

ΥΠΟΔΙΚΤΥΩΣΗ

Τμήμα Πληροφορικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,
Παν/μιο Θεσσαλίας

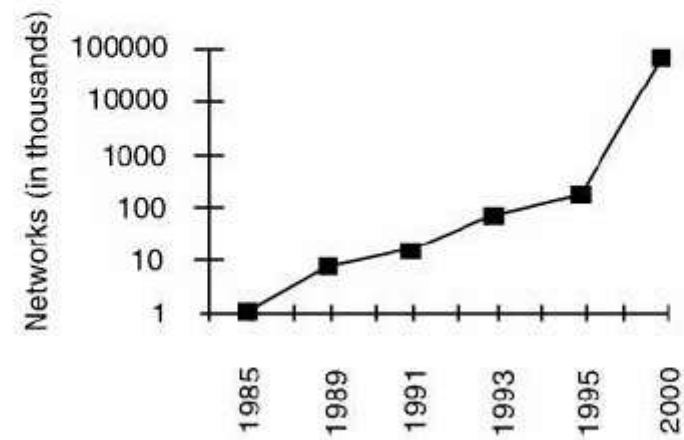
Διευθυνσιοδότηση IP:

μέρος 1:

Διευθυνσιοδότηση με κλάσεις

Προβλήματα Κλιμάκωσης Internet

FIGURE 1. Network Number Growth



Προβλήματα Κλιμάκωσης Internet

FIGURE 2. Growth of Internet Routing Tables

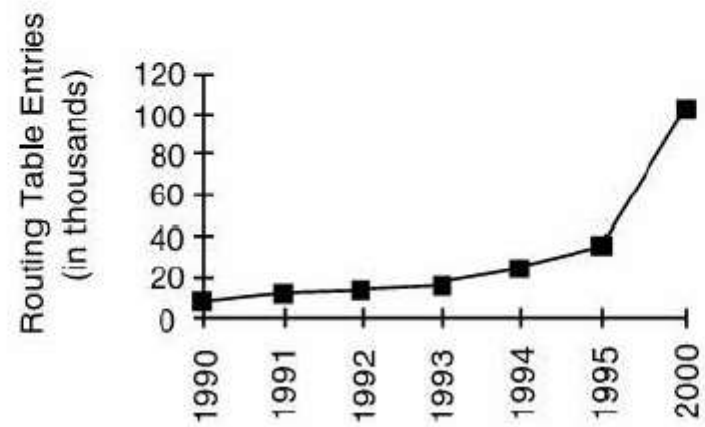
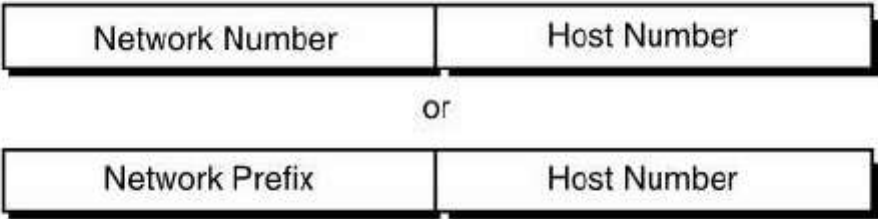
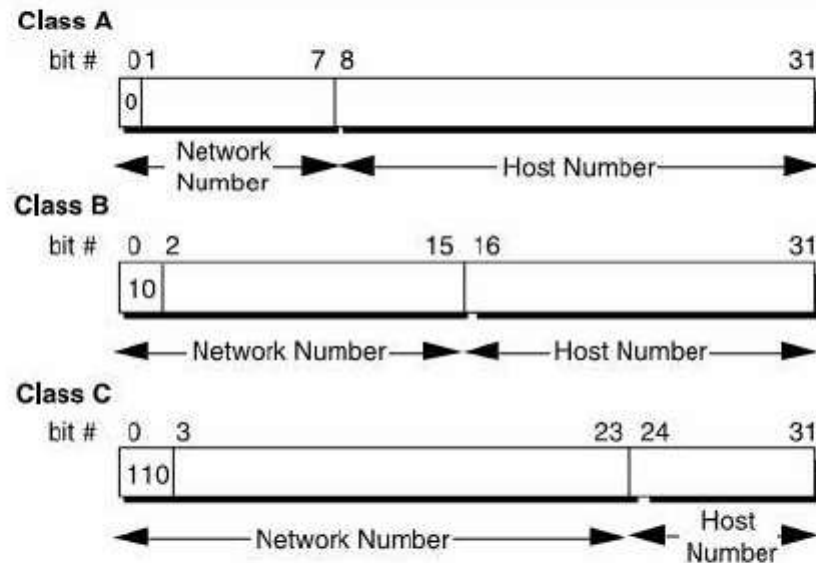


FIGURE 3. Two-Level Internet Address Structure



Κλάσεις IP διευθύνσεων

FIGURE 4. Principle Classful IP Address Formats



Ο χώρος IP διευθύνσεων χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες διευθύνσεων-Κλάση A, Κλάση B και Κλάση C. Αυτό αναφέρεται συχνά ως διευθυνσιοδότηση με κλάσεις. Κάθε Κλάση καθορίζει σε διαφορετικό σημείο στην διεύθυνση 32-bit, το όριο μεταξύ του προθέματος δικτύου και του αριθμού host.

Δίκτυα κλάσης A/8

Κάθε διεύθυνση κλάσης A έχει ένα 8-bit πρόθεμα δικτύου, με το υψηλότερης τάξης bit να είναι 0 (μηδέν) και ένα 7-bit αριθμό του δικτύου, ακολουθούμενη από έναν 24-bit αριθμό για τους host.

Ο μέγιστος αριθμός δικτύων που μπορούν να οριστούν είναι $126 (2^7 - 2) / 8$. Αφαιρούνται δύο, διότι η διεύθυνση δικτύου 0.0.0.0 /8 προορίζεται για χρήση της καθορισμένης διαδρομής (default) και το δίκτυο 127.0.0.0 είναι δεσμευμένο για την "loopback" λειτουργία.

Κάθε κλάση /8 υποστηρίζει κατ'ανώτατο όριο $2^{24} - 2 (16.777.214)$ hosts ανά δίκτυο. Ο υπολογισμός αφαιρεί δύο, διότι το όλα-0s (όλα τα μηδενικά "δίκτυο") και το όλα-1s (ευρεία "εκπομπή") αριθμοί υποδοχής δεν μπορεί να ανατεθεί σε μεμονωμένους υπολογιστές.

Η A κλάση είναι το 50% του συνολικού χώρου διευθύνσεων IPv4.

Δίκτυα κλάσης B (/16)

Κάθε B κλάσης διεύθυνση δικτύου έχει ένα 16-bit πρόθεμα δικτύου, με τα δύο υψηλότερης τάξης bits να είναι 1-0 και ένα 14-bit αριθμό, και ακολουθείται από έναν 16-bit αριθμό host.

Ο μέγιστος αριθμός δικτύων που μπορούν να οριστούν είναι 16.384 $(2^{14} - 2) / 16$ δίκτυα με έως 65534 $(2^{16} - 2)$ hosts ανά δίκτυο.

