ο

έλεγχος σφραγμάτων είναι αδύναμος (απλό checksum). Χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές streaming μέσω (ήχος, βίντεο κλπ.) όπου η έγκαιρη άφιξη των δεδομένων είναι πιο σημαντική από την ακεραιότητά τους. Ο χρόνος που κερδίζεται σε σχέση με τα connection-oriented πρωτόκολλα, που πρέπει να καθιερώσουν μια αξιόπιστη σύνδεση, το καθιστά ικανό για απλές ερώτημα/απάντηση εφαρμογές (π.χ. DNS).

Το TCP και το UDP εκμεταλλεύονται από εφαρμογές που διακρίνονται (στο επίπεδο του δικτύου) από την θύρα TCP ή UDP τους. Ορισμένοι αριθμοί θυρών είναι κλειστοί και αναφέρονται σε πολύ συγκεκριμένες εφαρμογές.

Το RTP είναι ένα πρωτόκολλο διαγραμμάτων δεδομένων σχεδιασμένο για στοιχεία πραγματικού χρόνου (real-time) όπως τα streaming audio και video. Αν και παρουσιάζεται στο στρώμα μεταφοράς (αντί για το επίπεδο συνεδρίας) βασίζεται στο UDP για την λειτουργία του.

Δίκτυο: Ο σκοπός του στρώματος δικτύου είχε αρχικά καθοριστεί ως η μεταφορά πακέτων μέσω ενός ενιαίου δικτύου. Με την εμφάνιση πιο σύνθετων μορφών δικτύων, προστέθηκαν επιπλέον χαρακτηριστικά στο στρώμα αυτό, έτσι ώστε ο ρόλος του να είναι πια διακίνηση δεδομένων από το δίκτυο πηγή στο δίκτυο προορισμού. Αυτό προϋποθέτει συνήθως την δρομολόγηση πακέτων διαμέσως ενός δικτύου δικτύων (internetwork) ή διαδικτύου (με μικρά γράμματα). Στην σουίτα πρωτοκόλλων Διαδικτύου, το IP μεταφέρει τα πακέτα δεδομένων από την πηγή στον προορισμό. Το IP μπορεί να εξυπηρετήσει διάφορα πρωτόκολλα ανώτερων επιπέδων (upper layer protocols)-το καθένα τους προσδιορίζεται με ένα μοναδικό αριθμό πρωτοκόλλου, π.χ. το ICMP και το IGMP έχουν τους αριθμούς 1 και 2 αντίστοιχα. Μερικά πρωτόκολλα που στηρίζονται στο IP, π.χ. το ICMP (χρησιμοποιείται για την διάδοση διαγνωστικών πληροφοριών σχετικά με την μεταφορά πακέτων μέσω IP) παρουσιάζονται πάνω από το IP αλλά παρέχουν υπηρεσίες επιπέδου διαδικτύου, απεικονίζονται έτσι την ασυμβατότητα μεταξύ του Διαδικτύου, των πρωτοκόλλων Διαδικτύου και του μοντέλου OSI. Όλα τα πρωτόκολλα δρομολόγησης (π.χ. BGP, OSPF, RIP κλπ.) ανήκουν επίσης στο στρώμα δικτύου, αν και θα μπορούσαν να τοποθετηθούν σε ανώτερα επίπεδα.

Συνδέσμου: Το στρώμα αυτό, ρόλος του οποίου είναι η διακίνηση πακέτων του επιπέδου δικτύου μεταξύ δυο οντοτήτων, δεν είναι στην ακρίβεια μέρος της σουίτας πρωτοκόλλων Διαδικτύου, διότι το IP λειτουργεί με διάφορα στρώματα συνδέσμου. Η διαδικασία διαβίβασης (αντ. λήψης) πακέτων σε (αντ. από) ένα συγκεκριμένο επίπεδο συνδέσμου μπορεί να ελέγχεται είτε από τον οδηγό του interface, είτε το firmware ή σύνολο εξειδικευμένων κυκλωμάτων (chipsets), είτε τέλος από ένα συνδυασμό των προαναφερθέντων. Αυτά θα εκτελέσουν τις λειτουργίες σύνδεσης δεδομένων (data link), όπως π.χ. την πρόσθεση επικεφαλίδας

(packet header) πριν την αποστολή, την ίδια την διαβίβαση του πλαισίου (frame) με την χρήση ενός φυσικού μέσου.

Για συνδέσεις μέσω μόντεμ (σε γραμμή τηλεφώνου), τα πακέτα IP μεταφέρονται συνήθως χρησιμοποιώντας το PPP. Σε ευρυζωνικές συνδέσεις (π.χ. ADSL) συναντάμε το PPPoE. Σε τοπικά δίκτυα τα πρωτόκολλα Ethernet ή IEEE 802.11 (για ενσύρματα ή ασύρματα δίκτυα αντίστοιχα) είναι πιο κοινά. Για δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN) χρησιμοποιούνται συχνά το PPP πάνω σε γραμμές T-carrier ή E-carrier, το Frame Relay, το ATM ή το Packet over SONET/SDH (POS).

Το στρώμα συνδέσμου είναι επίσης το επίπεδο όπου τα πακέτα μπορούν να αναχαιτιστούν για να σταλθούν σε ένα εικονικό ιδιωτικό δίκτυο (Virtual Private Network, VPN). Σε αυτή την περίπτωση τα δεδομένα του επιπέδου αυτού αντιμετωπίζονται ως δεδομένα εφαρμογής και «ξανακατεβαίνουν» την στοίβα πρωτοκόλλων Διαδικτύου για να σταλθούν. Στην λαμβάνουσα πλευρά τα δεδομένα ανεβαίνουν δυο φορές την στοίβα (μια για το VPN και μια δεύτερη για την δρομολόγηση).

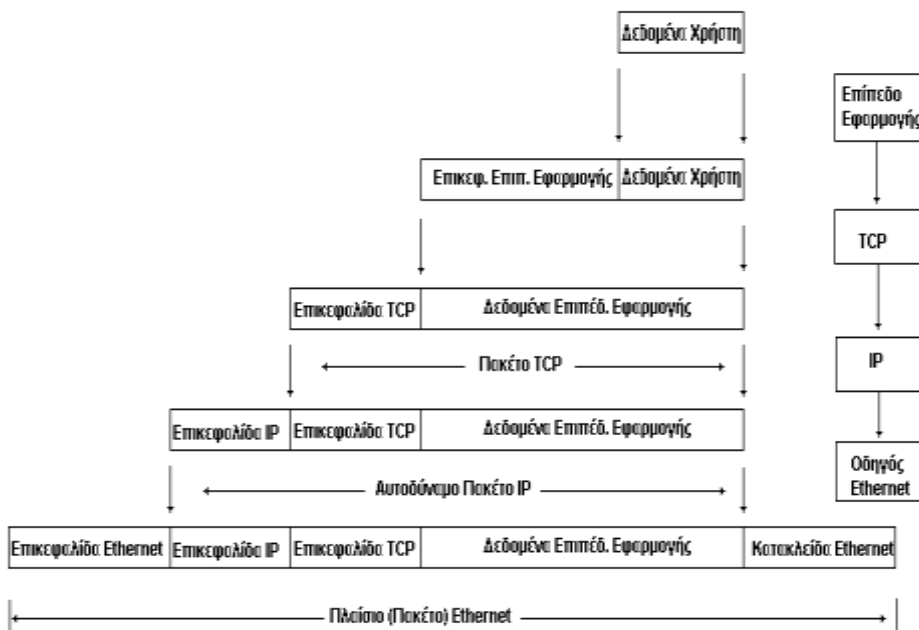
Το φυσικό επίπεδο, που αποτελείται από τα φυσικά στοιχεία του δικτύου (π.χ. hubs, repeaters, καλώδια δικτύου, οπτικές ίνες, ομοαξονικά καλώδια, κάρτες δικτύων) και τις προδιαγραφές χαμηλού επιπέδου των σημάτων (τάση, συχνότητα κλπ.), θεωρείται συχνά ως μέρος του στρώματος συνδέσμου.

Μεταφορά και στάδια πακετοποίησης πληροφορίας

Στο μοντέλο TCP/IP, όπως και στο OSI, από την πλευρά του αποστολέα, πραγματοποιείται η σταδιακή διάσπαση της πληροφορίας του επιπέδου εφαρμογής, καθώς αυτή διαβιβάζεται στα κατώτερα επίπεδα επεξεργασίας του μοντέλου (βλέπε εικόνα 1.3.1). Το κάθε επίπεδο προσαρτά στα επιμέρους πακέτα που δημιουργεί μία επικεφαλίδα με πληροφορίες ελέγχου που βοηθούν στην επικοινωνία με το ομόλογο επίπεδο του δέκτη. Στο κατώτατο επίπεδο, το φυσικό επίπεδο, η πληροφορία μετατρέπεται σε μια ακολουθία από bit, τα οποία διαβιβάζονται στο δίκτυο, το ένα μετά από το άλλο, με μορφή ηλεκτρικών σημάτων.

Εξαιτίας της ύπαρξης θορύβου, για να αποφευχθούν οι συνέπειες από την αλλοίωση των σημάτων, μαζί με τα bit της μεταφέρονται και τα bit ελέγχου, που δημιουργήθηκαν από τα ανώτερα επίπεδα. Ο δέκτης ακολουθεί την αντίστροφη διαδικασία από αυτή του πομπού, συνθέτοντας σταδιακά την αρχική πληροφορία.

Γενικά, όταν επικοινωνούν οι χρήστες σε ένα δίκτυο, ανταλλάσσουν ροές από bit. Ανάλογα με την εφαρμογή, η μεταφορά των bit χρειάζεται να είναι περισσότερο ή λιγότερο αξιόπιστη και να διαρκεί περισσότερο ή λιγότερο χρόνο. Συνεπώς, η ανεκτή καθυστέρηση και τα επιτρεπόμενα λάθη κατά τη μετάδοση εξαρτώνται από την εκάστοτε εφαρμογή.



Εικόνα 1.3.1. Στάδια πακετοποίησης του TCP/IP, όταν το δίκτυο πρόσβασης είναι τύπου Ethernet. Στα δεδομένα του χρήστη προστίθενται επικεφαλίδες (Headers) ελέγχου από τα επίπεδα. Το τελικό πλαίσιο Ethernet περιλαμβάνει και μια κατακλείδα (Trailer)

1.3.2. Το επίπεδο Μεταφοράς

1.3.2.1. Το Πρωτόκολλο TCP

Με το TCP σιγουρεύεται ότι τα δεδομένα που θα στείλουμε σε ένα απομακρυσμένο σύστημα θα φτάσουν οπωσδήποτε.

Κάθε σύνολο πληροφοριών που μεταφέρεται μέσα στο Διαδίκτυο μέσω μιας εφαρμογής, π.χ. μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail), από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο, χωρίζεται από το TCP σε τμήματα πληροφορίας (segment) με έναν αριθμό ακολουθίας και τη διεύθυνση του παραλήπτη καθώς ακόμα και κάποιες άλλες πληροφορίες για τον έλεγχο σφαλμάτων. Το TCP είναι υπεύθυνο για την επανασύνδεση των τμημάτων αυτών στο άλλο άκρο. Για το σκοπό αυτό ξαναστέλνει οτιδήποτε έχει χαθεί, και τα ταξινομεί στη σωστή σειρά με τη βοήθεια των αριθμών ακολουθίας. Όλες οι απαιτούμενες πληροφορίες είναι αναγραφμένες στην επικεφαλίδα του κάθε πακέτου TCP.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το Interface μεταξύ του TCP και IP είναι σχετικά απλό. Το TCP απλά παραδίδει στο IP ένα τμήμα και τον προορισμό του. Το IP δε γνωρίζει πώς το τμήμα αυτό συνδέεται με το προηγούμενο ή το επόμενο του. Το πακέτο TCP αποτελείται από την επικεφαλίδα και από τα δεδομένα.

1.3.2.2. Το πρωτόκολλο Μεταφοράς UDP

Πρόκειται για ένα δευτερεύον και πιο απλοποιημένο πρωτόκολλο μεταφοράς, συγκριτικά με το TCP. Παρέχει μια πιο απλουστευμένη υπηρεσία στο επίπεδο εφαρμογής. Συγκεκριμένα:

- Στέλνει τμήματα πληροφορίας από τον έναν υπολογιστή στον άλλο χωρίς να εγγυάται την ασφάλη και σίγουρη παράδοσή τους. Η λειτουργία του, δηλαδή, είναι παρόμοια με αυτή του IP.
- Υποχρεώνει το επίπεδο εφαρμογής να επιφορτιστεί το έργο της αξιόπιστης μεταφοράς.
- Χρησιμοποιείται σε εφαρμογές βίντεο και ήχου.

1.3.3. Το επίπεδο Διαδικτύου – Πρωτόκολλο IP

Το πρωτόκολλο IP προσφέρει μια υπηρεσία χωρίς σύνδεση στη μεταφορά των δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι, τα αυτοδύναμα πακέτα IP (IP Datagrams) μεταφέρονται προς τον προορισμό, χωρίς ο δέκτης να είναι προετοιμασμένος να τα δεχτεί. Αυτό έχει ως συνέπεια, το πρωτόκολλο IP να μην μπορεί να προσφέρει αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων με έλεγχο σφαλμάτων, Έλεγχο Ροής και Έλεγχο Συμφόρησης.

Το κάθε πακέτο IP δρομολογείται ανεξάρτητα από τα άλλα. Αυτός είναι και ο λόγος που τα πακέτα αυτά καλούνται αυτοδύναμα. Αυτού του είδους η υπηρεσία που προσφέρει το IP, η οποία αποσκοπεί στην καλύτερη δυνατή δρομολόγηση από την πηγή στον προορισμό, χωρίς εγγυήσεις για ασφαλή μεταφορά, είναι γνωστή και με τον όρο ‘best – effort’ service (υπηρεσία καλύτερης – προσπάθειας).

Σήμερα, οι διαδικτυακές ανάγκες του Διαδικτύου καλύπτονται από την τέταρτη έκδοση του πρωτοκόλλου IP (IPv4). Οι αυξανόμενες, όμως, απαιτήσεις, εξαιτίας του αυξανόμενου αριθμού δικτύων στο Διαδίκτυο, έχουν οδηγήσει στην αντικατάσταση του IPv4 από το IPv6. Έτσι, ένα μεγαλύτερο εύρος διευθύνσεων καλύπτεται (128 bit διευθυνσιοδότησης στο IPv6, σε αντίθεση με 32 bit στο IPv4). Το IPv6 έχει φέρει και άλλες καινοτομίες (π.χ. όχι πεδίο Checksum), στις οποίες όμως δεν πρόκειται να επεκταθούμε στο βιβλίο αυτό.

Σημείωση: Το πρωτόκολλο IP αφήνει όλους τους ελέγχους (ροής, συμφόρησης, σφαλμάτων, κ.λπ.) στο πρωτόκολλο του ανωτέρου επιπέδου μεταφοράς, δηλαδή στο πρωτόκολλο TCP.

1.4. Βασικά μοντέλα επικοινωνίας δικτύων

1.4.1. Το Μοντέλο Πελάτη - Εξυπηρετητή

Το μοντέλο πελάτη – εξυπηρετητή καθορίζει τον τρόπο λειτουργίας και γενικά, περιγράφει τον τρόπο που εκτελούνται οι εφαρμογές (π.χ. FTP, HTTP, SMTP, TELNET) στο Διαδίκτυο. Όλες οι μηχανές στο Διαδίκτυο που ζητάνε τις υπηρεσίες άλλων αποτελούν τους πελάτες ενώ αυτές που προσφέρουν τις υπηρεσίες τους στους πελάτες είναι οι εξυπηρετητές. Είναι δυνατόν ένας πελάτης να λειτουργεί ως εξυπηρετητής για κάποιους άλλους υπολογιστές και αντίστροφα.

Στο **μοντέλο πελάτη – εξυπηρετητή (client – server model)** οι χρήστες αποκαλούνται **πελάτες (clients)** ενώ οι προσφερόμενες υπηρεσίες παρέχονται μέσω ενός ή περισσότερων κεντρικών συστημάτων τα οποία ονομάζονται εξυπηρετητές (servers), ενώ οι χρήστες μπορεί να έχουν μικρούς σε ισχύ προσωπικούς υπολογιστές.

Σύμφωνα με το μοντέλο πελάτη – εξυπηρετητή, η επικοινωνία έχει τη μορφή μηνυμάτων αίτησης από τον πελάτη προς τον εξυπηρετητή που ζητά να γίνει κάποια εργασία (π.χ. μεταφορά αρχείου, σύνδεση με απομακρυσμένη συσκευή). Ο εξυπηρετητής διεκπεραιώνει την εργασία και στέλνει πίσω την απάντηση.

