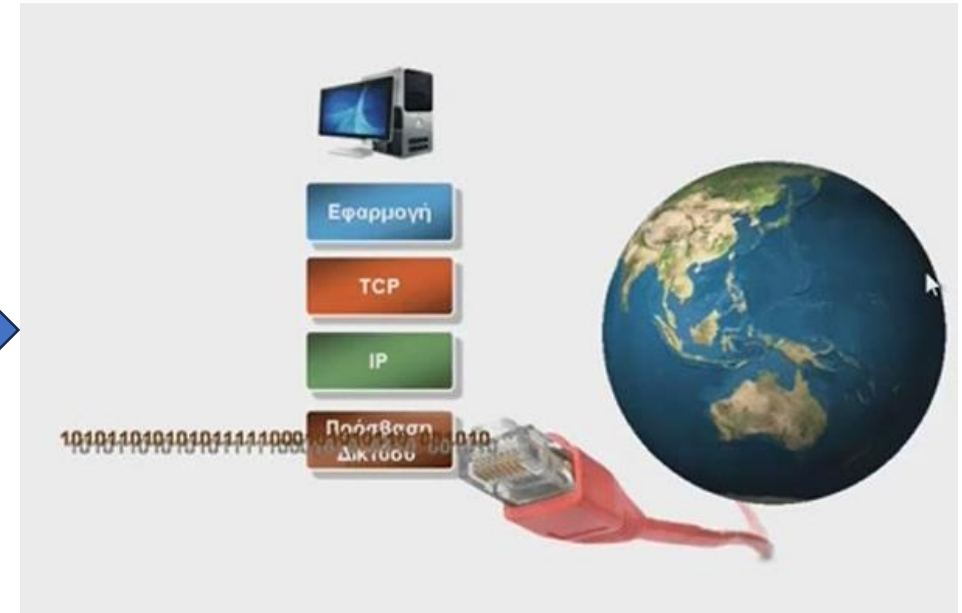


3.2 ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

ΕΝΘΥΛΑΚΩΣΗ

Έτσι κατά την αποστολή δεδομένων από τη μια εφαρμογή στην απομακρυσμένη, τα δεδομένα προωθούνται από το κάθε επίπεδο προς τα κάτω, στο αμέσως κατώτερο. Κάθε επίπεδο προσθέτει στα δεδομένα πληροφορίες ελέγχου για το αντίστοιχο, απέναντι, επίπεδο ώστε να εξασφαλίσει την επιτυχή παράδοσή τους.

Οι πληροφορίες ελέγχου προστίθενται μπροστά από τα δεδομένα που πρόκειται να αποσταλούν



ΤΟ TCP ΕΛΕΓΧΕΙ ΚΑΙ ΤΟ IP ΔΙΚΤΥΩΝΕΙ!

3.2 ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ ΕΝΘΥΛΑΚΩΣΗ

Ορισμένα **επίπεδα** προσθέτουν πληροφορίες και **στο τέλος των δεδομένων** (όπως το 2ο επίπεδο του OSI)



με σκοπό να εξασφαλιστεί η αναγνώριση σφαλμάτων κατά τη **μετάδοση στο φυσικό μέσο**. Κάθε επίπεδο **χειρίζεται** την πληροφορία που λαμβάνει από το ανώτερό του **ως δεδομένα** και **προσθέτει** μπροστά τους τη δική του επικεφαλίδα.

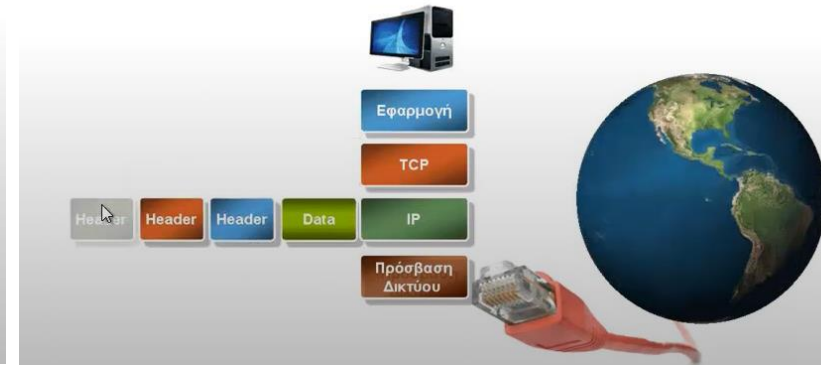


3.2 ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

ΕΝΘΥΛΑΚΩΣΗ

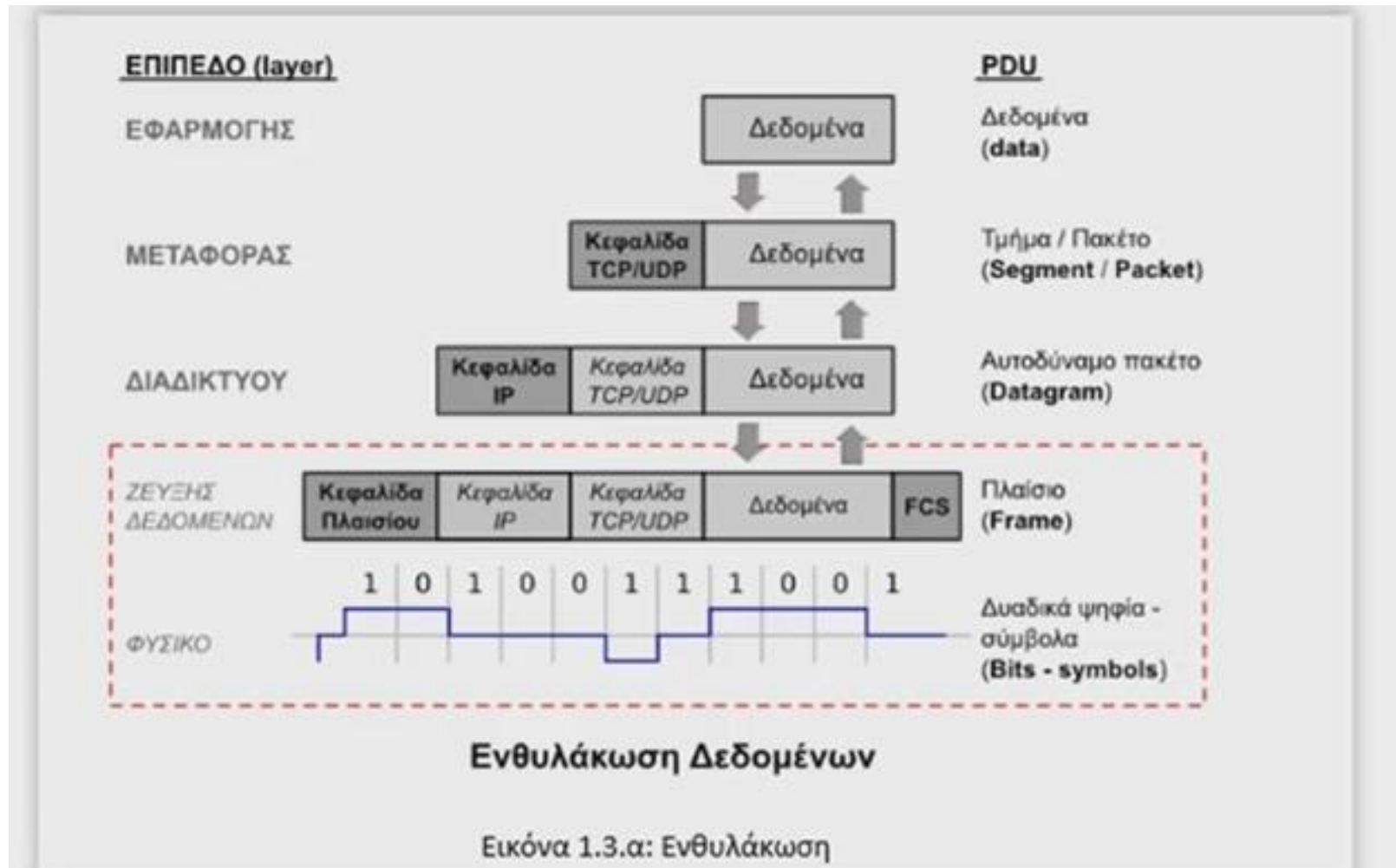
Η προσθήκη σαν περίβλημα των πληροφοριών ελέγχου στα δεδομένα ονομάζεται **ενθυλάκωση(encapsulation)**.

3.2 ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ ΕΝΘΥΛΑΚΩΣΗ



3.2 ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

ΕΝΘΥΛΑΚΩΣΗ

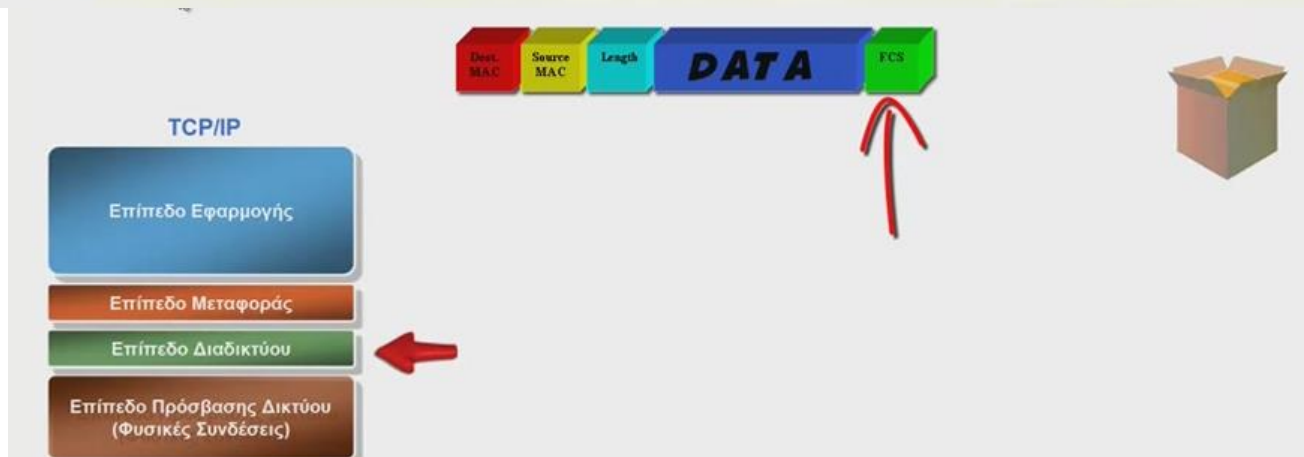


3.2 ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

ΕΝΘΥΛΑΚΩΣΗ

Παρατηρώντας τη συγκεκριμένη διαδικασία στη **διεπαφή** του **επιπέδου διαδικτύου** με το ζεύξης δεδομένων, ένα **αυτοδύναμο πακέτο** του επιπέδου διαδικτύου **τοποθετείται μέσα**, δηλαδή **ενθυλακώνεται** σε ένα πλαίσιο του επιπέδου ζεύξης δεδομένων καθώς **περικλείεται ανάμεσα στην επικεφαλίδα** και στην **ακολουθία ελέγχου του πλαισίου** (Frame Check Sequence).

Με απλά λόγια ένα “πακέτο” ανωτέρου επιπέδου τοποθετείται, ως δεδομένα, **μέσα σε ένα “πακέτο” του αμέσως κατωτέρου επιπέδου.**



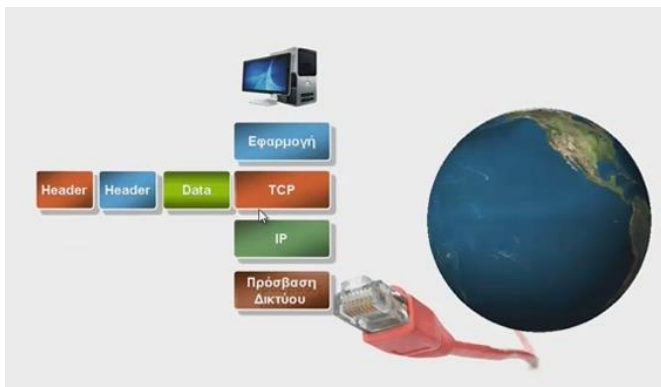
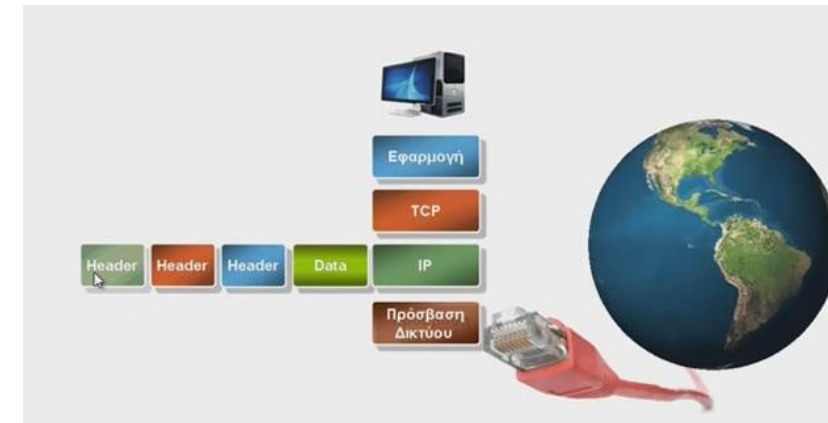
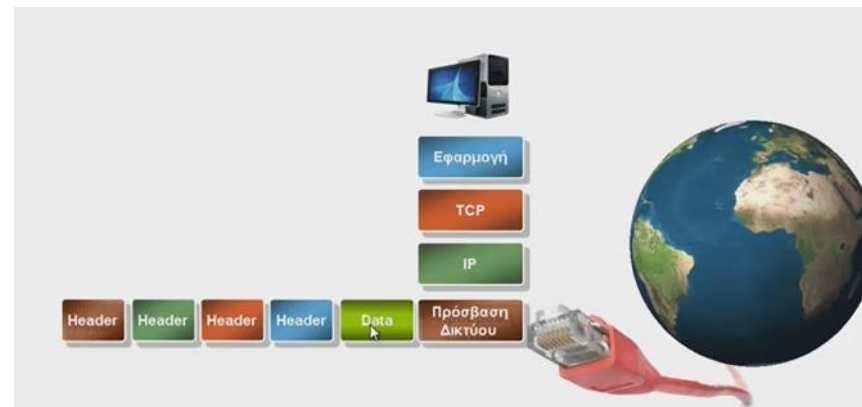
3.2 ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

ΕΝΘΥΛΑΚΩΣΗ

Οι πληροφορίες ελέγχου που προστίθενται κατά τη διαδικασία ελέγχου είναι κυρίως **διευθύνσεις**, **χαρακτήρες ελέγχου σφαλμάτων** ή **άλλοι χαρακτήρες ελέγχου** και **συγχρονισμού**.

3.2 ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ ΕΝΘΥΛΑΚΩΣΗ

Στο φυσικό επίπεδο, οι άσοι και τα μηδενικά που απαρτίζουν το πλαίσιο, μετατρέπονται σε σήματα κατάλληλα για το φυσικό μέσο. Κατά τη λήψη των δεδομένων συμβαίνει η αντίστροφη διαδικασία.



3.2 ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

ΕΝΘΥΛΑΚΩΣΗ

Κάθε επίπεδο, **αφαιρεί** τις πληροφορίες ελέγχου που αφορούν το ίδιο και **προωθεί τα δεδομένα στο ανώτερό του**.

Στην εικόνα φαίνεται η διαδικασία της ενθυλάκωσης στο μοντέλο του TCP/IP καθώς και η ονομασία της βασικής μονάδας πληροφορίας του πρωτοκόλλου κάθε επιπέδου (Protocol Data Unit).

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Το πρωτόκολλο Διαδικτύου (Internet Protocol -IP) ενθυλακώνει τα πακέτα δεδομένων που του προωθούνται από το ανώτερο επίπεδο σε αυτοδύναμα πακέτα (datagrams).



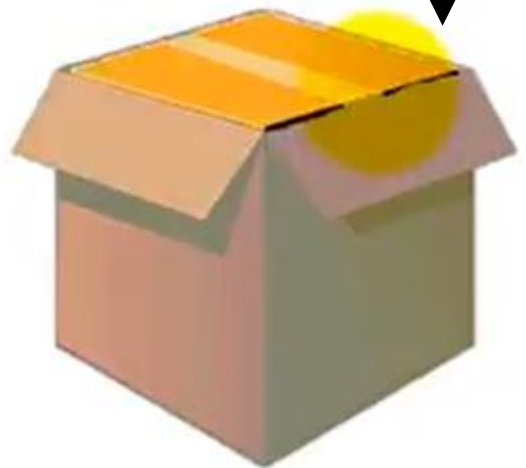
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ



ΤΜΗΜΑ ΠΑΚΕΤΟ



ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

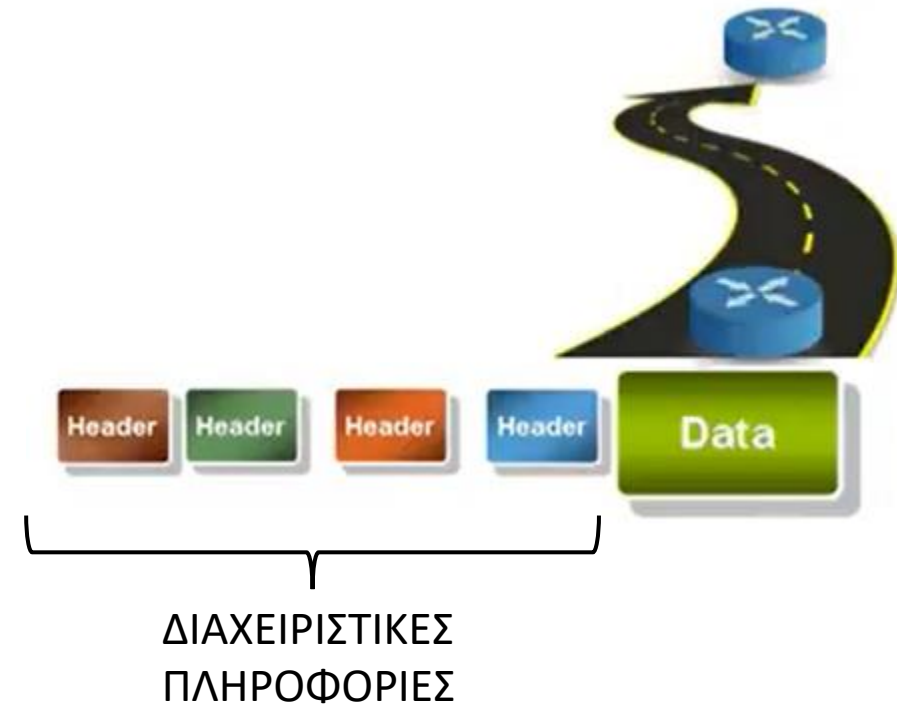


ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΑ ΠΑΚΕΤΑ (ΕΧΟΥΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ)



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Στην **επικεφαλίδα** των πακέτων αυτών, σε **αντίστοιχα πεδία**, **προσθέτει** όλες τις απαραίτητες **διαχειριστικές πληροφορίες** ώστε να γίνει **εφικτή η εύρεση του προορισμού** και η **επιτυχής δρομολόγηση** από τα **πρωτόκολλα δρομολόγησης**.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Οι σημαντικότερες από αυτές είναι
η διεύθυνση IP προέλευσης (**source IP**) και
η διεύθυνση IP προορισμού (**destination IP**),
μήκους **32bit** η καθεμιά,
για τις οποίες έγινε λόγος στα προηγούμενα.



