

ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΙΚΤΥΟΥ

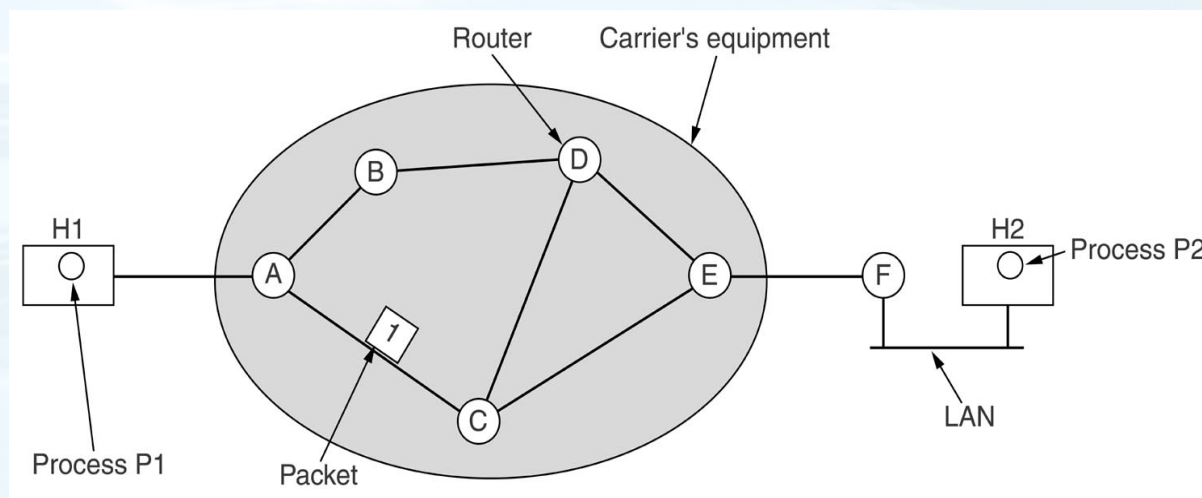
Το επίπεδο δικτύου ασχολείται με τη μεταφορά πακέτων από την προέλευσή τους μέχρι τον προορισμό τους.

Επιλέγει τις κατάλληλες διαδρομές από τους διάφορους δρομολογητές ώστε ένα πακέτο να φτάσει στον τελικό προορισμό του.

Τα διάφορα δίκτυα συνδέονται μεταξύ τους με συσκευές οι οποίες ονομάζονται δρομολογητές (routers).

Ένα πακέτο προκειμένου να φτάσει στον προορισμό του μπορεί να κάνει πολλά άλματα (hops) από δρομολογητή σε δρομολογητή.

Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για το επίπεδο μεταφοράς και έχει επικρατήσει οικοδομώντας ολόκληρο το Διαδίκτυο πάνω σε αυτό είναι το IP (Internet Protocol).



ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΚΕΤΩΝ

Η δρομολόγηση των πακέτων μπορεί να γίνει είτε κάνοντας χρήση ασυνδεσμικής υπηρεσίας είτε συνδεσμοστρεφούς υπηρεσίας.

Με ασυνδεσμική υπηρεσία τα πακέτα δρομολογούνται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο (αυτοδύναμα πακέτα).

Με συνδεσμοστρεφή υπηρεσία πρώτα εγκαθιδρύεται ένα εικονικό κύκλωμα (Virtual Circuit – VC) από το δρομολογητή προέλευσης μέχρι το δρομολογητή προορισμού και στη συνέχεια όλα τα πακέτα μεταδίδονται μέσα από αυτό το κύκλωμα.

Οι δρομολογητές αποφασίζουν οι ίδιοι πώς θα δρομολογούν τα διάφορα πακέτα μέχρι τον προορισμό τους. Διαθέτουν μνήμη στην οποία αποθηκεύεται ο πίνακας δρομολόγησης (routing table) ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη δρομολόγηση των πακέτων.

Οι πίνακες δρομολόγησης μπορεί να είναι στατικοί ή να αλλάζουν δυναμικά.

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Αλγόριθμος δρομολόγησης (routing algorithm) είναι το μήμα του λογισμικού του επιπέδου δικτύου που αποφασίζει σε ποια γραμμή εξόδου θα μεταδοθεί ένα πακέτο.