Η Κατηγορία B αντιπροσωπεύει το 25% του συνολικού χώρου διευθύνσεων IPv4.

Δίκτυα κλάσης C (/24)

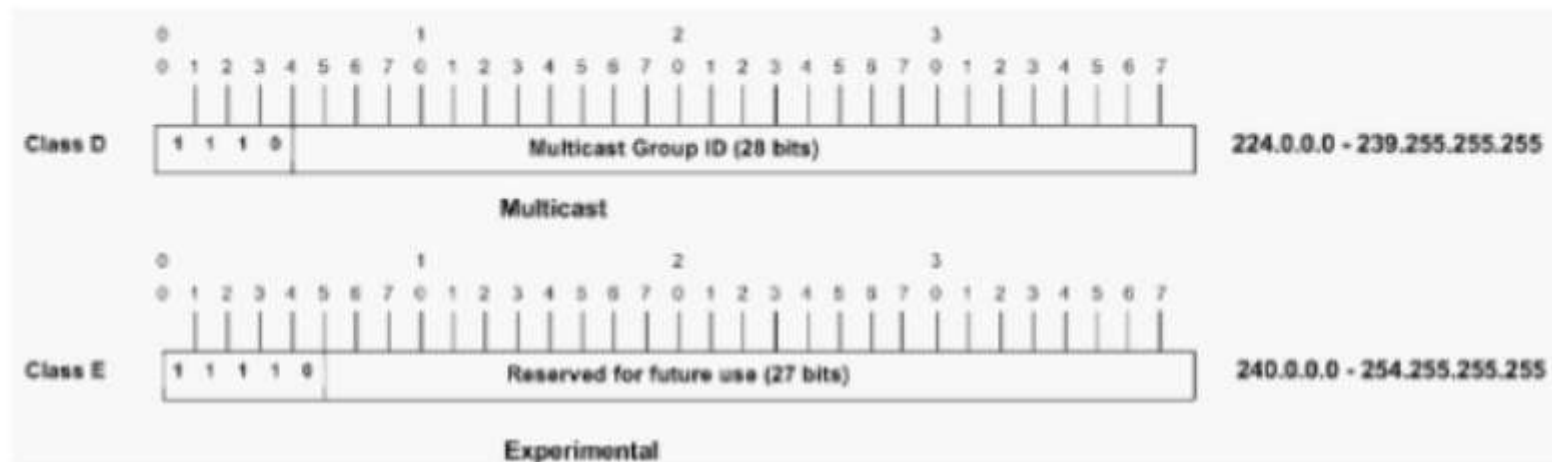
Κάθε διεύθυνση κλάσης C έχει ένα 24-bit πρόθεμα δικτύου, με τα τρία υψηλότερης τάξης bits να είναι 1-1-0 και έναν 21-bit αριθμό, και ακολουθείται από έναν 8-bit αριθμό για τους host

Ο μέγιστος αριθμός δικτύων που μπορούν να οριστούν είναι 2.097.152 $(2^{21} - 2) / 24$ δίκτυα με έως 254 $(2^8 - 2)$ hosts ανά δίκτυο.

Η Κατηγορία C αντιπροσωπεύει το 12,5% (ή το ένα όγδοο) του συνολικού χώρου διευθύνσεων IPv4.

Η κλάση D χρησιμοποιείται για μεταδόσεις multicasting ενώ η κλάση E χρησιμοποιείται για πειραματικούς σκοπούς ή θα χρησιμοποιηθεί μελλοντικά.

Διακρίνουμε τις δύο τελευταίες κλάσεις:



Εξετάζοντας τον πρώτο αριστερά αριθμό της IP διεύθυνσης και με τη βοήθεια του παρακάτω πίνακα μπορείτε να καταλάβετε σε ποια κλάση ανήκει:

class	IP range
A	1 - 126
B	128 - 191
C	192 - 223
D	224 - 239
E	240 - 255

- **network address**, όπου όλα τα bit του host ID είναι 0 (π.χ. η 172.16.0.0 είναι η IP διεύθυνση του δικτύου που περιέχει τον host 172.16.34.45)
- **broadcast address**, όπου όλα τα bit του network ID είναι 1 (π.χ. η 172.16.255.255 είναι η broadcast διεύθυνση του δικτύου 172.16.0.0)

Οι υπόλοιπες ενδιάμεσες διευθύνσεις του δικτύου-υποδικτύου είναι διαθέσιμες και μπορούν να αποδοθούν στις συσκευές του δικτύου (**valid addresses**).

Δεκαδική μορφή

TABLE 1. Dotted Decimal Ranges for Each Address Class

Address Class	Dotted-Decimal Notation Ranges
A (/8 prefixes)	1.xxx.xxx.xxx through 126.xxx.xxx.xxx
B (/16 prefixes)	128.0.xxx.xxx through 191.255.xxx.xxx
C (/24 prefixes)	192.0.0.xxx through 223.255.255.xxx

Περιορισμοί στην διευθυνσιοδότηση με κλάσεις

Οι πίνακες δρομολόγησης Διαδικτύου άρχισαν να αυξάνονται και οι διαχειριστές έπρεπε να ζητήσουν έναν άλλο αριθμό διεύθυνσης από το Διαδίκτυο πριν το νέο δίκτυο εγκατασταθεί σε έναν ιστότοπο .

Προκύπτουν προβλήματα από την έλλειψη μιας κλάσης δικτύου που θα υποστήριζε δίκτυα μεσαίου μεγέθους οργανισμών. Για παράδειγμα, ένα / 24, το οποίο υποστηρίζει 254 hosts, είναι πολύ μικρό ενώ ένα / 16, το οποίο υποστηρίζει 65.534 hosts, είναι υπερβολικά μεγάλο.

Οι μόνες εύκολα διαθέσιμες διευθύνσεις για δίκτυα μεσαίου μεγέθους οργανισμών είναι τα / 24s, τα οποία έχουν το μειονέκτημα υπεραύξησης του μεγέθους του πίνακα δρομολόγησης του Διαδικτύου.

Υποδικτύωση (subnetting)

Για να αποφεύγεται η μεγάλη σπατάλη διευθύνσεων έχει επινοηθεί η τεχνική της υποδικτύωσης (subnetting). Η τεχνική αυτή βασίζεται στη λογική του «δανεισμού» ενός τμήματος του host ID για την δημιουργία μικρότερων υποδικτύων (subnets). Τα υποδίκτυα που προκύπτουν διακρίνονται από τις διάφορες συσκευές του δικτύου με τη βοήθεια της νέας μάσκας που προκύπτει από το άθροισμα της default και των bits που προκύπτουν από το «δανεισμό». Το κάθε υποδίκτυο έχει μια network address μια broadcast address και τις ενδιάμεσες διαθέσιμες IP διευθύνσεις.