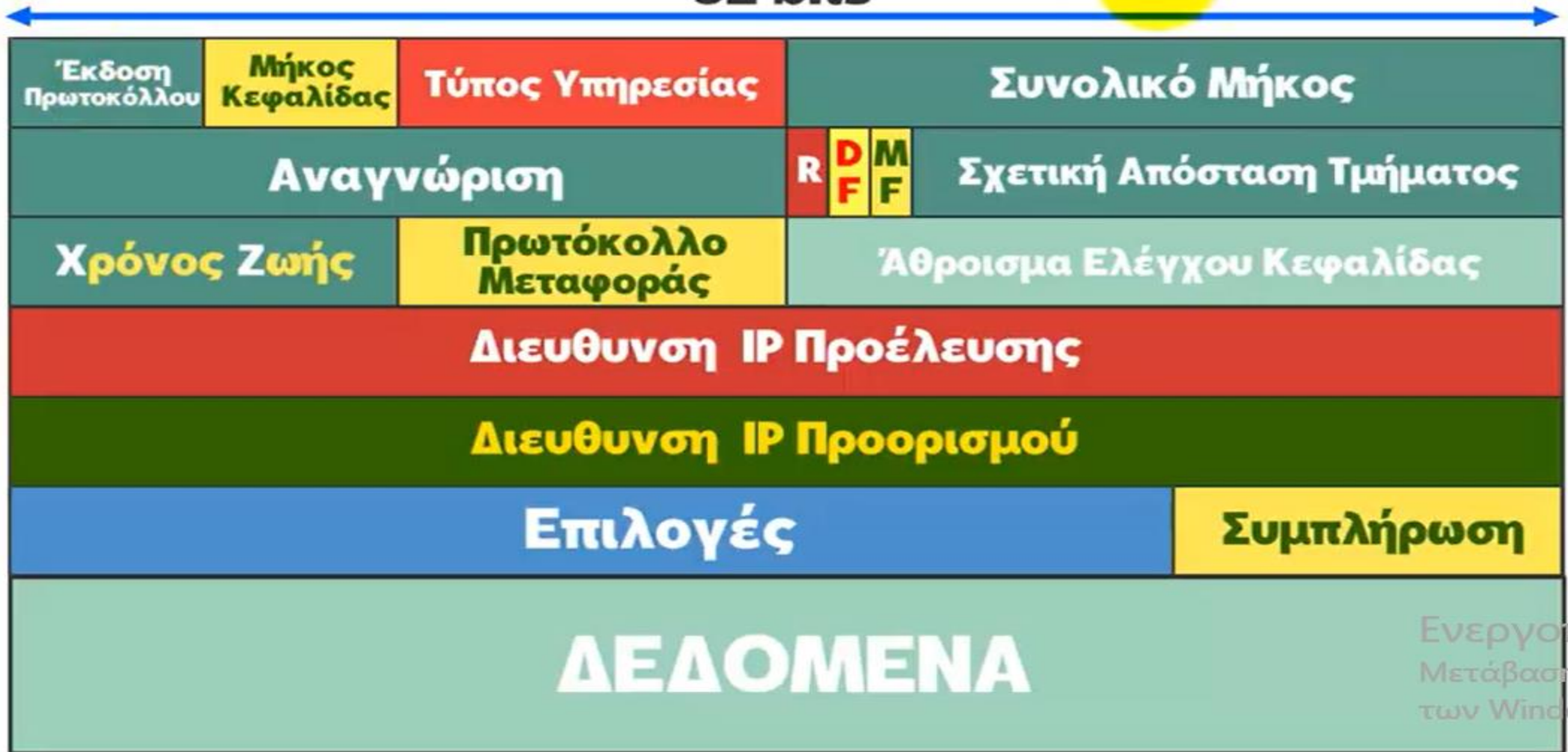
ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Στην Εικόνα 3.2.α φαίνεται η δομή του αυτοδύναμου πακέτου IP.

IP DATAGRAM

32 bits



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Το πεδίο **Έκδοση πρωτοκόλλου** (version) μήκους **4 bit**,

δηλώνει την έκδοση του χρησιμοποιούμενου πρωτοκόλλου Διαδικτύου (**4: IPv4, 6: IPv6**).

Τοπικά δίκτυα

Διαδίκτυο

IP DATAGRAM



Στο πλαίσιο του δικτύου, η **έκδοση πρωτοκόλλου** αναφέρεται στον αριθμό που προσδιορίζει την έκδοση του πρωτοκόλλου IP (Internet Protocol) που χρησιμοποιείται για τη διακίνηση των δεδομένων. Το IP είναι το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στο Διαδίκτυο για τη μεταφορά πακέτων δεδομένων.

Για παράδειγμα, υπάρχουν δύο κύριες εκδόσεις του πρωτοκόλλου IP: το IPv4 (Internet Protocol version 4) και το IPv6 (Internet Protocol version 6). Κάθε έκδοση έχει έναν αριθμό που την αναπαριστά. Στο πλαίσιο του αυτοδύναμου πακέτου IP datagram, η έκδοση πρωτοκόλλου περιλαμβάνεται στη κεφαλίδα του πακέτου για να επιτρέψει τη σωστή αναγνώριση της έκδοσης του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιείται.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Το **IPv4 (Internet Protocol version 4)** είναι μια έκδοση του πρωτοκόλλου Internet Protocol, που χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ υπολογιστών σε ένα δίκτυο. Είναι το παλαιότερο και το πιο διαδεδομένο πρωτόκολλο IP. Το IPv4 χρησιμοποιείται για τη διευθυνσιοδότηση (ανάθεση διευθύνσεων IP) και το δρομολόγηση (καθοδήγηση των πακέτων δεδομένων μέσα στο δίκτυο).

Ένα χαρακτηριστικό του IPv4 είναι οι διευθύνσεις IP που αποτελούνται από 32-bit αριθμούς, που συνήθως εκφράζονται ως τέσσερα δεκαδικά ψηφία, χωρισμένα μεταξύ τους από τελείες (π.χ., 192.168.0.1). Λόγω του αριθμού διευθύνσεων IPv4 (περίπου 4,3 δισεκατομμύρια), υπήρξε η ανάγκη για την εξέλιξη σε νέες εκδόσεις πρωτοκόλλου όπως το IPv6, το οποίο προσφέρει μεγαλύτερο χώρο διευθύνσεων.

Το **IPv6 (Internet Protocol version 6)** είναι η νεότερη έκδοση του πρωτοκόλλου Internet Protocol, που χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ υπολογιστών σε ένα δίκτυο. Αντικαθιστά το παλαιότερο IPv4 και έχει σχεδιαστεί για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της εξάντλησης των διευθύνσεων IPv4, που προήλθε λόγω της αυξανόμενης συνδεσιμότητας στο Διαδίκτυο.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του IPv6 περιλαμβάνουν:

- 1.Μεγαλύτερος Χώρος Διευθύνσεων:** Οι διευθύνσεις IPv6 αποτελούνται από 128-bit αριθμούς, παρέχοντας έναν ασύγκριτα μεγαλύτερο χώρο διευθύνσεων σε σύγκριση με το IPv4. Αυτό επιτρέπει τη δημιουργία αρκετά περισσότερων διευθύνσεων IP, καθιστώντας πιο εύκολη τη διαχείριση της διευθυνσιοδότησης.
- 2.Βελτιωμένη Ασφάλεια:** Το IPv6 περιλαμβάνει ενσωματωμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας που βελτιώνουν την προστασία των επικοινωνιών στο Διαδίκτυο.
- 3.Αυτόματη Διαμόρφωση Διευθύνσεων (SLAAC):** Το IPv6 υποστηρίζει την αυτόματη διαμόρφωση διευθύνσεων χωρίς την ανάγκη για DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).
- 4.Υποστήριξη Multicast:** Οι διευθύνσεις IPv6 υποστηρίζουν πιο αποτελεσματικά την τεχνική του multicast, προσφέροντας βελτιωμένες υπηρεσίες για ομαδικές επικοινωνίες.

Το IPv6 έχει σταδιακά εισαχθεί για να αντικαταστήσει το IPv4 και να αντιμετωπίσει τις αυξανόμενες απαιτήσεις του Διαδικτύου.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Στην περίπτωση του IPv6 η επικεφαλίδα διαφοροποιείται και έχει **ελάχιστο μήκος 40 bytes**.

IP DATAGRAM

32 bits



20 BYTES

IPV4

40 BYTES

IP DATAGRAM

32 bits



IPV6

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Το πεδίο **Μήκος επικεφαλίδας** (Internet Header Length - IHL) μήκους **4 bit**,

εκφράζει **ΤΟ Μήκος** της επικεφαλίδας **σε λέξεις** των 32 bit (4άδες byte(= 8 bits).).

Το **ελάχιστο μήκος** είναι **5(0101) λέξεις [5 τετράδες]** ή **20 byte**
και το **μέγιστο 15 λέξεις** ή **60 byte (=15x4)**.

15*32/8=60 BYTES
MAX

0101-1111(5-15)

IP DATAGRAM



5 ΛΕΞΕΙΣ(ΚΑΘΕ
ΣΕΙΡΑ ΕΙΝΑΙ ΚΑΙ
ΜΙΑ ΛΕΞΗ)

ΓΙΑ ΝΑ
ΚΑΝΟΥΜΕ ΤΑ
BITS ΣΕ BYTES
ΔΙΑΙΡΟΥΜΕ ΔΙΑ
8!!



Χωρίς
τα δεδομένα
(data)

160 / 8 = 20 bytes

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Ο Τύπος της Υπηρεσίας (Type of Service) μήκους 8 bit, περιγράφει πώς πρέπει να χειριστεί το πακέτο κάθε κόμβος δίνοντας προτεραιότητα στην ταχύτητα, εάν επιτρέπεται δηλαδή να καθυστερήσει ή όχι, στην αξιοπιστία ή στο ρυθμό διακίνησης (throughput).



ROUTER!!



IP DATAGRAM



Ανάλογα με το κόστος της σύνδεσής μας μπορούμε να χαμηλό ή υψηλό ρυθμό διακίνησης!

Στο πλαίσιο του αυτοδύναμου πακέτου IP datagram, ο τύπος υπηρεσίας (Type of Service - ToS) είναι ένα πεδίο που βρίσκεται στην κεφαλίδα του πακέτου και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να χειρισθεί το πακέτο κατά τη διέλευσή του στο δίκτυο. Ουσιαστικά, αυτό το πεδίο δίνει οδηγίες για τον χειρισμό του πακέτου από τους δρομολογητές (routers) και άλλες δικτυακές συσκευές.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Σε νεώτερη αναθεώρηση, το **RFC2474** αλλάζει τη σημασία του συγκεκριμένου πεδίου ώστε να υποστηρίζει ένα σύνολο διαφοροποιημένων υπηρεσιών και το ονομάζει **Differentiated Services Code Point - DSCP** (6 bit).

Το **RFC3168** χαρακτηρίζει τα υπόλοιπα δυο bit ως ρητή ειδοποίηση συμφόρησης, Explicit Congestion Notification - **ECN** (2 bit). Οι αλλαγές σκοπό έχουν να υποστηρίξουν υπηρεσίες με ιδιαίτερες απαιτήσεις όπως μεταφορά φωνής σε πραγματικό χρόνο (VoIP). Για να είναι όμως αυτό εφικτό πρέπει να υποστηρίζεται και από το υπόλοιπο δίκτυο.

Το πρότυπο **Differentiated Services (DSCP)** αναφέρει ένα σύστημα διακριτών υπηρεσιών που χρησιμοποιείται στο επίπεδο του Διαδικτύου για την ανάθεση προτεραιότητας και χειρισμό της κυκλοφορίας δεδομένων.

Το σύστημα DSCP χρησιμοποιείται στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου Internet Protocol (IP) και προσδιορίζει την ποιότητα εξυπηρέτησης (Quality of Service - QoS) που προορίζεται για ένα πακέτο δεδομένων κατά τη μεταφορά του μέσω του δικτύου.



6 bits: για ενοποιημένες υπηρεσίες
2 bits: για ειδοποίηση συμφόρησης

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Στο πλαίσιο του αυτοδύναμου πακέτου IP datagram, ο **τύπος υπηρεσίας** (Type of Service - ToS) είναι ένα πεδίο που βρίσκεται στην κεφαλίδα του πακέτου και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να χειριστείται το πακέτο κατά τη διέλευσή του στο δίκτυο. Ουσιαστικά, αυτό το πεδίο δίνει οδηγίες για τον χειρισμό του πακέτου από τους δρομολογητές (routers) και άλλες δικτυακές συσκευές.

Ο τύπος υπηρεσίας περιλαμβάνει υποπεδία που καθορίζουν τις εξής πτυχές:

Προτεραιότητα (Precedence): Καθορίζει τη σημαντικότητα του πακέτου, βοηθώντας στην προτεραιοποίηση της μεταφοράς του.

Πιθανότητα Πτώσης (Drop Probability): Αναφέρεται στην πιθανότητα πτώσης του πακέτου σε περίπτωση υπερφόρτωσης του δικτύου.

Πολιτική Χειρισμού (Reliability/Throughput/Delay): Καθορίζει την επιθυμητή αξιοπιστία, εύρος ζώνης και καθυστέρηση για το πακέτο.

Οι τιμές αυτών των υποπεδίων καθορίζονται σύμφωνα με το πρότυπο Differentiated Services (DSCP), το οποίο αντικατέστησε το παλαιότερο πρότυπο IP Precedence.

Συνοψίζοντας, ο τύπος υπηρεσίας στο αυτοδύναμο πακέτο IP datagram περιλαμβάνει πληροφορίες που βοηθούν στον καθορισμό της προτεραιότητας, της πολιτικής χειρισμού και άλλων πτυχών του πακέτου κατά τη διαμεταγωγή του στο δίκτυο.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Το πεδίο **Συνολικό μήκος (Total length)** μήκους 16 bit,

δίνει το **συνολικό μήκος** του αυτοδύναμου πακέτου (επικεφαλίδα + δεδομένα) **σε byte**.