Υπάρχουν διάφοροι αλγόριθμοι δρομολόγησης:

- Δρομολόγηση συντομότερης διαδρομής (λιγότερα hops, λιγότερη χιλιομετρική απόσταση, μικρότερη καθυστέρηση) από δέντρο Γράφων.
- Δρομολόγηση με κατακλυσμό όπου κάθε πακέτο δρομολογείται προς όλους τους συνδεδεμένους router εκτός από αυτόν από τον οποίο έφτασε.
- Δρομολόγηση με διανύσματα απόστασης.
- Δρομολόγηση με κατάσταση συνδέσμων.
- Ιεραρχική δρομολόγηση (διαχωρισμός σε περιφέρειες)

ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ

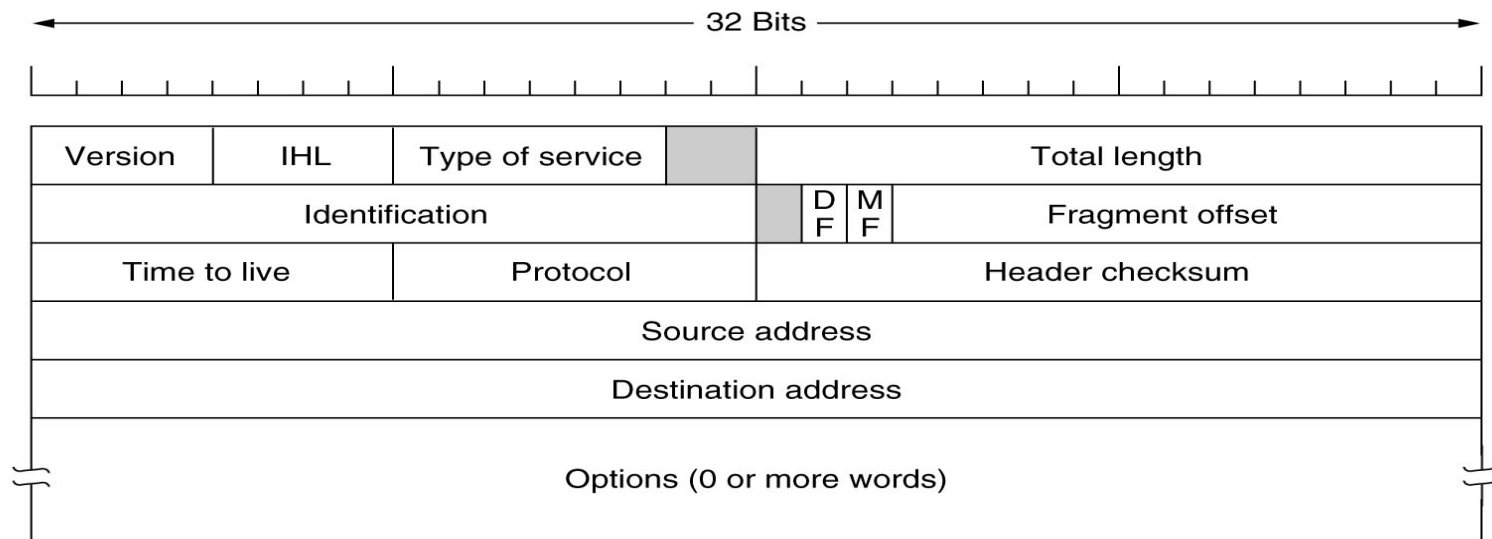
Παραλλαγές της δρομολόγησης με κατάσταση συνδέσμων αποτελούν τα πρωτόκολλα IS-IS (Intermediate System to Intermediate System) και OSPF (Open Shortest Path First).

Τα πρωτόκολλα αυτά χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο αυτή τη στιγμή στο Internet.

Η δρομολόγηση με κατάσταση συνδέσμων περιλαμβάνει 5 βήματα για τον δρομολογητή:

- Να ανακαλύψει τους γείτονές του (πακέτο hello)
- Να μετρήσει την καθυστέρηση προς κάθε έναν από τους γείτονές του (πακέτο echo)
- Να κατασκευάσει ένα πακέτο που περιλαμβάνει τα γείτονες και καθυστέρηση ως προς αυτούς
- Να στείλει το πακέτο και να λάβει πακέτα από αυτούς
- Να υπολογίσει τη συντομότερη διαδρομή προς κάθε άλλο δρομολογητή

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ IP (Internet Protocol)



Version: Έκδοση IP.