Μάσκες λογικών διευθύνσεων (subnet masks)

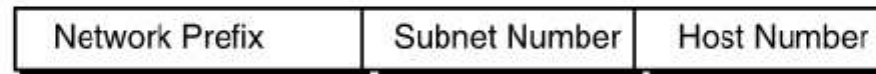
Η μάσκα επιτρέπει σε μια συσκευή δικτύωσης ή έναν υπολογιστή να διακρίνει σε μια IP διεύθυνση ποιο τμήμα είναι το network ID και ποιο το host ID. Η μάσκα είναι μια σειρά από 32 bits, όπου τα bits που αφορούν το network ID έχουν τιμή 1 και τα bits που αφορούν το host ID έχουν τιμή 0.

Ιεραρχία υποδικτύου τριών-επιπέδων

Two-Level Classful Hierarchy



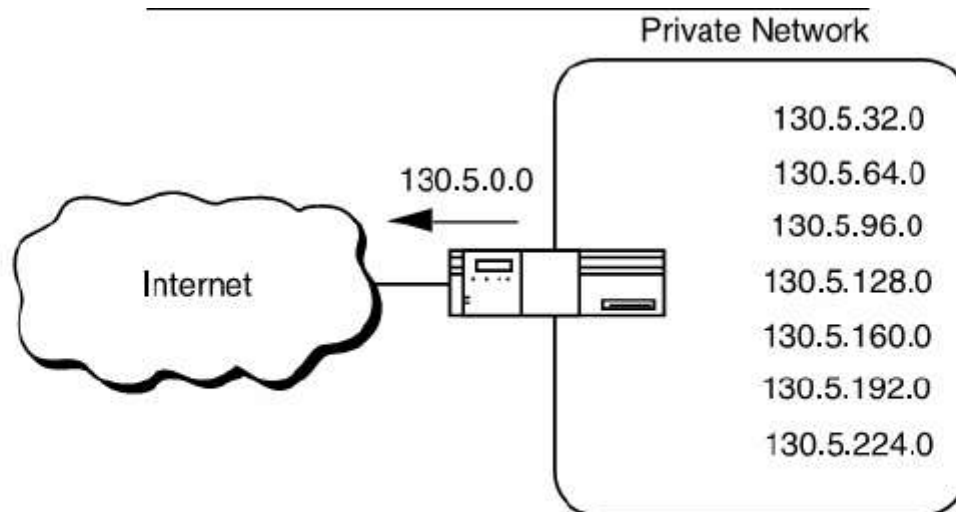
Three-Level Subnet Hierarchy



Η βασική ιδέα της υποδικτύωσης με κλάσεις είναι να διαιρέσει το αριθμό host σε δύο μέρη, τον αριθμό υποδικτύου και τον αριθμό host του υποδικτύου. Η υποδικτύωση έλυσε το πρόβλημα διόγκωσης του πίνακα δρομολόγησης με την εξασφάλιση ότι η δομή του υποδικτύου ενός δικτύου είναι **αδιαφανής** έξω από το ιδιόκτητο δίκτυο του οργανισμού.

Η διαδρομή από το Διαδίκτυο σε οποιοδήποτε υποδίκτυο μιας δεδομένης διεύθυνσης IP είναι η ίδια, ανεξάρτητα από το υποδίκτυο στο οποίο ανήκει ο host. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όλα τα υποδίκτυα ενός δικτύου χρησιμοποιούν το ίδιο πρόθεμα δικτύου, αλλά διαφορετικούς αριθμούς υποδικτύου

Όλα τα υποδίκτυα του οργανισμού συλλέγονται σε μία ενιαία καταχώρηση εισόδου του πίνακα δρομολόγησης. Αυτό επιτρέπει στο τοπικό διαχειριστή να έχει αυθαίρετη πολυπλοκότητα στο κάθε ιδιόκτητο δίκτυο χωρίς να επηρεάζει το μέγεθος των πινάκων δρομολόγησης του Διαδικτύου.

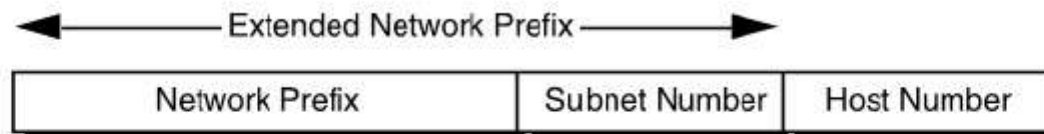


Ο δρομολογητής δέχεται όλη την κίνηση προς το Διαδίκτυο από το δίκτυο 130.5.0.0, και προωθεί προς αυτό την εξερχόμενη κίνηση στα εσωτερικά υποδίκτυα με βάση την τρίτη οκτάδα της διεύθυνσης με κλάσεις.

Το μέγεθος του ενιαίου πίνακα δρομολόγησης Διαδικτύου δεν αυξάνεται καθώς ο χώρος διευθύνσεων και δρομολόγησης και τα αντίστοιχα μηνύματα-διαφημίσεις για όλα τα υποδίκτυα, συνδυάζονται σε μία ενιαία καταχώριση πίνακα δρομολόγησης. Ο τοπικός διαχειριστής έχει την ευελιξία να αναπτύξει επιπλέον υποδίκτυα χωρίς τη λήψη ενός νέου αριθμού διεύθυνσης από το Διαδίκτυο.

Οι αλλαγές δρομολόγησης μέσα στο ιδιωτικό δίκτυο του οργανισμού δεν επηρεάζουν τον ενιαίο πίνακα δρομολόγησης αφού οι δρομολογητές Διαδικτύου δεν χρειάζεται να γνωρίζουν για την προσβασιμότητα μέσα στα επιμέρους υποδίκτυα -το μόνο που χρειάζεται να ξέρουν είναι η προσβασιμότητα του **δικτύου γονέα** και ο αριθμός διεύθυνσης αυτού.

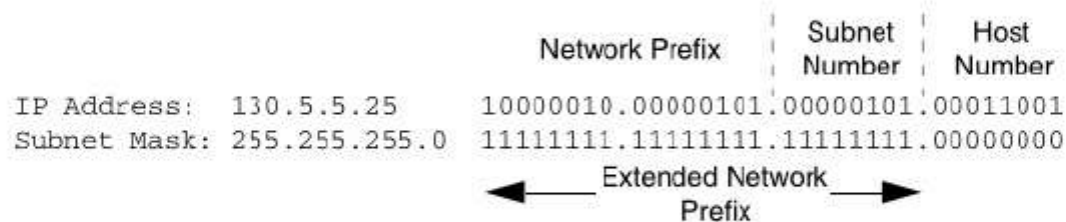
Εκτεταμένο Πρόθεμα Δικτύου



Οι δρομολογητές Διαδικτύου χρησιμοποιούν μόνο το πρόθεμα δικτύου της διεύθυνσης προορισμού για τη δρομολόγηση κίνησης στο περιβάλλον των υποδικτύων.

Οι δρομολογητές εντός του υποδικτύου χρησιμοποιούν το εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου για τη δρομολόγηση κίνησης μεταξύ των επιμέρους υποδικτύων.