Το μήκος επικεφαλίδας
δηλώνει τις λέξεις χωρίς
τα ΔΕΔΟΜΕΝΑ

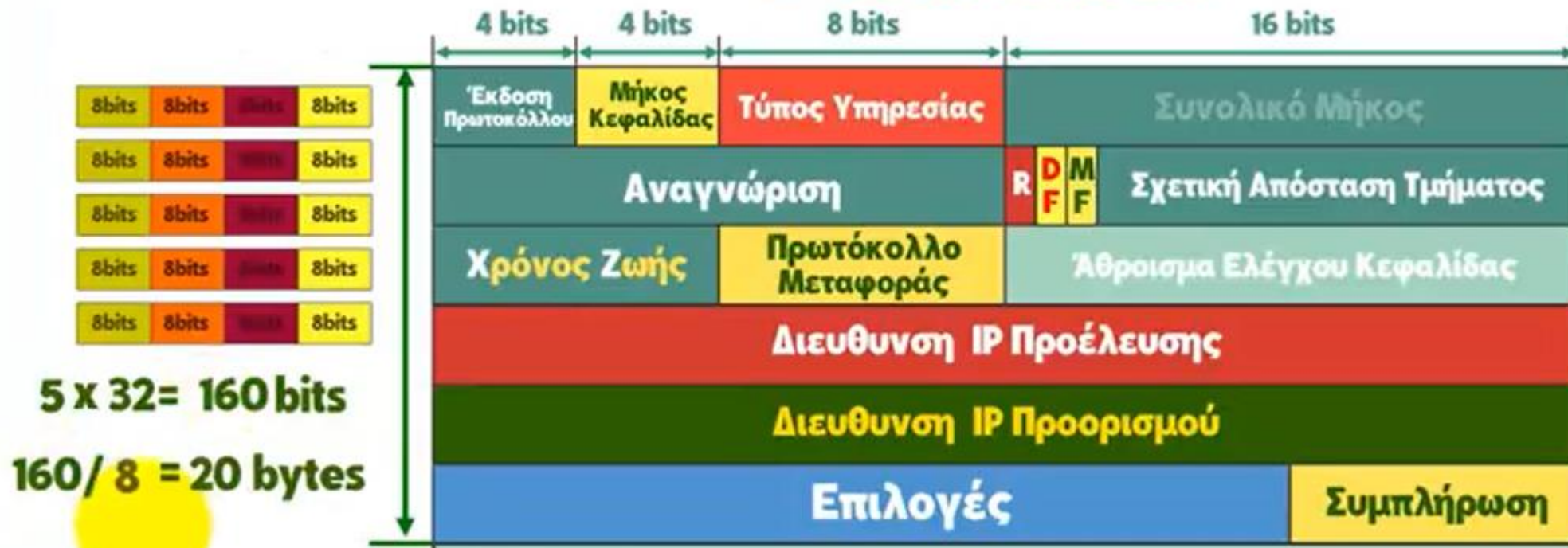


ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Μπορεί να πάρει τιμές

από 20 που είναι το ελάχιστο μήκος της επικεφαλίδας χωρίς δεδομένα

IP DATAGRAM

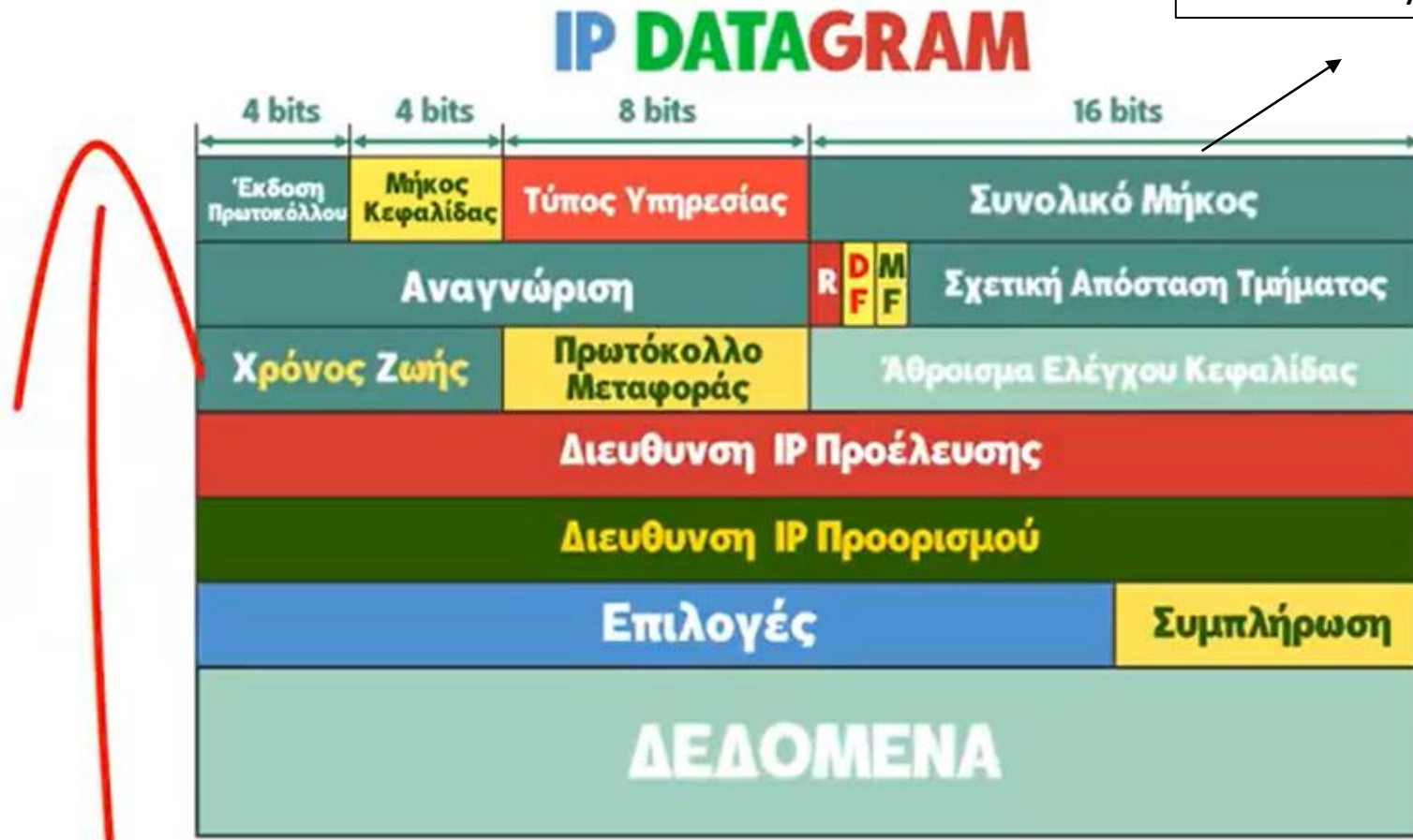


ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Μπορεί να πάρει τιμές

από 20 που είναι το ελάχιστο μήκος της επικεφαλίδας χωρίς δεδομένα μέχρι 65535 (=16 άσοι).

20-65535 bytes



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Αυτό σημαίνει ότι το **μέγιστο μέγεθος** αυτοδύναμου πακέτου IP που υποστηρίζει το πρωτόκολλο IPv4 είναι **65535 bytes**.



Το πεδίο Συνολικό μήκος (Total length) μήκους 16 bit(1111111111111111),

δίνει το συνολικό μήκος του αυτοδύναμου **ΠΑΚΕΤΟΥ** (επικεφαλίδα + δεδομένα) **σε byte**.



IP DATAGRAM

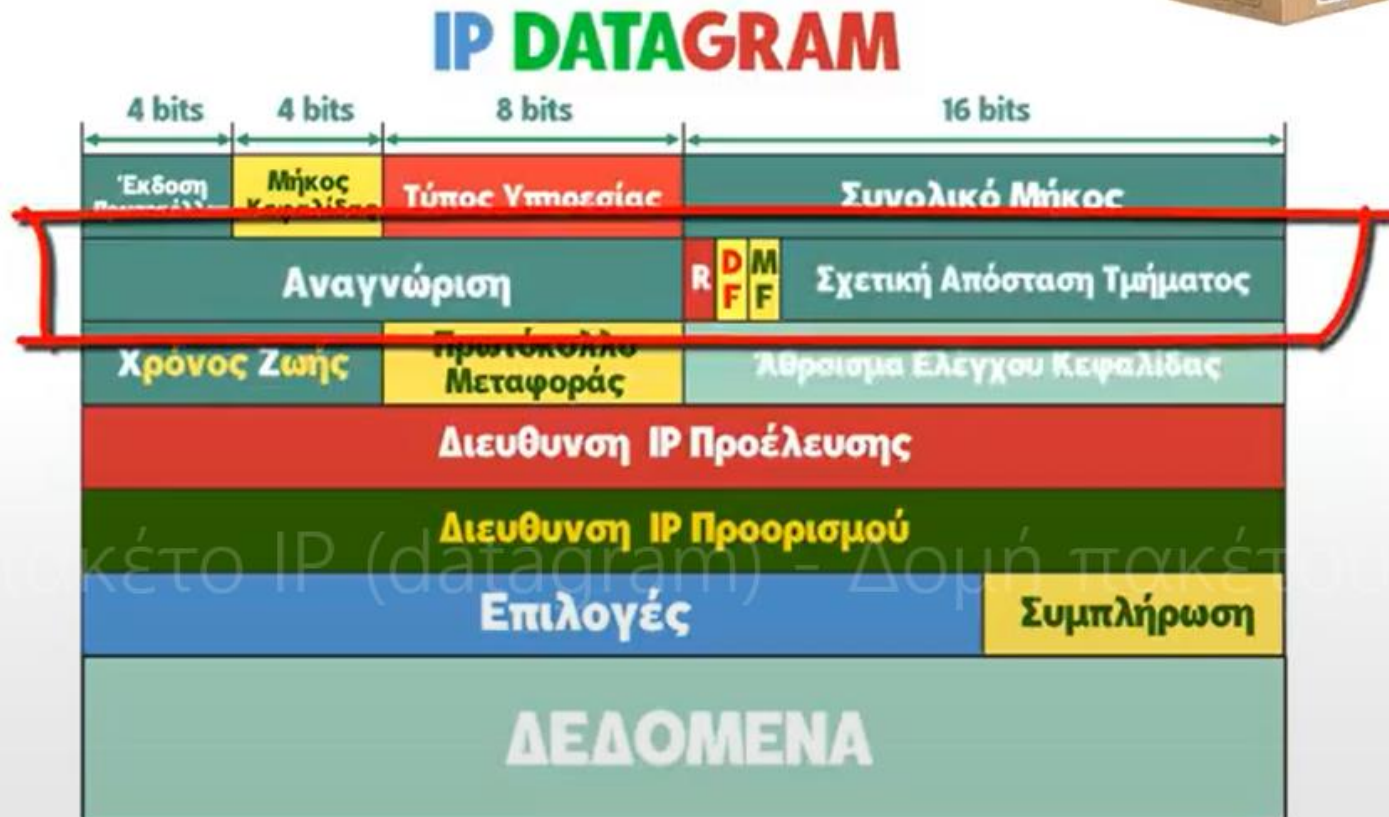


Αν δεν έχουμε δεδομένα θα έχουμε σίγουρα τουλάχιστον 20 bytes.

Αν έχω και δεδομένα μπορεί να φτάσει τα 65535 bytes!

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Τα πεδία της επόμενης, δεύτερης λέξης των 32 bit του αυτοδύναμου πακέτου, χρησιμοποιούνται για την περίπτωση που απαιτείται διάσπαση ή κατάτμηση (fragmentation) του πακέτου IP.



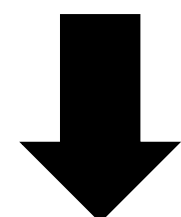
Ένα πακέτο μπορεί να χρειάζεται να τεμαχιστεί για να αποσταλεί!

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Όταν το πακέτο πρόκειται να διέλθει από δίκτυο το οποίο στο **δεύτερο επίπεδο (ζεύξης δεδομένων)**

υποστηρίζει **πλαίσια μικρότερου μεγέθους** από το αυτοδύναμο πακέτο, τότε **μοναδικός τρόπος** για να εξυπηρετηθεί είναι να **διασπαστεί** σε μικρότερα τμήματα,

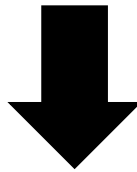
IP DATAGRAM



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΑ ΠΑΚΕΤΑ(ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΙΚΤΥΟΥ)



Στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων δεν μπορεί να περάσει τέτοια πλαίσια οπότε τα κόβω και τα κάνω μικρότερα!

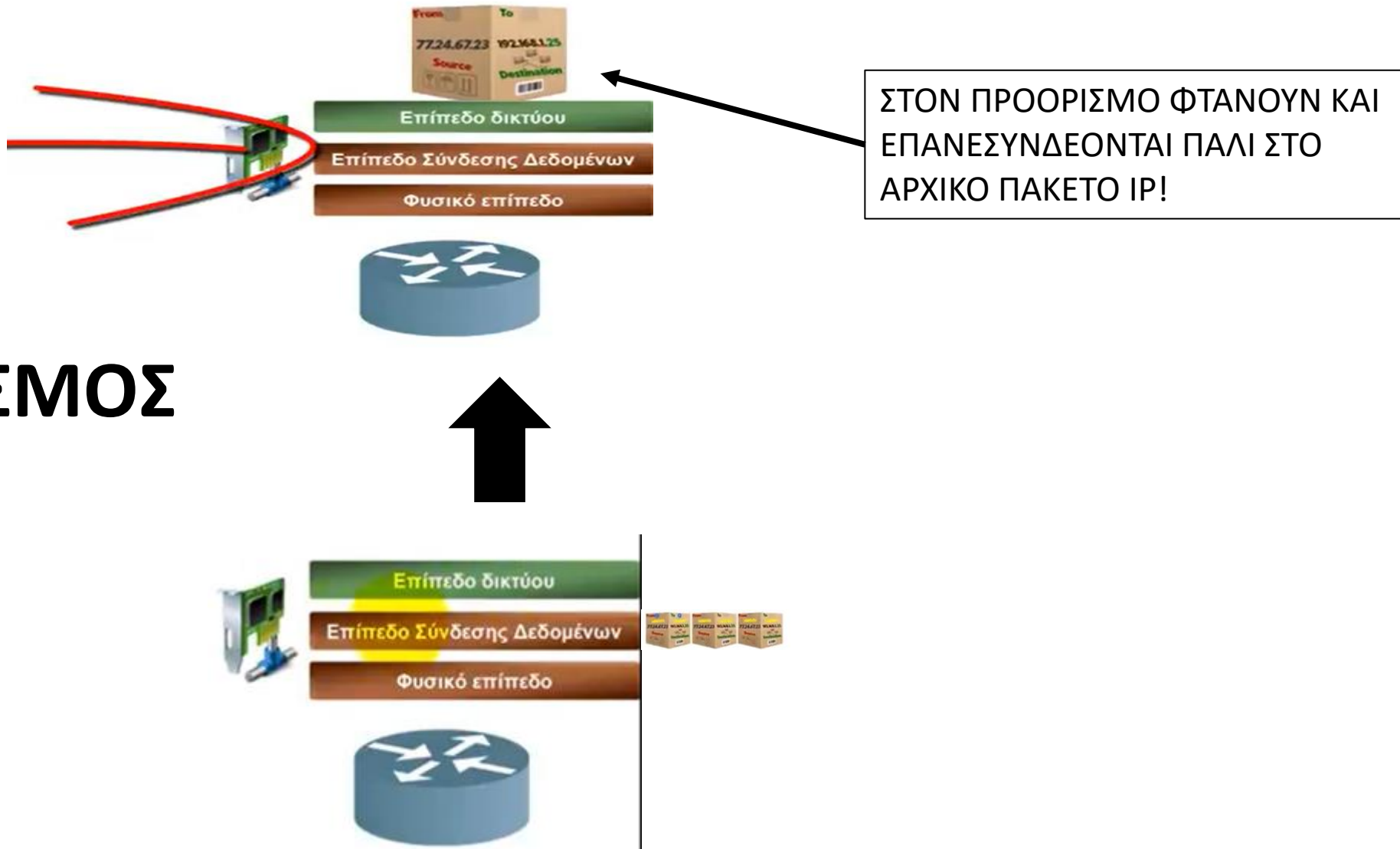
ΠΗΓΗ



ΠΛΑΙΣΙΑ(ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ)



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ



ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ

Τα κομμάτια αυτά του αρχικού πακέτου, τα τμήματα, αποτελούν νέα αυτοδύναμα πακέτα.

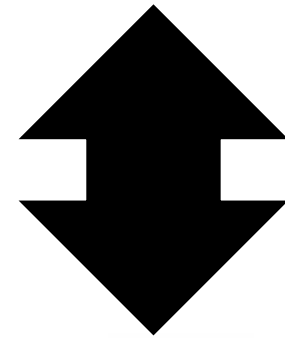
ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Για να μπορεί το πρωτόκολλο IP να γνωρίζει σε ποιο αρχικό πακέτο ανήκουν, χρησιμοποιείται πεδίο Αναγνώριση (Identification), μήκους 16 bit, το οποίο είναι η **ταυτότητα** του πακέτου.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Το πεδίο αυτό είναι **διαφορετικό** σε κάθε πακέτο αλλά **ίδιο** στα πακέτα που είναι τμήματα του ίδιου αρχικού πακέτου.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

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.

IP DATAGRAM



Το "fragment offset" είναι ένα πεδίο που χρησιμοποιείται στο πρωτόκολλο IP για τον έλεγχο και τη διαχείριση των fragment των πακέτων IP.

Όταν ένα μήκος πακέτου IP υπερβαίνει το μέγεθος MTU (Maximum Transmission Unit) του δικτύου μέσω του οποίου πρέπει να περάσει, το πακέτο χωρίζεται σε μικρότερα κομμάτια, γνωστά ως fragments, για να μπορέσει να μεταδοθεί με επιτυχία. Το fragment offset υποδεικνύει τη θέση του κάθε fragment στο αρχικό πακέτο σε σχέση με την αρχή του πακέτου IP.

Με άλλα λόγια, αν ένα πακέτο IP χωρίζεται σε κομμάτια, το πεδίο "fragment offset" δείχνει πού ξεκινάει το κάθε κομμάτι στον αρχικό κώδικα. Αυτό είναι απαραίτητο για τον παραλήπτη τους να επανασυναρμολογήσει σωστά τα κομμάτια προκειμένου να αποκατασταθεί το αρχικό πακέτο.

Το πεδίο "fragment offset" βρίσκεται στο επικεφαλίδιο του πακέτου IP και είναι 13 bit μήκους, επομένως μπορεί να πάρει τιμές από 0 έως 8191. Αυτό σημαίνει ότι το μέγιστο μήκος του αρχικού πακέτου είναι $(2^{13} - 1) * 8 = 65535$ bytes.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Η **Σχετική Θέση Τμήματος** η οποία αναφέρεται και ως **Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος (ΔΕΤ)**, είναι ένας **αριθμός** ο οποίος υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Fragment_offset} = n * \text{INT}((\text{MTU} - \text{IHL} * 4) / 8)$$



όπου **INT()**: η συνάρτηση ... το **ακέραιο μέρος** του ()..., π.χ. **INT(5.8)=5**

MTU: Maximum Transmission Unit δηλ. το **μέγιστο μήκος δεδομένων** του πλαισίου στο δίκτυο **2ου επιπέδου**,



242 Διευθύνσεις Ελέγχου πρόσβασης στο Μέσο(MAC) -Δομή πλαισίου Ethernet- Πλαίσια Ethernet μεγάλου μεγέθους(Jumbo frames)

Το μήκος των δεδομένων του **ωφέλιμου φορτίου** του πλαισίου μπορεί να φτάσει από 46 μέχρι 1500 οκτάδες και ονομάζεται **Μέγιστη μονάδα εκπομπής MTU (Maximum Transmission Unit)**.



Στην ουσία **Δεδομένα+Επικεφαλίδες**

IHL: Internet Header Length δηλαδή το **μήκος της επικεφαλίδας** του πακέτου IP.

Θυμηθείτε ότι **εκφράζεται σε λέξεις** των 32bit ή **4άδες** byte. Η τιμή που **μας ενδιαφέρει** είναι **σε byte**.

IHL*4

Αφού κάθε IHL έχει 4 bytes , άρα **πολλαπλασιάζουμε με 4**.

Ενεργοποιήστε τα \ Μετάβαση στις ρυθμίσεις των Windows.

η: 0 για το **πρώτο τμήμα**, **1** για το **δεύτερο** κ.ο.κ.