Ο παραπάνω τρόπος επικοινωνίας είναι ο κυρίαρχος στις δικτυακές εφαρμογές της σημερινής εποχής. Σε αυτό το μοντέλο στηρίχθηκε και η ανάπτυξη του Διαδικτύου και του Παγκόσμιου Ιστού.

Στον εξυπηρετητή όλες οι εφαρμογές – υπηρεσίες που μπορεί να προσφερθούν πραγματοποιούνται από ένα διαφορετικό τμήμα εξυπηρέτησης, το οποίο διακρίνεται από τα άλλα με τη βοήθεια των **αριθμών θυρών (Port Numbers)**. Υπάρχει, δηλαδή, ένας διαφορετικός αριθμός θύρας για κάθε εφαρμογή (π.χ. η θύρα με αριθμό 8080 του εξυπηρετητή στο Πανεπιστήμιο Πειραιά προσφέρει υπηρεσίες HTTP).

Με παρόμοιο τρόπο σε κάποιον πελάτη η κάθε ανάγκη για εξυπηρέτηση που γεννιέται δημιουργεί και έναν διαφορετικό αριθμό θύρας επιτρέποντας έτσι σε έναν πελάτη να ασχολείται με πολλές και διαφορετικές εφαρμογές.

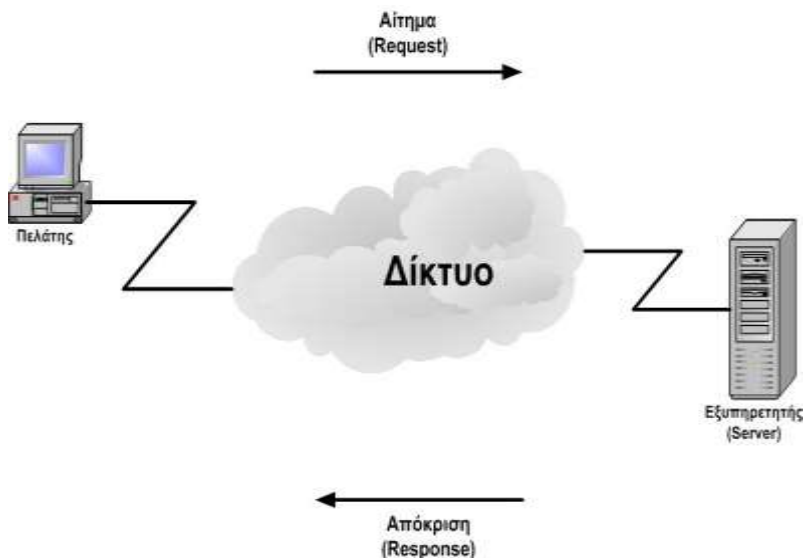
Έτσι σε επίπεδο εφαρμογής υπάρχει επικοινωνία μεταξύ ενός αριθμού θύρας στον πελάτη και ενός αριθμού θύρας στον εξυπηρετητή. Η διάκριση αυτή των υπηρεσιών με τη χρήση θυρών επιτρέπει ορολογίες της μορφής πελάτης FTP, πελάτης HTTP από την πλευρά του πελάτη και εξυπηρετητής FTP, εξυπηρετητής HTTP από την πλευρά του εξυπηρετητή αντιστοίχως.

Παραδείγματα εξυπηρετητών και περιγραφή των υπηρεσιών που υποστηρίζουν παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.4.1.

Πίνακας 1.4.1. Λίστα εξυπηρετητών και περιγραφή των υπηρεσιών που υποστηρίζουν.

Εξυπηρετητές Εφαρμογών	Οι εξυπηρετητές αυτοί κατέχουν ένα μεγάλο μέρος της περιοχής υπολογισμού μεταξύ εξυπηρετητών βάσεων δεδομένων και του τελικού χρήστη και πολλές φορές τους συνδέουν.
Εξυπηρετητές Ήχου / Βίντεο	Οι εξυπηρετητές Audio/Video εισάγουν δυνατότητες πολυμέσων στις ιστοσελίδες. Παρέχουν υλικό video και ήχου επιτρέποντας στον χρήστη να παρακολουθήσει είτε περιεχόμενο πραγματικού χρόνου (όπως η αναμετάδοση ενός ραδιοφωνικού προγράμματος) είτε περιεχόμενο που έχει ήδη αποθηκευτεί και προβάλλεται με τέτοιο τρόπο ώστε να αξιοποιείται βέλτιστα ο διάυλος επικοινωνίας του χρήστη (αναπαραγωγή video για προβολή σε πελάτη με χαμηλή ταχύτητα σύνδεσης).
Εξυπηρετητές FTP	Ως μια από τις παλαιότερες υπηρεσίες διαδικτύου, το πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων (File Transfer Protocol) καθιστά δυνατή την ασφαλή μεταφορά ενός ή περισσότερων αρχείων μεταξύ υπολογιστών, παρέχοντας ασφάλεια και οργάνωση αρχείων, καθώς και έλεγχο μεταφοράς.
Εξυπηρετητές IRC	Μια επιλογή για αυτούς που αναζητούν δυνατότητα συνομιλίας σε πραγματικό χρόνο. Το Internet Relay Chat αποτελείται από διάφορα ξεχωριστά δίκτυα εξυπηρετητών, που επιτρέπουν στους χρήστες να συνδεθούν διαμέσου δικτύου IRC.
Εξυπηρετητές Ηλεκτρονικού Ταχυδρομείου	Σχεδόν τόσο διαδεδομένοι και αποφασιστικοί όσο οι διακομιστές ιστοτόπων (Web servers). Οι διακομιστές ταχυδρομείου (mail servers) διαχειρίζονται τα μηνύματα του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
Εξυπηρετητές Telnet	Ένας εξυπηρετητής Telnet καθιστά ικανούς τους χρήστες να συνδεθούν σε έναν υπολογιστή που είναι host και να εργαστούν όπως θα εργάζονταν αν κάθονταν στον ίδιο τον απομακρυσμένο υπολογιστή.
Εξυπηρετητές	Οι Proxy server παρεμβάλλονται μεταξύ του πελάτη

Proxy	υπηρεσίας Web (Web browser) και του εξυπηρετητή (Web Server) και φιλτράρουν αιτήσεις, αποθηκεύουν τοπικά σελίδες με μεγάλη ζήτηση και βελτιώνουν γενικότερα την απόδοση της υπηρεσίας του Παγκόσμιου Ιστού.
Εξυπηρετητές Ιστού	Ένας εξυπηρετητής Ιστού (Web server) προωθεί στατικό περιεχόμενο σε έναν φυλλομετρητή (Web Browser), φορτώνοντας ένα αρχείο από το δίσκο και προωθώντας το διαμέσου δικτύου στον φυλλομετρητή ενός χρήστη. Αυτή η επικοινωνία μεταξύ φυλλομετρητή και εξυπηρετητή γίνεται χρησιμοποιώντας το HTTP.



Εικόνα 1.4.1. Το μοντέλο πελάτη εξυπηρετητή

1.4.1.1. Χαρακτηριστικά των πελατών και των εξυπηρετητών

Το λογισμικό του πελάτη:

- Είναι ένα πρόγραμμα εφαρμογής το οποίο γίνεται πελάτης μόνο περιστασιακά όταν απαιτείται απομακρυσμένη πρόσβαση. Ταυτόχρονα μπορεί να κάνει και άλλους υπολογισμούς τοπικά.
- Καλείται απ' ευθείας από τον χρήστη και τρέχει μόνο για μία σύνοδο.
- Τρέχει τοπικά στον υπολογιστή του χρήστη.
- Ενεργεί για την επικοινωνία με τον εξυπηρετητή.

- Μπορεί να έχει πρόσβαση σε πολλαπλούς εξυπηρετητές, αλλά επικοινωνεί μόνο με ένα κάθε φορά.
- Δεν απαιτεί εξειδικευμένο υλικό ή κάποιο περίπλοκο λειτουργικό σύστημα.

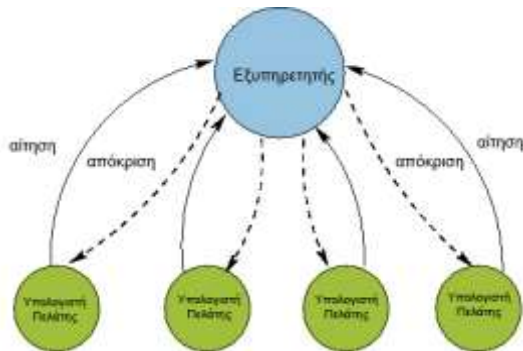
Σε αντίθεση, το λογισμικό του εξυπηρετητή:

- Είναι ένα πρόγραμμα ειδικού σκοπού αφιερωμένο στο να παρέχει μία υπηρεσία. Μπορεί, όμως, να χειρίζεται πολλαπλούς απομακρυσμένους πελάτες την ίδια στιγμή.
- Ξεκινάει αυτόματα κάθε φορά που το σύστημα επαναλειτουργεί και συνεχίζει να λειτουργεί χωρίς να σταματάει όταν τελειώνει κάποια σύνοδος.
- Τρέχει σε ένα διαμοιραζόμενο υπολογιστή (συνήθως όχι στον προσωπικό υπολογιστή του χρήστη).
- Περιμένει παθητικά την επικοινωνία από τυχαίους απομακρυσμένους πελάτες.
- Δέχεται αιτήσεις από πολλούς τυχαίους απομακρυσμένους πελάτες.
- Απαιτεί συνήθως ισχυρό υλικό και περίπλοκο λειτουργικό σύστημα.

Λόγω της τελευταίας ιδιότητας πολλές φορές συγγέεται η λέξη εξυπηρετητής (server) με υπολογιστές που έχουν ισχυρό υλικό, αντέχουν σε δύσκολες συνθήκες ή έχουν μεγάλη αξιοπιστία.

1.4.1.2. Επικοινωνία μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή

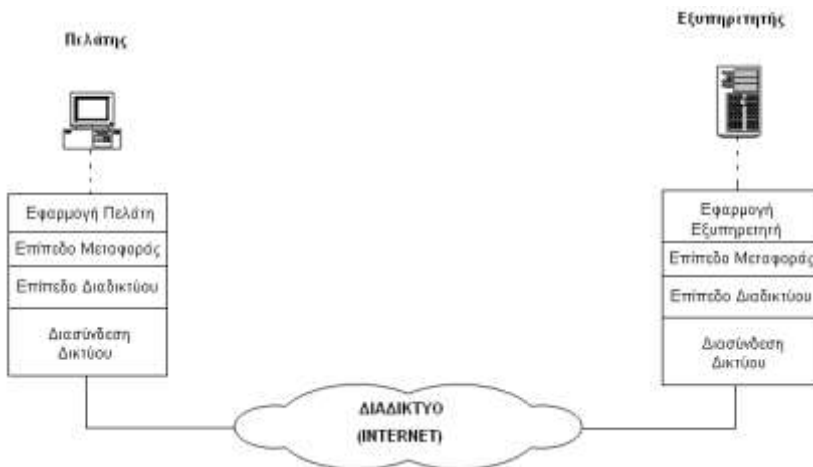
Η επικοινωνία μεταξύ του πελάτη και του εξυπηρετητή αποτελεί μία σειρά από προκαθορισμένα βήματα κατά τα οποία ο πελάτης στέλνει μία αίτηση στον εξυπηρετητή και ο εξυπηρετητής μία απάντηση στον πελάτη (βλέπε εικόνα 1.4.2). Μερικές φορές μπορεί να σταλούν περισσότερες αιτήσεις ή ο εξυπηρετητής να στείλει μια σειρά απαντήσεων – πολλές φορές χωρίς και να έχει προηγηθεί κάποια αίτηση στο άμεσο παρελθόν, π.χ. συνεχή αποτελέσματα εκλογών τη βραδιά των εκλογών.



Εικόνα 1.4.2. Διάγραμμα που απεικονίζει την επικοινωνία μεταξύ πελάτη - εξυπηρετητή

Άλλοι τύποι μηνυμάτων που μπορεί να σταλούν είναι οι επιβεβαιώσεις, οι αιτήσεις υπαρξης του εξυπηρετητή και οι απαντήσεις μη ορθής αίτησης.

Η επικοινωνία μεταξύ πελάτη εξυπηρετητή γίνεται μέσω ενός πρωτοκόλλου μεταφοράς όπως το πρωτόκολλο TCP (βλέπε εικόνα 1.4.3). Απαιτείται δηλαδή μια στοίβα πρωτοκόλλων για να γίνει η επικοινωνία ανάμεσα στην εφαρμογή του πελάτη και στην αντίστοιχη του εξυπηρετητή.

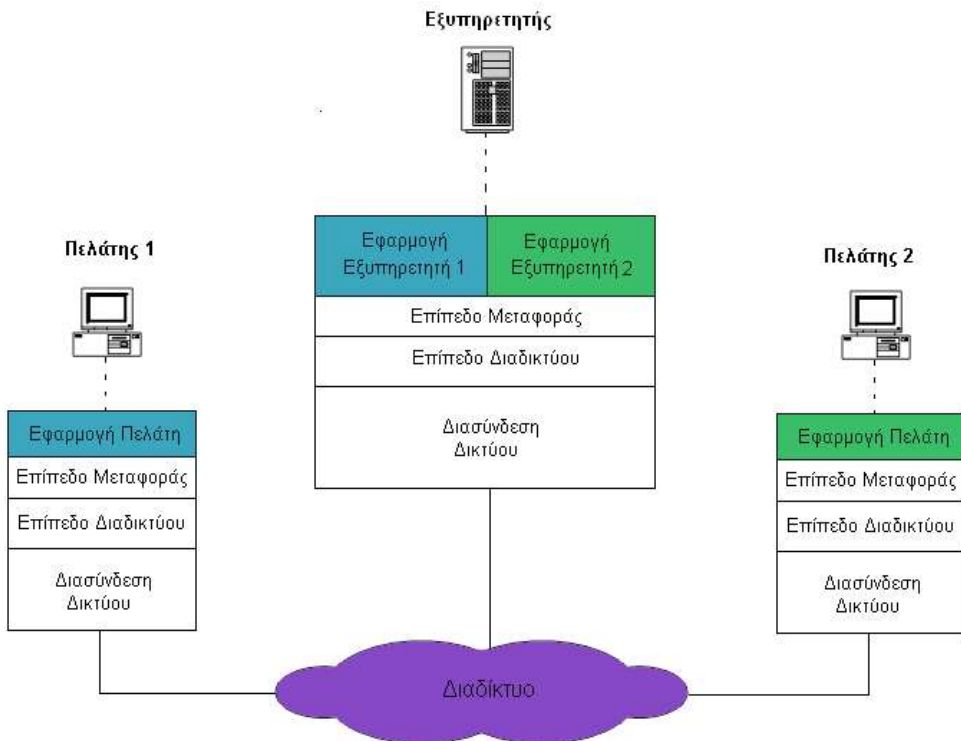


Εικόνα 1.4.3. Χρήση της στοίβας πρωτοκόλλων TCP/IP για την επικοινωνία πελάτη - εξυπηρετητή

Υπάρχει η δυνατότητα ένας υπολογιστής να είναι ταυτόχρονα πελάτης και εξυπηρετητής ή ένας υπολογιστής να έχει πολλαπλούς εξυπηρετητές, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.4.4. Η διεύθυνση TCP αρκεί για να ξεχωρίζουν οι διάφορες υπηρεσίες εξυπηρέτησης που προσφέρονται. Αυτή είναι η διεύθυνση θύρας των 16

bit στο TCP. Το ζευγάρι διευθύνσεων (IP address, TCP port) προσδιορίζει μοναδικά κάθε αίτηση και την απάντηση στην αίτηση αυτή.

Ένας εξυπηρετητής λειτουργεί με τη μέθοδο του ταυτοχρονισμού (concurrency) δηλαδή μπορεί να εξυπηρετεί πολλαπλές αιτήσεις την ίδια χρονική στιγμή. Για να γίνει αυτό μετά από μια αίτηση δημιουργεί ένα νήμα (thread) δηλαδή μια διεργασία που κάνει τους απαραίτητους υπολογισμούς, ενώ ο ίδιος είναι ελεύθερος να υποδεχτεί παραπέρα αιτήσεις. Για να γίνει αυτό ο εξυπηρετητής πρέπει να λειτουργεί με ένα δυναμικό τρόπο, ο οποίος του επιτρέπει να δημιουργεί τα νήματα και μετά να δέχεται αιτήσεις. Η υπηρεσία μπορεί να προσφέρεται με σύνδεση ή χωρίς σύνδεση, να απαιτείται δηλαδή η εγκατάσταση (έναρξη και παύση) σύνδεσης πριν τη μεταφορά των δεδομένων ή να μεταφέρονται τα δεδομένα χωρίς την προηγούμενη έναρξη και αποδοχή μιας σύνδεσης.



