ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ

Δίκτυα Επικοινωνίας και Υπολογιστών

Ενότητα 6γ : Διαδικτύωση, Έννοιες, Αρχιτεκτονική και Πρωτόκολλα

Γούδος Σωτήριος
Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Χαρακτηριστικά IPv6

Η IPv6 διατηρεί πολλά χαρακτηριστικά των IPv4, IPv6, αλλά αλλάζει όλες τις λεπτομέρειες

Νέες δυνατότητες στο IPv6:

- Μέγεθος διεύθυνσης
  - Αντί για 32 bits, κάθε διεύθυνση IPv6 περιέχει 128 bits.
- Μορφή Επικεφαλίδας
  - Η επικεφαλίδα είναι εντελώς διαφορετική
- Επέκταση επικεφαλίδων
  - Η IPv6 κωδικοποιεί τις πληροφορίες σε ξεχωριστές κεφαλίδες
- Υποστήριξη πολυμέσων
  - Επιτρέπει στον αποστολέας/ δέκτη τη δημιουργία ενός διαύλου υψηλής ποιότητας
- Επεκτάσιμο πρωτόκολλο
  - Δεν προσδιορίζει όλες τις πιθανές δυνατότητες του πρωτοκόλλου, ανοιχτό σε νέες επεκτάσεις

Κατακερματισμός, επανασυναρμολόγηση και Διαδρομή MTU (1)

- Ο κατακερματισμός στην IPv6 διαφέρει από τον κατακερματισμό στην IPv4
- Στην IPv4, ο κατακερματισμός γινόταν όταν ένα datagram ήταν πολύ μεγάλο για την NW
- Στην IPv6, ένας υπολογιστής αποστολής είναι υπεύθυνος για τον κατακερματισμό
    - Ο υπολογιστής επιλέγει ένα μέγεθος datagram που δεν θα απαιτεί τον κατακερματισμό
    - Οι δρομολογητές δεν κατακερματίζουν τα datagram

Κατακερματισμός, επανασυναρμολόγηση και Διαδρομή MTU (2)

- Πώς να επιλέγετε ένα μέγεθος datagram;
  - Ο οικοδεσπότης πρέπει να μάθει το μέγεθος της MTU κάθε NW κατά μήκος της διαδρομής
    - Το ελάχιστο μήκος MTU είναι γνωστό ως η διαδρομή MTU
- Η γνώση της διαδρομής MTU είναι γνωστή ως " ανακάλυψη διαδρομής της MTU "
- Η ανακάλυψη διαδρομης της MTU είναι μια επαναληπτική διαδικασία
  - Ένας υπολογιστής στέλνει μια σειρά από datagrams διάφορων μεγεθών στον προορισμό για να δει αν φθάνουν χωρίς σφάλματα
  - Μόλις ένα datagram είναι αρκετά μικρό για να περάσει χωρίς κατακερματισμό, ο οικοδεσπότης επιλέγει ένα μέγεθος ίσο με το μονοπάτι της MTU

Κατακερματισμός, επανασυναρμολόγηση και Διαδρομή MTU (3)