Για το **πρώτο τμήμα** η **σχετική απόσταση τμήματος** είναι **πάντα μηδέν (0)**.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Στη διαδικασία της κατάτμησης σημαντικό ρόλο παίζουν και οι σημαίες MF και DF. Οι σημαίες είναι μεμονωμένα bit των οποίων η κατάσταση είναι 1 ή 0 και έχουν να δηλώσουν κάτι. Έτσι η σημαία MF (More Fragments), ύπαρξη περισσότερων τμημάτων, όταν είναι ενεργοποιημένη (1) δηλώνει ότι ακολουθούν και άλλα τμήματα ενώ όταν είναι απενεργοποιημένη (0) δηλώνει ότι είναι το τελευταίο τμήμα διασπασμένου πακέτου ή μεμονωμένο πακέτο.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Εάν για **οποιοδήποτε λόγο** το **αυτοδύναμο πακέτο δεν πρέπει να διασπαστεί** τότε η σημαία **DF (Don't Fragment)**, απαγόρευση διάσπασης, τίθεται σε τιμή (1).



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι κατά τη δρομολόγηση του πακέτου θα ακολουθηθεί διαδρομή με **MTU**

που **δεν απαιτεί διάσπαση**

ή αν αυτό δεν είναι δυνατό, το πακέτο **θα απορριφθεί** και ενδεχομένως να ειδοποιηθεί ο αποστολέας για την **ενέργεια** αυτή του δικτύου.



IP DATAGRAM



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Στο πρωτόκολλο IPv6 η **διάσπαση** των πακέτων διενεργείται μόνο από τον υπολογιστή προέλευσης με βάση το μικρότερο MTU της διαδρομής (Path MTU - PMTU) και όχι από τους ενδιάμεσους δρομολογητές.

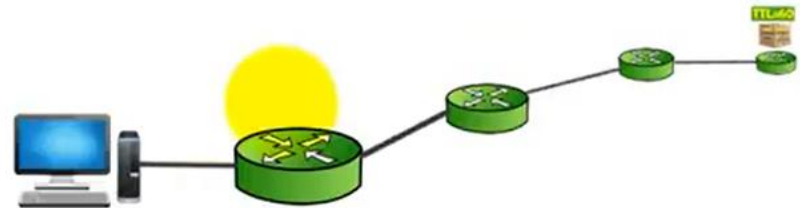
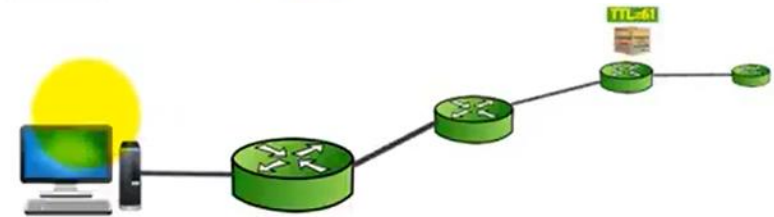
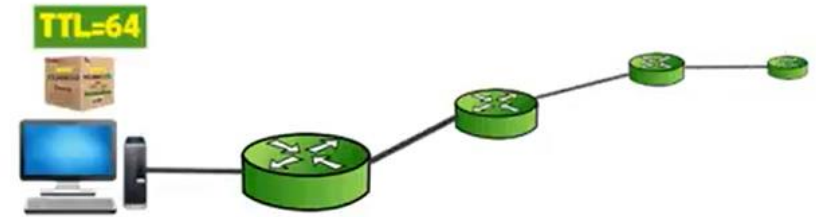
Η διαδικασία της κατάτμησης (fragmentation) στο IPv4 περιγράφεται με περισσότερη λεπτομέρεια σε επόμενο παράδειγμα.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΛΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

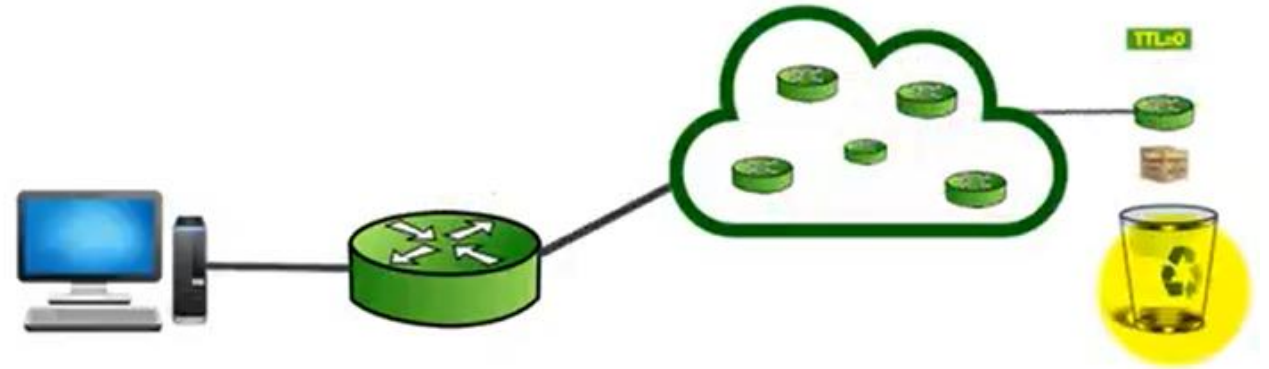
Το πεδίο **Χρόνος Ζωής (Time To Live - TTL)** μήκους 8 bit, ξεκινά από τον αποστολέα με μια αρχική τιμή, συνήθως 64, και κάθε δρομολογητής, από τον οποίο διέρχεται το πακέτο, μειώνει την τιμή κατά ένα.

IP DATAGRAM



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Όταν η τιμή μηδενιστεί το πακέτο απορρίπτεται και επιστρέφεται στον αποστολέα διαγνωστικό μήνυμα σφάλματος υπέρβασης χρόνου (time exceeded).

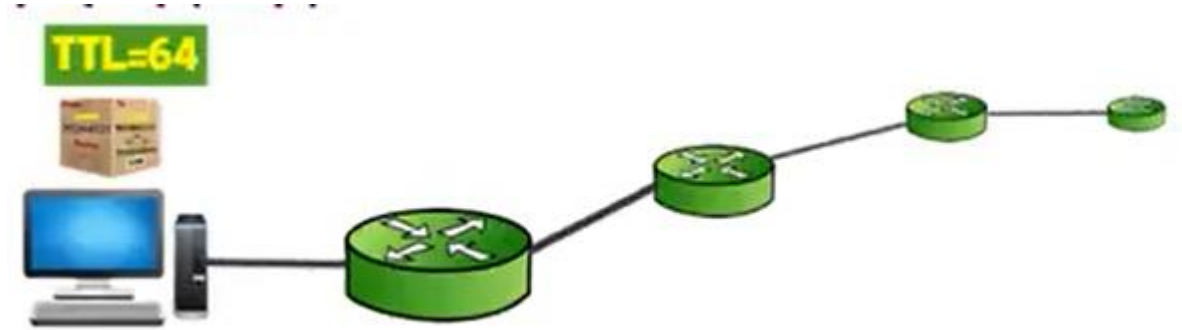


IP DATAGRAM



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Όταν η τιμή μηδενιστεί το πακέτο απορρίπτεται και επιστρέφεται στον αποστολέα διαγνωστικό μήνυμα σφάλματος υπέρβασης χρόνου (time exceeded).



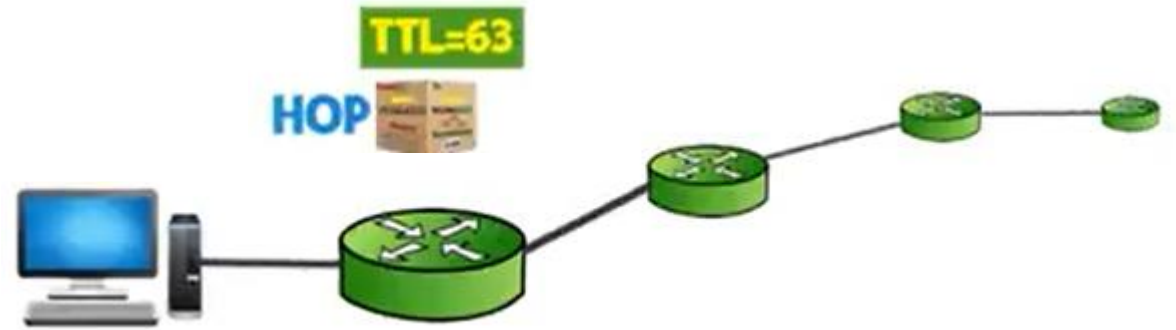
IP DATAGRAM



TTL=60

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Όταν η τιμή μηδενιστεί το πακέτο απορρίπτεται και επιστρέφεται στον αποστολέα διαγνωστικό μήνυμα σφάλματος υπέρβασης χρόνου (time exceeded).



IP DATAGRAM



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Όταν η τιμή μηδενιστεί το πακέτο απορρίπτεται και επιστρέφεται στον αποστολέα διαγνωστικό μήνυμα σφάλματος υπέρβασης χρόνου (time exceeded).

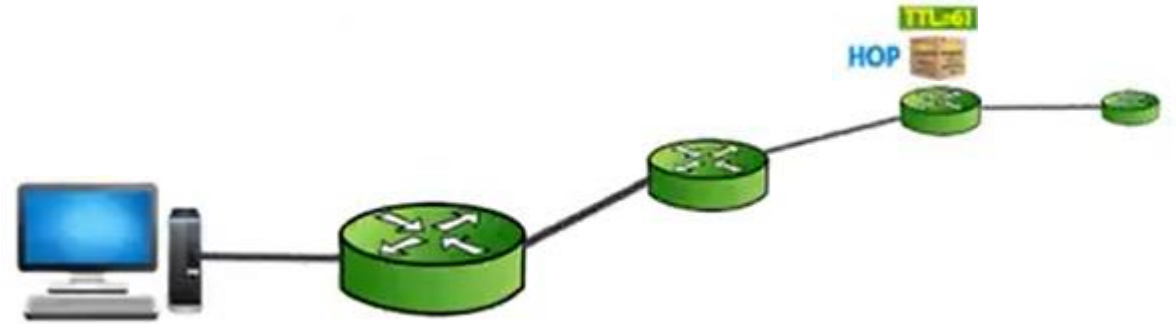


IP DATAGRAM



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Όταν η τιμή μηδενιστεί το πακέτο απορρίπτεται και επιστρέφεται στον αποστολέα διαγνωστικό μήνυμα σφάλματος υπέρβασης χρόνου (time exceeded).



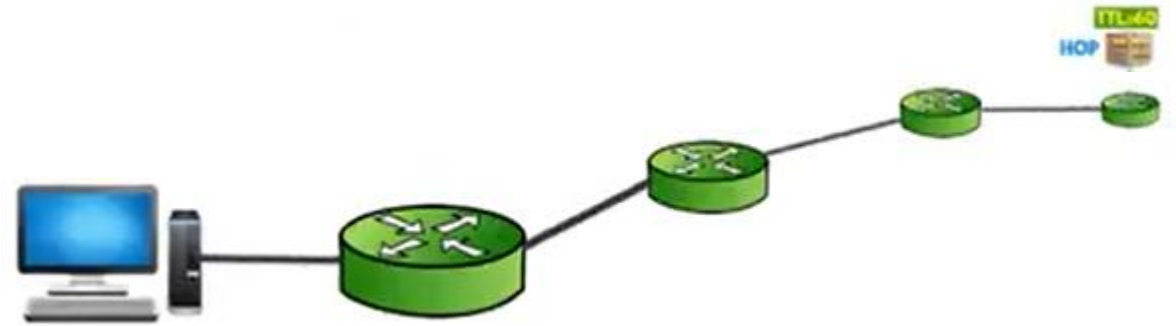
IP DATAGRAM



TTL=57

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Όταν η τιμή μηδενιστεί το πακέτο απορρίπτεται και επιστρέφεται στον αποστολέα διαγνωστικό μήνυμα σφάλματος υπέρβασης χρόνου (time exceeded).



IP DATAGRAM

TTL=56



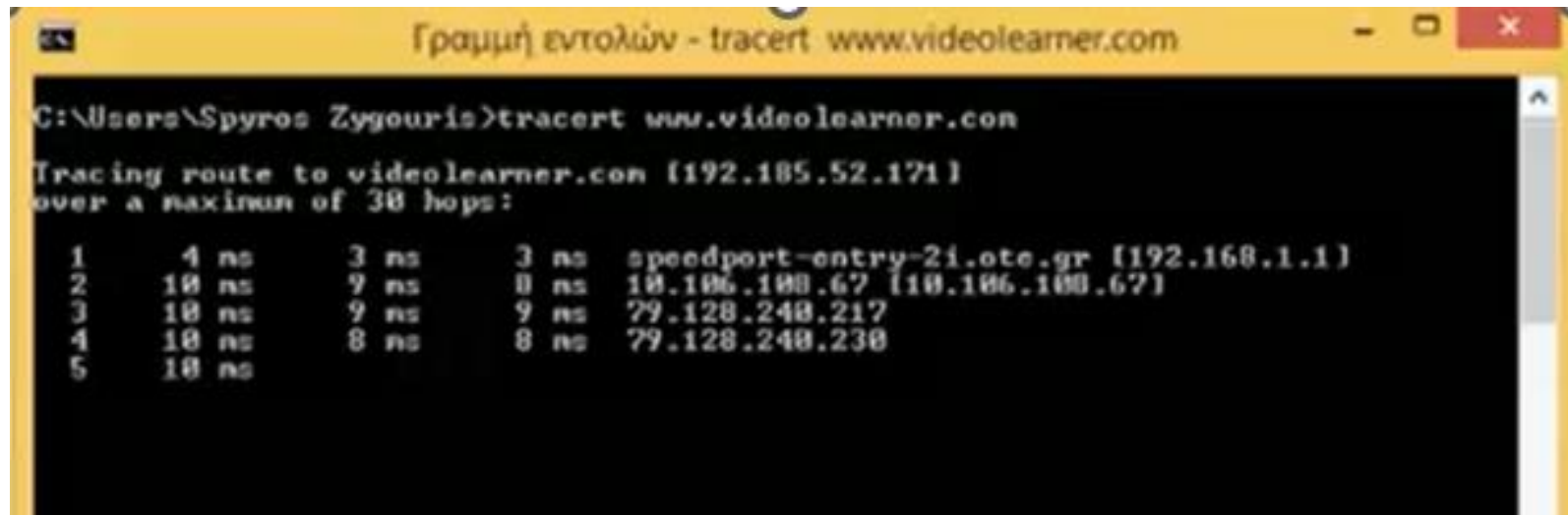
ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

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.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

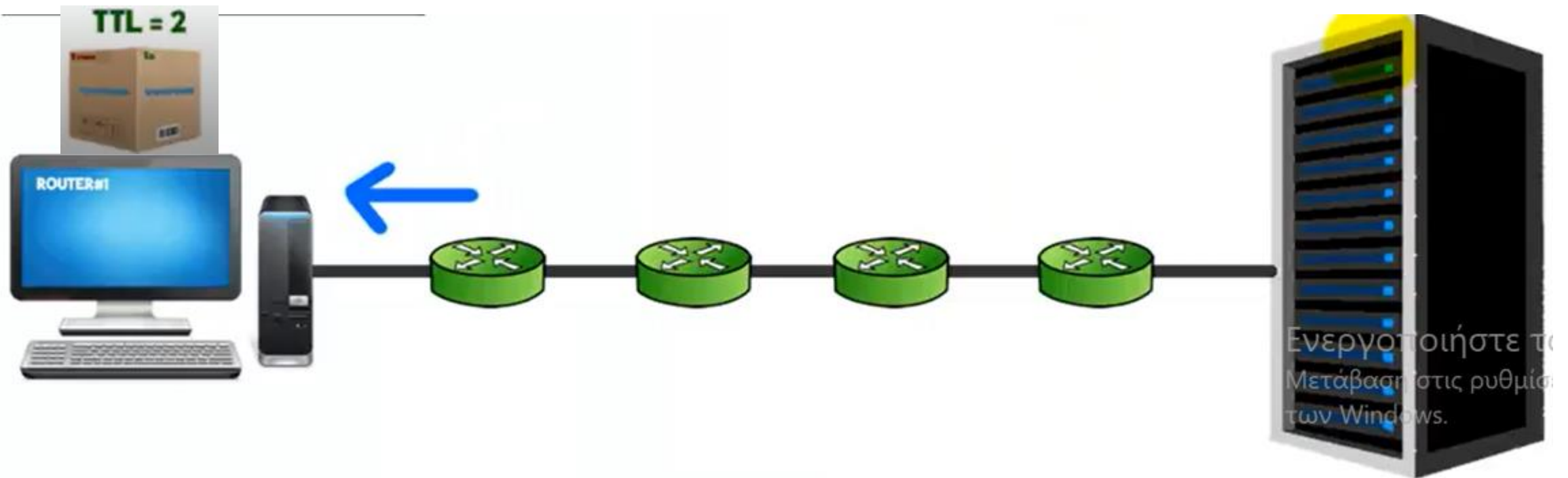
Το πεδίο αυτό χρησιμοποιεί η εντολή **tracert** ή **tracert** για να **ιχνηλατήσει** τη **διαδρομή**, να **καταγράψει** δηλαδή τους **ενδιάμεσους κόμβους** από τους οποίους **διέρχονται τα πακέτα** προς ένα **προορισμό**. **Στέλνει** διαδοχικά **πακέτα με TTL αρχικά 1** και **στη συνέχεια το αυξάνει κατά ένα**.



```
Γραμμή εντολών - tracert www.videolearner.com
C:\Users\Spyros Zygouris>tracert www.videolearner.com
Tracing route to videolearner.com [192.185.52.171]
over a maximum of 30 hops:
  0  4 ns    3 ns    3 ns    speedport-entry-21.ote.gr [192.168.1.1]
  1  10 ns   9 ns    8 ns    10.106.100.67 [10.106.100.67]
  2  10 ns   9 ns    9 ns    79.128.248.217
  3  10 ns   8 ns    8 ns    79.128.248.238
  4  10 ns
```

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι στο πρώτο πακέτο το πεδίο TTL με τιμή 1 αφού μειωθεί κατά 1 στον πρώτο κόμβο μηδενίζεται, ο κόμβος το απορρίπτει (drop), το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι. Στο δεύτερο πακέτο το πεδίο TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ. μέχρι για κάποια τιμή TTL να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό. Εν τω μεταξύ έχουν καταγραφεί όλοι οι ενδιάμεσοι κόμβοι στη διαδρομή προς τον προορισμό.