Εικόνα 1.4.4. Υπολογιστής με πολλαπλούς εξυπηρετητές

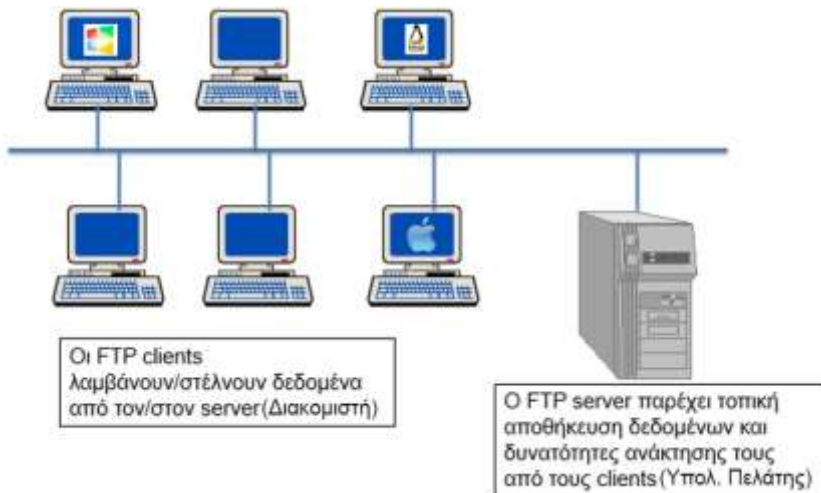
Μια εφαρμογή πελάτη δεν είναι απαραίτητο να προσπελαίνει μια μοναδική υπηρεσία. Μια εφαρμογή μπορεί να γίνει πρώτα πελάτης μιας υπηρεσίας και μετά πελάτης μιας άλλης. Ο πελάτης μπορεί να καλέσει διαφορετικούς εξυπηρετητές για κάθε υπηρεσία.

Μια εφαρμογή πελάτη δεν εμποδίζεται από το να καλέσει ένα μοναδικό εξυπηρετητή για μια συγκεκριμένη υπηρεσία. Μπορεί να καλεί διαφορετικούς εξυπηρετητές για λόγους αξιοπιστίας, γρήγορης απάντησης, ή για να πάρει κάποιο συγκεκριμένο είδος απάντησης.

Ένας εξυπηρετητής μπορεί να γίνει πελάτης μιας άλλης εφαρμογής για να εκπληρώσει τις υποχρεώσεις του. Για παράδειγμα ένας εξυπηρετητής αρχείων μπορεί να είναι πελάτης μιας εφαρμογής ημερομηνιών για να παρακολουθεί τότε γίνονται οι αλλαγές σε ένα αρχείο (βλέπε εικόνα 1.4.5).

Το τελευταίο μπορεί να δημιουργήσει κάποιες αλληλεξαρτήσεις που να έχουν σαν αποτέλεσμα το κλείσιμο ενός κύκλου. Δηλαδή για να δοθεί μια απάντηση να πρέπει να απαντήσει ο ίδιος ο πελάτης. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με προσεκτικό προγραμματισμό όταν είμαστε στον ίδιο εξυπηρετητή, αλλά είναι πολύ δυσδιάκριτο όταν εμπλέκονται πολλοί εξυπηρετητές.

Τα δίκτυα πελάτη - εξυπηρετητή προτιμώνται για λόγους εξειδίκευσης και διαμοιρασμού. Όσον αφορά στην εξειδίκευση οι πελάτες εξειδικεύονται στη διεπαφή που αρέσει στους χρήστες, ενώ οι εξυπηρετητές εξειδικεύονται στο να διαχειρίζονται δεδομένα και εφαρμογές. Όσον αφορά στον διαμοιρασμό, με την αρχιτεκτονική αυτή πολλοί clients μπορούν να υποστηριχθούν από λίγους εξυπηρετητές καθώς τις περισσότερες φορές τα ίδια δεδομένα και οι εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιηθούν από πολλούς διαφορετικούς χρήστες.



Εικόνα 1.4.5. Η Υπηρεσία FTP σε αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή

1.4.2. Το μοντέλο ομότιμων συνδέσεων (peer – to – peer)

Τα δίκτυα που χρησιμοποιούν τη λογική του μοντέλου ομότιμων συνδέσεων ή αλλιώς ομότιμα δίκτυα (peer - to - peer networks) έκαναν την εμφάνισή τους το 1999 και αποτέλεσαν μια εναλλακτική λύση που συνεισέφερε στην παροχή και

ανταλλαγή τεράστιων ποσοτήτων του περιεχομένου στο Διαδίκτυο. Η αρχιτεκτονική αυτή ήταν η αρχική αρχιτεκτονική για δικτύωση LAN πριν την έλευση του μοντέλου πελάτη-εξυπηρετητή. Σε αντίθεση με την αρχιτεκτονική πελάτη – εξυπηρετητή δεν υπάρχει εξυπηρετητής στα ομότιμα δίκτυα αλλά κάθε πελάτης διαμοιράζει τους πόρους του στους υπολοίπους. Όλοι οι υπολογιστές είναι ομότιμοι συνδρομητές (peers) και έχουν ταυτόχρονο ρόλο και σαν πελάτες και σαν εξυπηρετητές. Τα δίκτυα αυτά μπορούν να υποστηρίξουν βασικές λειτουργίες κοινής χρήσης όπως κοινή χρήση αρχείων, εκτυπωτών, του Διαδικτύου αλλά σε περιορισμένη κλίμακα, καθώς η κοινή χρήση ευρείας κλίμακας δεν είναι δυνατή.

Σε αντίθεση με τα δίκτυα πελάτη-εξυπηρετητή όπου η πληροφορία βρίσκεται σε κάποιον εξυπηρετητή και μπορεί να διατεθεί σε μεγάλο αριθμό πελατών, στα ομότιμα δίκτυα η πληροφορία βρίσκεται σε όλους τους υπολογιστές. Επειδή όμως κάθε ένας από τους υπολογιστές που συμμετέχουν στο δίκτυο έχει περιορισμένο αποθηκευτικό χώρο, μπορεί να λειτουργήσει ως πελάτης ζητώντας πληροφορία ή σαν εξυπηρετητής παρέχοντας πληροφορία. Ένα από τα πλεονεκτήματα των δικτύων αυτών είναι ότι έχουν μικρό κόστος εγκατάστασης και είναι εύκολο να συντηρηθούν.

Η πρώτη μεγάλη και ευρέως διαδεδομένη εφαρμογή των ομότιμων δικτύων ήταν το Napster, το οποίο αποτέλεσε αντικείμενο μεγάλης διαμάχης μέχρι και τον τερματισμό του, μέσω της νομικής οδού, λόγω του ότι οι 50 εκατομμύρια χρήστες του Napster αντάλλαζαν προστατευμένης ιδιοκτησίας τραγούδια χωρίς να έχουν τα αντίστοιχα δικαιώματα από τους ιδιοκτήτες αυτών. Όμως, η τεχνολογία ομότιμων συνδέσεων έχει πολλές ενδιαφέρουσες νόμιμες χρήσεις. Πλέον υπάρχουν και άλλα συστήματα που συνεχίζουν την ανάπτυξη των ομότιμων δικτύων, λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος που υπάρχει από τους χρήστες του Διαδικτύου.

Σήμερα, το BitTorrent είναι το πιο γνωστό πρωτόκολλο που ακολουθεί το μοντέλο ομότιμων συνδέσεων. Χρησιμοποιείται ευρέως ώστε να διαμοιράζει βίντεο, καθώς και άλλο υλικό, και συνεισφέρει κατά ένα μεγάλο ποσοστό στη συνολική κίνηση του Διαδικτύου. Η βασική ιδέα του δικτύου ομότιμων συνδέσεων ανταλλαγής αρχείων είναι ότι πολλοί υπολογιστές έρχονται μαζί και συνενώνουν τους πόρους τους για να σχηματίσουν ένα σύστημα διανομής περιεχομένου. Οι υπολογιστές είναι κατά βάση απλοί οικιακοί υπολογιστές και δεν χρειάζεται να είναι μηχανήματα σε κέντρα που διαχειρίζονται διαδικτυακά δεδομένα. Οι υπολογιστές ονομάζονται ομότιμοι γιατί ο καθένας από αυτούς μπορεί να δρα ως πελάτης σε έναν άλλον ομότιμο, φέρνοντας δεδομένα, και ως εξυπηρετητής, παρέχοντας περιεχόμενο σε άλλους υπολογιστές που ανήκουν στο ίδιο δίκτυο. Αυτό που χαρακτηρίζει τα συστήματα ομότιμων συνδέσεων είναι ότι δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη υποδομή. Καθένας από τους ομότιμους συνδρομητές συμμετέχει στο έργο διανομής περιεχομένου, και συχνά δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο σημείο ελέγχου. Τα ομότιμα δίκτυα έχουν μεγάλη χωρητικότητα ώστε να διαμοιράζουν το περιεχόμενό τους το οποίο μπορεί να ανταγωνιστεί μεγαλύτερους ιστότοπους.

Για παράδειγμα, έστω ένα ομότιμο δίκτυο με N χρήστες με τον καθέναν από αυτούς να έχει ταχύτητα δικτύου 1 Mbps. Η συνολική χωρητικότητα του ομότιμου δικτύου είναι N Mbps το ίδιο και η ταχύτητα μεταφόρτωσης. Κάθε χρήστης μπορεί να αναρτήσει ή να μεταφορτώσει την ίδια στιγμή γιατί η ζεύξη είναι 1 Mbps προς κάθε κατεύθυνση. Στα ομότιμα δίκτυα δεν μπορεί να υπάρξει ένας πάροχος ο οποίος να παρακολουθεί ολόκληρο το σύστημα. Αυτό δεν σημαίνει ότι τα ομότιμα δίκτυα δεν παρέχουν προστασία της ιδιωτικής ζωής, καθώς οι χρήστες εμπιστεύονται ο ένας τον άλλον σε ένα βαθμό. Τα συστήματα που βασίζονται σε ομότιμα δίκτυα, αυτή τη στιγμή χρησιμοποιούνται και για υπηρεσίες πέρα από τον διαμοιρασμό αρχείων.

Η τεχνολογία ομότιμων συνδέσεων έχει ακολουθήσει δύο σχετικές διαδρομές κατά την ανάπτυξή της. Στην πιο πρακτική του μεριά, υπάρχουν συστήματα, όπως αυτό που βασίζεται στο πρωτόκολλο του BitTorrent, τα οποία χρησιμοποιούνται καθημερινά. Όμως στην πιο ακαδημαϊκή του πλευρά, υπάρχει ένα αυξημένο ενδιαφέρον στους DHT (Distributed Hash Table) αλγορίθμους οι οποίοι επιτρέπουν στα συστήματα ομότιμων συνδέσεων να αποδίδουν καλά ως σύνολο. Το πρωτόκολλο BitTorrent αναπτύχθηκε από τον Brahm Cohen το 2001 και επέτρεψε σε ένα σύνολο από peers να διαμοιράζονται αρχεία εύκολα και γρήγορα. Υπάρχουν δεκάδες ελεύθεροι διαθέσιμοι πελάτες που εναρμονίζονται με αυτό το πρωτόκολλο, ως επίσης και φυλλομετρητές που εναρμονίζονται με το πρωτόκολλο HTTP. Το πρωτόκολλο είναι διαθέσιμο ως ένα ανοιχτό πρότυπο στο www.bittorrent.org. Σε ένα τυπικό σύστημα ομότιμων συνδέσεων, όπως το BitTorrent, ο καθένας από τους χρήστες έχει ορισμένες πληροφορίες που προσελκύουν το ενδιαφέρον άλλων χρηστών. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να είναι: ελεύθερα λογισμικά, μουσική, βίντεο, φωτογραφίες ή οτιδήποτε άλλο.

Τα τρία βασικά χαρακτηριστικά του διαμοιρασμού περιεχομένου είναι:

- Ένας υπολογιστής μπορεί να βρει έναν άλλον ο οποίος να περιέχει το περιεχόμενο που επιθυμεί να κατεβάσει
- Ένα περιεχόμενο το οποίο έχει αναπαραχθεί από υπολογιστές μπορεί να παρέχει μεγάλες ταχύτητες κατεβάσματος σε όλους
- Οι υπολογιστές ενθαρρύνουν ο ένας τον άλλον ώστε να μεταφορτώνουν περιεχόμενο σε άλλους καθώς και να κατεβάζουν περιεχόμενο και από τους ίδιους

Η προσέγγιση που ακολουθείται στο BitTorrent είναι ότι το για κάθε πάροχο περιεχομένου δημιουργείται μια περιγραφή για το περιεχόμενο αυτό που ονομάζεται torrent. Το «torrent» είναι πολύ μικρότερο από το περιεχόμενο, και χρησιμοποιείται από έναν peer του για να επαληθεύσει την ακεραιότητα των δεδομένων που μεταφορτώνει από άλλους υπολογιστές. Άλλοι χρήστες που θέλουν να μεταφορτώσουν το περιεχόμενο πρέπει πρώτα να αποκτήσουν το «torrent», το

οποίο βρίσκεται σε μια ιστοσελίδα. Το «torrent» είναι απλά ένα αρχείο σε μια συγκεκριμένη μορφή που περιέχει δύο βασικά είδη πληροφοριών:

- Το όνομα ενός «ιχνηλάτη» (tracker), το οποίο είναι ένας διακομιστής που οδηγεί τους υπολογιστές στο περιεχόμενο του «torrent».
- Μια λίστα από ισομεγέθη κομμάτια ή πακέτα, που συνθέτουν το περιεχόμενο.

Λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος των τμημάτων, τα αρχεία torrent είναι τουλάχιστον τρεις τάξεις μεγέθους μικρότερα από το περιεχόμενο, έτσι ώστε να μπορεί να μεταφερθούν γρήγορα. Για να ληφθεί το περιεχόμενο που περιγράφεται σε ένα «torrent», ένας «peer» έρχεται σε επαφή με τον «ιχνηλάτη» (tracker) για το επιθυμητό «torrent». Ο «ιχνηλάτης» είναι ένας εξυπηρετητής που διατηρεί μια λίστα με όλους τους υπολογιστές που είναι ενεργοί για κατέβασμα και ανέβασμα του περιεχομένου. Αυτό το σύνολο των υπολογιστών ονομάζεται «swarm». Τα μέλη του «swarm» επικοινωνούν με τον «ιχνηλάτη» τακτικά για να αναφέρουν ότι είναι ακόμα ενεργά, καθώς και όταν φεύγουν από το swarm. Όταν ένας νέος «peer» έρχεται σε επαφή με τον «ιχνηλάτη» για να ενταχθεί στο πλήθος (swarm), ο «ιχνηλάτης» τον ενημερώνει για τους άλλους «peers» που βρίσκονται στο «swarm».

1.4.3. Το κεντρικοποιημένο μοντέλο και η εξέλιξή του (Cloud Computing)

1.4.3.1. Ιστορική Αναδρομή

Η ιδέα του υπολογιστικού νέφους (cloud computing) χρονολογείται από τη δεκαετία του 1950, όταν κεντρικοί υπολογιστές έγιναν προσβάσιμοι μέσω πελατών και τερματικών στα πανεπιστήμια και στις επιχειρήσεις. Είναι τα λεγόμενα στατικά τερματικά τα οποία χρησιμοποιούνταν για επικοινωνία αλλά δεν είχαν εσωτερικές δυνατότητες επεξεργασίας. Με τον τρόπο αυτό επιτεύχθηκε αποτελεσματική χρήση της παραπάνω τεχνικής, επιτρέποντας σε πολλούς χρήστες να μοιράζονται την πρόσβαση σε έναν υπολογιστή από πολλαπλά τερματικά, καθώς επίσης και τον χρόνο της CPU. Η εν λόγω πρακτική, έγινε ευρέως γνωστή με την ονομασία time-sharing, κοινή χρήση δηλαδή χρόνου CPU σε ένα υπολογιστή. Τα μέσα της δεκαετίας του 1970, διαδόθηκε ως RJE (Remote Job Entry), διαδικασία όπου κατά κόρον συνδεόταν με τους κεντρικούς υπολογιστές της IBM και της DEC.