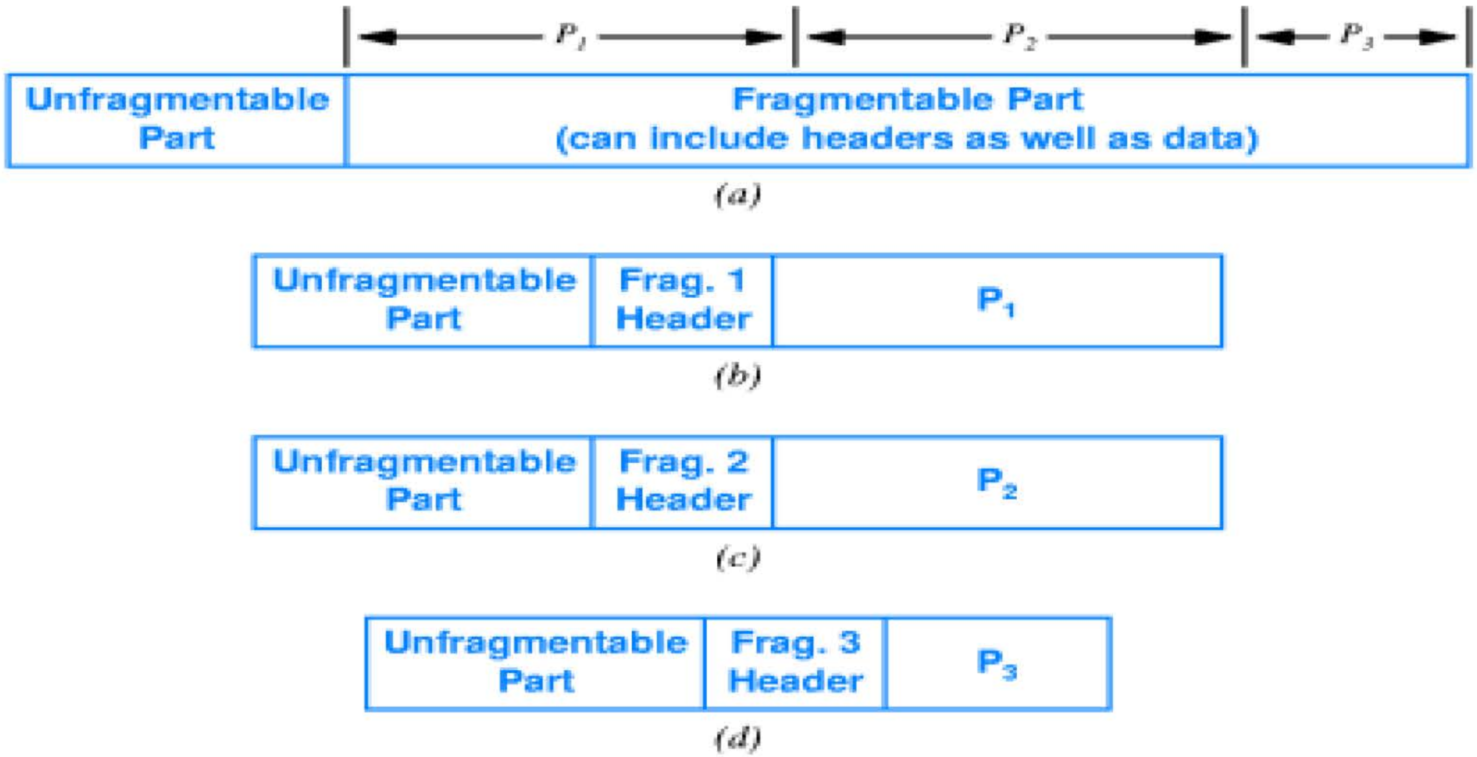
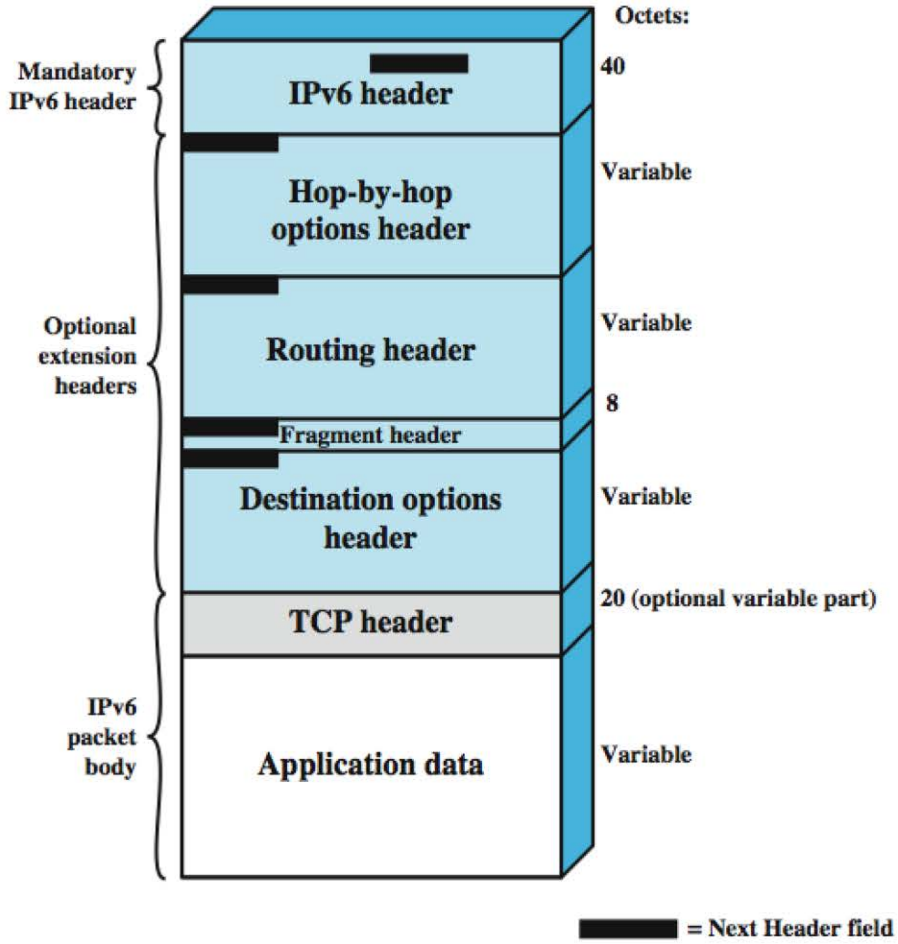


Figure 22.5 Illustration of fragmentation in IPv6. The fragmentable part of the original datagram (*a*), is placed in the payload area of fragments (*b*, *c*, and *d*). Each fragment begins with a copy of the unfragmentable part and a fragment extension header.