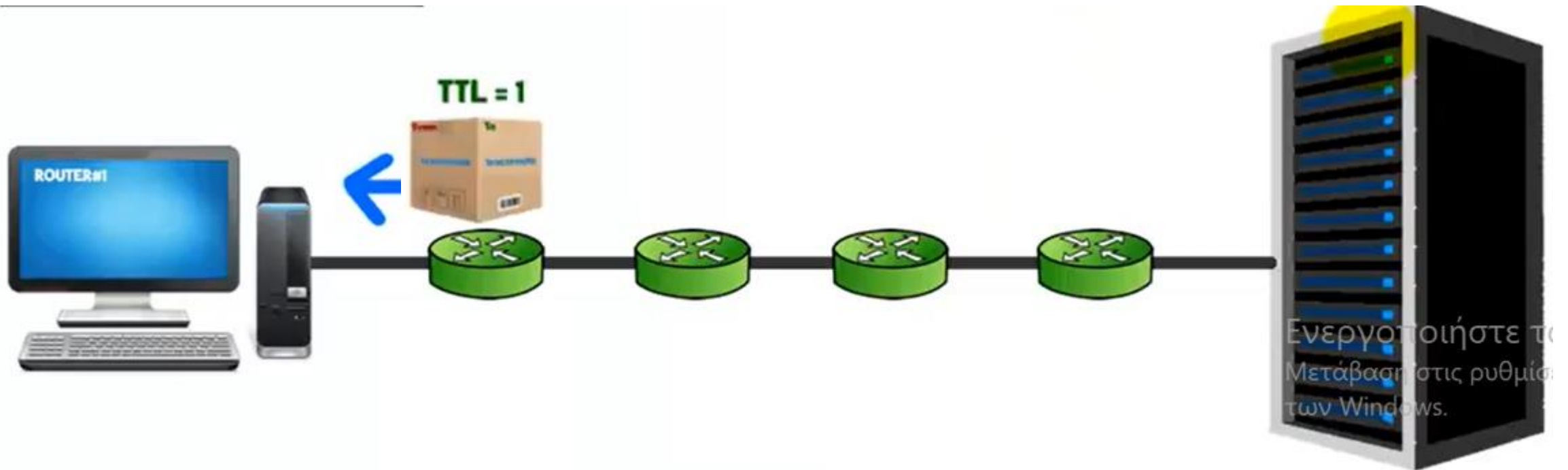


ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι στο πρώτο πακέτο το πεδίο TTL με τιμή 1 αφού μειωθεί κατά 1 στον πρώτο κόμβο μηδενίζεται, ο κόμβος το απορρίπτει (drop), το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι.

Στο δεύτερο πακέτο το πεδίο TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ. μέχρι για κάποια τιμή TTL να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό.

Εν τω μεταξύ έχουν καταγραφεί όλοι οι ενδιάμεσοί κόμβοι στη διαδρομή προς τον προορισμό.



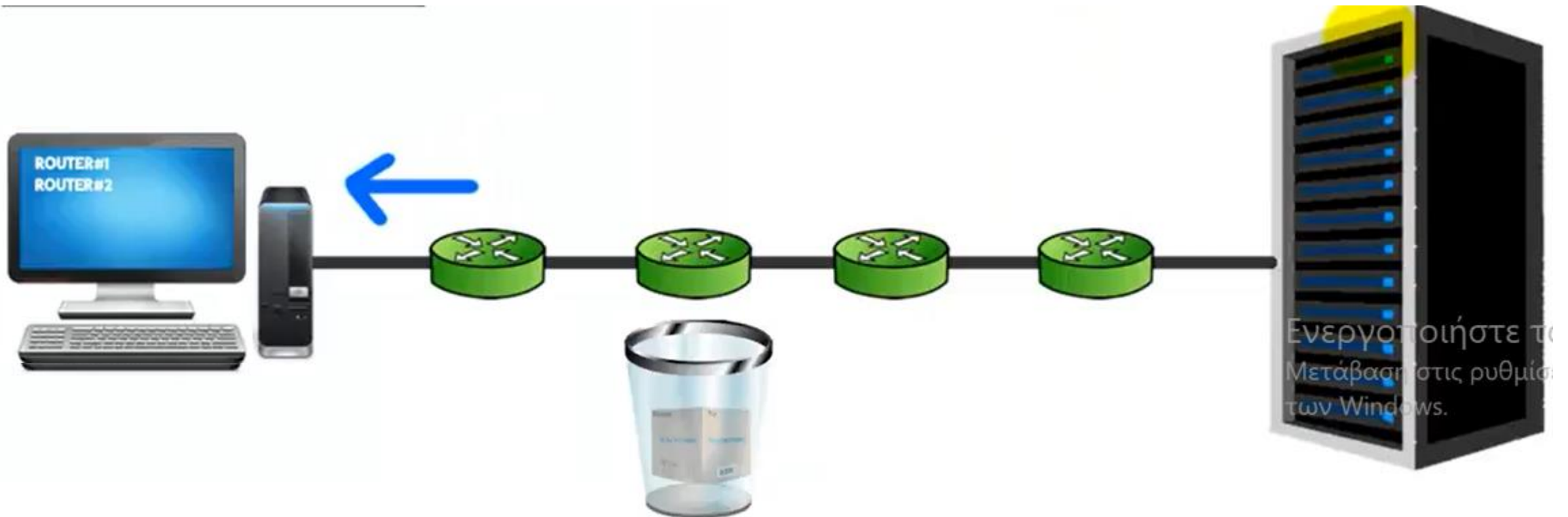
ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι στο πρώτο πακέτο το πεδίο TTL με τιμή 1 αφού μειωθεί κατά 1 στον πρώτο κόμβο μηδενίζεται, ο κόμβος το απορρίπτει (drop), το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι. Στο δεύτερο πακέτο το πεδίο TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ. μέχρι για κάποια τιμή TTL να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό. Εν τω μεταξύ έχουν καταγραφεί όλοι οι ενδιάμεσοι κόμβοι στη διαδρομή προς τον προορισμό.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι στο πρώτο πακέτο το πεδίο TTL με τιμή 1 αφού μειωθεί κατά 1 στον πρώτο κόμβο μηδενίζεται, ο κόμβος το απορρίπτει (drop), το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι. Στο δεύτερο πακέτο το πεδίο TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ. μέχρι για κάποια τιμή TTL να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό. Εν τω μεταξύ έχουν καταγραφεί όλοι οι ενδιάμεσοι κόμβοι στη διαδρομή προς τον προορισμό.

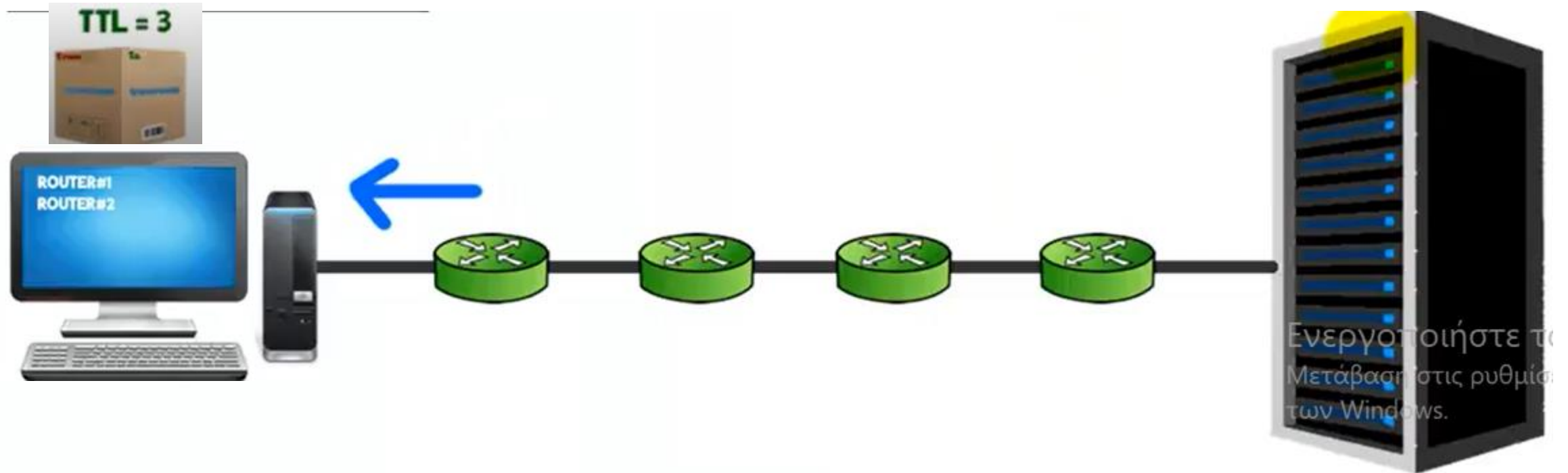


ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι στο πρώτο πακέτο το πεδίο TTL με τιμή 1 αφού μειωθεί κατά 1 στον πρώτο κόμβο μηδενίζεται, ο κόμβος το απορρίπτει (drop), το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι.

Στο δεύτερο πακέτο το πεδίο TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ. μέχρι για κάποια τιμή TTL να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό.

Εν τω μεταξύ έχουν καταγραφεί όλοι οι ενδιάμεσοί κόμβοι στη διαδρομή προς τον προορισμό.

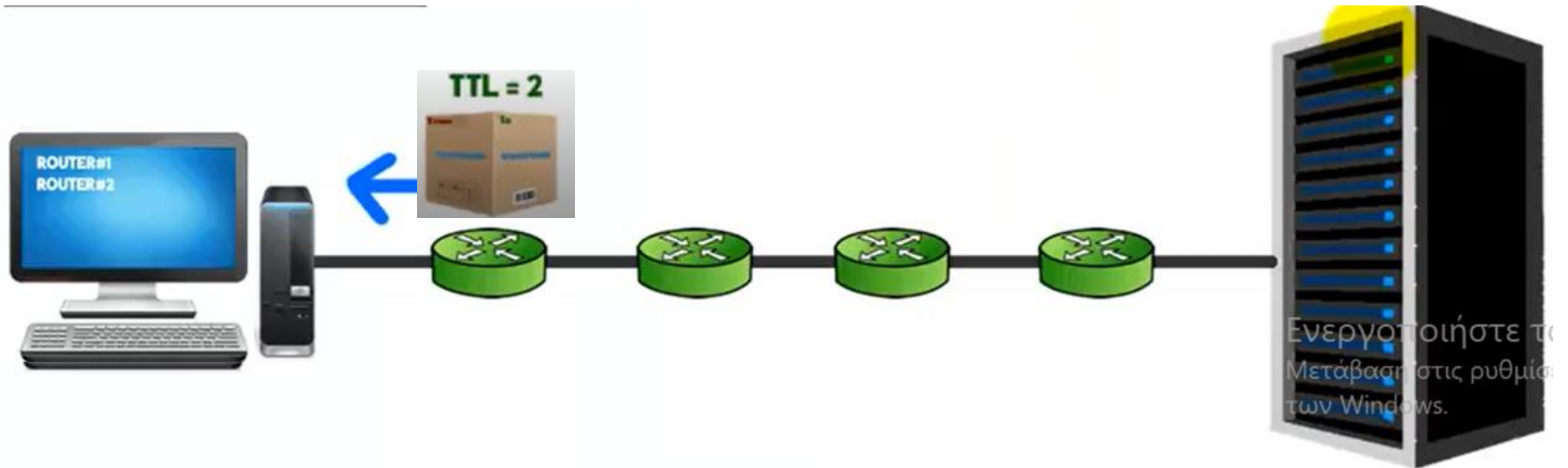


ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι στο πρώτο πακέτο το πεδίο TTL με τιμή 1 αφού μειωθεί κατά 1 στον πρώτο κόμβο μηδενίζεται, ο κόμβος το απορρίπτει (drop), το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι.

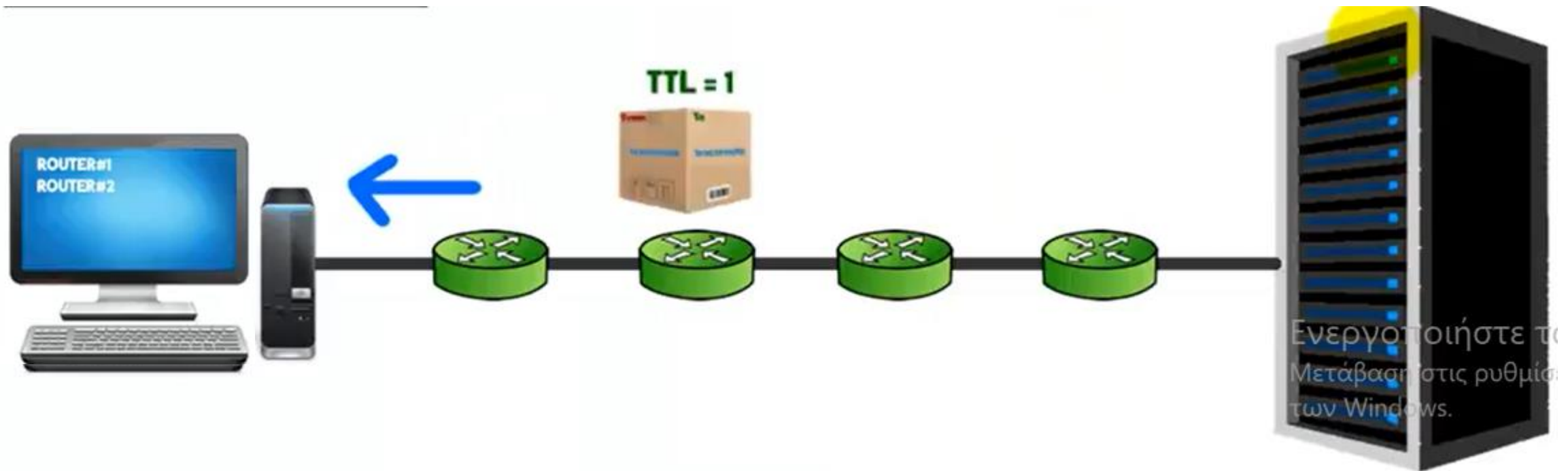
Στο δεύτερο πακέτο το πεδίο TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ. μέχρι για κάποια τιμή TTL να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό.

Εν τω μεταξύ έχουν καταγραφεί όλοι οι ενδιάμεσοι κόμβοι στη διαδρομή προς τον προορισμό.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι στο πρώτο πακέτο το πεδίο TTL με τιμή 1 αφού μειωθεί κατά 1 στον πρώτο κόμβο μηδενίζεται, ο κόμβος το απορρίπτει (drop), το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι. Στο δεύτερο πακέτο το πεδίο TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ. μέχρι για κάποια τιμή TTL να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό. Εν τω μεταξύ έχουν καταγραφεί όλοι οι ενδιάμεσοι κόμβοι στη διαδρομή προς τον προορισμό.

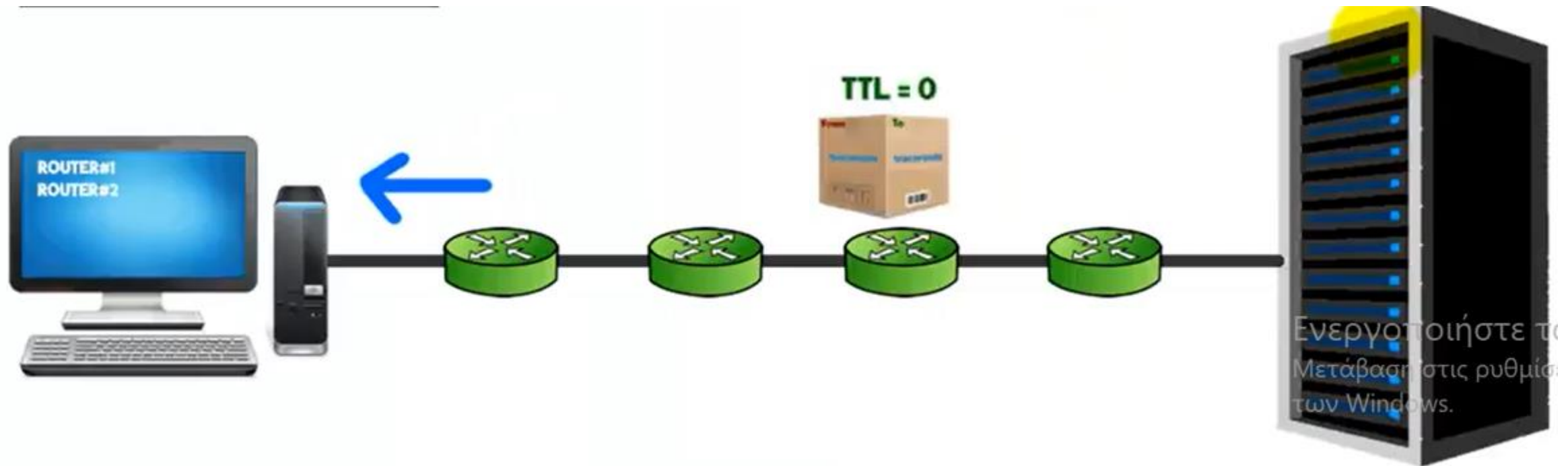


ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι στο πρώτο πακέτο το πεδίο TTL με τιμή 1 αφού μειωθεί κατά 1 στον πρώτο κόμβο μηδενίζεται, ο κόμβος το απορρίπτει (drop), το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι.