Το 1960 ο John McCarthy ισχυρίστηκε πως είναι εφικτή η δημιουργία υπολογιστών κοινής ωφέλειας, με χαρακτηριστικά ελαστικής διάταξης και απευθείας σύνδεσης. Άλλοι μελετητές απέδειξαν πως οι ρίζες του υπολογιστικού νέφους, οδηγούνται πίσω στο 1950 αφότου ο επιστήμονας Herb Grosch υπέθεσε πως ολόκληρος ο κόσμος θα ήταν εφικτό να λειτουργήσει, με την παρουσία μόνο

δεκαπέντε κέντρων δεδομένων. Λόγω του ό,τι ήταν κοστοβόρα τα εν λόγω υπολογιστικά κέντρα, πολλές εταιρείες και νομικά πρόσωπα θα μπορούσαν να επωφεληθούν σε υπολογιστική ικανότητα, μέσω συστημάτων κοινής χρήσης του χρόνου της CPU. Πολλές εταιρείες και οργανώσεις όπως για παράδειγμα οι GE, GEISCO (θυγατρική της IBM), το Service Bureau Corporation (SBC, 1957), η Tymshare (1966), η Εθνική CSS (1967) και Bolt, Beranek και Newman (BBN), προώθησαν την αγορά χρόνου ως μια επιχειρηματική και εμπορική ενέργεια.

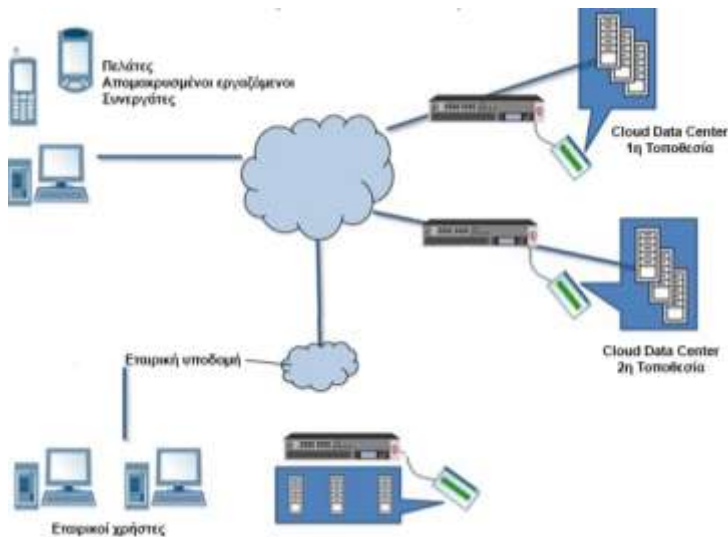
Κατά τη δεκαετία του 1990 υιοθετήθηκε η υπηρεσία εικονικού ιδιωτικού δικτύου (VPN) με αρτιότερες παροχές και συνάμα χαμηλό κόστος. Με την εξισορρόπηση του εκάστοτε εξυπηρετητή, επιτυγχάνεται η χρησιμοποίηση του συνολικού εύρους του δικτύου στο μέγιστο βαθμό. Υιοθετήθηκε η χρήση του συμβόλου του νέφους έτσι ώστε να υποδηλωθεί το σημείο οριοθέτησης μεταξύ παρόχου και χρήστη. Το υπολογιστικό νέφος επεκτείνει το όριο αυτό και ωθεί τους επιστήμονες στο να παρέχουν μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ στους χρήστες. Ως γνώμονα, έχουν την αξιοποίηση της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας, όπου μέσω αλγορίθμων καταλήγουν στη βελτιστοποίηση και αποτελεσματικότητα των δικαιωμάτων του χρήστη.

Τη δεκαετία του 2000 λαμβάνει χώρα ο εκσυγχρονισμός των κέντρων δεδομένων, οπότε το 2006 ξεκινάει μια απόπειρα η εταιρεία Amazon στο να παρέχει υπολογιστικά νέφη σε εξωτερικούς πελάτες (Amazon Web Services - AWS), βάσει της χρησιμότητας και των απαιτήσεων όπου επικρατούσαν εκείνη την χρονική στιγμή. Στις αρχές του 2008 δημιουργείται η πλατφόρμα (Eukalyptus) για την αξιοποίηση και ανάπτυξη των ιδιωτικών νεφών. Παράλληλα, δημιουργείται το πρώτο λογισμικό ανοικτού κώδικα (OpenNebula) όπου αναπτύσσει τα ιδιωτικά και υβριδικά νέφη. Επιπροσθέτως, καταβάλλεται προσπάθεια για εγγυημένη παροχή υπηρεσιών, όπως επιτάσσεται από τις διαδραστικές εφαρμογές πραγματικού χρόνου, σε θεμέλια και βάσεις του νέφους ουσιαστικά σε πραγματικό χρόνο. Το έργο στηρίχτηκε εμπράκτως από την Ευρωπαϊκή επιτροπή (IRMOS). Στις αρχές του 2011 παρατηρείται αξιοπρόσεκτη εφαρμογή και ταύτιση με το IBM Smart Cloud ολοένα και περισσότερων χρηστών. Διασφαλίζεται πλήρης υποδομή, εξοπλισμός, διαχείριση και ασφάλεια.

Εταιρείες όπως η IBM, η Google και η Yahoo έχουν επενδύσει τεράστια κεφάλαια στην νέα αυτή τεχνολογική δομή ενώ εστιάζουν όλο και περισσότερο τις υπηρεσίες τους έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται τις επαναστατικές δυνατότητες του υπολογιστικού νέφους στο έπακρο. Η αγορά υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους εκτιμάται σήμερα σε περίπου 50 δις δολάρια, ενώ σύμφωνα με την Merrill Lynch (οικονομική και συμβουλευτική εταιρεία), την επόμενη 5ετία αναμένεται να ξεπεράσει τα 100 δις δολάρια. Η εφαρμογή της δομής του υπολογιστικού νέφους στην κινητή τηλεφωνία αποτελεί ένα επιχειρηματικό πεδίο με τεράστια περιθώρια ανάπτυξης.

1.4.3.2. Λειτουργία του υπολογιστικού νέφους

Το υπολογιστικό νέφος αποτελεί έναν βασικό πυλώνα της κοινωνίας μας σήμερα και η χρήση του γίνεται καθημερινά από δεκάδες οργανισμούς αλλά και πάρα πολλούς ιδιώτες χρήστες. Μεγάλες εταιρίες το έχουν ως βασικό εργαλείο στις υπηρεσίες που παρέχουν αλλά και στα μελλοντικά τους σχέδια. Το υπολογιστικό νέφος είναι ένας τρόπος με τον οποίο οι υπολογιστές, τα κινητά και οποιαδήποτε άλλη συσκευή μπορεί να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο, αξιοποιώντας ταυτόχρονα τις δυνατότητες του υπολογιστικού νέφους, όπως την παροχή “ασφαλούς” αποθηκευτικού χώρου στο διαδίκτυο τον οποίο κάθε χρήστης μπορεί να εκμεταλλευτεί όπως ακριβώς επιθυμεί. Ο χώρος αυτός δεν είναι απεριόριστος αλλά είναι προκαθορισμένος ανάλογος με την χωρητικότητα που διαθέτει κάθε πάροχος αλλά και τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη. Λόγω της μεγάλης ανταγωνιστικότητας, ένα μέρος του αποθηκευτικού χώρου διατίθεται δωρεάν και για το υπόλοιπο υπάρχει ανάλογη συνδρομή. Παρακάτω δίνεται ένα σχεδιάγραμμα που απεικονίζει τη δομή του υπολογιστικού νέφους (βλέπε εικόνα 1.4.6).



Εικόνα 1.4.6. Διάγραμμα που απεικονίζει τη δομή του Υπολογιστικού Νέφους

Μέσω του υπολογιστικού νέφους παρέχεται και το αντίστοιχο λογισμικό ως υπηρεσία (on-demand software) ή προϊόν ως υπηρεσία (software as service). Το προϊόν ως υπηρεσία δίνει τη δυνατότητα πρόσβασης στο νέφος από διαφορετικές συσκευές ανεξαρτήτως λογισμικού. Αυτό είναι εφικτό διότι η επεξεργασία των

δεδομένων δεν γίνεται στην συσκευή που έχει ο κάθε χρήστης αλλά στον εξυπηρετητή του παρόχου έχοντας σαν αποτέλεσμα την χαμηλή κατανάλωση ισχύος σε όλους τους τομείς (μπαταρία, επεξεργαστή και αποθηκευτικού χώρου).

Το Dropbox αποτελεί ένα από τα γνωστότερα νέφη. Παρέχει ένα συγκεκριμένο μέγεθος αποθηκευτικού χώρου εάν κάποιος είναι απλός χρήστης (η υπηρεσία παρέχεται δωρεάν), το οποίο όμως μπορεί να αυξηθεί όσο ο εκάστοτε χρήστης προσκαλεί και άλλους χρήστες να χρησιμοποιήσουν την υπηρεσία. Ακόμα, παρέχει και ετήσιες συνδρομές για εταιρικά και άλλα προγράμματα. Το iCloud (Apple), αποτελεί ένα διαδεδωμένο νέφος για τις συσκευές της ίδιας εταιρίας το οποίο παρέχει και αυτό ένα συγκεκριμένο χώρο στους δωρεάν χρήστες αλλά και το αντίστοιχο συνδρομητικό πακέτο. Επίσης μέσω iCloud δίνεται η δυνατότητα επεξεργασίας κειμένου (word) αλλά και άλλων αρχείων όπως υπολογιστικών εγγράφων (excel) και παρουσιάσεων (power point). Τέλος, παρέχεται η δυνατότητα προβολής των προσωπικών ηλεκτρονικών μηνυμάτων “e-mail” του εκάστοτε χρήστη. Ένα ανερχόμενο και πολλά υποσχόμενο νέφος είναι το Skydrive σε συνδυασμό με τα Office 365 που παρέχουν την αυθεντική επεξεργασία κειμένου και άλλων εγγράφων από τη Microsoft. Τέλος η λίστα με τα πλέον γνωστά νέφη κλείνει με το GoogleDrive, το οποίο παρέχει ένα σεβαστό χώρο δωρεάν αλλά και τη δυνατότητα επεξεργασίας διαφόρων εγγράφων GoogleDocs. Σημαντική περίπτωση υλοποίησης αποτελεί η υπηρεσία «Pithos+», η οποία παρέχεται από το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας & Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ) προς την ακαδημαϊκή κοινότητα των ελληνικών πανεπιστημίων (ΑΕΙ) και τεχνολογικών ιδρυμάτων (ΤΕΙ). Οι φοιτητές, διδάσκοντες και εργαζόμενοι έχουν τη δυνατότητα πρόσβασης στην υπηρεσία μέσω πιστοποίησης και αυθεντικοποίησης (authorization/authentication) που τους παρέχουν τα κεντρικά συστήματα LDAP των Ιδρυμάτων.

1.4.3.3. Αρχιτεκτονική Υπολογιστικού Νέφους

Μια βασική απαίτηση που οδήγησε στην ανάπτυξη του υπολογιστικού νέφους κυρίως είναι ότι κατά τη διαδικασία επεξεργασίας δεδομένων που αφορούν μια συγκεκριμένη εφαρμογή είναι δύσκολο να υπάρχουν διαθέσιμα όλα τα μηχανήματα που μπορεί αυτή να χρειάζεται. Επίσης, είναι δύσκολο να συντονιστεί μια μεγάλη σε κλίμακα εργασία, εάν είναι κατανεμημένη σε διαφορετικά μηχανήματα και να υπάρχει και πρόβλεψη έτσι ώστε αν αποτύχει κάποιο μηχανήμα να υπάρξει επαναφορά από κάποιο άλλο.

Η αρχιτεκτονική του υπολογιστικού νέφους βασίζεται στο ότι έχει τη δυνατότητα να λύνει κάποιο από τα παραπάνω προβλήματα. Οι εφαρμογές σχεδιάζονται πάνω στην αρχιτεκτονική αυτή και εκτελούνται μέσα στο υπολογιστικό νέφος, όπου η τοποθεσία της υποδομής του είναι προκαθορισμένη από τον πάροχο. Οι πάροχοι

μπορούν να επωφεληθούν τη διεπαφή (APIs Application Programming Interface) της διαδικτυακά προσβάσιμης υπηρεσίας καθώς η αξιοπιστία και η λογική των σχετικών υπηρεσιών παραμένει κρυμμένη μέσα στο υπολογιστικό νέφος. Η βέλτιστη χρήση των πόρων στην αρχιτεκτονική αυτή είναι βασική απαίτηση διότι έτσι υπάρχει καλύτερη επίδοση και μεγαλύτερη αξιοπιστία. Για τη δημιουργία ενός μεγάλου σε κλίμακα συστήματος, η αρχική επένδυση σε υποδομή είναι σχεδόν μηδενική. Με κάθε άλλη προσέγγιση η αρχική επένδυση θα απαιτούσε μεγάλο χρηματικό ποσό που θα έπρεπε να επενδυθεί σε ακίνητα, υλικό καθώς επίσης και στη διαχείριση του υλικού και του επιχειρησιακού προσωπικού.

Στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο δεν υπάρχει σταθερό κόστος ή κόστος εκκίνησης. Η υποδομή είναι διαθέσιμη διαρκώς λόγω της δυναμικής διαχείρισης του όγκου (χώρου) που υπάρχει, και έτσι διαχειριστές του λογισμικού δεν χρειάζεται να ασχολούνται με την προμήθεια όγκου (χώρου) για μεγάλα σε κλίμακα συστήματα. Οι διαχειριστές αυτών των συστημάτων συνήθως ασχολούνται με την προμήθεια υλικού και καλύτερη χρησιμότητα υποδομής. Οι τελευταίοι μπορούν να διαχειρίζονται πόρους πιο αποτελεσματικά διεκπεραιώνοντας αιτήματα εφαρμογών και απελευθερώνοντας πόρους όταν χρειάζεται.

Ανάλογα με τη χρήση γίνεται και η κοστολόγηση, κάτι που σημαίνει ότι η εφαρμογή κοστολόγησης χρεώνει τον εκάστοτε πελάτη μόνο για την υποδομή την οποία χρησιμοποίησε. Ο πελάτης δεν είναι υπεύθυνος για ολόκληρη την υποδομή την οποία έχει παραλάβει. Αυτή είναι και η βασική διαφορά ανάμεσα σε διαδικτυακές εφαρμογές και εφαρμογές οι οποίες προέρχονται από ένα λογισμικό. Για παράδειγμα, εάν μια απαιτητική σε υπολογιστικούς πόρους ή σε όγκο (χώρο) διαδικασία απαιτεί 500 ώρες για να επεξεργαστεί από ένα μηχάνημα ενώ με χρήση της υποδομής του νέφους γίνεται παράλληλα εάν κατανεμηθεί σε 500 τμήματα και άρα θα διεκπεραιωθεί η συγκεκριμένη διαδικασία σε 1 ώρα. Η δυνατότητα μιας ελαστικής υποδομής παρέχει στην εφαρμογή την ικανότητα να εκμεταλλευτεί την παραλληλοποίηση σε έναν οικονομικά αποδοτικό τρόπο μειώνοντας τον συνολικό χρόνο που χρειάζεται η διαδικασία.

1.4.3.4. Είδη υπηρεσιών Cloud Computing

Ξεκινώντας από τα είδη υπηρεσιών, οι κατηγορίες του cloud computing μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Software as a Service (SaaS)
- Platform as a Service (PaaS)

- Infrastructure as a Service (IaaS)
- Storage as a Service (StaaS)
- Hardware as a Service (HaaS)
- Database as a Service (DaaS)

Software as a Service (SaaS)

Το Software as a Service είναι μια υπηρεσία η οποία βασίζεται στην ‘ενοικίαση’ λογισμικού από έναν πάροχο υπηρεσιών έναντι μιας τιμής (βλέπε εικόνα 1.4.7). Το συγκεκριμένο λογισμικό υπάρχει σε ένα κεντρικό εξυπηρετητή, το οποίο διατίθεται ως υπηρεσία μέσω του Διαδικτύου. Η συγκεκριμένη υπηρεσία είναι γνωστή και ως ‘software on demand’ και πλέον, αποτελεί έναν από τους πιο γνωστούς τύπους υπολογιστικού νέφους λόγω, όχι μόνο της ποιότητας υπηρεσιών που διαθέτει αλλά και της μεγάλης ευελιξίας, υψηλής σταθερότητας και ελάχιστης δυνατής συντήρησης που απαιτεί. Μερικά παραδείγματα υπηρεσιών SaaS είναι:

- Online Exchange (Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο)
- SharePoint Online (Σύστημα διαχείρισης κειμένων)
- Office Live Meeting (Ηλεκτρονικός χώρος συναντήσεων)
- Office Communications Online (Instant Messaging)

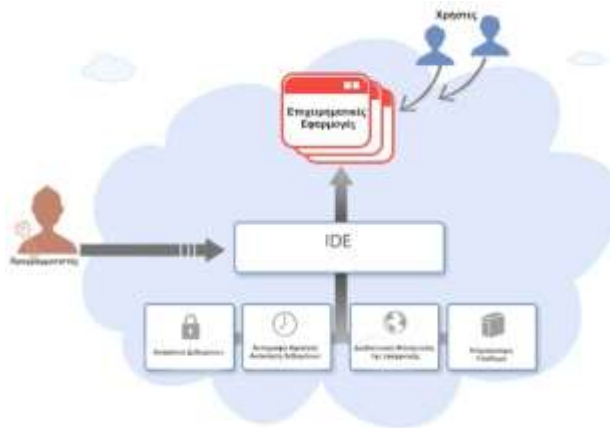


Εικόνα 1.4.7. Υπηρεσίες Υπολογιστικού Νέφους – Software as a Service (SaaS)

Platform as Service (PaaS)

Στη συγκεκριμένη υπηρεσία ο καταναλωτής είναι διαθέσιμος να αναπτύξει εφαρμογές τις οποίες έχει δημιουργήσει, είτε έχει αποκτήσει από κάποιον τρίτο

(βλέπε εικόνα 1.4.8). Οι συγκεκριμένες εφαρμογές είναι δημιουργημένες με την χρήση γλωσσών προγραμματισμού ή ακόμα και μέσω εργαλείων που υποστηρίζονται από τον πάροχο του νέφους. Ο καταναλωτής δεν έχει πρόσβαση στην υποδομή, που συμπεριλαμβάνει τους εξυπηρετητές, τα δίκτυα, και τα αποθηκευτικά μέσα αλλά έχει τον έλεγχο των εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί. Ένα βασικό μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι πως οι εφαρμογές οι οποίες έχουν δημιουργηθεί, είναι βασισμένες σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο (framework) (που χρησιμοποιεί ο εκάστοτε πάροχος) και υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να δημιουργηθεί πρόβλημα αν θελήσουμε να τις μεταφέρουμε σε ένα διαφορετικό πάροχο υπηρεσιών.