Αν ο διαχειριστής έχει τη / 16 διεύθυνση 130.5.0.0 και θέλει να χρησιμοποιήσει το σύνολο της τρίτης οκτάδας για να ορίσει τον αριθμό υποδικτύων, ο διαχειριστής θα πρέπει να καθορίσει μια **μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0**.



*Προσοχή, παρόλο που φαίνεται σαν δίκτυο κλάσης C εντούτοις είναι υποδίκτυο με **μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0**.

Μήκος Εκτεταμένου Πρόθεματος Δικτύου

Η διεύθυνση υποδικτύου 130.5.5.25 με μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 μπορεί επίσης να εκφραστεί ως 130.5.5.25/24.

130.5.5.25	10000010.00000101.00000101.00011001
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000

or

130.5.5.25/24	10000010.00000101.00000101.00011001
---------------	-------------------------------------

← 24 bit Extended Network Prefix →

Ζητήματα σχεδιασμού υποδικτύου

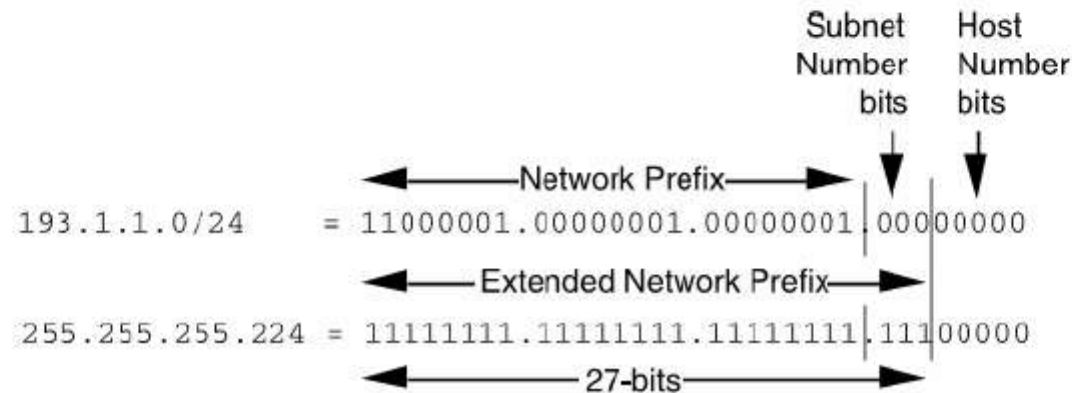
- 1 Πόσα συνολικά υποδίκτυα έχει ανάγκη ο οργανισμός σήμερα;
- 2 Πόσα συνολικά υποδίκτυα ο οργανισμός θα χρειαστεί στο μέλλον;
- 3 Πόσοι host είναι στο μεγαλύτερο υποδίκτυο σήμερα του οργανισμού;
- 4 Πόσοι host θα υπάρξουν στο μεγαλύτερο υποδίκτυο του οργανισμού στο μέλλον;

Παράδειγμα υποδικτύου # 1

Ένας οργανισμός λαμβάνει το 193.1.1.0/24 αριθμό δικτύου και πρέπει να ορίσει έξι υποδίκτυα. Το μεγαλύτερο υποδίκτυο απαιτεί την υποστήριξη 25 κεντρικών υπολογιστών.

Είναι αδύνατο να καθοριστεί το μπλοκ IP διεύθυνσεων έτσι ώστε να περιέχει ακριβώς έξι υποδίκτυα. Για αυτό το παράδειγμα, ο διαχειριστής του δικτύου πρέπει να ορίσει ένα μπλοκ από 8 (2^3) υποδίκτυα και να έχει δύο αχρησιμοποίητα για τη μελλοντική ανάπτυξη.

Ένα 27-bit εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου αφήνει 5 bits για να καθορίσει τις διευθύνσεις host σε κάθε υποδίκτυο. Δεδομένου ότι οι όλα-0 και όλα-1 διευθύνσεις host δεν μπορεί να διατεθούν, υπάρχουν 30 ($2^5 - 2$) διευθύνσεις host σε κάθε υποδίκτυο.



Ο καθορισμός του αριθμού υποδικτύων

Για να ορίσει το υποδίκτυο # N, ο διαχειριστής του δικτύου τοποθετεί τη δυαδική αναπαράσταση του N στα bits του προθέματος αριθμού υποδικτύου. Για παράδειγμα, για να καθορίσουν το υποδίκτυο # 6, ο διαχειριστής του δικτύου τοποθετεί απλά την δυαδική αναπαράσταση του 6 (110) μέσα στις 3 bits του προθέματος αριθμού υποδικτύου.

Base Net: 11000001.00000001.00000001.00000000 = 193.1.1.0/24
Subnet #0: 11000001.00000001.00000001.000 0000 = 193.1.1.0/27
Subnet #1: 11000001.00000001.00000001.001 0000 = 193.1.1.32/27
Subnet #2: 11000001.00000001.00000001.010 0000 = 193.1.1.64/27
Subnet #3: 11000001.00000001.00000001.011 0000 = 193.1.1.96/27
Subnet #4: 11000001.00000001.00000001.100 0000 = 193.1.1.128/27
Subnet #5: 11000001.00000001.00000001.101 0000 = 193.1.1.160/27
Subnet #6: 11000001.00000001.00000001.110 0000 = 193.1.1.192/27
Subnet #7: 11000001.00000001.00000001.111 0000 = 193.1.1.224/27

Ένας εύκολος τρόπος για να βεβαιωθείτε ότι τα υποδίκτυα είναι σωστά είναι να εξασφαλιστεί ότι είναι όλα, πολλαπλάσια της διεύθυνσης του υποδικτύου # 1. Σε αυτό το παράδειγμα, όλα τα υποδίκτυα είναι πολλαπλάσια του 32: 0, 32, 64, 96, και ούτω καθεξής.

Καθορισμός διευθύνσεων Host για κάθε υποδίκτυο

Ο όλα-0 αριθμός host προσδιορίζει το δίκτυο βάσης (ή το υποδίκτυο), ενώ ο όλα-1 αριθμός host αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το δίκτυο (ή υποδίκτυο).

Για να ορίσετε τη διεύθυνση που ανατίθεται στον host # N από ένα συγκεκριμένο δευτερεύον δίκτυο, ο διαχειριστής του δικτύου τοποθετεί τη δυαδική αναπαράσταση του N στο πρόθεμα αριθμού του host του υποδικτύου του. Για παράδειγμα, για να ορίσετε τη διεύθυνση που ανατίθεται στον host # 15 στο υποδίκτυο # 2, ο διαχειριστής του δικτύου τοποθετεί απλά τη δυαδική αναπαράσταση του 15 (011.112) στα 5-bits του προθέματος αριθμού του host του υποδικτύου # 2.

Subnet #2: 11000001.00000001.00000001.010 00000 = 193.1.1.64/27

Host #1: 11000001.00000001.00000001.010 00001 = 193.1.1.65/27

Host #2: 11000001.00000001.00000001.010 00010 = 193.1.1.66/27

Host #3: 11000001.00000001.00000001.010 00011 = 193.1.1.67/27

Host #4: 11000001.00000001.00000001.010 00100 = 193.1.1.68/27

Host #5: 11000001.00000001.00000001.010 00101 = 193.1.1.69/27

.