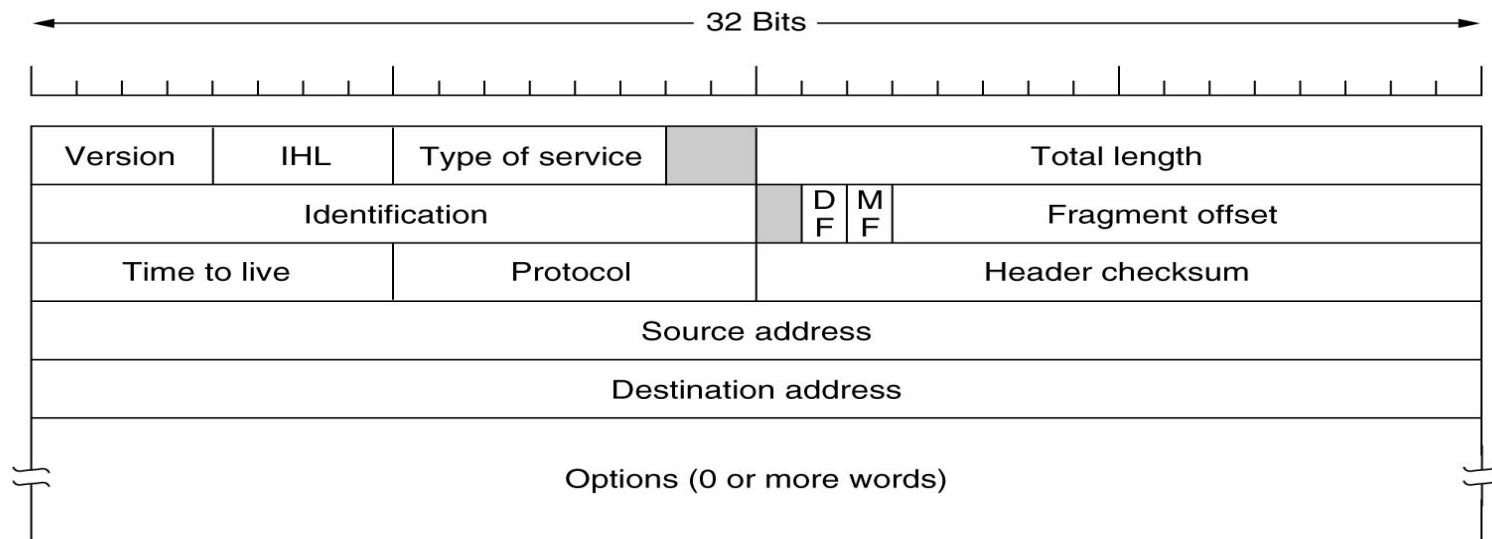
IHL (Internet Header Length): Μήκος κεφαλίδας σε 32-bit λέξεις (ελάχιστη τιμή 5, μέγιστη 15).

Type of Service: Πεδίο 6 bit που δείχνουν αν το πακέτο πρέπει να πάει γρήγορα, αξιόπιστα, αν έχει συναντήσει συμφόρηση κλπ.

Total Length: Συνολικό μήκος πακέτου μαζί με την κεφαλίδα.

Identification: Χρησιμοποιείται για την επανένωση θραυσμάτων πακέτου IP.

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ IP (Internet Protocol)



DF (Don't fragment): Να μην κατακερματιστεί το πακέτο.

MF (More fragments): Υπάρχουν και άλλα θραύσματα.