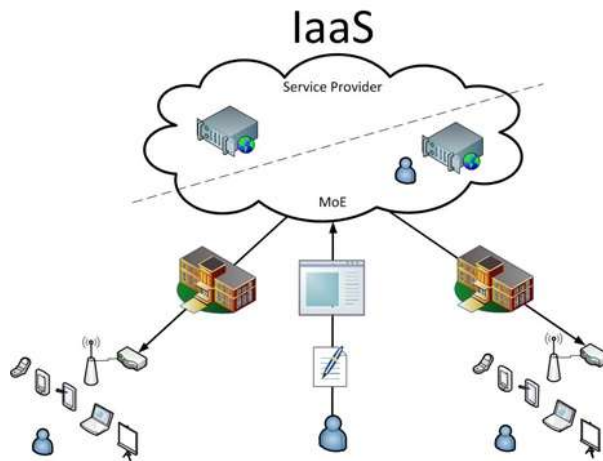


Εικόνα 1.4.8. Υπηρεσίες Υπολογιστικού Νέφους – Platform as a Service (PaaS)

Στην κατηγορία των βάσεων δεδομένων διατίθεται η υπηρεσία Database as Service (DaaS). Στη συγκεκριμένη κατηγορία ο πάροχος προσφέρει μια διαδικτυακή βάση δεδομένων η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιαδήποτε διαδικτυακή εφαρμογή.

Infrastructure as a Service (IaaS)

Είναι η δυνατότητα που παρέχεται στον καταναλωτή να δεσμεύσει προς χρήση επεξεργαστική ισχύ, αποθηκευτικά μέσα, δίκτυα, και άλλους θεμελιώδεις υπολογιστικούς πόρους (βλέπε εικόνα 1.4.9). Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο καταναλωτής δεν έχει τον έλεγχο της χρησιμοποιούμενης υποδομής, αλλά του δίνεται η πρόσβαση σε λειτουργικά συστήματα, αποθηκευτικά μέσα και εφαρμογές οι οποίες έχουν αναπτυχθεί.



Εικόνα 1.4.9. Υπηρεσίες Υπολογιστικού Νέφους–Infrastructure as a Service (IaaS)

Το “Storage as a Service” (StaaS) αποτελεί ένα υποσύνολο του Infrastructure as a Service. Στο συγκεκριμένο μοντέλο υπηρεσιών κάποιος πάροχος προσφέρει στους καταναλωτές αποθηκευτικούς εξυπηρετητές (βλέπε εικόνα 1.4.10). Συνήθως, ένας μικρός αποθηκευτικός χώρος προσφέρεται δωρεάν στο χρήστη και στη συνέχεια μπορεί να αυξηθεί ο χώρος έναντι ενός ποσού. Ένα παράδειγμα που έχει αναλυθεί και σε προηγούμενη παράγραφο είναι το Dropbox.



Εικόνα 1.4.10. Υπηρεσίες Υπολογιστικού Νέφους – Storage as a Service (StaaS)

Στο Hardware as Service (HaaS) ο προμηθευτής στη συγκεκριμένη υπηρεσία νέφους μέσω ενοικίου έχει τη δυνατότητα να παρέχει στον καταναλωτή το υλικό (hardware) που χρειάζεται για παράδειγμα, μνήμη, επεξεργαστή (CPU),

διακομιστές ιστοτόπων (web servers), αποθηκευτικό χώρο και εν συντομία ότι περιέχεται στην κατηγορία του υλικού. Τέλος, η πληρωμή αντιστοιχεί πλήρως στη διανομή πόρων που χρησιμοποιήθηκαν όπως και στις υπόλοιπες υπηρεσίες νέφους.

1.5. Διεθνοσιδότηση – IP Addressing

Στα μέσα της δεκαετίας του 90, η μορφή του Διαδικτύου άλλαξε δραματικά σε σχέση με τη μορφή που αυτό είχε όταν ξεκίνησε να αναπτύσσεται στις αρχές της δεκαετίας του 80. Στις μέρες μας το Διαδίκτυο έχει γίνει απαραίτητο συστατικό της καθημερινότητας μας καθώς αποτελεί το μεγαλύτερο δημόσιο δίκτυο δεδομένων, το οποίο διπλασιάζει το μέγεθός του περίπου κάθε εννέα μήνες. Αυτή η τάση αποτυπώνεται στην πολύ μεγάλη δημοτικότητα του Παγκοσμίου Ιστού (World Wide Web - WWW), στις ευκαιρίες που βλέπουν οι επιχειρήσεις στο να πλησιάζουν τους πελάτες τους μέσα από ηλεκτρονικά καταστήματα και η ανάπτυξη νέων τύπων και μεθόδων προώθησης επιχειρηματικών σχεδίων των επιχειρήσεων. Είναι ξεκάθαρο ότι η επέκταση των επιχειρήσεων και της κοινωνικής ευαισθησίας, θα συμβάλλει στην αύξηση της δημόσιας απαίτησης για πρόσβαση στις πηγές που είναι διαθέσιμες στο Διαδίκτυο.

Υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της αξίας του Διαδικτύου και του αριθμού των σελίδων που είναι συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο. Όσο το μέγεθος του Διαδικτύου αυξάνεται, η αξία κάθε σελίδας που είναι συνδεδεμένη στο Διαδίκτυο αυξάνεται καθώς παρέχει στην εκάστοτε επιχείρηση πρόσβαση σε ένα συνεχώς αυξανόμενο πελατολόγιο.

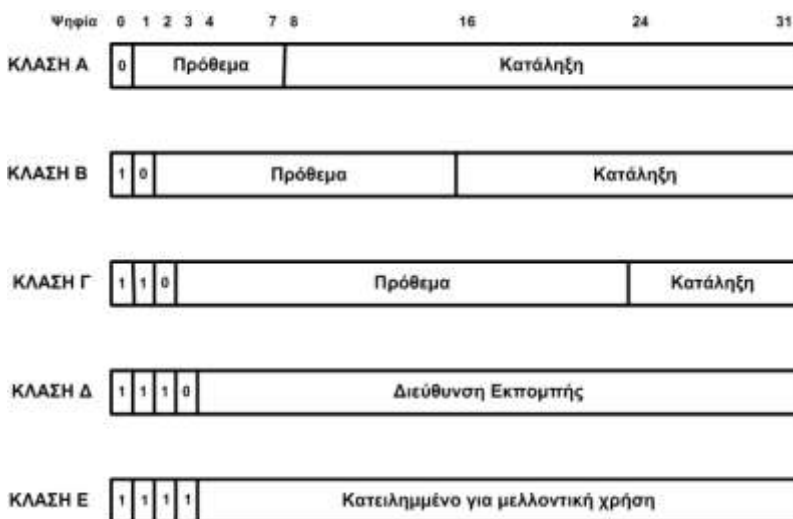
Το πρόβλημα της έλλειψης διευθύνσεων επιδεινώνεται από το γεγονός ότι τμήματα του χώρου των διευθύνσεων IP δεν έχουν διατεθεί αποτελεσματικά. Ακόμα, το παραδοσιακό μοντέλο της διεθνοσιδότησης μέσω κλάσεων δεν επιτρέπει στο χώρο διευθύνσεων να χρησιμοποιηθεί στο μέγιστο δυναμικό του.

Το δεύτερο πρόβλημα δημιουργείται από τη ραγδαία αύξηση του μεγέθους των πινάκων δρομολόγησης του Διαδικτύου. Οι δρομολογητές κορμού του Διαδικτύου απαιτείται να διατηρούν ολοκληρωμένες πληροφορίες δρομολόγησης για το Διαδίκτυο. Τα τελευταία χρόνια το μέγεθος των πινάκων δρομολόγησης έχει αυξηθεί εκθετικά καθώς όλο και περισσότεροι οργανισμοί συνδέονται στο Διαδίκτυο. Δυστυχώς το πρόβλημα δρομολόγησης δεν είναι δυνατόν να λυθεί απλώς και μόνο εισάγοντας περισσότερη μνήμη στους δρομολογητές και αυξάνοντας το μέγεθος των πινάκων δρομολόγησης. Εάν ο αριθμός των καταχωρήσεων σε έναν καθολικό πίνακα δρομολόγησης, επιτραπεί να αυξηθεί χωρίς όρια, οι κεντρικοί δρομολογητές θα αναγκαστούν να απορρίψουν κάποιες διαδρομές και τμήματα του Διαδικτύου θα γίνουν απροσπέλαστα.

1.5.1. Διευθύνσεις IP

Κάθε υπολογιστής όταν συνδέεται με το Διαδίκτυο πρέπει να έχει τη δική του, μοναδική παγκόσμια “διεύθυνση”, η οποία ονομάζεται αριθμός ή διεύθυνση IP (IP number/address), όπως κάθε τηλεφωνική συσκευή στον κόσμο έχει μία μοναδική “διεύθυνση”, τον τηλεφωνικό αριθμό του χρήστη (π.χ. 003017294210 ή 0039654398231). Ο αριθμός αυτός (ή η ομάδα αριθμών) είναι συγκεκριμένος και δεν μπορεί να είναι τυχαίος. Για να αποφευχθεί το φαινόμενο του ορισμού του ίδιου IP σε διαφορετικά μηχανήματα, τους αριθμούς αυτούς τους μοιράζει μία κεντρική παγκόσμια αρχή: το NIC (Network Information Center). Κάθε υπολογιστής ή ομάδα υπολογιστών ή κάθε Πάροχος Υπηρεσιών Διαδικτύου που επιθυμεί να πάρει μία διεύθυνση IP πρέπει να απευθυνθεί στο NIC ή στις αντίστοιχες κατά τόπους υπηρεσίες.

Οι διευθύνσεις είχαν αρχικά οριστεί σε τέσσερις κατηγορίες – κλάσεις: Κλάση Α, Κλάση Β, Κλάση Γ και Κλάση Δ, καθώς και μια πέμπτη (Κλάση Ε) για μελλοντική χρήση, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.5.1. Οι διευθύνσεις είχαν δύο τμήματα, ένα τμήμα πεδίου και ένα τμήμα υπολογιστή υποδοχής (host). Οι διευθύνσεις των δικτύων είναι συνήθως γραμμένες σε **δεκαδικό συμβολισμό με τελείες (dotted decimal notation)**. Το NIC δίνει τον αριθμό αυτό που αποτελείται από 4 ομάδες ψηφίων και είναι της μορφής: **xxx.xxx.xxx.xxx** όπου κάθε ομάδα “xxx” παίρνει αριθμούς από το 0 έως το 255. Η ομάδα που βρίσκεται στα αριστερά λέγεται η πιο σημαντική ομάδα. Η κατώτατη διεύθυνση είναι η 0.0.0.0 και η ανώτατη είναι η 255.255.255.255.



Εικόνα 1.5.1. Οι Κατηγορίες – Κλάσεις των διευθύνσεων IP

Από την εικόνα 1.5.1, φαίνεται ότι τα 4 πρώτα bit είναι αρκετά για να προσδιοριστεί η κλάση του δικτύου και οι δρομολογητές ή οι άλλες δικτυακές συσκευές να αποφασίσουν ποιο τμήμα της διεύθυνσης ανήκει στο πεδίο του δικτύου και ποιο στο πεδίο του υπολογιστή υποδοχής. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται σε ένα δρομολογητή κάθε φορά που λαμβάνει ένα πακέτο. Λόγω της συχνότητας του υπολογισμού αυτού, πρέπει να γίνεται από το λογισμικό του IP γρήγορα και με αποτελεσματικό τρόπο. Έτσι με τη χρήση ενός απλού πίνακα, όπως είναι ο πίνακας 1.5.1, μπορεί εύκολα και γρήγορα να γίνει ο υπολογισμός της κλάσης, χωρίς τη χρήση συγκρίσεων και άλλων πράξεων που είναι περίπλοκες.

Πίνακας 1.5.1. Εύρεση της κλάσης με χρήση των 4 πρώτων bit, μιας διεύθυνσης IP

4 πρώτα ψηφία της Διεύθυνσης	Πίνακας Δεικτών (σε Δεκαδική Μορφή)	Κλάση της Διεύθυνσης
0000	0	A
0001	1	A
0010	2	A
0011	3	A
0100	4	A
0101	5	A
0110	6	A
0111	7	A
1000	8	B
1001	9	B
1010	10	B
1011	11	B
1100	12	Γ
1101	13	Γ
1110	14	Δ
1111	15	E

Όπως φαίνεται στον πίνακα 1.5.1, οι οκτώ συνδυασμοί που αρχίζουν με 0 αντιστοιχούν σε κλάση Α, 4 συνδυασμοί που αρχίζουν με 10 αντιστοιχούν σε κλάση Β, και 2 συνδυασμοί που αρχίζουν με 110 αντιστοιχούν σε κλάση Γ. Μία διεύθυνση που αρχίζει με 111 αντιστοιχεί σε κλάση Δ. Μια διεύθυνση που αρχίζει με 1111 αντιστοιχεί σε μια κλάση που δεν χρησιμοποιείται.

Πίνακας 1.5.2. Η αντιστοιχία των δυαδικών διευθύνσεων IP σε δεκαδικές

<u>Δυαδικός Αριθμός 32 ψηφίων</u>	<u>Ισοδύναμο σε μορφή δεκαδικού με τελείες (dotted decimal)</u>
00110111 11001110 00010111 01110101	55.196.23.117
10000110 00101100 11111010 01001101	134.44.250.77
11011010 00111010 00001001 10001000	218.58.9.136
10011110 10000011 00010110 00000100	158.131.22.4

Όπως είπαμε και παραπάνω οι διευθύνσεις των 32 bit είναι πολύ δύσκολο να απομνημονευθούν από τους χρήστες. Για το λόγο αυτό κάθε ομάδα των 8 bit αντιστοιχίζεται στον ισοδύναμο δεκαδικό της αριθμό και οι τέσσερις αριθμοί που προκύπτουν χωρίζονται με μία τελεία. Στον πίνακα 1.5.2 φαίνονται τέτοιες αντιστοιχίσεις, ενώ στον πίνακα 1.5.3 φαίνεται το εύρος της κάθε κλάσης. Δηλαδή από τον πρώτο δεκαδικό αριθμό μπορούμε να βρούμε την κλάση του δικτύου.

Πίνακας 1.5.3. Το Εύρος της κάθε κλάσης με βάση τον πρώτο δεκαδικό αριθμό

<u>Κλάση</u>	<u>Εύρος Τιμών</u>
A	0 έως και 127
B	128 έως και 191
Γ	192 έως και 223
Δ	224 έως και 239
E	240 έως και 255

Με βάση το χωρισμό των δικτύων σε κλάσεις με τον παραπάνω τρόπο, μπορούμε να υπολογίσουμε τον μέγιστο αριθμό δικτύων και υπολογιστών υποδοχής που έχει η κάθε κλάση (βλέπε πίνακα 1.5.4).