.

Host #15: 11000001.00000001.00000001.010 01111 = 193.1.1.79/27

Host #16: 11000001.00000001.00000001.010 10000 = 193.1.1.80/27

.

.

Host #27: 11000001.00000001.00000001.010 11011 = 193.1.1.91/27

Host #28: 11000001.00000001.00000001.010 11100 = 193.1.1.92/27

Host #29: 11000001.00000001.00000001.010 11101 = 193.1.1.93/27

Host #30: 11000001.00000001.00000001.010 11110 = 193.1.1.94/27

Καθορισμός διευθύνσεων host για το υποδίκτυο 6

Subnet #6: 11000001.00000001.00000001.110 00000 = 193.1.1.192/27
Host #1: 11000001.00000001.00000001.110 00001 = 193.1.1.193/27
Host #2: 11000001.00000001.00000001.110 00010 = 193.1.1.194/27
Host #3: 11000001.00000001.00000001.110 00011 = 193.1.1.195/27
Host #4: 11000001.00000001.00000001.110 00100 = 193.1.1.196/27
Host #5: 11000001.00000001.00000001.110 00101 = 193.1.1.197/27
.
.
Host #15: 11000001.00000001.00000001.110 01111 = 193.1.1.207/27
Host #16: 11000001.00000001.00000001.110 10000 = 193.1.1.208/27
.
.
Host #27: 11000001.00000001.00000001.110 11011 = 193.1.1.219/27
Host #28: 11000001.00000001.00000001.110 11100 = 193.1.1.220/27
Host #29: 11000001.00000001.00000001.110 11101 = 193.1.1.221/27
Host #30: 11000001.00000001.00000001.110 11110 = 193.1.1.222/27

Καθορισμός της διεύθυνσης ευρείας εκπομπής για κάθε υποδίκτυο

Η διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # 2 είναι το όλα-1 πρόθεμα host ή:

$$\underline{11000001.00000001.00000001.010\ 11111} = 193.1.1.95$$

Και είναι ακριβώς ένα λιγότερο από τη βασική διεύθυνση για το επόμενο υποδίκτυο # 3 (193.1.1.96).

Γενικά, η διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # n είναι ένα λιγότερο από τη βασική διεύθυνση για το υποδίκτυο # (n + 1).

Η διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # 6 είναι απλά το όλα-1 πρόθεμα host και είναι ακριβώς ένα λιγότερο από τη βασική διεύθυνση για το υποδίκτυο # 7 (193.1.1.224).:

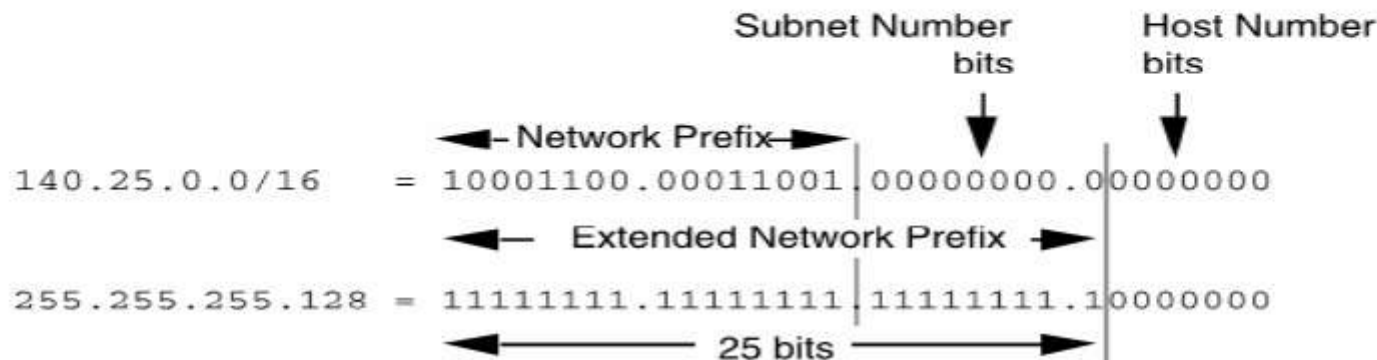
$$\underline{11000001.00000001.00000001.110\ 11111} = 193.1.1.223$$

Παράδειγμα υποδικτύου #2

Ένας οργανισμός λαμβάνει το δίκτυο 140.25.0.0/16 και πρέπει να δημιουργήσει ένα σύνολο υποδικτύων που υποστηρίζει μέχρι 60 hosts σε κάθε υποδίκτυο.

Για την υποστήριξη 60 οικοδεσπότην, ο διαχειριστής του δικτύου πρέπει να καθορίσει ένα ελάχιστο μπλοκ 62 ($2^6 - 2$) διευθύνσεων host. Ωστόσο, η επιλογή αυτή θα παρέχει μόνο δύο αξιοποιήσιμες διευθύνσεις host σε κάθε υποδίκτυο για το μέλλον. Πρέπει να οριστεί λοιπόν ένα μπλοκ από 126 ($2^7 - 2$) διευθύνσεις host με 66 διευθύνσεις για κάθε υποδίκτυο για μελλοντική ανάπτυξη. Ένα μπλοκ 126 διευθύνσεων host απαιτεί 7 bits στο πρόθεμα αριθμού host

Δεδομένου ότι 7 bits από τα 32-bit διεύθυνσης IP απαιτούνται για τον αριθμό host, το εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου πρέπει να είναι / 25 ($25 = 32 - 7$), και μπορεί να εκφράζεται σε δεκαδική μορφή ως 255.255.255.128. Το 25-bit εκτεταμένο πρόθεμα εκχωρεί 9 bits για το πεδίο αριθμού υποδικτύου ή 512 υποδίκτυα.



Ορίζοντας τους αριθμούς υποδικτύων

Τα 512 υποδίκτυα θα αριθμηθούν από 0 έως 511. Η 9-bit δυαδική αναπαράσταση των τιμών (δεκαδικό 0 έως 511) είναι η εξής: 0 (0000000002), 1 (0000000012), 2 (0000000102), 3 (0000000112), ..., 511 (1111111112).

Base Net: 10001100.00011001.00000000.00000000 = 140.25.0.0/16
Subnet #0: 10001100.00011001.00000000.0 0000000 = 140.25.0.0/25
Subnet #1: 10001100.00011001.00000000.1 0000000 = 140.25.0.128/25
Subnet #2: 10001100.00011001.00000001.0 0000000 = 140.25.1.0/25
Subnet #3: 10001100.00011001.00000001.1 0000000 = 140.25.1.128/25
Subnet #4: 10001100.00011001.00000010.0 0000000 = 140.25.2.0/25
Subnet #5: 10001100.00011001.00000010.1 0000000 = 140.25.2.128/25
Subnet #6: 10001100.00011001.00000011.0 0000000 = 140.25.3.0/25
Subnet #7: 10001100.00011001.00000011.1 0000000 = 140.25.3.128/25
Subnet #8: 10001100.00011001.00000100.0 0000000 = 140.25.4.0/25
Subnet #9: 10001100.00011001.00000100.1 0000000 = 140.25.4.128/25
.
.
Subnet #510: 10001100.00011001.11111111.0 0000000 = 140.25.255.0/25
Subnet #511: 10001100.00011001.11111111.1 0000000 = 140.25.255.128/25

Σημειώστε ότι οι αύξοντες αριθμοί υποδικτύου **δεν είναι διαδοχικοί** όταν εκφράζονται σε δεκαδική μορφή!!!