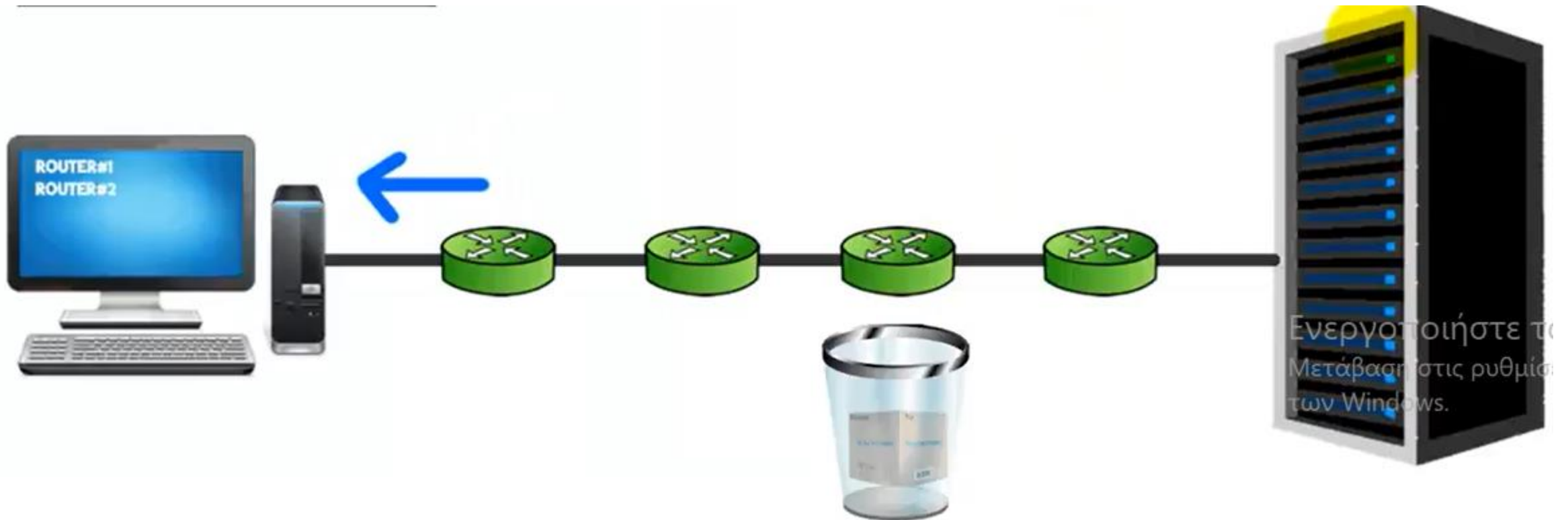
Στο δεύτερο πακέτο το πεδίο TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ. μέχρι για κάποια τιμή TTL να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό.

Εν τω μεταξύ έχουν καταγραφεί όλοι οι ενδιάμεσοι κόμβοι στη διαδρομή προς τον προορισμό.



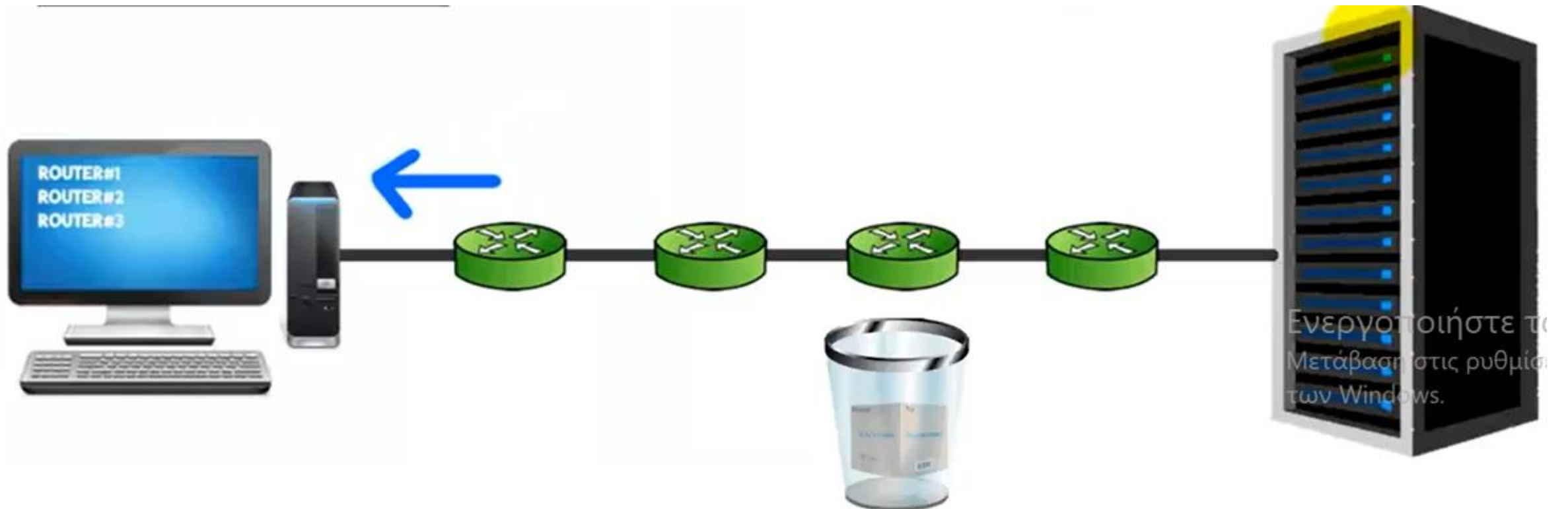
ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι στο πρώτο πακέτο το πεδίο TTL με τιμή 1 αφού μειωθεί κατά 1 στον πρώτο κόμβο μηδενίζεται, ο κόμβος το απορρίπτει (drop), το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι. Στο δεύτερο πακέτο το πεδίο TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ. μέχρι για κάποια τιμή TTL να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό. Εν τω μεταξύ έχουν καταγραφεί όλοι οι ενδιάμεσοι κόμβοι στη διαδρομή προς τον προορισμό.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι στο πρώτο πακέτο το πεδίο TTL με τιμή 1 αφού μειωθεί κατά 1 στον πρώτο κόμβο μηδενίζεται, ο κόμβος το απορρίπτει (drop), το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι. Στο δεύτερο πακέτο το πεδίο TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ. μέχρι για κάποια τιμή TTL να καταφέρει να φτάσει στον προορισμό. Εν τω μεταξύ έχουν καταγραφεί όλοι οι ενδιάμεσοί κόμβοι στη διαδρομή προς τον προορισμό.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Το πεδίο **πρωτόκολλο**, μήκους **8 bit**, περιέχει μια **αριθμητική τιμή** η οποία **δηλώνει το πρωτόκολλο** του **επιπέδου μεταφοράς** στο οποίο **ανήκουν τα δεδομένα** που περιέχει το **πακέτο IP**.



ΤΜΗΜΑ



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ

Αριθμός πρωτοκόλλου TCP που ανήκουν τα δεδομένα του πακέτου.
Σε ποιο πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς του απέναντι άκρου (προορισμός), θα παραδώσει τα δεδομένα;
TCP: 6 → Αξιοπιστία και ασφάλεια (ιστοσελίδες, email servers)
UDP:17 → απλότητα και ταχύτητα (VoIP, online gaming, video streaming)

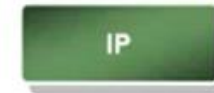


ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι πληροφορείται το πρωτόκολλο IP στο απέναντι άκρο **σε ποιο πρωτόκολλο** του επιπέδου μεταφοράς να παραδώσει τα δεδομένα, στο **TCP** (6), στο **UDP** (17) ή αλλού.

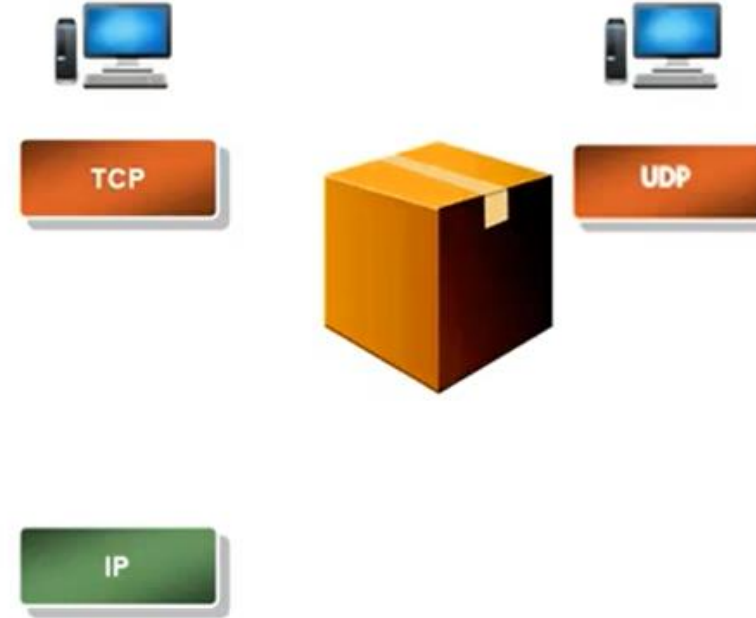


IP DATAGRAM



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έτσι πληροφορείται το πρωτόκολλο IP στο απέναντι άκρο **σε ποιο πρωτόκολλο** του επιπέδου μεταφοράς να παραδώσει τα δεδομένα, στο **TCP** (6), στο **UDP** (17) ή αλλού.



IP DATAGRAM



Το πεδίο "**πρωτόκολλο μεταφοράς**" του αυτοδύναμου πακέτου IP αναφέρεται στο πρωτόκολλο μεταφοράς που χρησιμοποιείται στο εσωτερικό του πακέτου IP. Αυτό το πεδίο προσδιορίζει το πρωτόκολλο στο επόμενο επίπεδο που θα χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά των δεδομένων που περιέχονται στο πακέτο IP.

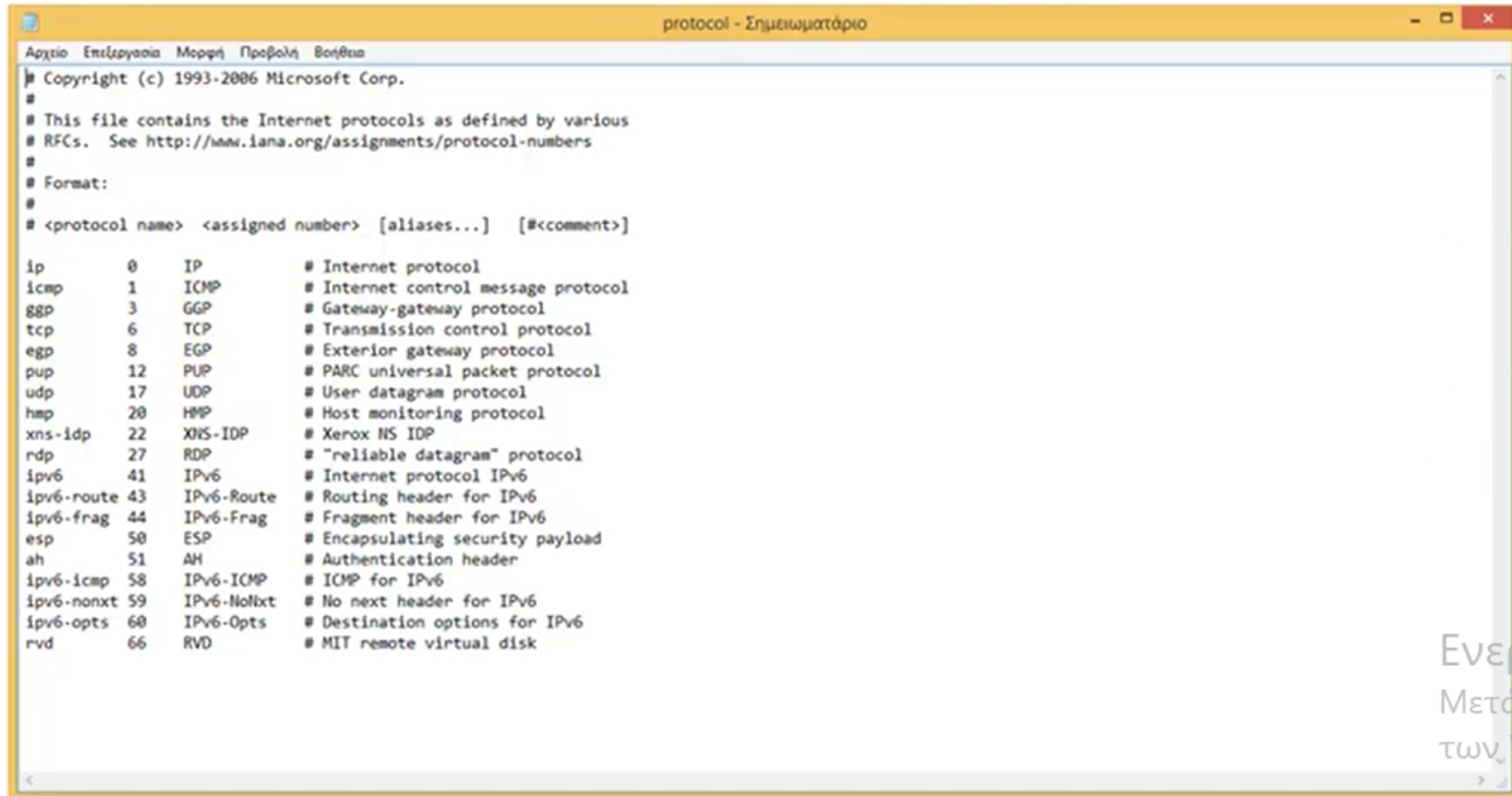
Οι δύο κύριες τιμές που μπορεί να πάρει αυτό το πεδίο είναι το TCP και το UDP, που αντιστοιχούν στα πρωτόκολλα μεταφοράς TCP και UDP αντίστοιχα. Κάθε πρωτόκολλο έχει διαφορετικές χρήσεις και χαρακτηριστικά, όπως **αξιοπιστία και ασφάλεια** (στην περίπτωση του **TCP**) ή **απλότητα και ταχύτητα** (στην περίπτωση του **UDP**).

Κατά τη μεταφορά του πακέτου IP από μία δικτυακή συσκευή προς μία άλλη, η δικτυακή συσκευή που λαμβάνει το πακέτο IP διαβάζει αυτό το πεδίο για να καταλάβει ποιο πρωτόκολλο μεταφοράς χρησιμοποιήθηκε στο εσωτερικό του πακέτου και πώς θα το προωθήσει προς τα επόμενα στάδια επεξεργασίας.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Αν υπάρχει πρόσβαση σε υπολογιστή με **unix/linux**, στο αρχείο **/etc/protocols** μπορείτε να δείτε την αντιστοιχία αριθμών και πρωτοκόλλων για το πεδίο αυτό. Το ίδιο σε υπολογιστή με windows στο

%SystemRoot%\System32\drivers\etc\protocols.



```
protocol - Σημειωματάριο
Αρχείο  Επιλογή  Μορφή  Προβολή  Βοήθεια
| Copyright (c) 1993-2006 Microsoft Corp.
#
# This file contains the Internet protocols as defined by various
# RFCs. See http://www.iana.org/assignments/protocol-numbers
#
# Format:
#
# <protocol name> <assigned number> [aliases...] [#<comment>]
ip      0      IP          # Internet protocol
icmp   1      ICMP       # Internet control message protocol
ggp    3      GGP        # Gateway-gateway protocol
tcp    6      TCP        # Transmission control protocol
egp    8      EGP        # Exterior gateway protocol
pup    12     PUP        # PARC universal packet protocol
udp    17     UDP        # User datagram protocol
hmp    20     HMP        # Host monitoring protocol
xns-idp 22     XNS-IDP    # Xerox NS IDP
rdp    27     RDP        # "reliable datagram" protocol
ipv6   41     IPv6       # Internet protocol IPv6
ipv6-route 43     IPv6-Route # Routing header for IPv6
ipv6-frag 44     IPv6-Frag  # Fragment header for IPv6
esp    50     ESP        # Encapsulating security payload
ah     51     AH         # Authentication header
ipv6-icmp 58     IPv6-ICMP # ICMP for IPv6
ipv6-nonxt 59     IPv6-NoIxt # No next header for IPv6
ipv6-opts 60     IPv6-Opts # Destination options for IPv6
rvd    66     RVD        # MIT remote virtual disk
```

Ενεργ
Μεταβ
των W

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Το Άθροισμα Ελέγχου της Επικεφαλίδας (Header Checksum), μήκους 16 bit, διασφαλίζει την **ακεραιότητα των τιμών** των πεδίων της επικεφαλίδας.

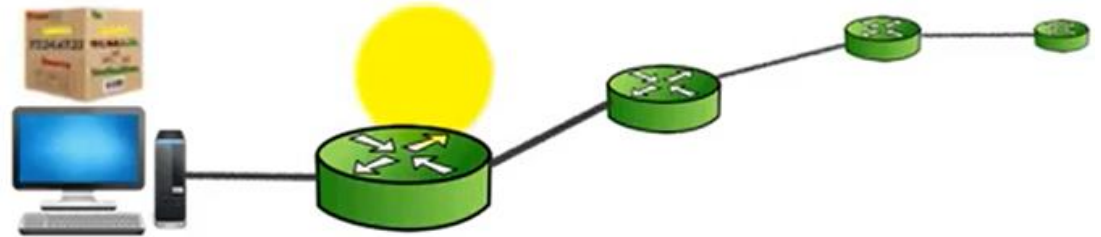
Εφαρμόζεται μόνο στην επικεφαλίδα του πακέτου IP

ενώ **το ίδιο το πεδίο δεν συμμετέχει** στον υπολογισμό θεωρώντας ότι περιέχει την τιμή 0.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Ο έλεγχος ακεραιότητας της επικεφαλίδας θεωρείται **επιβεβλημένος** καθώς **κατά τη διέλευση** του πακέτου από διάφορους **δρομολογητές** αυτοί **τροποποιούν πεδία** της επικεφαλίδας με αυξημένη **πιθανότητα** να συμβούν **σφάλματα**.



IP DATAGRAM



Ενεργοποιήστε τα V
Μετάβαση στις ρυθμίσεις γ
των Windows.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Ο έλεγχος ακεραιότητας της επικεφαλίδας θεωρείται **επιβεβλημένος** καθώς **κατά τη διέλευση** του πακέτου από διάφορους **δρομολογητές** αυτοί **τροποποιούν πεδία** της επικεφαλίδας με αυξημένη **πιθανότητα** να συμβούν **σφάλματα**.