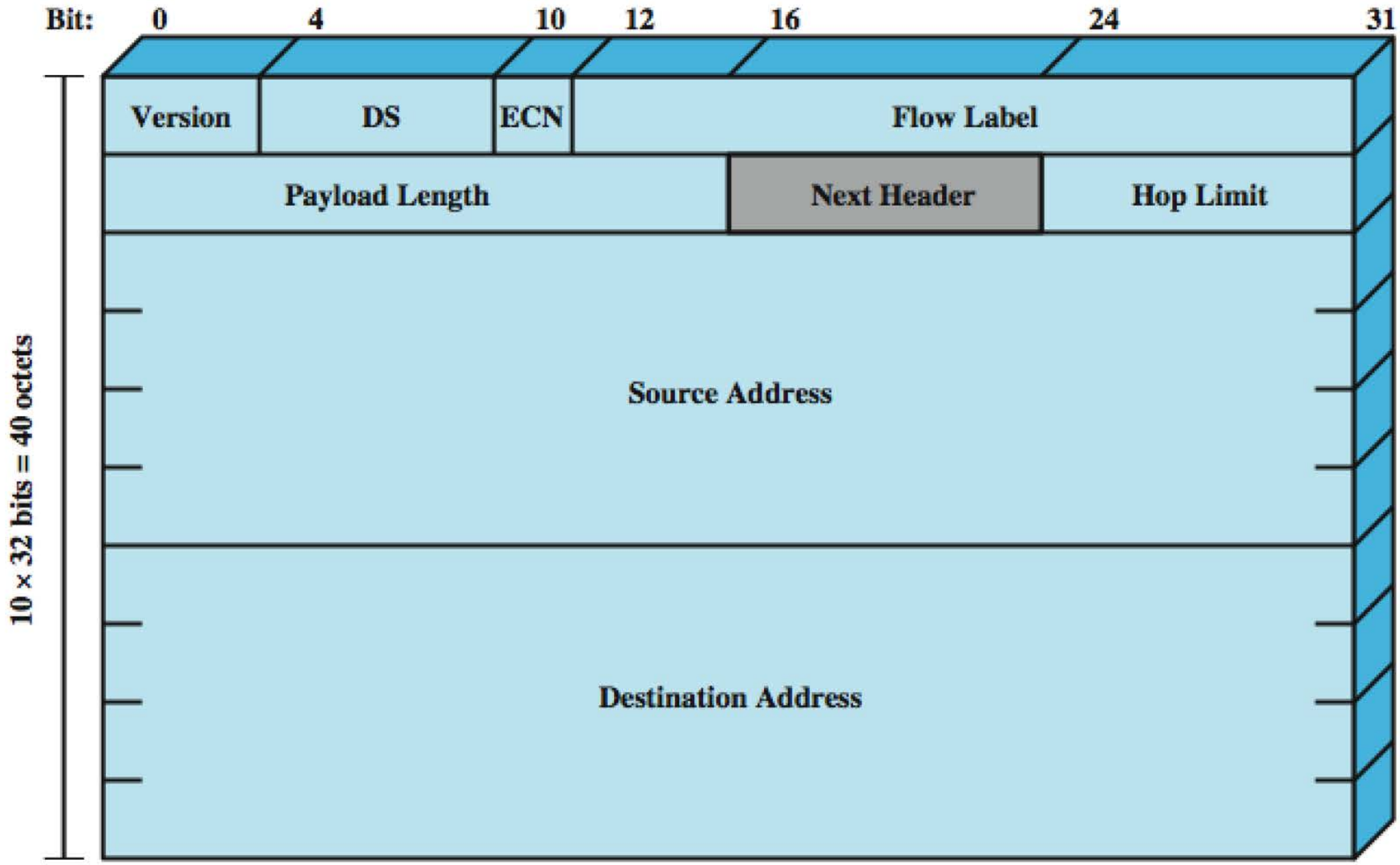
Ο σκοπός των πολλαπλών Επικεφαλίδων

- Υπάρχουν δύο λόγοι: οικονομία και επεκτασιμότητα
- οικονομία
  - Διαμέριση της λειτουργικότητας των datagram σε ξεχωριστές κεφαλίδες, διότι εξοικονομεί χώρο
  - Μικρότερα datagrams θέλουν λιγότερο χρόνο για τη μετάδοση
  - Μείωση του μεγέθους datagram $\Longrightarrow$ μειώση εύρους ζώνης
- Επεκτασιμότητα
  - χρήσιμη για την προσθήκη νέων χαρακτηριστικών στο πρωτόκολλο
  - Στην IPv6, οι υπάρχουσες κεφαλίδες πρωτοκόλλου μπορεί να παραμείνουνι αμετάβλητες.
    - NEXT HEADER ορίζονται, καθώς και μια νέα μορφήεπικεφαλίδων
- Κύριο πλεονέκτημα των νέων προσθηκών στην επικεφαλίδα είναι η δυνατότητα πειραματισμού με νέα πρωτόκολλα

Δομή IPv6 PDU (Πακέτο)



IP v6 Επικεφαλίδα



Μορφή Βάσης Επικεφαλίδας IPv6

- Αν και είναι δύο φορές μεγαλύτερη από μια κεφαλίδα IPv4
  - η βάση της επικεφαλίδα IPv6 περιέχει λιγότερες πληροφορίες,
- ΕΤΙΚΕΤΑ ΡΟΗΣ
  - για χρήση με νέες εφαρμογές που απαιτούν εγγυήσεις απόδοσης
  - συνδέουν ένα datagram με ένα συγκεκριμένο μονοπάτι
  - έχει χωριστεί σε TRAFFIC CLASS
- ΜΗΚΟΣ ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ
  - αντιστοιχεί στο πεδίο μήκους datagram IPv4 του
- ΕΠΟΜΕΝΗ ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑ
  - προσδιορίζει το είδος των πληροφοριών που ακολουθεί την τρέχουσα επικεφαλίδα

IP v6 Ετικέτα Ροής

- Σχετίζεται με την ακολουθία πακέτου
- χρειάζεται ειδικό χειρισμό
- Προσδιορίζεται από src & dest addr + ετικέτα ροής
- Ο δρομολογητής αντιμετωπίζει τη ροή ως διαμερισμό χαρακτηριστικών
    - π.χ. διαδρομή, κατανομή πόρων, απόρριψη απαιτήσεων, η λογαριασμοί, ασφάλεια
- Αντιμετώπιση ροών με διαφορετικό τρόπο
    - μεγέθη μνήμης, διαφορετικά προτεραιότητα προώθησης, διαφορετική ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών
- Εναλακτικότητα στις πληροφορίες της κάθε κεφαλίδας
- Απαιτήσεις σχετικά με την επεξεργασία σήματος ροής

Διευθυνσιοδότηση IPv6

- 128 bits
- IPv6 περιλαμβάνει τις διευθύνσεις με μια πολυεπίπεδη ιεραρχία
  - ISP ⟹ Εταιρεία ⟹ ιστοσελίδα ⟹ κοκ.
- Ανάθεση στη διεπαφή
- Κάθε διεπαφή μπορεί να έχει πολλαπλές διευθύνσεις unicast
- Η IPv6 ορίζει ένα σύνολο από ειδικές διευθύνσεις, κάθε μία είναι από τρεις βασικούς τύπους:
  - Μονοεκμπομής Unicast, σε έναν υπολογιστή
  - Πολυεκμπομπής Multicast, ένα σύνολο υπολογιστών, ενδεχομένως σε πολλές περιοχές
  - Καθολικής εκμπομπής Anycast (cluster), ένα σύνολο συσκευών που μοιράζονται ένα κοινό πρόθεμα

IPv6 Colon Δεκαεξαδικός συμβολισμός

- Γράφοντας 128-bit αριθμούς μπορεί να είναι δύσχρηστο
  - Σκεφτείτε έναν αριθμό 128-bit γραμμένο σε μορφή με τελείες:

    105.220.136.100.255.255.255.255.0.0.18.128.140.10.255.255
- Η IPv6 προτείνει τη χρήση μιας συμπαγούς συντακτικής μορφής που είναι γνωστή ως δεκαεξαδικό colon
- Ο παραπάνω αριθμός σε μορφή δεκαεξαδικού

    69DC: 8864: FFFF: FFFF: 0: 1280: 8C0A: FFFF
- Αντικαθίστανται οι ακολουθίες μηδενικών με δύο ερωτηματικά
  - Παρ. FF0C : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : B1 → FF0C : : B1