Πίνακας 1.5.4. Μέγιστος αριθμών δικτύων και υπολογιστών υποδοχής (Hosts) για την κάθε κλάση

Κλάση Διεύθυνσης	Ψηφία Προθέματος	Μέγιστος Αριθμός Δικτύων	Ψηφία Κατάληξης	Μέγιστος Αριθμός Υπολογιστών ανά Δίκτυο
A	7	128	24	16777216
B	14	16384	16	65536
Γ	21	2097152	8	256

Σε ένα διαδίκτυο οι αριθμοί δικτύου και υπολογιστή υποδοχής είναι μοναδικές. Οι αριθμοί αυτοί δίνονται από τους παροχείς υπηρεσιών Διαδικτύου (Internet Service Providers, ISP) ή από τις κατά τόπους εθνικές αρχές υπεύθυνες για την αριθμοδότηση. Ένας οργανισμός παίρνει τη διεύθυνση δικτύου ή μια ομάδα δυνατών διευθύνσεων και μετά μπορεί να τις αναθέσει στους υπολογιστές που διαχειρίζεται. Η IANA (Internet Assigned Number Authority) κάνει την κεντρική διαχείριση των αριθμών προς τους ISP και τις άλλες αρχές.

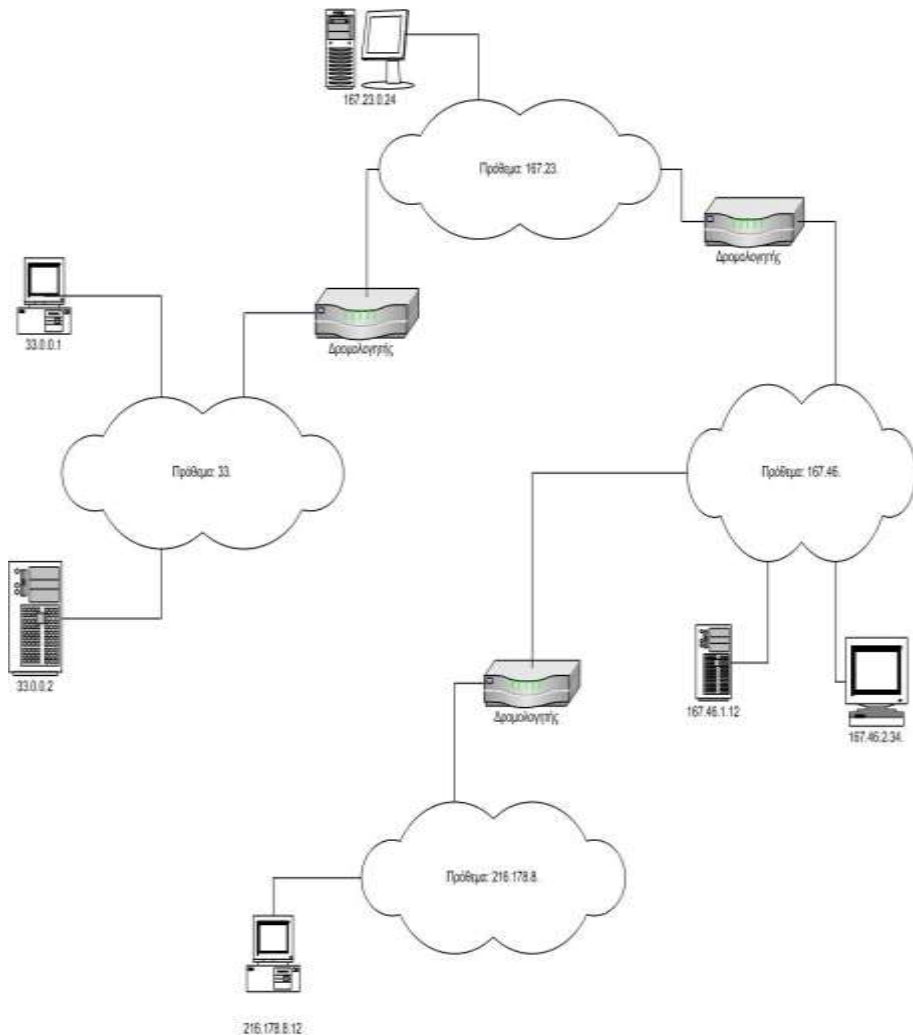
Τα τελευταία χρόνια, το Διαδίκτυο έχει αντιμετωπίσει βασικά προβλήματα κλιμάκωσης. Το πρώτο πρόβλημα που είχε να αντιμετωπίσει είναι η μελλοντική εξάντληση του πεδίου των IPv4 διευθύνσεων. Το δεύτερο πρόβλημα που έπρεπε να ξεπεράσει ήταν να αποκτήσει την ικανότητα να μπορεί να δρομολογήσει την κίνηση μέσα από ένα συνεχώς αυξανόμενο αριθμό δικτύων που αποτελούν το Διαδίκτυο.

Το πρώτο πρόβλημα αναφέρεται στην αναπόφευκτη μείωση του χώρου διευθύνσεων IP. Η έκδοση 4 των IP διευθύνσεων (IPv4), καθορίζει μια διεύθυνση που αποτελείται από 32-bit κάτι που σημαίνει ότι υπάρχουν διαθέσιμες μόνο 232 (4.294.967.296) IPv4 διευθύνσεις διαθέσιμες. Αυτός ο αριθμός μπορεί να φαίνεται μεγάλος, αλλά καθώς υπάρχει αύξηση της αγοράς και ένα σημαντικό ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού είναι υποψήφιοι αγοραστές IP διευθύνσεων, ο τελικός αριθμός των IP διευθύνσεων είναι σίγουρο πως σιγά σιγά θα εξαντληθεί.

Ένα παράδειγμα διευθυνσιοδότησης

Στην εικόνα 1.5.2 φαίνεται ένα παράδειγμα ενός δικτύου που αποτελείται από υποδίκτυα, σταθμούς υποδοχής και συσκευές δικτύου. Βλέπουμε ότι υπάρχει ένα δίκτυο κλάσης A (πρόθεμα 33), δύο δίκτυα κλάσης B (προθέματα 167.23, 167.46) και ένα δίκτυο κλάσης Γ (πρόθεμα 216.178.8).

Κάθε υπολογιστής υποδοχής έχει υποχρεωτικά το πρόθεμα του δικτύου στο οποίο ανήκει. Υπολογιστές υποδοχής σε διαφορετικά δίκτυα μπορεί να έχουν τον ίδιο αριθμό, ενώ οι αριθμοί αυτοί δεν είναι κατά ανάγκη συνεχόμενοι.



Εικόνα 1.5.2. Παράδειγμα Δρομολόγησης

1.5.1.1. Μάσκα Υποδικτύου (Subnet Mask)

Πολλές φορές είναι αναγκαία η υποδιαίρεση ενός δικτύου σε μικρότερα δίκτυα (π.χ. ένα πανεπιστημιακό δίκτυο Class B, σε μικρότερα δίκτυα που αντιστοιχούν στις διάφορες σχολές). Τα υποδίκτυα μοιράζονται την ίδια διεύθυνση δικτύου με

το αρχικό δίκτυο όμως χρησιμοποιούν λίγα παραπάνω bit για να επεκτείνουν και να οριοθετήσουν τη δική τους ιδιαίτερη διεύθυνση δικτύου. Το συνολικό αριθμό από bit που χρησιμοποιήσαμε για να ορίσουμε τη διεύθυνση ενός τέτοιου υποδικτύου, την ονομάζουμε «μάσκα υποδικτύου».

Π.χ. Ένα πανεπιστήμιο κατέχει το Class B δίκτυο 160.0.0.0 και χρειάζεται να δημιουργήσει 8 (23) υποδίκτυα για τις σχολές του. Προκειμένου να το πετύχει αυτό θα χρησιμοποιήσει μέρος της κατάληξης που αντιστοιχεί στις διευθύνσεις των μηχανημάτων για να ορίσει τις διευθύνσεις των υποδικτύων. Συγκεκριμένα εφόσον θέλουμε 23 υποδίκτυα, χρειαζόμαστε τουλάχιστον 3 bit για να τα περιγράψουμε (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111)². Άρα η μάσκα δικτύου θα αποτελείται από 19 bit τα οποία θα έχουν τιμή 1, με τα υπόλοιπα να έχουν τιμή 0 (16 bit που περιγράφουν το αρχικό Class B δίκτυο συν τα 3 bit που χρησιμοποιήσαμε παραπάνω). Αυτός ο τρόπος γραφής της μάσκας ονομάζεται μέθοδος Αταξικής Δρομολόγησης Δικτυακών Περιοχών (Classless Interdomain Routing - CIDR) Τα υποδίκτυα που δημιουργούνται είναι συνεπώς τα εξής:

160.0.0.0/19

160.0.32.0/19

160.0.64.0/19

160.0.96.0/19

160.0.128.0/19

160.0.160.0/19

160.0.192.0/19

160.0.224.0/19

Εκτός από τη μορφή **xxx.xxx.xxx.xxx/μάσκα** η μάσκα μπορεί να γραφτεί και με τη μορφή δεκαδικών ψηφίων. Πιο συγκεκριμένα, αν θέσουμε 1 όλα τα bit που αντιστοιχούν στη διεύθυνση του υποδικτύου και 0 τα υπόλοιπα δημιουργούμε μια μάσκα τη μορφής:

255.255.224.0 (δηλ. 11111111 11111111 11100000 00000000) η οποία αντιστοιχεί στη μάσκα του προηγούμενου παραδείγματος.

Αυτή η μορφή της μάσκας χρησιμοποιείται στους δρομολογητές, καθώς με λογικό **AND** μεταξύ της μάσκας και μιας διεύθυνσης IP, μπορεί ο δρομολογητής να εξάγει σε πιο δίκτυο ανήκει ένας υπολογιστής.

Π.χ. Σε πιο από τα παραπάνω δίκτυα ανήκει ο υπολογιστής με διεύθυνση 160.0.193.5;

Η διεύθυνση του υπολογιστή αναλύεται σε:

10100000 00000000 11000001 00000101 και η μάσκα του σε δυαδική μορφή είναι
 11111111 11111111 11100000 00000000 μετά από λογικό AND θα έχουμε

 10100000 00000000 11000000 00000000 η οποία είναι η διεύθυνση δικτύου
 160.0.192.0

1.5.1.2. CIDR – CLASSLESS INTER - DOMAIN ROUTING

Ο τρόπος ανάθεσης των διευθύνσεων IP δημιούργησε πολλά προβλήματα στην IANA. Συγκεκριμένα:

- Η κλάση B ήταν πολύ μεγάλη για να καλύψει τις ανάγκες εταιρικών δικτύων ενώ η κλάση C ήταν πολύ μικρή για να καλύψει τις ανάγκες μεγάλων οργανισμών
- Ο αριθμός των μη κατοχυρωμένων blocks διευθύνσεων άρχισε να μειώνεται δραματικά

Η IANA αναγκάστηκε να καταφύγει στην ανάθεση διευθύνσεων, παραβλέποντας τις προηγούμενα ορισμένες κλάσεις, συνθέτοντας δίκτυα από μικρότερα Class C που δεν είχαν κατοχυρωθεί. Τα δίκτυα αυτά ορίζονται σαφώς με τη χρήση μιας μάσκας υποδικτύου και συγκεντρώνονται σε ομάδες ανάλογα με τη γεωγραφική θέση των εν λόγω κόμβων.

Παραδείγματα Ανάθεσης Διευθύνσεων με το CIDR

Ένα πανεπιστήμιο χρειάζεται 2048 διευθύνσεις και κατοχυρώνει το εύρος 194.24.0.0 έως 194.24.7.255 με μάσκα 255.255.248.0

Ένα πανεπιστήμιο χρειάζεται 4096 διευθύνσεις και κατοχυρώνει το εύρος 194.24.16.0 έως 194.24.31.255 με μάσκα 255.255.240.0

Ένα πανεπιστήμιο χρειάζεται 1024 διευθύνσεις και κατοχυρώνει το εύρος 194.24.8.0 έως 194.24.11.255 με μάσκα 255.255.252.0

1.5.1.3. Ειδικές Διευθύνσεις IP

Το IP χρησιμοποιεί τη διεύθυνση 0 στο πεδίο του υπολογιστή υποδοχής για να προσδιορίσει ολόκληρο το δίκτυο. Η διεύθυνση 128.211.0.0 αναφέρεται στο δίκτυο κλάσης B με πρόθεμα 128.211. Είναι προφανές ότι η διεύθυνση αυτή δεν μπορεί να είναι διεύθυνση προορισμού ενός πακέτου.

Εάν στο πεδίο του υπολογιστή υποδοχής υπάρχει μια σειρά από 1 τότε αναφερόμαστε σε όλους τους υπολογιστές του δικτύου. Όταν φτάσει ένα τέτοιο

πακέτο στο δίκτυο μεταφέρεται σε όλους τους υπολογιστές στο δίκτυο αυτό. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη δυνατότητα που έχουν πολλά δίκτυα για ανοικτή εκπομπή (broadcast) ή μέσω της δημιουργίας αντιγράφων από το δίκτυο.

Εάν η διεύθυνση αποτελείται από μια σειρά από 1 τότε έχουμε περιορισμένη εκπομπή, δηλαδή εκπομπή τοπικά μόνο σε ένα δίκτυο.

Εάν η διεύθυνση αποτελείται από μια σειρά από 0 εννοείται ο ίδιος υπολογιστής. Η διεύθυνση αυτή χρησιμοποιείται συνήθως κατά την εκκίνηση ενός υπολογιστή.

Υπάρχει επίσης και η διεύθυνση που αρχίζει από 127, η οποία αντιστοιχεί σε μια διεύθυνση βρόχου (loopback address). Χρησιμοποιείται όταν δεν θέλουμε ένα πακέτο να φύγει έξω από το δίκτυο, κυρίως για μηνύματα ελέγχου. Ένα τέτοιο πακέτο δεν πρέπει ποτέ να κυκλοφορεί στο δίκτυο.

Στον πίνακα 1.5.5 φαίνονται σε περίληψη τα προθέματα των διευθύνσεων, ο τύπος της διεύθυνσης και ο σκοπός για τον οποίο χρησιμοποιούνται.

Πίνακας 1.5.5. Οι ειδικές διευθύνσεις IP και ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούνται

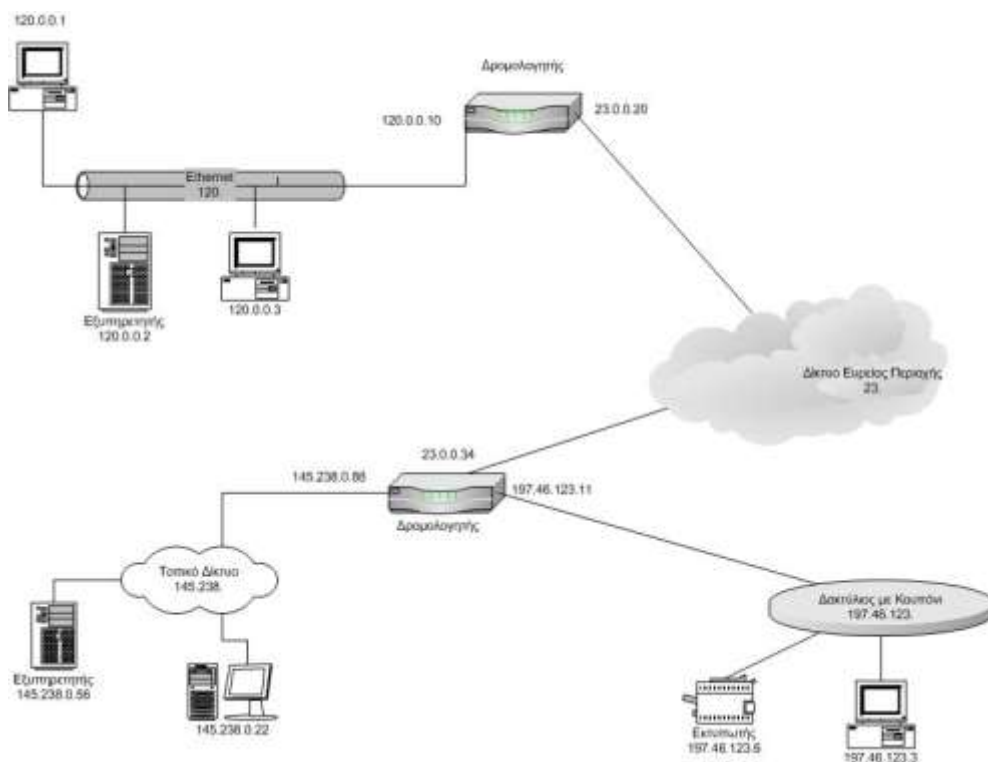
Πρόθεμα	Κατάληξη	Τύπος Διεύθυνσης	Σκοπός
Όλα '0'	Όλα '0'	Τοπικός Η/Υ	Χρησιμοποιείται κατά την αυτοδύναμη εκκίνηση του Η/Υ
Δίκτυο	Όλα '0'	Δίκτυο	Προσδιορίζει ένα Δίκτυο
Δίκτυο	Όλα '1'	Κατευθυνόμενη Εκπομπή	Εκπομπή σε συγκεκριμένο δίκτυο
Όλα '1'	Όλα '1'	Περιορισμένη Εκπομπή	Εκπομπή στο τοπικό δίκτυο
127	Οτιδήποτε	Διεύθυνση Βρόγχου	Έλεγχος

1.5.1.4. Δρομολογητές και Διευθύνσεις IP

Διευθύνσεις IP έχουν και οι δρομολογητές. Οι δρομολογητές μπορεί να έχουν παραπάνω από μία διεύθυνση IP γιατί μπορεί να συνδέονται με πολλαπλά φυσικά δίκτυα, και θα πρέπει να αναγνωρίζονται σαν μέρη όλων των δικτύων με τα οποία

συνδέονται. Μια τέτοια συνδεσμολογία φαίνεται στην εικόνα 1.5.3. Είναι προφανές ότι δεν είναι απαραίτητο όλες οι διεπαφές του δρομολογητή να έχουν το ίδιο πεδίο υπολογιστή υποδοχής.