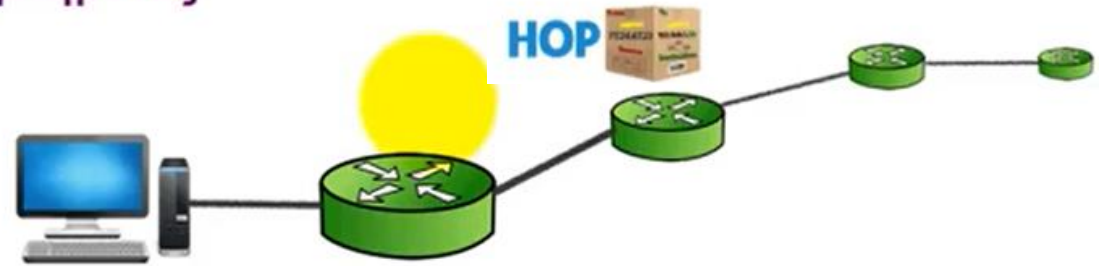
IP DATAGRAM



Ενεργοποιήστε τα V
Μετάβαση στις ρυθμίσεις γ
των Windows.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Ο έλεγχος ακεραιότητας της επικεφαλίδας θεωρείται **επιβλημένος** καθώς **κατά τη διέλευση** του πακέτου από διάφορους **δρομολογητές** αυτοί **τροποποιούν πεδία** της επικεφαλίδας με αυξημένη **πιθανότητα** να συμβούν **σφάλματα**.



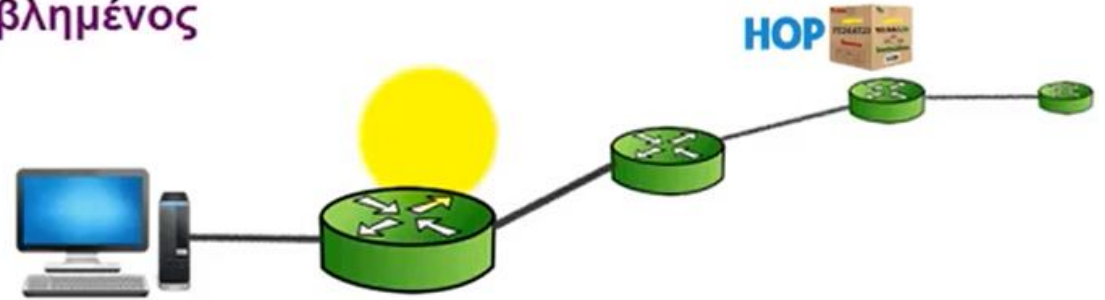
IP DATAGRAM



Ενεργοποιήστε τα V
Μετάβαση στις ρυθμίσεις γ
των Windows.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Ο έλεγχος ακεραιότητας της επικεφαλίδας θεωρείται **επιβλημένος** καθώς **κατά τη διέλευση** του πακέτου από διάφορους **δρομολογητές** αυτοί **τροποποιούν πεδία** της επικεφαλίδας με αυξημένη **πιθανότητα** να συμβούν **σφάλματα**.



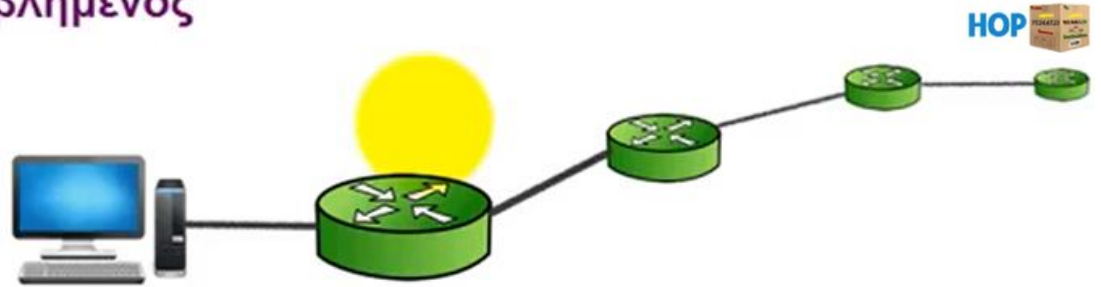
IP DATAGRAM



Ενεργοποιήστε τα V
Μετάβαση στις ρυθμίσεις γ
των Windows.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Ο έλεγχος ακεραιότητας της επικεφαλίδας θεωρείται **επιβεβλημένος** καθώς **κατά τη διέλευση** του πακέτου από διάφορους **δρομολογητές** αυτοί **τροποποιούν πεδία** της επικεφαλίδας με αυξημένη **πιθανότητα** να συμβούν **σφάλματα**.



IP DATAGRAM



Ενεργοποιήστε τα V
Μετάβαση στις ρυθμίσεις γ
των Windows.

Το **άθροισμα ελέγχου (checksum) επικεφαλίδας του πακέτου IP** είναι ένα πεδίο που περιλαμβάνεται στην επικεφαλίδα κάθε πακέτου IP. Αυτό το πεδίο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ακεραιότητας του πακέτου κατά τη μετάδοσή του στο δίκτυο.

Κατά τη διάρκεια της μετάδοσης ενός πακέτου IP μέσω του δικτύου, το άθροισμα ελέγχου υπολογίζεται για το περιεχόμενο της επικεφαλίδας του πακέτου. Αυτό περιλαμβάνει τα πεδία της επικεφαλίδας όπως η διεύθυνση προέλευσης, η διεύθυνση προορισμού, το μήκος του πακέτου και άλλες παράμετροι. Ο υπολογισμός γίνεται με βάση ένα συγκεκριμένο αλγόριθμο αθροίσματος ελέγχου, όπως ο αλγόριθμος του αθροίσματος ελέγχου διαφορών (Internet Checksum).

Ο υπολογισμός του άθροίσματος ελέγχου επικεφαλίδας επιτρέπει στους παραλήπτες να ελέγχουν εάν το πακέτο έχει υποστεί κάποια παραμόρφωση κατά τη μετάδοσή του. Εάν το άθροισμα ελέγχου που υπολογίζεται από τον παραλήπτη δεν ταιριάζει με το πεδίο άθροίσματος ελέγχου στην επικεφαλίδα του πακέτου IP, τότε μπορεί να υποθέσει ότι το πακέτο έχει υποστεί παραμόρφωση και να απορρίψει το πακέτο ή να αιτιολογήσει την επανάληψη της μετάδοσής του.

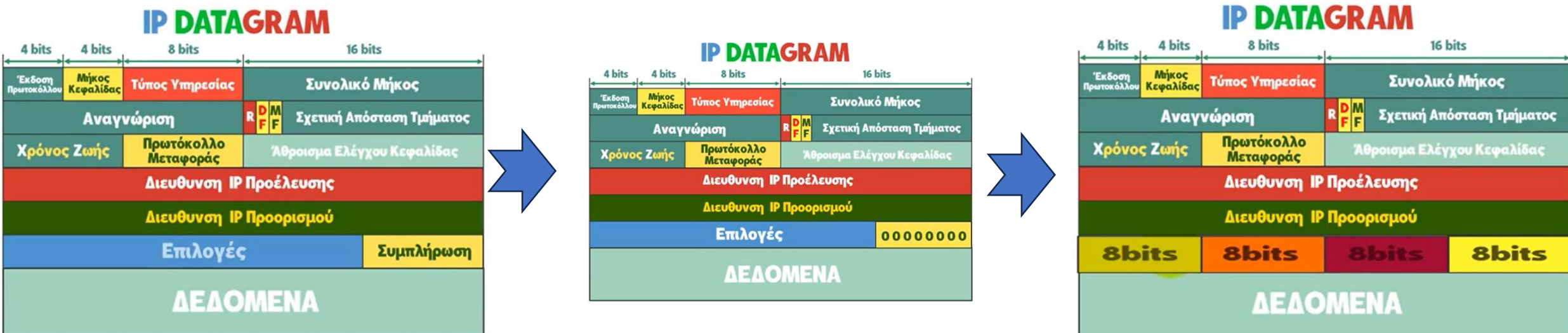
ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Το πεδίο **Επιλογές (Options)** είναι **προαιρετικό** και χρησιμοποιείται για **ειδικές λειτουργίες** όμως **όχι συχνά**.

Όταν υπάρχει, το πεδίο **Συμπλήρωμα (Padding)**

συμπληρώνει το πεδίο **Επιλογές με μηδενικά**

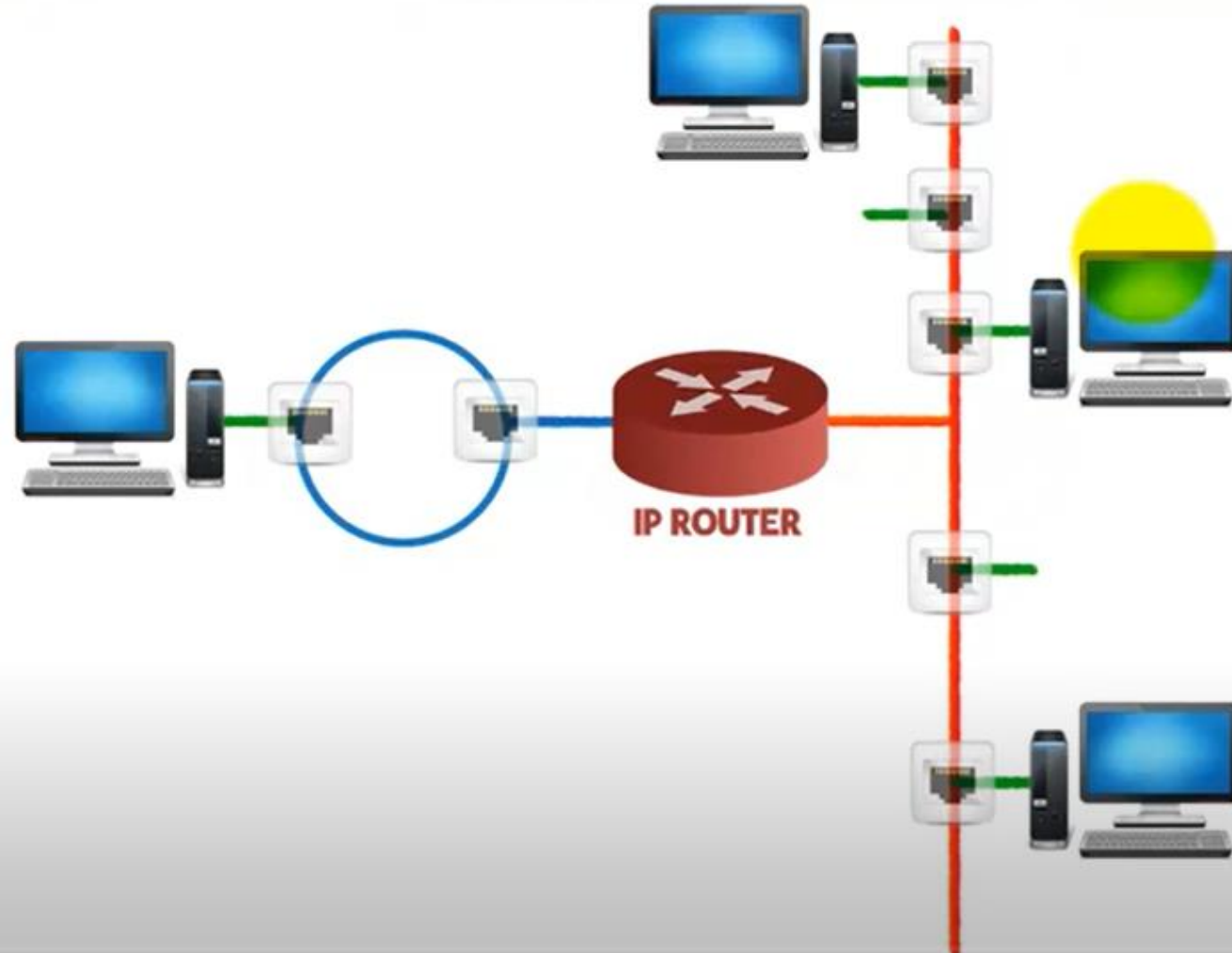
ώστε η επικεφαλίδα συνολικά να είναι **ακέραιος αριθμός λέξεων των 32 bit**.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Παράδειγμα 3.2.1 κατάτμησης αυτοδύναμου πακέτου IP

Ένα αυτοδύναμο πακέτο IP προερχόμενο από ένα δίκτυο Token Ring πρόκειται να προωθηθεί στον υπολογιστή προορισμού ο οποίος βρίσκεται σε δίκτυο Ethernet..



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

3.2 Το αυτοδύναμο πακέτο IP (datagram) - Δομή πακέτου

Παράδειγμα 3.2.1 κατάτμησης αυτοδύναμου πακέτου IP

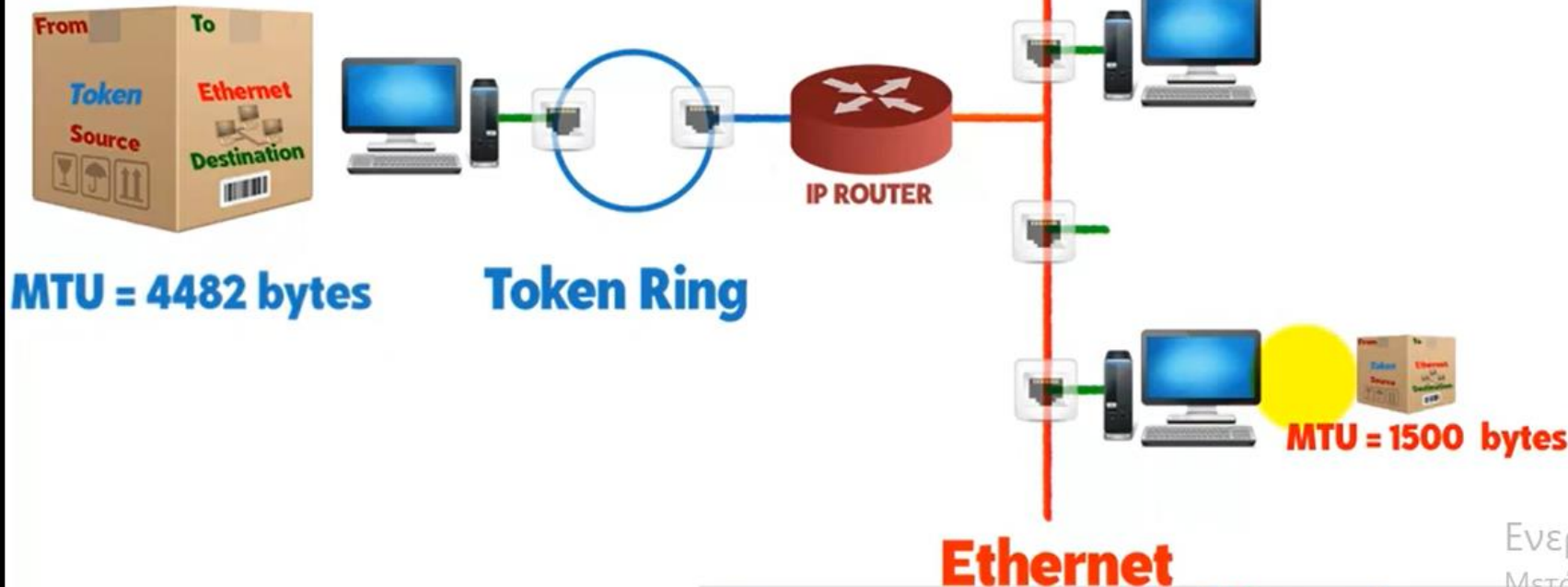
Τα δυο δίκτυα **συνδέονται** με έναν **δρομολογητή** IP.

Στο δίκτυο **Token Ring** (2ο επίπεδο) το **MTU = 4482 bytes**, δηλαδή το πλαίσιο μπορεί να μεταφέρει δεδομένα μέγιστου μεγέθους 4482 byte.



MTU: Maximum Transmission Unit

δηλ. το **μέγιστο μήκος δεδομένων** του πλαισίου στο δίκτυο **2ου επιπέδου**,



MTU = 4482 bytes

Token Ring

IP ROUTER

MTU = 1500 bytes

Ethernet

Ενεργοποιήστε

Μετάβαση στις ρυθμί

Από την άλλη μεριά το δίκτυο **Ethernet** έχει **MTU = 1500 bytes**, δηλαδή το πλαίσιο του μπορεί να μεταφέρει το πολύ 1500 bytes.



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Παράδειγμα 3.2.1 κατάτμησης αυτοδύναμου πακέτου IP

Το **αρχικό πακέτο** έχει συνολικό μήκος 4482 bytes ή επικεφαλίδα 20 και 4462 δεδομένα.

Αν δεν μας δίνουν πληροφορίες για την επικεφαλίδα θεωρούμε ότι

20 είναι το **ελάχιστο** μήκος της επικεφαλίδας **χωρίς δεδομένα**

IP DATAGRAM



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Παράδειγμα 3.2.1 κατάτμησης αυτοδύναμου πακέτου IP

Το **αρχικό πακέτο** έχει συνολικό μήκος 4482 bytes ή επικεφαλίδα 20 και 4462 δεδομένα.