IPv6 Διευθύνσεις

104.230.140.100.255.255.255.255.0.0.17.128.150.10.255.255=
=68E6:8C64:FFFF: FFFF:0:1180:96A:FFFF

FF05:0:0: 0:0: 0:0:B3=FF05::B3

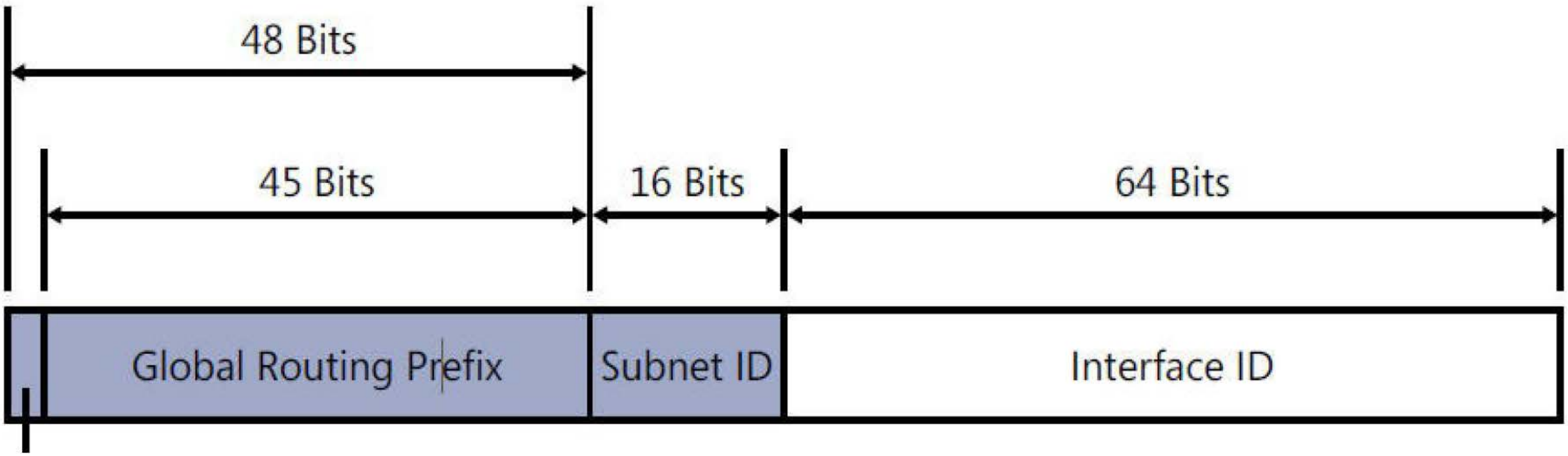
0:0: 0:0: 0:0:128.10.2.1=:: 128.10.2.1

Μορφές Διευθύνσεων

- unicast
  - Μονή διεπαφή
- anycast
  - Πολλές διεπαφές (συνήθως διαφορετικοί κόμβοι)
  - Παράδοση σε κάθε διεπαφή
  - στο "κοντινότερο"
- multicast
  - Πολλές διεπαφές
  - Παράδοση σε κάθε εντοπισμένη διεπαφή

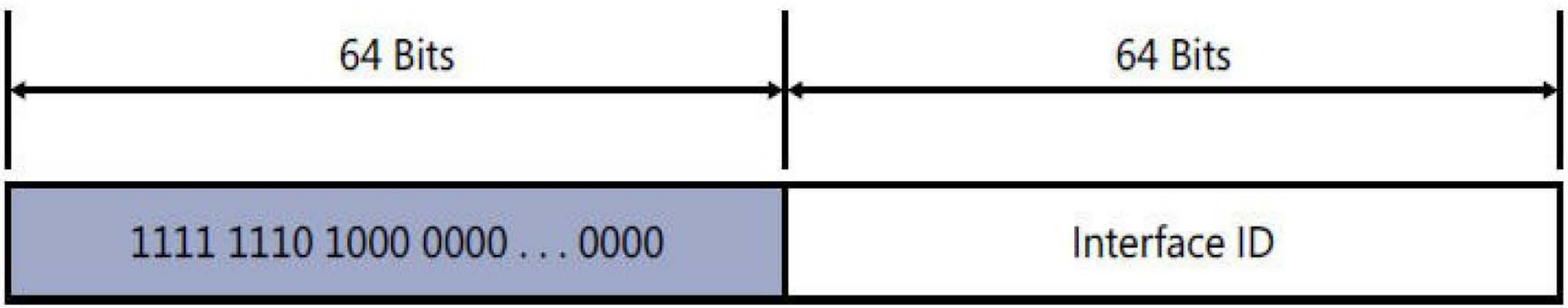
Παγκόσμιες unicast Διευθύνσεις Global Unicast Addresses

- **Παγκόσμιο Πρόθεμα Δρομολόγησης** Δείχνει το πρόθεμα δρομολόγησης για την ιστοσελίδα ενός συγκεκριμένου οργανισμού.
- **ID Υποδικτύου** Χρησιμοποιείται μέσα από τις σελίδες ενός οργανισμού για τον εντοπισμό των υποδίκτυων μέσα από τις σελίδες του.
- **ID Διεπαφής** Δείχνει το περιβάλλον σε ένα συγκεκριμένο υποδίκτυο εντός του δικτύου.



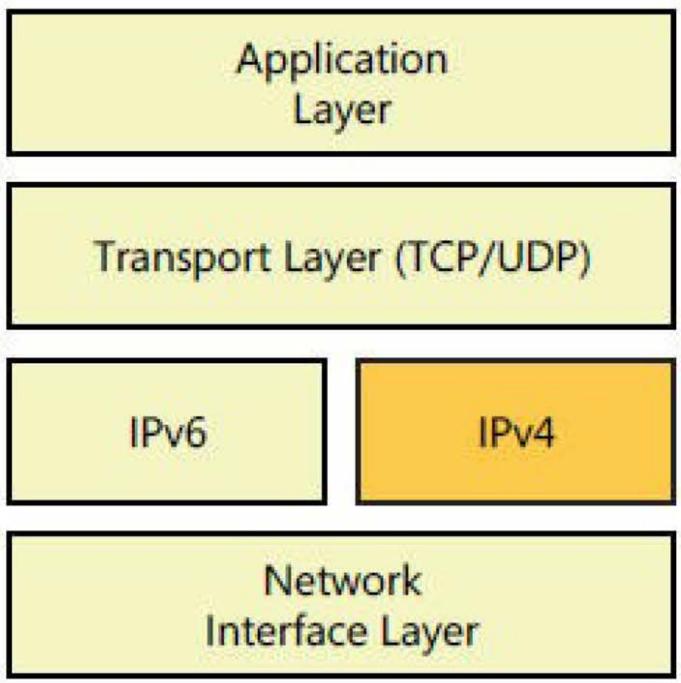
Διευθύνσεις τοπικής σύνδεσης Link-Local Addresses