Ορίζοντας τον αριθμό host ανά υποδίκτυο

Υπάρχουν 7 bits στο πρόθεμα αριθμού host της κάθε διεύθυνσης υποδικτύου, πράγμα που σημαίνει ότι κάθε υποδίκτυο αντιπροσωπεύει ένα μπλοκ από 126 διευθύνσεις host από το 1 έως 126. Για παράδειγμα, για υποδίκτυο 3:

Subnet #3: 10001100.00011001.00000001.1 0000000 = 140.25.1.128/25

Host #1: 10001100.00011001.00000001.1 0000001 = 140.25.1.129/25

Host #2: 10001100.00011001.00000001.1 0000010 = 140.25.1.130/25

Host #3: 10001100.00011001.00000001.1 0000011 = 140.25.1.131/25

Host #4: 10001100.00011001.00000001.1 0000100 = 140.25.1.132/25

Host #5: 10001100.00011001.00000001.1 0000101 = 140.25.1.133/25

Host #6: 10001100.00011001.00000001.1 0000110 = 140.25.1.134/25

.

.

Host #62: 10001100.00011001.00000001.1 0111110 = 140.25.1.190/25

Host #63: 10001100.00011001.00000001.1 0111111 = 140.25.1.191/25

Host #64: 10001100.00011001.00000001.1 1000000 = 140.25.1.192/25

Host #65: 10001100.00011001.00000001.1 1000001 = 140.25.1.193/25

.

.

Host #123: 10001100.00011001.00000001.1 1111011 = 140.25.1.251/25

Host #124: 10001100.00011001.00000001.1 1111100 = 140.25.1.252/25

Host #125: 10001100.00011001.00000001.1 1111101 = 140.25.1.253/25

Host #126: 10001100.00011001.00000001.1 1111110 = 140.25.1.254/25

Η διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # 3 είναι η όλα-1 διεύθυνση host ή:

10001100.00011001.00000001.1 1111111 = 140.25.1.255

Practice examples

1 Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα ως πρακτική στη μετατροπή αριθμού από δυαδική μορφή σε δεκαδική μορφή.

Binary	128	64	32	16	8	4	2	1	Decimal
11001100	1	1	0	0	1	1	0	0	204
10101010	1	0	1	0	1	0	1	0	170
11100011	1	1	1	0	0	0	1	1	227
10110011	1	0	1	1	0	0	1	1	179
00110101	0	0	1	1	0	1	0	1	53

2 Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα ως πρακτική στη μετατροπή ενός αριθμού από δεκαδική μορφή σε δυαδική μορφή.

Decimal	128	64	32	16	8	4	2	1	Binary
48	0	0	1	1	0	0	0	0	0011 0000
222	1	1	0	1	1	1	1	0	1101 1110
119	0	1	1	1	0	1	1	1	0111 0111
135	1	0	0	0	0	1	1	1	1000 0111
60	0	0	1	1	1	1	0	0	0011 1100

3 Εκφράστε το 145.32.59.24 σε δυαδική μορφή και να προσδιορίσει το μήκος του προθέματος:

10010001.00100000.00111011.00011000 /16 or Class B

4 Εκφράστε το 200.42.129.16 σε δυαδική μορφή και να εντοπίσετε το μήκος του προθέματος:

11001000.00101010.10000001.00010000 /24 or Class C

5 Εκφράστε το 14.82.19.54 σε δυαδική μορφή και να εντοπίσετε το μήκος του προθέματος:

00001110.01010010. 00010011.00110110 /8 or Class A

Άσκηση υποδικτίωσης #1

Ας υποθέσουμε ότι έχει ανατεθεί το 132.45.0.0/16 μπλοκ δικτύου.
Χρειάζεται να δημιουργηθούν οκτώ υποδίκτυα.

1 Τρία δυαδικά ψηφία απαιτούνται για τον καθορισμό των οκτώ υποδικτύων.

2 Καθορίστε το εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου που επιτρέπει τη δημιουργία οκτώ υποδικτύων.

/19 or 255.255.224.0

3 Εκφράστε τα υποδίκτυα σε δυαδική μορφή και δεκαδική μορφή:

Subnet #0: 10000100.00101101.000 00000.00000000 = 132.45.0.0/19
Subnet #1: 10000100.00101101.001 00000.00000000 = 132.45.32.0/19
Subnet #2: 10000100.00101101.010 00000.00000000 = 132.45.64.0/19
Subnet #3: 10000100.00101101.011 00000.00000000 = 132.45.96.0/19
Subnet #4: 10000100.00101101.100 00000.00000000 = 132.45.128.0/19
Subnet #5: 10000100.00101101.101 00000.00000000 = 132.45.160.0/19
Subnet #6: 10000100.00101101.110 00000.00000000 = 132.45.192.0/19
Subnet #7: 10000100.00101101.111 00000.00000000 = 132.45.224.0/19

4 Βρείτε το εύρος των διευθύνσεων host που μπορεί να ανατεθεί στο υποδίκτυο # 3 (132.45.96.0/19).

Subnet #3: 10000100.00101101.011 00000.00000000 = 132.45.96.0/19

Host #1: 10000100.00101101.011 00000.00000001 = 132.45.96.1/19

Host #2: 10000100.00101101.011 00000.00000010 = 132.45.96.2/19

Host #3: 10000100.00101101.011 00000.00000011 = 132.45.96.3/19

:

Host #8190: 10000100.00101101.011 11111.11111110 = 132.45.127.254/19

5 Ποια είναι η διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # 3 (132.45.96.0/19);

10000100.00101101.011 11111.11111111 = 132.45.127.255/19

Άσκηση υποδικτίωσης #2

1 Ας υποθέσουμε ότι έχει ανατεθεί το 200.35.1.0/24 μπλοκ δικτύου. Καθορίστε ένα εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου που επιτρέπει τη δημιουργία των 20 hosts σε κάθε υποδίκτυο.

Το ελάχιστο 5 bits απαιτούνται για να καθορίσουν 20 hosts έτσι το εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου θα είναι / 27 (27 = 32-5).

2 Ποιός είναι ο μέγιστος αριθμός των host που μπορούν να εκχωρηθούν σε κάθε υποδίκτυο;

Ο μέγιστος αριθμός των hosts σε κάθε υποδίκτυο είναι $2^5 - 2$, ή 30.

3 Ποιός είναι ο μέγιστος αριθμός των υποδικτύων που μπορεί να καθορισθεί;

Ο μέγιστος αριθμός είναι 2^3 υποδίκτυα, ή 8.