Κάθε τμήμα θα πρέπει να έχει συνολικό μήκος **μαζί** με την επικεφαλίδα **Total_Length <1500 bytes**

και το μήκος των **δεδομένων** να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του 8 για να βγαίνει ακέραια η τιμή της σχετικής θέσης του τμήματος (Offset).

$$\text{DATA\#1} = k * 8$$

$$\text{DATA\#2} = k * 8$$



Ενεργοποιήστε το Μετάβαση στις ρυθμίσεις των Windows.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

3.2 Το αυτοδύναμο πακέτο IP (datagram) - Δομή πακέτου

Παράδειγμα 3.2.1 κατάτμησης αυτοδύναμου πακέτου IP

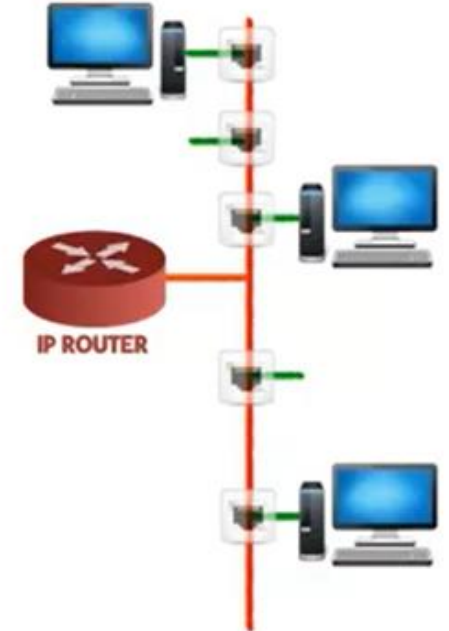
Πρέπει να είναι δηλαδή:

$$\text{Payload_Length} = \text{INT}((\text{MTU} - \text{IHL} * 4) / 8) =$$



Σχετική Θέση Τμήματος

$$\text{Fragment_offset} = n * \text{INT}((\text{MTU} - \text{IHL} * 4) / 8)$$



Payload_Length → Δεδομένα χωρίς την επικεφαλίδα



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

3.2 Το αυτοδύναμο πακέτο IP (datagram) - Δομή πακέτου

Παράδειγμα 3.2.1 κατάτμησης αυτοδύναμου πακέτου IP

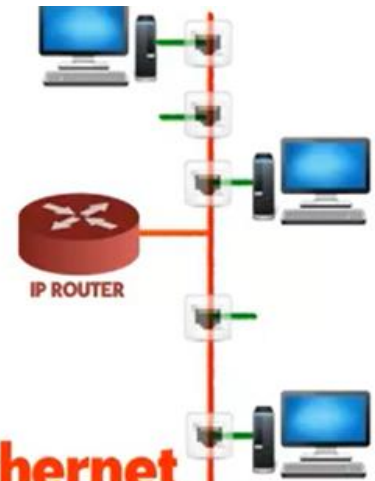
Πρέπει να είναι δηλαδή:

$$\text{Payload_Length} = \text{INT}((\text{MTU} - \text{IHL} \cdot 4) / 8) =$$

$$= \text{INT}((1500 - 20) / 8) = \text{INT}(1480/8) = 185 \text{ οκτάδες byte}$$

ή $185 \times 8 = 1480 \text{ bytes}$.

Στην περίπτωση μας συμβαίνει να είναι το 1480 και ακέραιο πολλαπλάσιο του 8.



Ethernet
MTU = 1500 bytes

Το **αρχικό πακέτο** των **4462 bytes** δεδομένων

θα χωριστεί σε

$\text{INT}(4462/1480)+1$ **πακέτα** δηλαδή

$\text{INT}(3,01486)+1 = 4$ πακέτα,

3 πακέτα των 1480

και ένα με τα **δεδομένα** που **περισσεύουν** δηλαδή $4462 - (3 \times 1480) = 22$



Token Ring

MTU = 4482 bytes

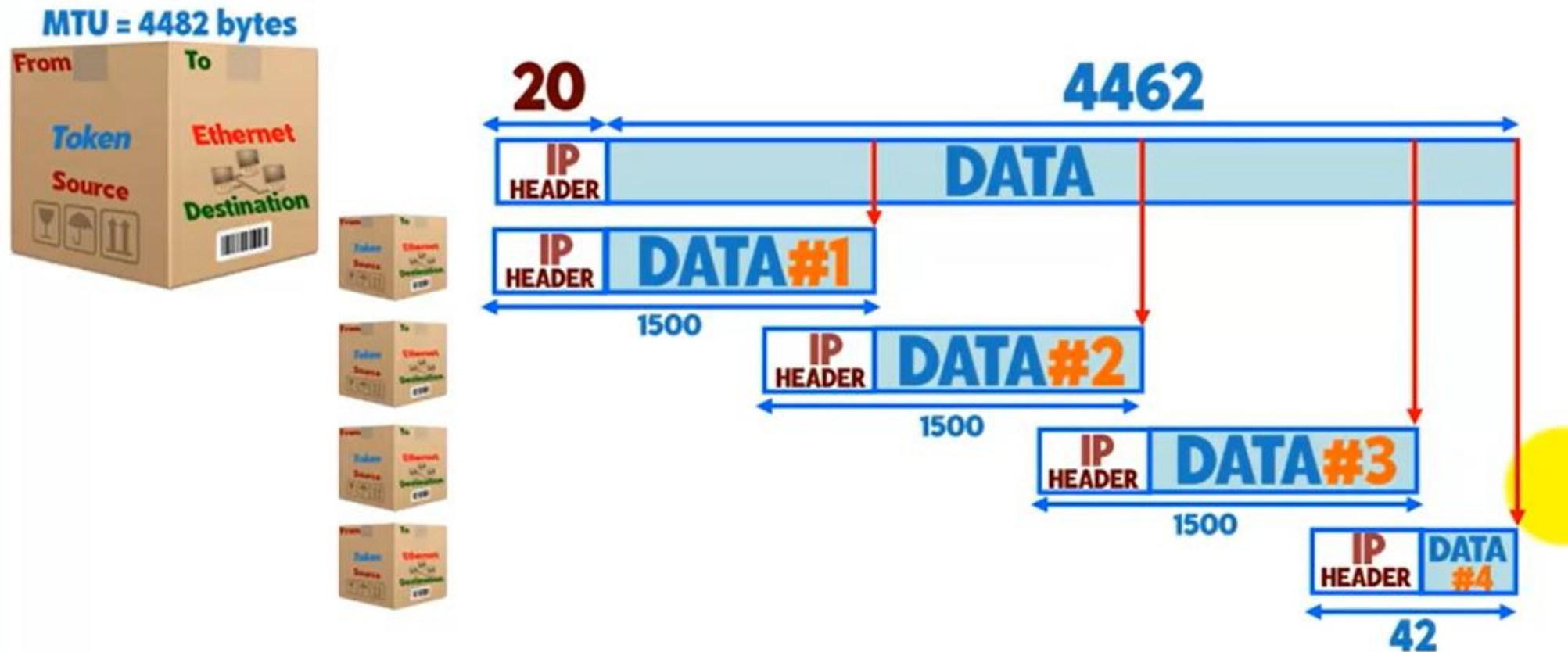


Ενεργοποιήστε το
Μεγάλο κλικ στις ρυθμίσεις
των Windows.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

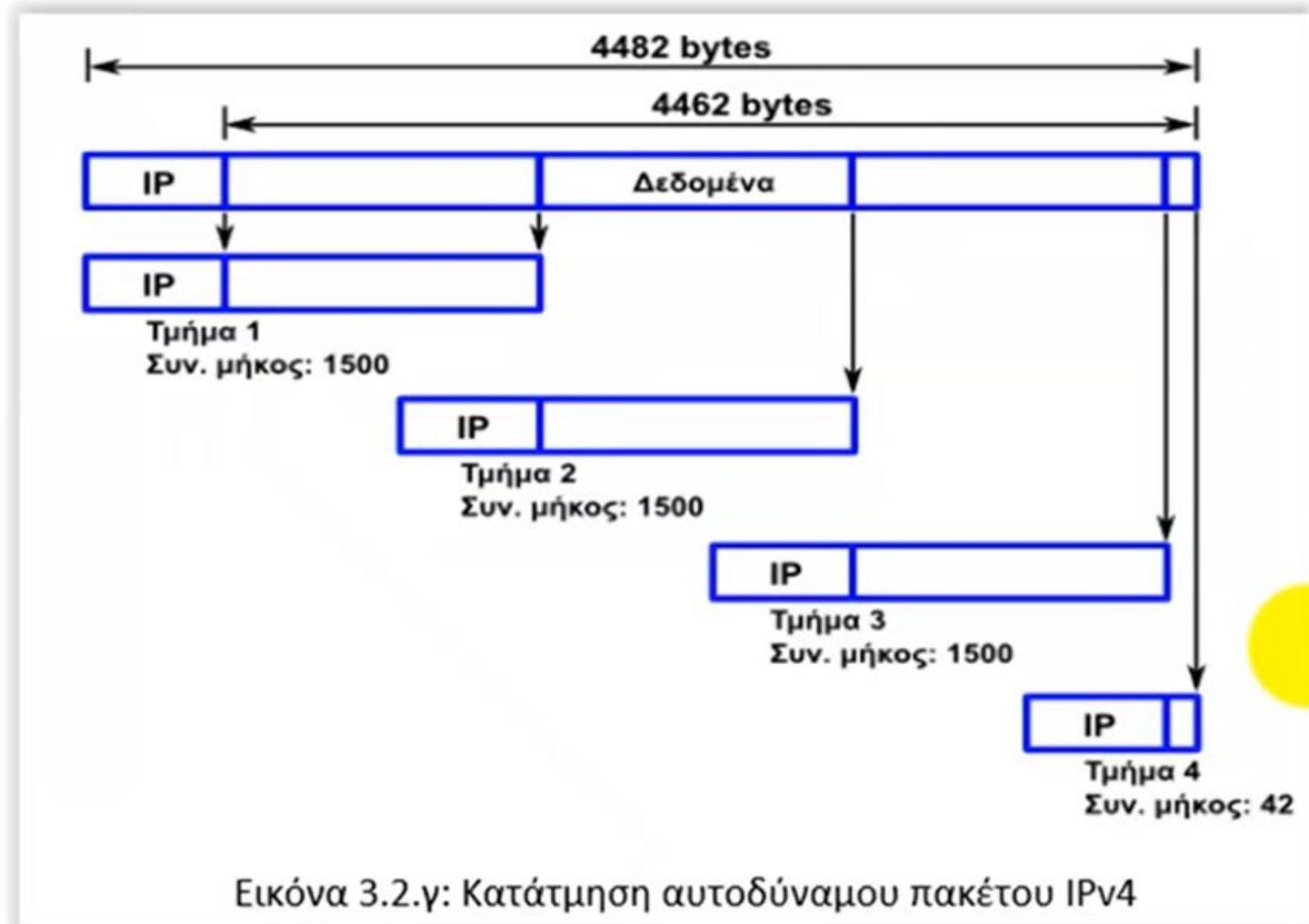
Παράδειγμα 3.2.1 κατάτμησης αυτοδύναμου πακέτου IP

Στην παρακάτω εικόνα 3.2.γ φαίνεται η διαδικασία κατάτμησης



ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Παράδειγμα 3.2.1 κατάτμησης αυτοδύναμου πακέτου IP



Ενε
Μετα
των

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Παράδειγμα 3.2.1 κατάτμησης αυτοδύναμου πακέτου IP



Η σχετική θέση του τμήματος (σε οκτάδες byte) υπολογίζεται ως εξής

$$\text{Fragment_offset} = n * \text{INT}((\text{MTU} - \text{IHL} * 4) / 8)$$

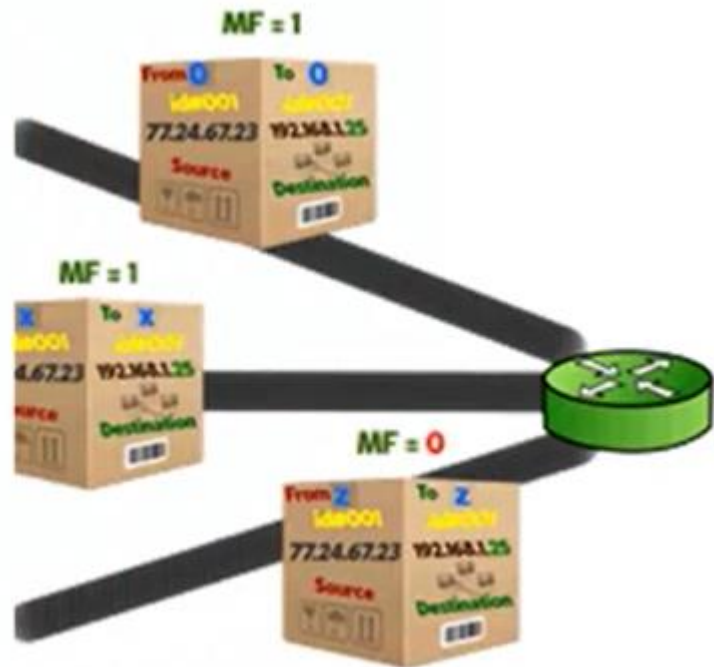
$$= n * \text{INT}(1480/8) = \eta * 185 \quad \text{για } n = 0, 1, 2, 3 \text{ και είναι}$$

για το πρώτο τμήμα 0 με **MF=1**,
για το δεύτερο τμήμα $1 * 185 = 185$ με **MF=1**,
για το τρίτο τμήμα $2 * 185 = 370$ με **MF=1** και
για το τέταρτο τμήμα $3 * 185 = 555$ με **MF=0** γιατί είναι το τελευταίο τμήμα και δεν υπάρχει άλλο.

Από το μικρότερο στο μεγαλύτερο

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Η σχετική θέση τμήματος επιτρέπει στον υπολογιστή προορισμού να τοποθετήσει τα τμήματα με τη σωστή σειρά για τη συναρμολόγηση του αρχικού πακέτου ακόμη κι αν αυτά έχουν φτάσει στον προορισμό με διαφορετική σειρά. Όλα τα τμήματα του ίδιου αρχικού πακέτου έχουν την ίδια τιμή στο πεδίο Αναγνώριση.



Ενεργοποιήστε
Μετάβαση στη
Windows.

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Η σχετική θέση τμήματος επιτρέπει στον υπολογιστή προορισμού να τοποθετήσει τα τμήματα με τη σωστή σειρά για τη συναρμολόγηση του αρχικού πακέτου ακόμη κι αν αυτά έχουν φτάσει στον προορισμό με διαφορετική σειρά. Όλα τα τμήματα του ίδιου αρχικού πακέτου έχουν την ίδια τιμή στο πεδίο Αναγνώριση.



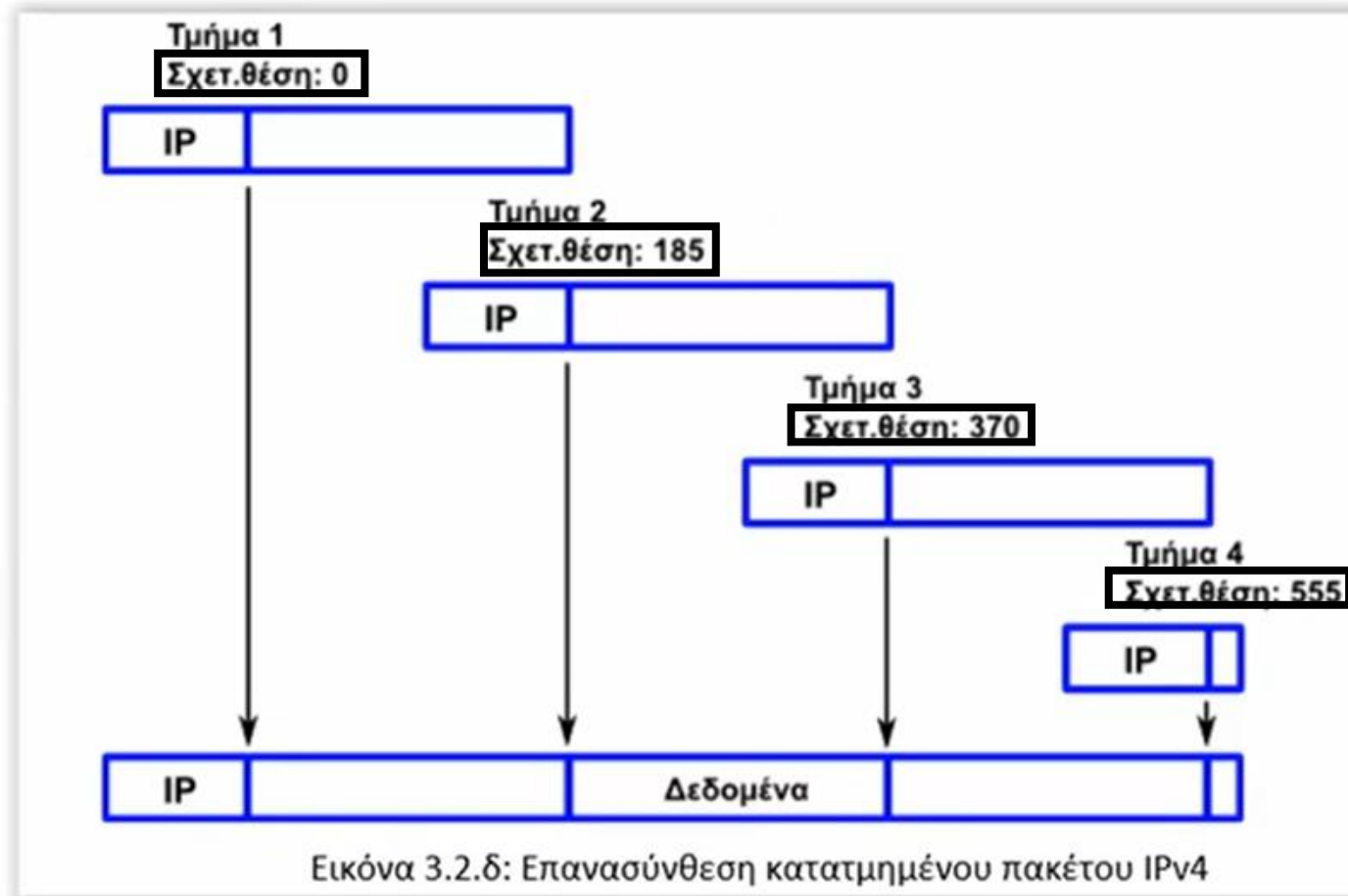
ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

	1ο ΤΜΗΜΑ	2ο ΤΜΗΜΑ	3ο ΤΜΗΜΑ	4ο ΤΜΗΜΑ
Μήκος Επικεφαλίδας	5	5	5	5
Συνολικό Μήκος (bytes)	1500	1500	1500	42
Μήκος Δεδομένων	1480	1480	1480	22
Αναγνώριση	0x2b41	0x2b41	0x2b41	0x2b41
DF σημαία	0	0	0	0
MF σημαία	1	1	1	0
Σχετική Θέση Τμήματος Οκτάδες byte	0	185	370	555

Πεδία επικεφαλίδων τμημάτων κατατμημένου πακέτου IPv4

ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΟ ΠΑΚΕΤΟ IP DATAGRAM-ΔΟΜΗ ΠΑΚΕΤΟΥ

Όταν τα τμήματα φτάσουν στον υπολογιστή προορισμού συναρμολογούνται στο αρχικό διασπασθέν πακέτο IP.



Ενεργοποιήστε τα
Μετάβαση στις ρυθμίσεις