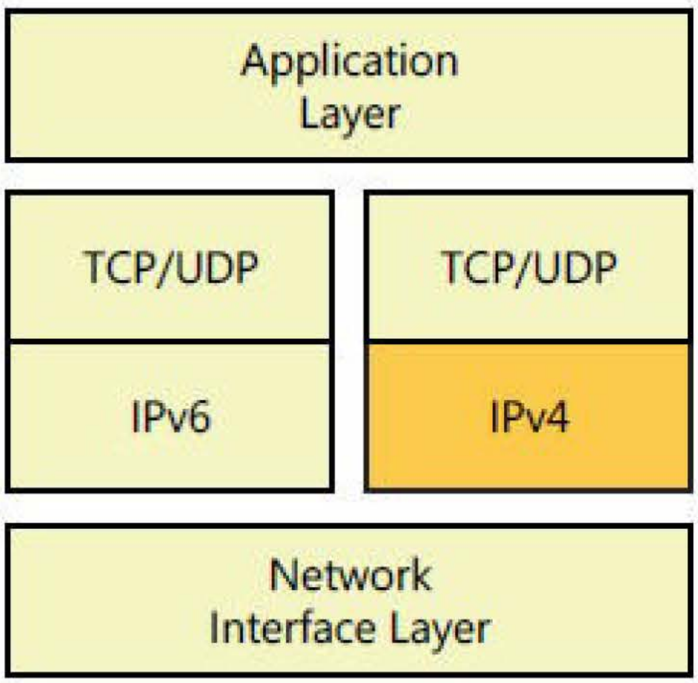
- Οι IPv6 τοπικής σύνδεσης διευθύνσεις χρησιμοποιούνται από τους κόμβους κατά την επικοινωνία με γειτονικούς κόμβους στον ίδια ζεύξη.
- Οι διευθύνσεις τοπικής σύνδεσης αρχίζουν πάντοτε με το FE80. Ένα router IPv6 δεν προωθεί μια διεύθυνση τοπικής σύνδεσης πέρα από την ζεύξη.



Χρήση IPv4 και IPv6

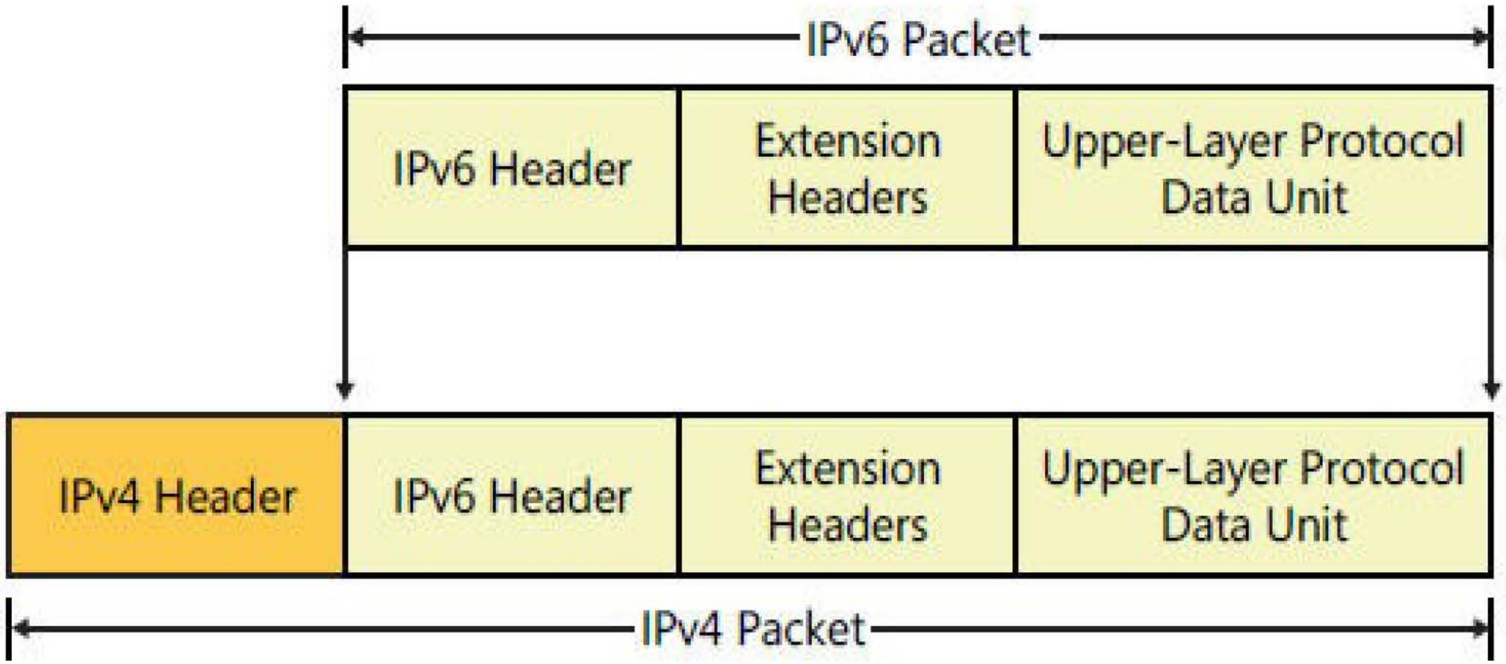
- ❖ Αρχιτεκτονική Επιπέδων Dual IP
- ❖ Αρχιτεκτονική Dual stack





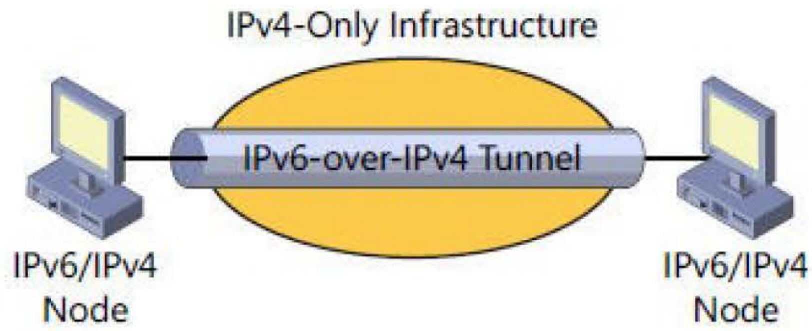
Τούνελ IPv6-πάνω από-IPv4
IPv6-over-IPv4 Tunneling

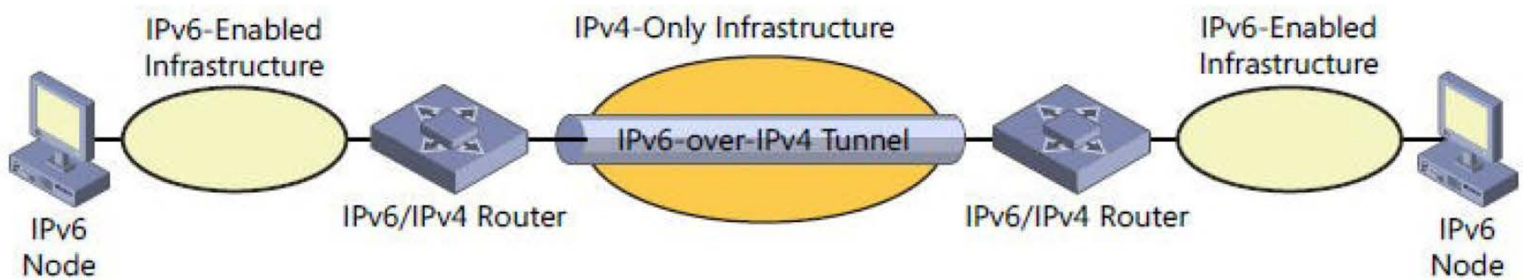
- **Το Τούνελ IPv6-πάνω από-IPv4** είναι η ενθυλάκωση πακέτων IPv6 με μια κεφαλίδα IPv4 έτσι ώστε τα IPv6 πακέτα να μπορούν να σταλούν πάνω από μια IPv4-μόνο υποδομή

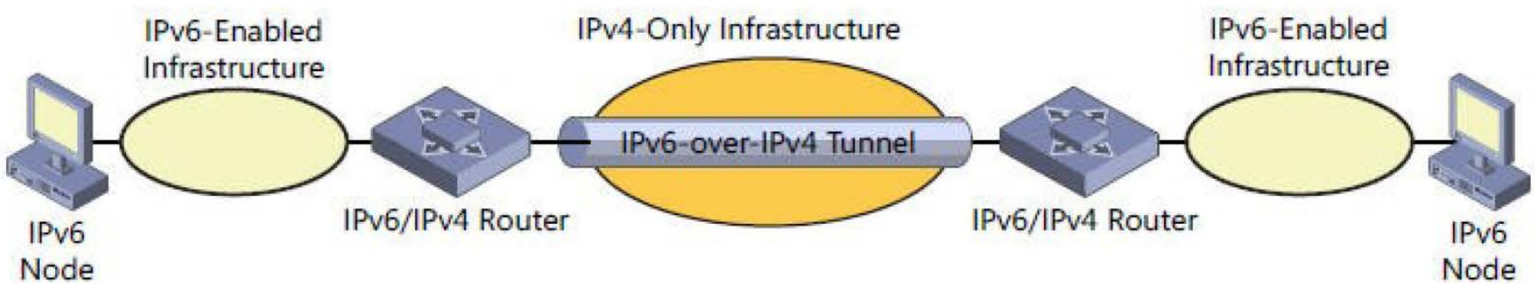


Tunneling Configurations

- Router-to-router
- Host-to-router και router-to-host
- Host-to-host







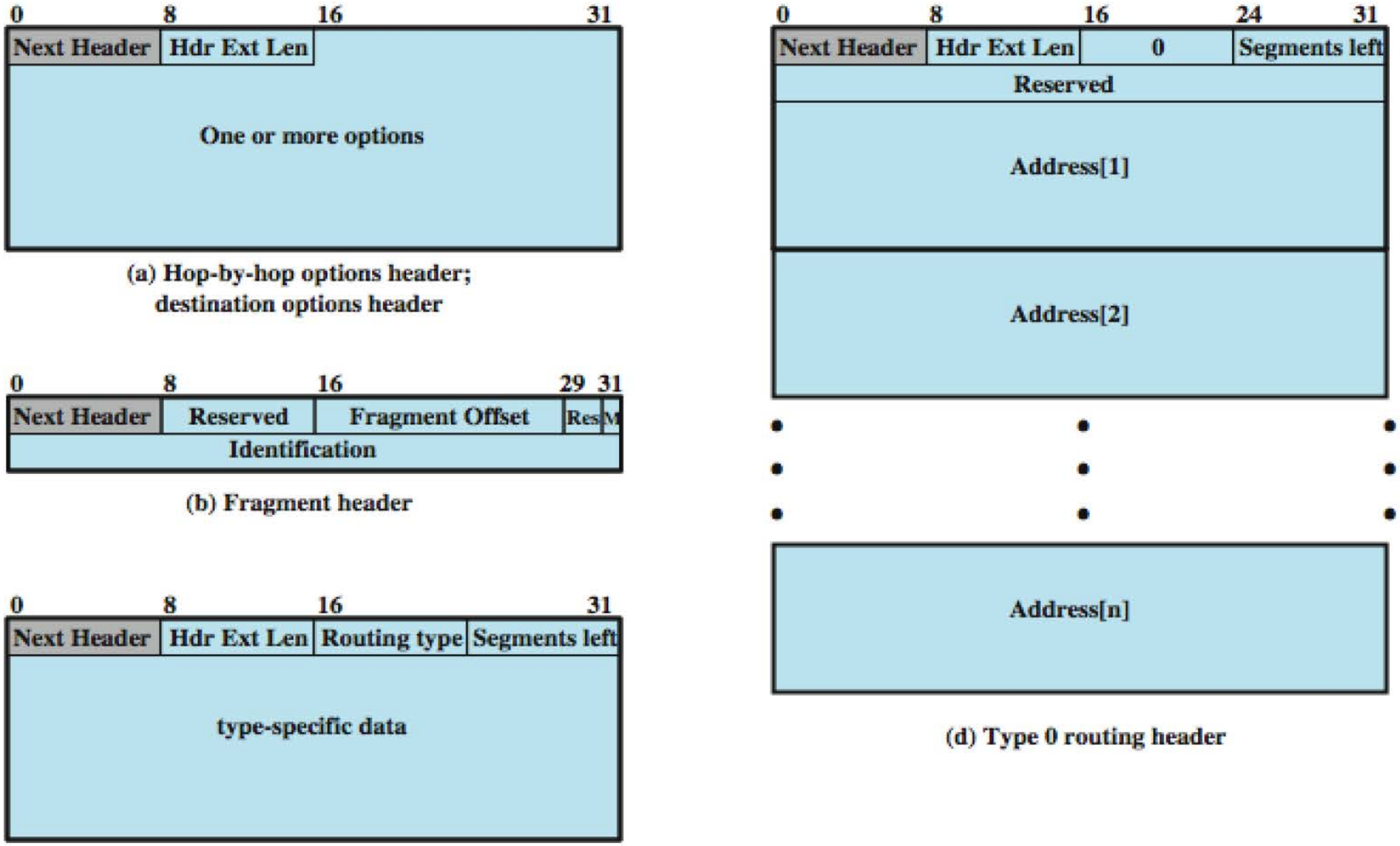
ipconfig Windows Vista

```
Windows IP Configuration


Ethernet adapter Local Area Connection:

   Connection-specific DNS Suffix  . : ecoast.example.com
   IPv6 Address. . . . . . . . . . . : 2001:db8:21da:7:713e:a426:d167:37ab
   Temporary IPv6 Address. . . . . . : 2001:db8:21da:7:5099:ba54:9881:2e54
   Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::713e:a426:d167:37ab%6
   IPv4 Address. . . . . . . . . . . : 157.60.14.11
   Subnet Mask . . . . . . . . . . . : 255.255.255.0
   Default Gateway . . . . . . . . . : fe80::20a:42ff:feb0:5400%6
                                       157.60.14.1

Tunnel adapter Local Area Connection* 6:

   Connection-specific DNS Suffix  . : ecoast.example.com
   IPv6 Address. . . . . . . . . . . : 2001:db8:908c:f70f:200:5efe:157.60.14.11
   Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::200:5efe:157.60.14.11%9
   Default Gateway . . . . . . . . . : fe80::200:5efe:131.107.25.1%9

Tunnel adapter Local Area Connection* 7:

   Media State . . . . . . . . . . . : Media disconnected
   Connection-specific DNS Suffix  . :
```