4 Ποια είναι η διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο 200.35.1.192/27;

11001000.00100011.00000001.110 11111 = 200.35.1.223

5 Καθορίστε τα υποδίκτυα των 200.35.1.0/24 σε δυαδική μορφή και δεκαδική μορφή.

Subnet #0: 11001000.00100011.00000001.000 00000 = 200.35.1.0/27
Subnet #1: 11001000.00100011.00000001.001 00000 = 200.35.1.32/27
Subnet #2: 11001000.00100011.00000001.010 00000 = 200.35.1.64/27
Subnet #3: 11001000.00100011.00000001.011 00000 = 200.35.1.96/27
Subnet #4: 11001000.00100011.00000001.100 00000 = 200.35.1.128/27
Subnet #5: 11001000.00100011.00000001.101 00000 = 200.35.1.160/27
Subnet #6: 11001000.00100011.00000001.110 00000 = 200.35.1.192/27
Subnet #7: 11001000.00100011.00000001.111 00000 = 200.35.1.224/27

6 Ποιο είναι το εύρος των διευθύνσεων host που μπορεί να ανατεθεί στο υποδίκτυο # 6 (200.35.1.192/27).

Subnet #6: 11001000.00100011.00000001.110 00000 = 200.35.1.192/27
Host #1: 11001000.00100011.00000001.110 00001 = 200.35.1.193/27
Host #2: 11001000.00100011.00000001.110 00010 = 200.35.1.194/27
Host #3: 11001000.00100011.00000001.110 00011 = 200.35.1.195/27
:
Host #29: 11001000.00100011.00000001.110 11101 = 200.35.1.221/27
Host #30: 11001000.00100011.00000001.110 11110 = 200.35.1.222/27

Άσκηση 1

Δίδονται οι δ/νσεις και οι μάσκες δύο κόμβων, καθορίστε τα υποδίκτυα στα οποία ανήκουν

DeviceA: 172.16.17.30/20

DeviceB: 172.16.28.15/20

Απλά λογικό ΚΑΙ μεταξύ της μάσκας και της δ/νσης καθενός.
Για τον A κόμβο

```
172.16.17.30 - 10101100.00010000.00010001.00011110
255.255.240.0 - 11111111.11111111.11110000.00000000
-----| sub|-----
subnet = 10101100.00010000.00010000.00000000 = 172.16.16.0
```

Και για τον B κόμβο

```
172.16.28.15 - 10101100.00010000.00011100.00001111
255.255.240.0 - 11111111.11111111.11110000.00000000
-----| sub|-----
subnet = 10101100.00010000.00010000.00000000 = 172.16.16.0
```

Ανήκουν στο ίδιο υποδίκτυο.

Διευθυνσιοδότηση IP:
μέρος 2: Variable Length
Subnetwork Mask-VLSM
(Μάσκα υποδικτύου
μεταβλητού μήκους)

Μάσκες υποδικτύου μεταβλητού μήκους (VLSM)

Όταν σε ένα δίκτυο έχουν εκχωρηθεί περισσότερες από μία μάσκα υποδικτύου, θεωρείται ένα VLSM δίκτυο, δεδομένου ότι τα εκτεταμένα προθέματα δικτύου έχουν διαφορετικά μήκη.

Η αναγκαιότητα του VLSM:

Πρόβλημα όταν ένας δρομολογητής **δεν παρέχει πληροφορίες μάσκας υποδικτύου**, ως μέρος της δρομολόγησης μηνυμάτων ενημέρωσης του πίνακα.

Στην περίπτωση αυτή κατόπιν ενημέρωσής του, ο δρομολογητής δεν γνωρίζει τι μάσκα υποδικτύου θα επιβάλει στη νέα διαδρομή οπότε υποθέτει ότι το δίκτυο δεν είναι υποδικτυομένο και θα θεωρήσει τη συνολική μάσκα του ευρύτερου δικτύου.

Λύση: Θα πρέπει να παρέχονται στο δρομολογητή πληροφορίες μάσκας υποδικτύου που **δεν** θα πρέπει να περιορίζεται σε έναν μόνο αριθμό μάσκας υποδικτύου για όλα τα υποδίκτυα που δημιουργούνται.

Αποτελεσματική χρήση του εκχωρημένου χώρου IP διευθύνσεων

Πολλαπλές μάσκες υποδικτύου επιτρέπουν την αποδοτικότερη χρήση του εκχωρημένου χώρου IP διευθύνσεων.

Ο παλιός περιορισμός της υποστήριξης μόνο μιας μάσκας υποδικτύου σε ένα συγκεκριμένο πρόθεμα δικτύου περιορίζει τη διαίρεση ενός δικτύου σε ένα σταθερό αριθμό, σταθερού μεγέθους υποδίκτυων.

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι ο διαχειριστής του δικτύου έχει ορίσει στο δίκτυο 130.5.0.0/16 εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου 22/, που επιτρέπει 64 υποδίκτυα (2^6), καθένα από τα οποία θα μπορούσε να υποστηρίξει κατά μέγιστο από 1.022 hosts ($2^{10} - 2$).

Τι γίνεται στην περίπτωση ενός μικρού υποδίκτυου που περιέχει μόνο 20 ή 30 hosts; Δεδομένου ότι τα υποδίκτυα ενός δικτύου θα πρέπει να έχουν μόνο μια ενιαία μάσκα, ο διαχειριστής του δικτύου θα εξακολουθεί να εκχωρεί για 20 ή 30 hosts ανά υποδίκτυο ένα 22-bit πρόθεμα, οπότε με την εν λόγω ανάθεση θα χάσουμε περίπου 1.000 διευθύνσεις IP για κάθε μικρό υποδίκτυο που θα αναπτυχθεί.

Πολλαπλές μάσκες υποδικτύου επιτρέπουν την ομαδοποίηση διαδρομών υποδικτύων (supernetting) η οποία μπορεί να μειώσει σημαντικά την ποσότητα των πληροφοριών δρομολόγησης στο επίπεδο δρομολόγησης του ευρύτερου τομέα δικτύου ενός οργανισμού.