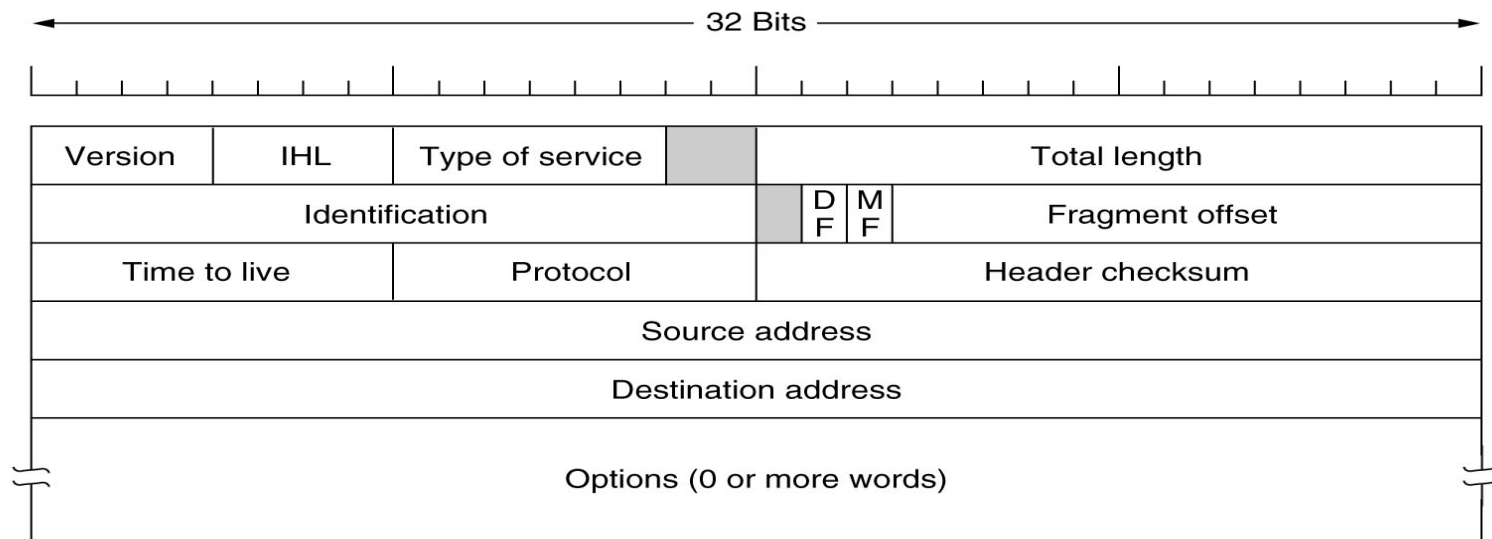
Fragment Offset: Δείχνει που βρίσκεται το θραύσμα μέσα στο πακέτο ώστε να επανασυναρμολογηθεί στον υπολογιστή προορισμού.

Time to live: Χρόνος ζωής πακέτου. Μειώνεται από hop σε hop.

Protocol: Αναφέρει το πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς (TCP ή UDP).

Header checksum: Άθροισμα ελέγχου κεφαλίδας. Υπολογίζεται σε κάθε hop νέο άθροισμα καθώς αλλάζουν κάποια πεδία.

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ IP (Internet Protocol)



Source Address: IP διεύθυνση αφετηρίας.

Destination Address: IP διεύθυνση προορισμού.

Options: Πεδία που παρέχουν κάποιες πληροφορίες στους δρομολογητές και τα οποία συνήθως δεν χρησιμοποιούνται.

Λόγω του ότι η IP διευθύνσεις έχουν σχεδόν εξαντληθεί έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται το IPv6 το οποίο περιλαμβάνει 128-bit διευθύνσεις. Δεν είναι συμβατό με το IPv4 και η μετάβαση πραγματοποιείται πολύ αργά.

ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ IP

Οι διευθύνσεις IP σχηματίζονται από 32-bit αριθμούς.

Κάθε byte αναφέρεται στη δεκαδική του μορφή και χωρίζεται με τελεία από τα επόμενα (και τα προηγούμενα) byte της διεύθυνσης.

π.χ. διευθύνσεις IP αποτελούν οι παρακάτω:

128.291.2.151

192.108.114.10

80.106.108.28 κ.ο.κ.

Οι διευθύνσεις IP διαχειρίζονται από την ICANN (Internet Corporation for assigned Names and Numbers) όπου εκχωρούνται στους ISP σε μπλοκ και όχι μεμονωμένα. Έχουμε ιεραρχική εκχώρηση διευθύνσεων.

Κάθε διεύθυνση αποτελείται από δύο τμήματα μεταβλητού εύρους bit:

Το πρόθεμα (prefix) που εκφράζει το τμήμα δικτύου και το τμήμα υπολογιστή.

Το τμήμα υπολογιστή θα περιλαμβάνει πάντα διαφορετικές διευθύνσεις σε δυνάμεις του 2.

ΜΑΣΚΑ ΥΠΟΔΙΚΤΥΟΥ (SUBNET MASK)

Ο αριθμός των bit που περιλαμβάνει το τμήμα δικτύου πολλές φορές γράφεται στο τέλος της διεύθυνσης IP.

π.χ. 192.108.114.10/24

Αυτό σημαίνει τρία byte που περιγράφουν το δίκτυο και ένα byte που αποτελεί τον υπολογιστή υπηρεσίας. Συνεπώς το συγκεκριμένο δίκτυο έχει 256 διαθέσιμες IP διευθύνσεις για υπολογιστές.