netsh interface ipv6 show addresses

```
Interface 1: Loopback Pseudo-Interface 1

Addr Type  DAD State   Valid Life Pref. Life Address

---------  ----------- ---------- ---------- ------------------------

Other      Preferred     infinite   infinite ::1

Interface 12: isatap.{AD818BDF-5BAF-49A6-B9BB-EE3993B34BAE}

Addr Type  DAD State   Valid Life Pref. Life Address

---------  ----------- ---------- ---------- ------------------------

Other      Deprecated    infinite   infinite fe80::200:5efe:155.207.9.21%12

Interface 13: Teredo Tunneling Pseudo-Interface

Addr Type  DAD State   Valid Life Pref. Life Address

---------  ----------- ---------- ---------- ------------------------

Other      Deprecated    infinite   infinite fe80::100:7f:fffe%13
```

IPv6 Επικεφαλίδες Επέκτασης



(a) Hop-by-hop options header; destination options header

(b) Fragment header

(c) Generic routing header

(d) Type 0 routing header

Επιλογές Hop-by-Hop

- πρέπει να εξετάζεται από κάθε δρομολογητή
  - εάν είναι άγνωστο απόρριψη / χειρισμός προώθησης καθορίζεται
- επόμενη επικεφαλίδα
- Μήκος επέκτασης επικεφαλίδας
- Επιλογές
  - Pad1
  - PadN
  - Μέγιστο ωφέλιμο φορτίο (Jumbo payload)
  - Ειδοποίηση δρομολογητή

Επικεφαλίδα κατακερματισμού

- ο κατακερματισμός επιτρέπεται μόνο στην πηγή
- Όχι κατακερματισμός απο ενδιάμεσους δρομολογητές
- Ο κόμβος πρέπει να ανακαλύψει την διαδρομή για να βρει την μικρότερη MTU των ενδιάμεσων δικτύων
- Ρύθμιση τμημάτων πηγής ώστε να ταιριάζουν με MTU
- αλλιώς περιορισμός σε 1280 οκτάδες
- κεφαλίδα περιλαμβάνει
  - offset τμήματα
  - more fragments bit
  - αναγνώριση

Επικεφαλίδα Δρομολόγησης

- λίστα ενός ή περισσότερων ενδιάμεσων κόμβων για επίσκεψη
- κεφαλίδα περιλαμβάνει
  - Επομενη Επικεφαλίδα
  - Μήκος επέκτασης Επικεφαλίδας
  - Τύπος Δρομολόγησης
  - Διαδρομές δρομολόγησης που απομένουν
- Ο τύπος 0 δρομολόγησης παρέχει μια λίστα με διευθύνσεις
  - Η αρχική διεύθυνση προορισμού είναι η πρώτη στη λίστα
  - Η τρέχουσα διεύθυνση προορισμού είναι η επόμενη της λίστας
  - Η διεύθυνση του τελικού προορισμού είναι η τελευταία στη λίστα

Επικεφαλίδα Επιλογών Προορισμού

- Φέρει προαιρετικές πληροφορίες για τον κόμβο προορισμού
- Μορφή ίδια με hop-by-hop επικεφαλίδα