Εκτός από τους δρομολογητές υπάρχουν και υπολογιστές υποδοχής που μπορεί να έχουν πολλαπλές διευθύνσεις IP, για να μπορούν να συνδέονται με περισσότερα του ενός δίκτυα για λόγους αξιοπιστίας και αύξησης της απόδοσης.



Εικόνα 1.5.3. Δρομολογητές με πολλαπλές διευθύνσεις IP, ανάλογα με τα δίκτυα που συνδέουν

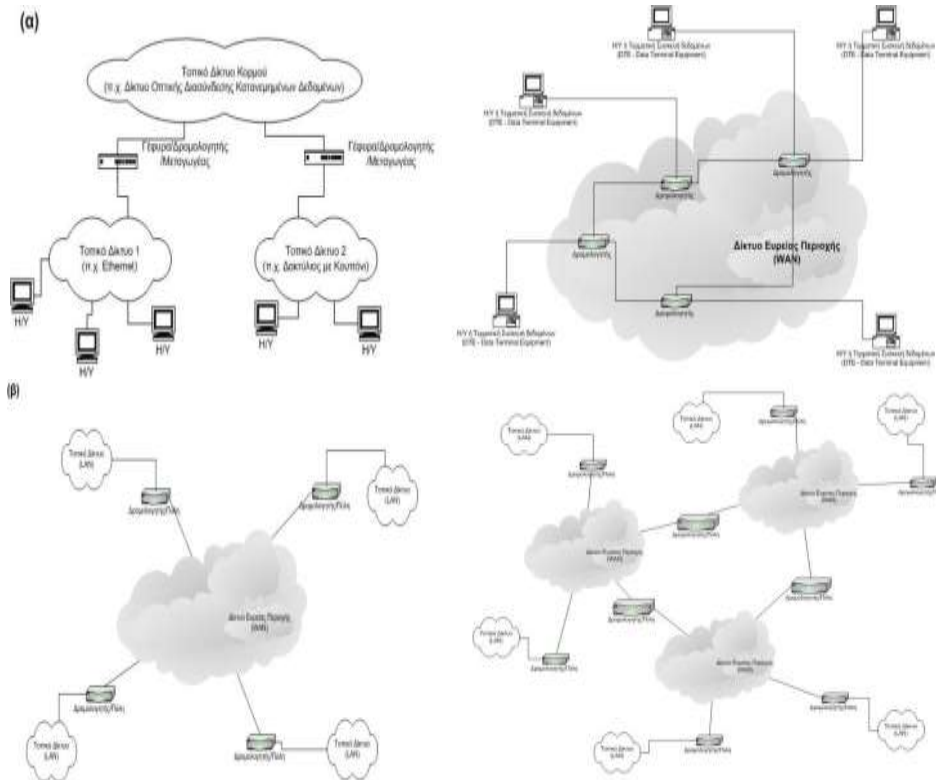
1.5.1.5. Θέματα Διαδικτύωσης και Δρομολόγησης

Η χρήση της διεύθυνσης IP είναι βασική στη διασύνδεση δικτύων τα οποία μπορεί να λειτουργούν με διαφορετικά πρωτόκολλα, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.5.4.

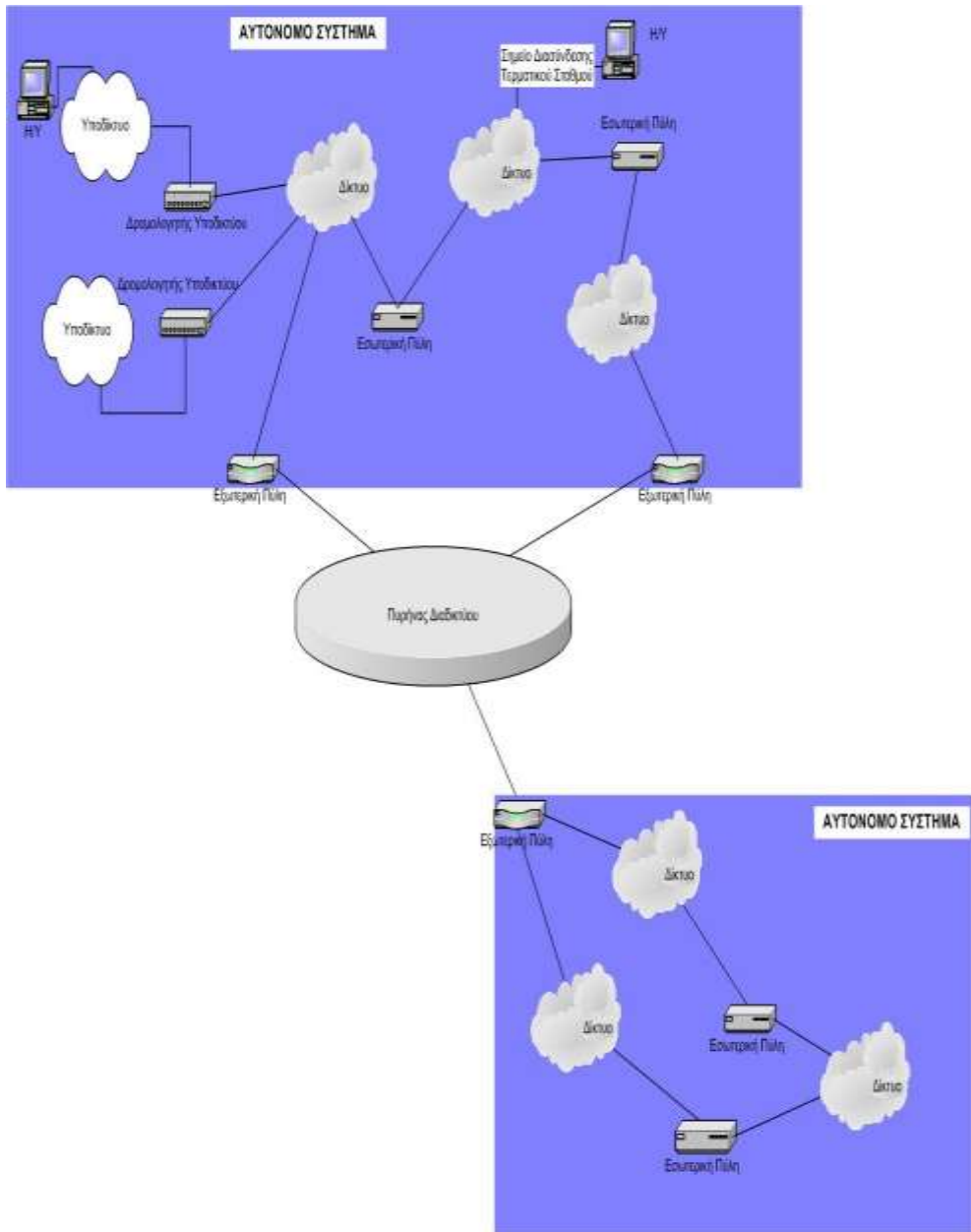
Η διαδικασία εύρεσης της διεύθυνσης IP αποτελείται από τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο ο υπολογιστής αντιστοιχίζει τη διεύθυνση του κατασκευαστή του με μια διεύθυνση IP με χρήση του πρωτοκόλλου ARP (Address Resolution Protocol), το οποίο λειτουργεί στο χώρο του τοπικού δικτύου. Μετά το δίκτυο χωρίζεται μέσω εσωτερικών και εξωτερικών πυλών σε δύο διακριτές ιεραρχίες (βλέπε εικόνα

1.5.5) όπου με χρήση κατάλληλων αλγορίθμων οι δρομολογητές μαθαίνουν ποια δίκτυα είναι κοντά τους και σε ποια απόσταση.

Η λειτουργία ενός τέτοιου αλγόριθμου φαίνεται στην εικόνα 1.5.6. Κάθε δρομολογητής ή πύλη ή γενικά συσκευή δικτύου κρατάει ένα πίνακα με αποστάσεις σε όσα δίκτυα γνωρίζει και μέσω ποιας διεπαφής μπορεί να επιτευχθεί η σύνδεση αυτή. Στην αρχή μαθαίνει από τους γείτονές της τις αποστάσεις προς αυτούς και μετά ενημερώνει τους πίνακές της και κατόπιν τους γείτονές της για τις κοντινότερες αποστάσεις που έχει προς κάθε προορισμό. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να συγκλίνει. Σε ένα δίκτυο οι αποστάσεις μπορεί να είναι χρόνοι πρόσβασης, κόστος κ.λπ. και η ενημέρωση είναι μια διαρκής διαδικασία.

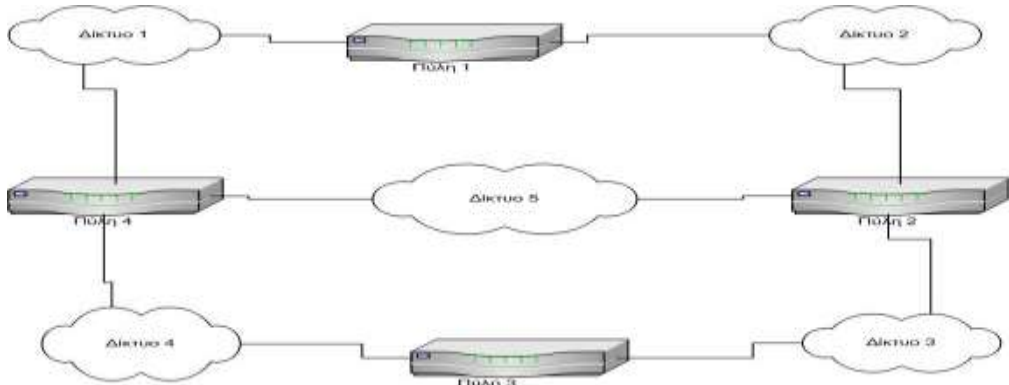


Εικόνα 1.5.4. Αρχιτεκτονικές Δικτύων. (α) Απλό Τοπικό δίκτυο (LAN) και δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN), αντίστοιχα. (β) Παραδείγματα διασύνδεσης τοπικών δικτύων και δικτύων ευρείας περιοχής



Εικόνα 1.5.5. Η αρχιτεκτονική και η ορολογία του Διαδικτύου

Ταυτότητα Δικτύου Προορισμού	Κόστος	Επόμενη Πύλη (ή Δρομολογητής)
...



Πύλη 1

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
1	1	-
2	1	-

Ενημέρωση της Πύλης 1 από τις γειτονικές της: 2 και 4

Πύλη 2

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
2	1	-
3	1	-
5	1	-

Ενημέρωση της Πύλης 2 από τις γειτονικές της: 1, 4 και 3

Πύλη 3

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
3	1	-
4	1	-

Ενημέρωση της Πύλης 3 από τις γειτονικές της: 2 και 4

Πύλη 4

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
1	1	-
4	1	-
5	1	-

Ενημέρωση της Πύλης 4 από τις γειτονικές της: 1, 2 και 3

Πύλη 1

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
1	1	-
2	1	-
2	2	2
3	2	2
5	2	2
1	2	4
4	2	4
5	2	4

Φιλτράρισμα Αεδομένων στην Πύλη 1

Πύλη 2

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
2	1	-
3	1	-
5	1	-
1	2	1
2	2	1
3	2	3
4	2	3
1	2	4
4	2	4
5	2	4

Φιλτράρισμα Αεδομένων στην Πύλη 2

Πύλη 3

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
3	1	-
4	1	-
2	2	2
3	2	2
5	2	2
1	2	4
4	2	4
5	2	4

Φιλτράρισμα Αεδομένων στην Πύλη 3

Πύλη 4

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
1	1	-
4	1	-
5	1	-
1	2	1
2	2	1
2	2	2
3	2	2
5	2	2
3	2	3
4	2	3

Φιλτράρισμα Αεδομένων στην Πύλη 4

Πύλη 1

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
1	1	-
2	1	-
3	2	2
4	2	4
5	2	2
5	2	4

Πύλη 2

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
1	2	1
1	2	4
2	1	-
3	1	-
4	2	3
4	2	4
5	1	-

Πύλη 3

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
1	2	4
2	2	2
3	1	-
4	1	-
5	2	2
5	2	4

Πύλη 4

Δίκτ.Πρ.	Κόστ.	Επ.Πύλη
1	1	-
2	2	1
2	2	2
3	2	2
3	2	3
4	1	-
5	1	-

Εικόνα 1.5.6. (α) Παράδειγμα πίνακα δρομολόγησης μιας πύλης. (β) Παράδειγμα διασύνδεσης δικτύων, για το οποίο αναλύεται η δρομολόγηση διανύσματος αποστάσεων. (γ) Η διαδικασία διαμόρφωσης των πινάκων δρομολόγησης, στις πύλες του ανωτέρω διαδικτύου

1.6. ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1.6.1. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Υπάρχουν και άλλα διαδίκτυα εκτός από το Διαδίκτυο (Internet)	Σωστό Λάθος
Πριν την έλευση του WWW δεν υπήρχε τρόπος αναζήτησης στο Διαδίκτυο	Σωστό Λάθος
Πριν την έλευση του WWW δεν υπήρχε η δυνατότητα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο Διαδίκτυο	Σωστό Λάθος
Το μοντέλο πελάτη εξυπηρετητή είναι αποκλειστικό χαρακτηριστικό του Διαδικτύου	Σωστό Λάθος
Τα δίκτυα ISDN διατίθενται σε ταχύτητες	128 kbps 1,55 Mbps 2,0 Mbps 196 Kbps
Στο μοντέλο πελάτη – εξυπηρετητή	Ο εξυπηρετητής αναφέρεται σε συγκεκριμένο υπολογιστή με μεγάλη υπολογιστική ισχύ Ο εξυπηρετητής αναφέρεται σε ένα λογισμικό Ο υπολογιστής του πελάτη και του εξυπηρετητή είναι διαφορετικοί Ο πελάτης χρεώνεται για τις υπηρεσίες που του προσφέρονται
Το πρωτόκολλο IP υπάρχει πάντα σε μία σύνδεση με αρχιτεκτονική TCP/IP	Σωστό Λάθος
Το πρωτόκολλο TCP/IP υπάρχει πάντα σε μία σύνδεση με αρχιτεκτονική TCP/IP	Σωστό Λάθος

Οι διευθύνσεις στο Διαδίκτυο	<p>Έχουν σταθερό μήκος</p> <p>Το μήκος τους εξαρτάται από το μέγεθος του δικτύου</p> <p>Έχουν μόνο τοπική σημασία</p> <p>Αντιστοιχούν απόλυτα στις αντίστοιχες τηλεφωνικές ενός οργανισμού</p>
Οι πίνακες δρομολόγησης παραμένουν σταθεροί κατά τη διάρκεια μιας συνδιάλεξης (κλήσης)	<p>Σωστό</p> <p>Λάθος</p>
Το ανώνυμο ftp επιτρέπει	<p>Την πρόσβαση σε οποιαδήποτε πληροφορία υπάρχει στον απομακρυσμένο υπολογιστή</p> <p>Την πρόσβαση μόνο σε ορισμένες πληροφορίες στον απομακρυσμένο υπολογιστή</p> <p>Την πρόσβαση μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες</p>
Για να στείλουμε μήνυμα με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο	<p>Πρέπει να έχουμε πρόσβαση στον υπολογιστή του παραλήπτη</p> <p>Πρέπει ο υπολογιστής του παραλήπτη να είναι ανοικτός</p> <p>Αρκεί ο παραλήπτης να υπάρχει</p> <p>Να έχουμε πρόσβαση σε ένα πρόγραμμα αποστολής ηλεκτρονικού ταχυδρομείου</p>
Ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου	<p>Μπορεί να μην έχει θέμα και κείμενο</p> <p>Μπορεί να μην έχει αποστολέα</p> <p>Μπορεί να μην έχει παραλήπτη</p> <p>Μπορεί να μην έχει ημερομηνία</p>
Ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου	<p>Μπορεί να σταλεί σε περισσότερους από ένα παραλήπτες</p> <p>Μπορεί να σταλεί σε περισσότερους από ένα παραλήπτες χωρίς να το</p>

	γνωρίζουν οι παραλήπτες Μπορεί να σταλεί σε περισσότερους από ένα παραλήπτες χωρίς να το γνωρίζουν όλοι οι παραλήπτες
Αν στείλετε ένα μήνυμα με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο	Το μήνυμα που θα παραληφθεί θα έχει το ίδιο μέγεθος Το μήνυμα που θα παραληφθεί θα έχει μεγαλύτερο μέγεθος Το μήνυμα που θα παραληφθεί θα έχει μικρότερο μέγεθος
Το Διαδίκτυο δεν υφίσταται χωρίς το WWW	Σωστό Λάθος
Δεν μπορούμε να μπούμε στο Διαδίκτυο αν δεν έχουμε ένα φυλλομετρητή	Σωστό Λάθος
Οι στατικές σελίδες δημιουργούνται στην πλευρά του πελάτη	Σωστό Λάθος
Οι δυναμικές σελίδες δημιουργούνται στην πλευρά του εξυπηρετητή	Σωστό Λάθος
Οι δυναμικές σελίδες εμφανίζονται στην πλευρά του εξυπηρετητή	Σωστό Λάθος
Τα ενεργά αρχεία εκτελούνται στην πλευρά του πελάτη	Σωστό Λάθος

1.6.2. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Επισκεφτείτε τους δικτυακούς τόπους εφημερίδων και τηλεοπτικών σταθμών και συζητήστε τις καινούριες δυνατότητες που προσφέρει το Διαδίκτυο.
2. Βρείτε την ιστορική εξέλιξη της τοπολογίας του Διαδικτύου. Παρουσιάστε το δίκτυο κορμού και τα διασυνδεδεμένα σε αυτό δίκτυα.