Συνήθως χρησιμοποιείται ο όρος subnet mask για την περιγραφή του τμήματος δικτύου. Η subnet mask είναι ένας αριθμός 32-bit ο οποίος περιλαμβάνει '1' στα bit που αντιστοιχούν στο τμήμα δικτύου και '0' στα bit που αντιστοιχούν στο τμήμα υπολογιστή.

Στο προηγούμενο παράδειγμα για τη διεύθυνση 192.108.114.10/24 η subnet mask είναι 255.255.255.0

Όπως είναι αντιληπτό η μάσκα υποδικτύου αναγράφεται με τη σημειολογία που αναγράφεται και η διεύθυνση IP δηλαδή τα τέσσερα byte σε δεκαδικούς αριθμούς οι οποίοι χωρίζονται με τελείες.

Η ιεραρχικές διευθύνσεις IP παρέχουν το πλεονέκτημα της ευκολότερης δρομολόγησης καθώς αρκεί να ξέρει ο δρομολογητής μόνο τη διεύθυνση δικτύου για να στείλει ένα πακέτο στη σωστή κατεύθυνση όμως προκαλείται σπατάλη στις διευθύνσεις IP.

ΥΠΟΔΙΚΤΥΩΣΗ

Για να καλυφθεί η ζήτηση στον ολοένα και αυξανόμενο αριθμό διευθύνσεων IP σε έναν οργανισμό ή ένα ίδρυμα (καθώς αναπτύσσεται με την πάροδο του χρόνου) επιτρέπεται η διάσπαση του μπλοκ διευθύνσεων σε διάφορα υποδίκτυα.

π.χ. έστω το δίκτυο 192.108.X.X με subnet mask 255.255.0.0

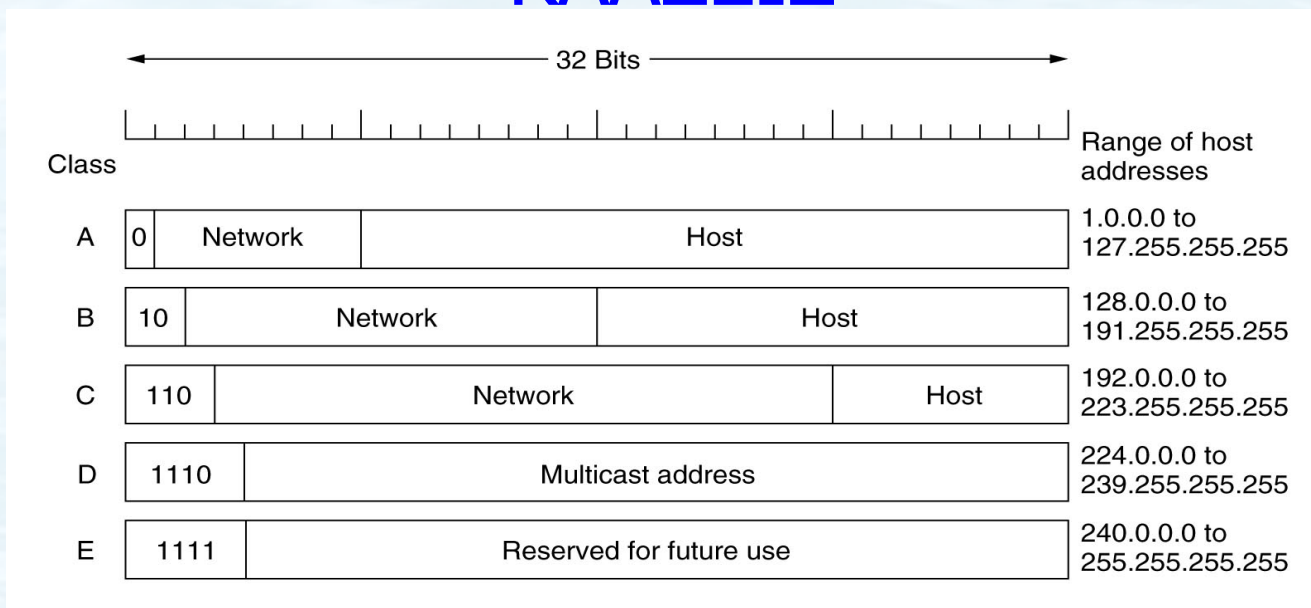
Αν ένα ίδρυμα έχει δύο σχολές και ένα κτήριο βιβλιοθήκης που θέλουν IP διευθύνσεις τότε μπορεί να γίνουν τρία υποδίκτυα ως εξής:

ΣΤΕΦ: 192.108.1xxxxxx.xxxxxxx, με subnet mask: 255.255.128.0

ΣΕΥΠ: 192.108.00xxxxxx.xxxxxxx, με subnet mask: 255.255.192.0

ΒΙΒΛ.: 192.108.01xxxxxx.xxxxxxx, με subnet mask: 255.255.192.0

ΚΛΑΣΕΙΣ



Παλιότερα τα δίκτυα χωρίζονταν σε κλάσεις.

Η κλάση A περιείχε 2^7 δίκτυα με 2^{24} υπολογιστές το καθένα.

Η κλάση B περιείχε 2^{14} δίκτυα με 2^{16} υπολογιστές το καθένα.

Η κλάση C περιείχε 2^{21} δίκτυα με 2^8 υπολογιστές το καθένα.

Η κλάσεις προκαλούσαν μεγάλη σπατάλη διευθύνσεων καθώς τα δίκτυα κλάσης A είχαν πολλές IP διευθύνσεις ενώ τα κλάσης C είχαν λίγες. Για μικρούς οργανισμούς και εκπαιδευτικά ιδρύματα η κλάση B είχε πολλές διευθύνσεις και γενικότερα ήταν δύσκολο να έχει κανείς ακριβώς τις IP διευθύνσεις που χρειαζόταν.

ΑΤΑΞΙΚΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ

Πλέον δε χρησιμοποιούνται κλάσεις και η δρομολόγηση των πακέτων γίνεται χωρίς της χρήση κλάσεων από τους δρομολογητές.

Με την αταξική δρομολόγηση μεταξύ περιοχών (Classless InterDomain Routing – CIDR) η δρομολόγηση πακέτων γίνεται με υπερδικτύωση (supernet). Οι δρομολογητές κάνουν συνάθροιση των προθεμάτων IP στις καταχωρήσεις τους στους πίνακες δρομολόγησης.

π.χ. Τα προθέματα 192.24.0.0/21, 192.24.16.0/20 και 192.24.8.0/22 συναθροίζονται στο 192.24.0.0/19.

NAT (Network Address Translation)

Με την τεχνική μετάφρασης διευθύνσεων δικτύου επιτυγχάνουμε μια καλύτερη διαχείριση των διαθέσιμων IP διευθύνσεων.

Με την τεχνική αυτή κάθε δίκτυο χρησιμοποιεί τη δική του διεύθυνση IP εσωτερικά στο δίκτυο αλλά όταν πρόκειται για να βγει ένα πακέτο στον υπόλοιπο κόσμο περνάει από τον NAT στον οποίο πραγματοποιείται μετατροπή της διεύθυνσης του πακέτου σε μια κοινόχρηστη διεύθυνση IP.

Η τεχνική πρόσβασης στο Διαδίκτυο με χρήση NAT εκτός από οικονομία μπορεί να παρέχει και προστασία στους υπολογιστές στο εσωτερικού δικτύου καθώς όλα τα εισερχόμενα πακέτα περνούν μέσα από τον NAT. Στον NAT μπορεί να τρέξει επίσης firewall για επιπλέον προστασία από κακόβουλα πακέτα.

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Στο επίπεδο δικτύου τρέχουν διάφορα πρωτόκολλα ελέγχου όπως:

- ICMP (Internet Control Message Protocol). Πρωτόκολλο που χρησιμοποιούν οι δρομολογητές για ανταλλαγή διάφορων μηνυμάτων ελέγχου.

- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Με το πρωτόκολλο αυτό γίνεται αυτόματη ανάθεση διεύθυνσης IP σε έναν υπολογιστή ο οποίος συνδέεται στο δίκτυο. Όταν στον υπολογιστή αυτό έχουμε τερματισμό λειτουργίας τότε η διεύθυνση IP μπορεί να ανατεθεί σε άλλον υπολογιστή που θα συνδεθεί στο δίκτυο μεταγενέστερα.

Η χρήση DHCP μπορεί να βελτιώσει και να καταστήσει αποδοτικότερη τη διαχείριση διευθύνσεων σε ένα δίκτυο.