Εικονικά Ιδιωτικά Δίκτυα
Virtual Private Networks

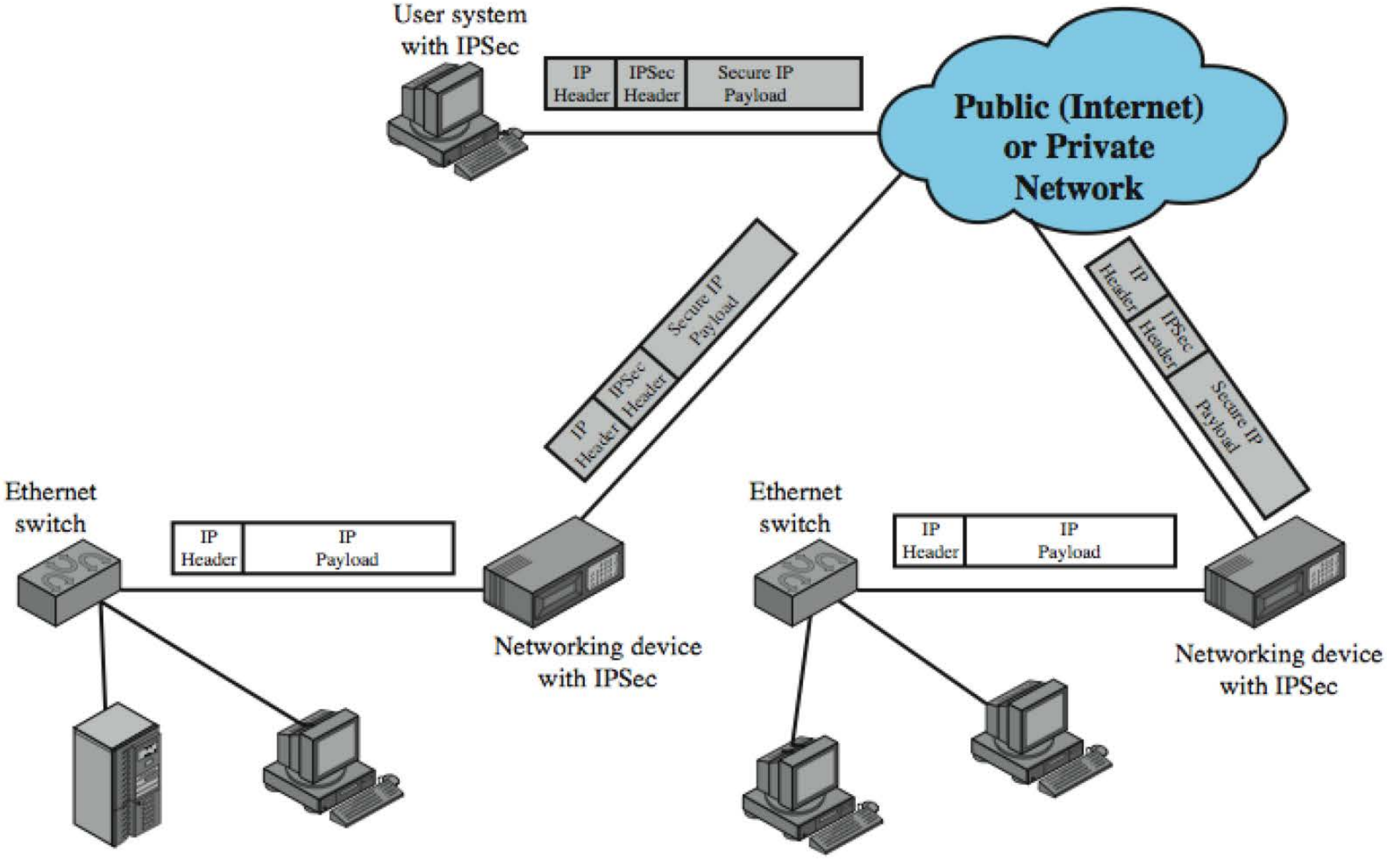
- Το σύνολο των υπολογιστών συνδέονται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας μη ασφαλές δίκτυα
  - π.χ. σύνδεση LANs επιχειρήσεων μέσω του Διαδικτύου
- Χρήση κρυπτογράφησης και ειδικά πρωτόκολλα για την παροχή ασφάλειας

  Για την αποτροπή υποκλοπών και χρήσης από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες
- Οι ιδιόκτητες λύσεις είναι προβληματικές
- άρα, ανάπτυξη του προτύπου IPSec

IPSec

- ❖ RFC 1636 (1994) αναγωρίστηκε η ανάγκη για ασφάλεια
- ❖ κρυπτογράφηση και ελέγχος ταυτότητας για IPv6
- ❖ αλλά σχεδιασμένο και για χρήση με την τρέχουσα IPv4
- ❖ Οι εφαρμογές που χρειάζονται ασφαλεία περιλαμβάνουν:
  - συνδεσιμότητα υποκαταστημάτων
  - απομακρυσμένη πρόσβαση μέσω Internet
  - extranet και intranet συνδεσιμότητας για τους εταίρους
  - ασφάλεια ηλεκτρονικού εμπορίου

Σενάριο IPSec



Οφέλη IPSec

- παρέχει ισχυρή ασφάλεια για εξωτερική κίνηση
- ανθεκτικό στην παράκαμψη
- κάτω από στρώμα μεταφοράς άρα, διαφανές στις εφαρμογές
- μπορεί να είναι διαφανές και στους τελικούς χρήστες
- Ασφάλεια και για μεμονωμένους χρήστες, εάν χρειάζεται

Λειτουργίες IPSec

- Κεφαλίδα ελέγχου ταυτότητας
  - για τον έλεγχο της ταυτότητας μόνο
- Ενθυλάκωσης ωφέλιμου φορτίου ασφάλειας (ESP)
  - για τον συνδυασμό ταυτότητας / κρυπτογράφησης
- μια βασική λειτουργία ανταλλαγής
  - χειροκίνητη ή αυτοματοποιημένη
- VPNs συνήθως χρειάζεται συνδυασμένη λειτουργία
- βλέπε κεφάλαιο 21

Βιβλιογραφία

- Douglas E Comer, Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών, Κλειδάριθμος, 2014
- William Stallings, Οργάνωση και αρχιτεκτονική των υπολογιστών, Εκδ. Τζιόλα, 2011

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Εικόνες : William Stallings, Οργάνωση και αρχιτεκτονική των υπολογιστών, Εκδ. Τζιόλα, 2011 και Douglas E Comer, Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών, Κλειδάριθμος, 2014

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονικης, Γούδος Σωτήριος. «Δίκτυα Επικοινωνίας και Υπολογιστών. Πρωτόκολλα Μεταφοράς». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: http://eclass.auth.gr/courses/OCRS188/.

Σημείωμα Αδειοδότησης

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ

Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Φίλιογλου Μαρία

Θεσσαλονίκη, 2014

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.