3. Βρείτε τη διαδικασία έγκρισης προτύπων από το IETF.
4. Αναφέρατε τα κυριότερα χαρακτηριστικά των μηχανών Archie και WAIS. Να τα συγκρίνετε με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του παγκόσμιου ιστού.
5. Επισκεφτείτε την ιστοσελίδα του IETF και της IANA και αναφέρατε ποια είναι τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τη σημερινή εποχή.
6. Δημιουργείστε ένα πίνακα με τους παροχείς υπηρεσιών Διαδικτύου στην Ελλάδα, τις υπηρεσίες που προσφέρουν και τις τιμολογιακές τους πολιτικές.
7. Δώστε σύνθετες εξαρτήσεις σε περιβάλλοντα πελάτη εξυπηρετητή που οδηγούν σε προβληματικές επικοινωνίες.
8. Δώστε σε σχεδιαγράμματα το ρυθμό ανάπτυξης του Διαδικτύου και του παγκοσμίου ιστού (αριθμός χρηστών, αριθμός υπολογιστών υποδοχής, αριθμός ιστοσελίδων κ.λπ.)
9. Αναπτύξτε τα χαρακτηριστικά των εξυπηρετητών που αναφέρονται στο κεφάλαιο αυτό. Δώστε παραδείγματα προϊόντων που προσφέρουν τις υπηρεσίες αυτές.
10. Ποια είναι τα τελευταία πρότυπα για του IETF για το επίπεδο μεταφοράς;
11. Δώστε διαφορές της διευθυνσιοδότησης στο τηλεφωνικό σύστημα με τη διευθυνσιοδότηση στο Διαδίκτυο.
12. Βρείτε τη λίστα με όλες τις επιτρεπόμενες καταλήξεις στις διευθύνσεις στο Διαδίκτυο.

13. Δώστε παραδείγματα χρήσης των εντολών του ftp.
14. Βρείτε τρία προγράμματα ftp με εύχρηστες διεπαφές και συγκρίνετέ τα.
15. Βρείτε τρία προγράμματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου με εύχρηστες διεπαφές και συγκρίνετέ τα.
16. Βρείτε το πρότυπο του http και αναφέρατε τις κυριότερες λειτουργίες και εντολές του.
17. Συγκρίνετε τους φυλλομετρητές που αναφέρονται στο κεφάλαιο αυτό. Ποια χαρακτηριστικά επηρεάζουν την επιλογή ενός από αυτούς;
18. Να αναφέρετε εφαρμογές όπου είναι απαραίτητη η χρήση δυναμικών σελίδων και εφαρμογές όπου απαιτείται η χρήση ενεργών αρχείων.
19. Βρείτε τα RFCs που αφορούν τις κυριότερες υπηρεσίες του Διαδικτύου.

1.6.3. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Περιγράψτε τα βήματα που ακολουθεί η αποστολή ενός μηνύματος με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Δείξτε το ρόλο των διαφόρων διευθύνσεων. Συγκρίνετε τη διαδικασία με αυτή της αποστολής ενός φακέλου μέσω του κλασικού ταχυδρομείου και με την αποστολή ενός μηνύματος μέσω του κινητού τηλεφώνου. Οι διαδικασίες αυτές είναι με σύνδεση ή χωρίς σύνδεση (προσοχή στη χρήση των όρων αυτών στην κινητή τηλεφωνία);
2. Να συγκρίνετε το DNS με τη χρήση του καταλόγου για την εύρεση τηλεφωνικών αριθμών.
3. Ένα μηχάνημα είναι συνδεδεμένο σε δύο δίκτυα. Γιατί χρειάζεται διαφορετική διεύθυνση IP για κάθε σύνδεση.

4. Υποθέστε ότι χρησιμοποιείται κάποιον φυλλομετρητή και επισκέπτεστε κάποιον δικτυακό τόπο (Site). Στη συνέχεια, επιλέγεται με το 'ποντίκι' μία παραπομπή (Hyperlink) προς κάποια ιστοσελίδα. Περιγράψτε τη διαδικασία που ακολουθεί μέχρι να φορτωθεί η ιστοσελίδα στον φυλλομετρητή σας. Τι γίνεται στην περίπτωση όπου η ιστοσελίδα περιέχει κάποιες εικόνες ή κάποια Java Applets;
5. Φανταστείτε ότι δουλεύετε σε μια εταιρεία που παράγει και τυποποιεί πολυμεσικές εφαρμογές. Να εξηγήσετε, λαμβάνοντας υπόψη τη λειτουργία των πρωτοκόλλων TCP και UDP, ποιο από τα δύο πρωτόκολλα μεταφοράς θα επιλέγατε για την υποστήριξη των πολυμεσικών εφαρμογών (π.χ. μεταφορά αρχείων βίντεο, διαμέσου του Διαδικτύου) και για ποιο λόγο.
6. Να εντοπιστούν τα κυριότερα μειονεκτήματα του πρωτοκόλλου IP, όσο αφορά την χρήση του σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου.
7. Να συμπληρώσετε τα κενά στον παρακάτω πίνακα:

Διεύθυνση IP σε δυαδικό σύστημα	Διεύθυνση IP σε δεκαδικό σύστημα	Κλάση διεύθυνσης IP
	133.88.4.66	
11100011 11100110 01000100 00000111		
01000001 10001000 00011001 00011101		
	231.17.22.3	
10000100 00001100 11100010 00100111		
01100110 00111001 00011001 10010111		
	34.89.245.30	
11001100 00111000 10101101 11001010		
	128.17.222.72	

8. Να μετατρέψετε σε δυαδική μορφή τις ακόλουθες διευθύνσεις:
197.228.72.0, 195.251.230.15, 127.34.140.1, 161.0.10.32, 178.18.23.255,
10.232.0.0, 10.2.0.37
 - Ποιες από τις παραπάνω διευθύνσεις είναι διευθύνσεις εκπομπής, ποιες διευθύνσεις δικτύου και ποιες διευθύνσεις υπολογιστών;
 - Μπορεί η διεύθυνση 255.255.184.0 να είναι μία μάσκα δικτύου; Δικαιολογήστε
9. Ένα δίκτυο κλάσης B έχει μάσκα υποδικτύου 255.255.224.0. Πόσα διαφορετικά υποδίκτυα και πόσους δυνατούς hosts μπορούμε να έχουμε.
10. Έστω ότι έχουμε ένα δίκτυο κλάσης B με διεύθυνση 170.228.0.0 και θέλουμε να δημιουργήσουμε 8 υποδίκτυα.
 - Πόσα επιπλέον bits πρέπει να χρησιμοποιήσουμε, από την υπάρχουσα μάσκα δικτύου, για τη δημιουργία αυτών των υποδικτύων;
 - Ποια θα είναι η μάσκα των υποδικτύων και ποια τα υποδίκτυα αυτά;
 - Βρείτε σε ποια υποδίκτυα ανήκουν οι υπολογιστές με διευθύνσεις 170.228.40.10 και 170.228.200.4;
11. Σε ένα δίκτυο κλάσης Γ με διεύθυνση 195.230.251.0 ορίζουμε 4 υποδίκτυα. Πόσους υπολογιστές μπορούμε να έχουμε σε κάθε υποδίκτυο. Για κάθε υποδίκτυο γράψτε 2 παραδείγματα IP διευθύνσεων υπολογιστών που ανήκουν σ' αυτό.
12. Ανατρέξτε στο Διαδίκτυο που εμφανίζεται στην εικόνα 2.4.6. Φανταστείτε και σχεδιάστε τον πίνακα δρομολόγησης των δύο δρομολογητών της εικόνας.
13. Γράψτε ένα πρόγραμμα που να διαβάζει μια διεύθυνση IP σε δεκαδική μορφή και να δίνει το ισοδύναμό της σε δυαδική μορφή, να αποφασίζει την κλάση, το υποδίκτυο και τον υπολογιστή υποδοχής.

14. Γιατί κάθε δρομολογητής πρέπει να έχει τη δική του διεύθυνση; Γιατί έχει περισσότερες από μία διευθύνσεις; Θα μπορούσε κάθε υπολογιστής και όχι κάθε δικτυακή σύνδεση να έχει τη δική της διεύθυνση;
15. Αν ένα αυτοδύναμο πακέτο για να φτάσει στον προορισμό του περνάει μέσα από N δρομολογητές πόσες φορές θα κομματιαστεί στην χειρότερη περίπτωση;
16. Εξηγήστε πώς μπορεί μια εφαρμογή πελάτη να αιτείται υπηρεσίες από περισσότερους από έναν εξυπηρετητές.
17. Δώστε ένα παράδειγμα όπου ένας εξυπηρετητής για να ολοκληρώσει μια εργασία γίνεται πελάτης ενός άλλου εξυπηρετητή.
18. Σε κάποιον δρομολογητή, φθάνει ένα αυτοδύναμο πακέτο IP το οποίο φέρει διεύθυνση προορισμού 135.43.56.218.
 - i. Σε ποια κλάση ανήκει η παραπάνω διεύθυνση;
 - ii. Να γράψετε ποια θα είναι η διεύθυνση του δικτύου ή του υποδικτύου που θα προκύψει, αν ο δρομολογητής φιλτράρει το πακέτο με βάση τις εξής μάσκες: α) 255.255.0.0, β) 255.255.255.0, γ) 255.255.134.0, δ) 255.236.0.0 και ε) 255.124.54.0.
 - iii. Ποιες από τις παραπάνω περιπτώσεις μασκών αφορούν υποδίκτυα και ποιες αφορούν υποδίκτυα.
 - iv. Φτιάξτε ένα σχεδιάγραμμα της επιλογής σας, το οποίο να αντιστοιχεί στην περίπτωση της μάσκας 255.255.134.0. Προφανώς, στο σχεδιάγραμμα θα απεικονίζονται κάποια δίκτυα ή υποδίκτυα με τις διευθύνσεις τους. Θα πρέπει επίσης να φαίνεται το δίκτυο ή υποδίκτυο στο οποίο τελικά θα παραδοθεί το αυτοδύναμο πακέτο IP.
19. Σε έναν δρομολογητή καταφθάνουν αυτοδύναμα πακέτα IP με διευθύνσεις προορισμού που ανήκουν στη δεύτερη κλάση. Ο δρομολογητής τα φιλτράρει κάνοντας χρήση της μάσκας 255.255.107.0.
 - i. Υποστηρίζει η μάσκα αυτή υποδίκτυα;

- ii. Αν η μάσκα, υποστηρίζει υποδίκτυα, ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός υποδικτύων που μπορεί να εξυπηρετεί ο δρομολογητής χρησιμοποιώντας αυτή τη μάσκα;
- iii. Πόσα, το πολύ, τελικά συστήματα μπορούν να είναι συνδεδεμένα στο κάθε υποδίκτυο;

1.7 Παράρτημα Α

Ακολουθεί τμήμα ανταλλαγής πακέτων μεταξύ υπολογιστή πελάτη και διακομιστή (client/server)

//----- Ether Header -----

ETHER:

ETHER: Packet 414 arrived at 16:39:17.41

ETHER: Packet size = 62 bytes

ETHER: Destination = 8:0:20:8f:18:b1, Sun

ETHER: Source = 0:10:a6:6e:50:82,

ETHER: Ethertype = 0800 (IP)

ETHER:

//----- IP Header -----

IP:

IP: Version = 4

IP: Header length = 20 bytes

IP: Type of service = 0x00

IP: xxx. = 0 (precedence)

IP: ...0 = normal delay

IP: 0... = normal throughput

IP: 0.. = normal reliability

IP: Total length = 48 bytes

IP: Identification = 49085

IP: Flags = 0x4

IP: .1.. = do not fragment

IP: ..0. = last fragment
IP: Fragment offset = 0 bytes
IP: Time to live = 62 seconds/hops
IP: Protocol = 6 (TCP)
IP: Header checksum = 1cbf
IP: Source address = 195.251.95.100, 195.251.95.100
IP: Destination address = 143.233.173.2, phaethon
IP: No options
IP:
// ----- TCP Header -----
TCP:
TCP: Source port = 1081
TCP: Destination port = 21 (FTP)
TCP: Sequence number = 2727492842
TCP: Acknowledgement number = 0
TCP: Data offset = 28 bytes
TCP: Flags = 0x02
TCP: ..0. = No urgent pointer
TCP: ...0 = No acknowledgement
TCP: 0... = No push
TCP:0.. = No reset
TCP:1. = Syn
TCP:0 = No Fin
TCP: Window = 8760
TCP: Checksum = 0x1cd1
TCP: Urgent pointer = 0
TCP: Options: (8 bytes)
TCP: - Maximum segment size = 1460 bytes
TCP: - No operation

```
TCP: - No operation
TCP: - Option 4 (unknown - 0 bytes)
TCP:
// ----- FTP: -----
FTP:
FTP: ""
FTP:

// ----- Ether Header -----
ETHER:
ETHER: Packet 415 arrived at 16:39:17.41
ETHER: Packet size = 58 bytes
ETHER: Destination = 0:10:a6:6e:50:82,
ETHER: Source      = 8:0:20:8f:18:b1, Sun
ETHER: Ethertype = 0800 (IP)
ETHER:
// ----- IP Header -----
IP:
IP: Version = 4
IP: Header length = 20 bytes
IP: Type of service = 0x00
IP:   xxx. .... = 0 (precedence)
IP:   ...0 .... = normal delay
IP:   .... 0... = normal throughput
IP:   .... .0.. = normal reliability
IP: Total length = 44 bytes
IP: Identification = 35845
IP: Flags = 0x4
IP:   .1.. .... = do not fragment
```

IP: ..0. = last fragment
IP: Fragment offset = 0 bytes
IP: Time to live = 255 seconds/hops
IP: Protocol = 6 (TCP)
IP: Header checksum = 8f7a
IP: Source address = 143.233.173.2, phaethon
IP: Destination address = 195.251.95.100, 195.251.95.100
IP: No options
IP:
// ----- TCP Header -----
TCP:
TCP: Source port = 21
TCP: Destination port = 1081
TCP: Sequence number = 3909527894
TCP: Acknowledgement number = 2727492843
TCP: Data offset = 24 bytes
TCP: Flags = 0x12
TCP: ..0. = No urgent pointer
TCP: ...1 = Acknowledgement
TCP: 0... = No push
TCP:0.. = No reset
TCP:1. = Syn
TCP:0 = No Fin
TCP: Window = 8760
TCP: Checksum = 0x9f69
TCP: Urgent pointer = 0
TCP: Options: (4 bytes)
TCP: - Maximum segment size = 1460 bytes
TCP:

// ---- FTP: ----

FTP:

FTP: ""

FTP: