

3.2 Το αυτοδύναμο πακέτο IP (datagram) – Δομή πακέτου

1. Σε τί μορφή μετατρέπονται τα δεδομένα που παραδίδονται από το ανώτερο επίπεδο στο επίπεδο δικτύου;

Τα δεδομένα που παραδίδονται από το επίπεδο μεταφοράς στο επίπεδο Δικτύου υφίστανται την ενθυλάκωση από το πρωτόκολλο Διαδικτύου (Internet Protocol -IP) δηλαδή μετατρέπονται σε **αυτοδύναμο πακέτα (datagrams)**.

2. Ποιες είναι οι πιο σημαντικές πληροφορίες που προσθέτει το πρωτόκολλο IP στα αυτοδύναμα πακέτα;

Το πρωτόκολλο IP προσθέτει στην επικεφαλίδα όλες τις απαραίτητες διαχειριστικές πληροφορίες ώστε να γίνει εφικτή η εύρεση του προορισμού και η επιτυχής δρομολόγηση από τα πρωτόκολλα δρομολόγησης. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι η **διεύθυνση IP προέλευσης** (source IP) και η **διεύθυνση IP προορισμού** (destination IP), μήκους **32bit** η καθεμιά.

3. Τι περιέχει το πεδίο 'μήκος επικεφαλίδας' και σε τί μετρείται;

Το πεδίο **Μήκος επικεφαλίδας** (Internet Header Length - IHL) περιέχει ένα 4bit αριθμό (δηλ. μήκους 4 bit) που εκφράζει το μήκος της επικεφαλίδας σε λέξεις των 32 bit (4άδες byte). Το ελάχιστο μήκος είναι 5 λέξεις ή 20 byte και το μέγιστο 15 λέξεις ή 60 byte (=15x4). Πολλές φορές στις ασκήσεις κατάτμησης πακέτων το μετράμε εκτός από τον αριθμό λέξεων (5 σκέτο) και σε bytes (**20 bytes** – αλλά ποτέ σκέτο 20)

4. Τι μας δείχνει το πεδίο 'Συνολικό μήκος';

Το πεδίο **Συνολικό μήκος** (Total length) μήκους 16 bit, δίνει το συνολικό μήκος του αυτοδύναμου πακέτου (**επικεφαλίδα + δεδομένα**) σε **byte**. Μπορεί να πάρει τιμές από 20 που είναι το ελάχιστο μήκος της επικεφαλίδας χωρίς δεδομένα μέχρι 65535 (=16 άσοι). Αυτό σημαίνει ότι το **μέγιστο μέγεθος αυτοδύναμου πακέτου IP** που υποστηρίζει το πρωτόκολλο IPv4 είναι **65535 bytes** (πολλές φορές αναφέρεται και ως 64k)

5. Τί συμβαίνει όταν το πακέτο πρόκειται να διέλθει από δίκτυο το οποίο στο δεύτερο επίπεδο (ζεύξης δεδομένων) υποστηρίζει πλαίσια μικρότερου μεγέθους από το αυτοδύναμο πακέτο;

Ο μοναδικός τρόπος για να μπορέσει το πακέτο να εξυπηρετηθεί είναι να διασπαστεί σε μικρότερα **τμήματα**, να περάσουν από το δίκτυο και στον προορισμό να επανασυνδεθούν στο αρχικό πακέτο IP. (δηλαδή έχουμε την λεγόμενη διάσπαση του πακέτου). Τα διασπασμένα κομμάτια αυτά του αρχικού πακέτου, τα τμήματα, αποτελούν **νέα** αυτοδύναμα πακέτα, και ακολουθούν όλους τους κανόνες που θα ακολουθούσε ένα αρχικό αυτοδύναμο πακέτο.

6. Ποιο πεδίο της επικεφαλίδας μας πληροφορεί σε ποιο αρχικό πακέτο ανήκουν τα προερχόμενα από διάσπαση πακέτα;

Για να μπορεί το πρωτόκολλο IP να γνωρίζει σε ποιο αρχικό πακέτο ανήκουν, χρησιμοποιεί το πεδίο **Αναγνώριση (Identification)**, μήκους 16 bit, το οποίο είναι η ταυτότητα του πακέτου. Το πεδίο αυτό είναι διαφορετικό σε κάθε αρχικό πακέτο αλλά ίδιο στα πακέτα που προέρχονται από την διάσπαση του ίδιου αρχικού πακέτου.

7. Πως μπορεί ο υπολογιστής προορισμού να βάλει σε τάξη τα διασπασμένα πακέτα που παραλαμβάνει;

Για να μπορέσει ο υπολογιστής προορισμού να τα βάλει με τη σωστή σειρά χρησιμοποιείται το πεδίο **Σχετική Θέση Τμήματος** (Fragment Offset), μήκους 13 bit, η οποία δείχνει τη σχετική απόσταση του τμήματος από την αρχή του αρχικού πακέτου σε **οκτάδες (8x) byte**. Το πεδίο αυτό ονομάζεται και **ΔΕΤ (δείκτης εντοπισμού τμήματος)**. Υπάρχει ένας πρακτικός τύπος που μας δίνει το ΔΕΤ: **$\Delta ET_x = (x-1) * (\text{μέγεθος καθαρού κόμβου})/8$** . Πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί στις πράξεις και να χρησιμοποιήσουμε για όλα τα πακέτα το **καθαρό μέγεθος κόμβου** και όχι το καθαρό μέγεθος του πακέτου για το οποίο υπολογίζουμε το ΔΕΤ.

Όπως είναι προφανές και από την εφαρμογή του τύπου το πρώτο τμήμα πάντα θα έχει

$$\Delta ET_1 = (1-1) * (\text{μέγεθος καθαρού κόμβου})/8 = 0$$

8. Τί πληροφορία μας παρέχουν τα πεδία DF και MF;

Το πεδίο **DF** βγαίνει από τη φράση Don't Fragment =μη διασπάς. Άρα εάν για οποιοδήποτε λόγο το αυτοδύναμο πακέτο δεν πρέπει να διασπαστεί τότε το πεδίο (flag=σημαία) **DF** (Don't Fragment), **απαγόρευση διάσπασης**, τίθεται σε τιμή (1) δηλαδή true. Αυτό στην πράξη σημαίνει ότι το πακέτο αυτό θα πρέπει να ακολουθήσει μια διαδρομή κόμβων που δεν θα χρειαστεί να το διασπάσουν. Όταν έχουμε **διάσπαση** το πεδίο DF είναι πάντα **0**.

Το πεδίο **MF** βγαίνει από την φράση More Fragments = κι άλλα τμήματα. Άρα εάν το πακέτο δεν είναι το τελευταίο της ομάδας διασπασμένων τότε θα είναι πάντα **1**, ενώ στο τελευταίο **0**.

9. Τί υποδηλώνει το πεδίο Χρόνος Ζωής στην επικεφαλίδα ενός αυτοδύνητου πακέτου;

Το πεδίο **Χρόνος Ζωής** (Time To Live - TTL) είναι ένα πεδίο με μήκος 8 bit, και περιέχει έναν αριθμό που δείχνει πόσους κόμβους επιτρέπεται στο πακέτο να διέλθει μέχρι να φτάσει στον προορισμό του. Ξεκινά από τον αποστολέα με μια αρχική τιμή, συνήθως 64, και κάθε δρομολογητής, από τον οποίο διέρχεται το πακέτο, μειώνει την τιμή κατά ένα. Όταν η τιμή μηδενιστεί το πακέτο απορρίπτεται και επιστρέφεται στον αποστολέα διαγνωστικό μήνυμα σφάλματος υπέρβασης χρόνου (time exceeded). Κάθε διέλευση του πακέτου από κόμβο χαρακτηρίζεται αναπήδηση (hop). Έτσι το συγκεκριμένο πεδίο μπορεί να χαρακτηριστεί και αντίστροφος μετρητής αναπηδήσεων (hops). Πρακτικά λειτουργεί ως όριο απόρριψης του πακέτου όταν αυτό έχει καθυστερήσει, έχει χαθεί στη διαδρομή ή έχει συμβεί κάποιο σφάλμα με τη διεύθυνση προορισμού και περιφέρεται άσκοπα στο δίκτυο.

10. Σε τί και πως χρησιμοποιείται το πεδίο Άθροισμα Ελέγχου της Επικεφαλίδας (Header Checksum);

Είναι ένα πεδίο που περιέχει έναν υπολογιζόμενο αριθμό κατά την δημιουργία της επικεφαλίδας του πακέτου και αμέσως πριν αποσταλεί το πακέτο στον προορισμό του. Στον υπολογισμό συμμετέχουν όλα τα πεδία της επικεφαλίδας εκτός από αυτό το ίδιο το πεδίο του Ελέγχου, και καθόλου τα δεδομένα που περιέχει το πακέτο. Όταν το πακέτο φτάνει στον προορισμό του από όλα τα πεδία της επικεφαλίδας πάλι υπολογίζεται ο αριθμός και αν διαφέρει από αυτόν που περιέχει το πεδίο Ελέγχου, καταλαβαίνουμε ότι σε κάποιο ενδιάμεσο κόμβο κάποιο πεδίο επικεφαλίδας άλλαξε είτε εσκεμμένα είτε από λάθος στην επεξεργασία που υπέστη σε κάποιο ενδιάμεσο κόμβο, οπότε το πακέτο απορρίπτεται και μέσω του ICMP ειδοποιείται ο αποστολέας.