Ομαδοποίηση διαδρομών (Route Aggregation)

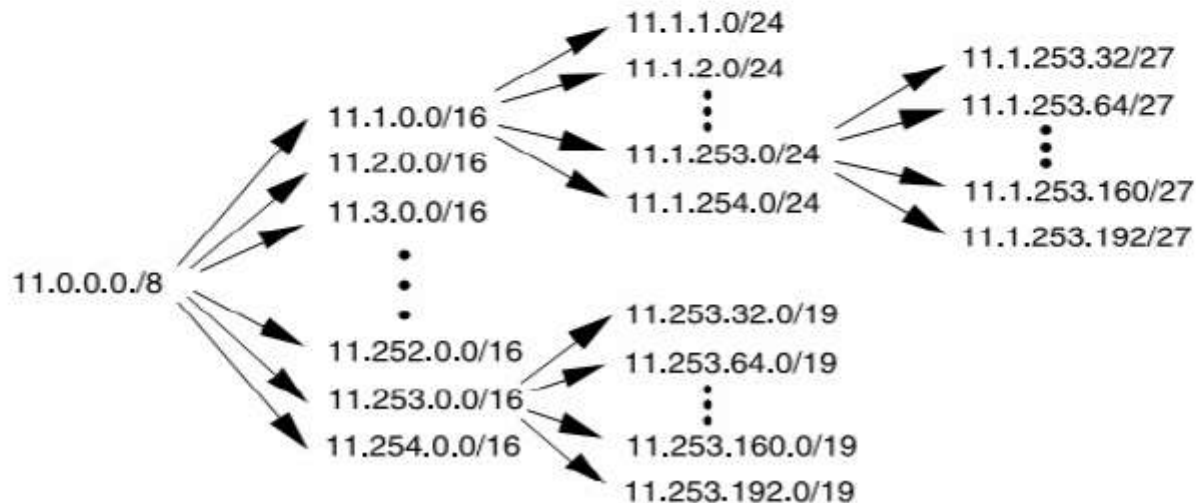
Το VLSM επιτρέπει επίσης την επαναλαμβανόμενη διαίρεση του χώρου διευθύνσεων ενός οργανισμού, έτσι ώστε να μπορεί να επανασυναρμολογηθεί για τη μείωση του ποσού των πληροφοριών δρομολόγησης στο ανώτερο επίπεδο.

Αρχικά, ένα δίκτυο για πρώτη φορά χωρίζεται σε υποδίκτυα, στη συνέχεια, κάποια από τα υποδίκτυα χωρίζονται σε υπο-υποδίκτυα, και μερικά από τα επιμέρους υποδίκτυα διακρίνονται σε υπο-υποδίκτυα κοκ.

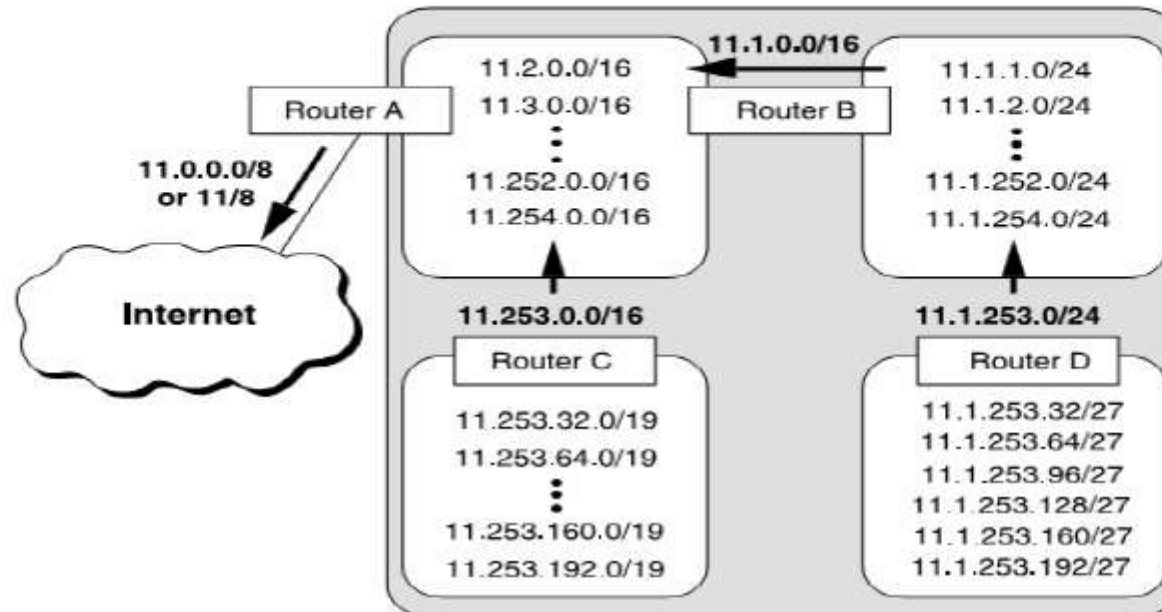
Αυτό επιτρέπει μία λεπτομερή δομή των πληροφοριών δρομολόγησης για μία ομάδα υποδικτύου που είναι διαφανής στους δρομολογητές άλλης ομάδας υποδικτύου.

Ομαδοποίηση διαδρομών (Route Aggregation)

Το 11.0.0.0 / 8 δίκτυο διαμορφώνεται για πρώτη φορά με ένα /16 εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου. Το υποδίκτυο 11.1.0.0/16 στη συνέχεια διαμορφώνεται με ένα 24/ εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου και το υποδίκτυο 11.253.0.0/16 διαμορφώνεται με ένα 19/ εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου. Σημειώστε ότι η αναδρομική διαδικασία **δεν απαιτεί** ότι το **ίδιο εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου** να ανατεθεί σε **κάθε επίπεδο** της αναδρομής.



Ομαδοποίηση διαδρομών, μείωση μεγέθους πίνακα δρομολόγησης



Ο Router D μπορεί να συνοψίσει τα έξι υποδίκτυα σε μια ενιαία διαφήμιση (11.1.253.0/24)

Ο Router B μπορεί να συνοψίσει όλα τα υποδίκτυα σε μια ενιαία διαφήμιση (11.1.0.0/16).

Ο Router C μπορεί να συνοψίσει τα έξι υποδίκτυα πίσω από το σε μια ενιαία διαφήμιση (11.253.0.0/16).

Τέλος, δεδομένου ότι κάθε δομή υποδικτύου δεν είναι ορατή έξω από τον οργανισμό, ο Router A εγγχεί μια ενιαία διαδρομή, 11.0.0.0 / 8 στον πίνακα

VLSM ζητήματα σχεδιασμού

- 1 Πόσα συνολικά υποδίκτυα έχει ανάγκη κάθε επίπεδο σήμερα;
 - 2 Πόσα συνολικά υποδίκτυα αυτό το επίπεδο θα έχει ανάγκη στο μέλλον;
 - 3 Πόσοι οικοδεσπότες είναι στο μεγαλύτερο υποδίκτυο αυτού του επιπέδου σήμερα;
 - 4 Πόσοι οικοδεσπότες θα είναι στο μεγαλύτερο υποδίκτυο στο μέλλον;
- Η ομάδα σχεδιασμού πρέπει να εξασφαλίσει ότι υπάρχουν αρκετά περίσσια bits για να υποστηρίξει τον απαιτούμενο αριθμό υποδικτύων στα επόμενα επίπεδα υποδικτύωσης.

Οι διευθύνσεις ανά περιοχή υποδικτύωσης θα πρέπει να συγκεντρώνονται σε ένα ενιαίο μπλοκ διευθύνσεων που κρατά το μέγεθος των πινάκων δρομολόγησης σε σταθερά επίπεδα.

Επιπλέον απαιτήσεις:

- Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης πρέπει να φέρουν εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου για κάθε διαφήμιση διαδρομής.
- Όλοι οι δρομολογητές πρέπει να εφαρμόσουν έναν συνεπή αλγόριθμο προώθησης πακέτων με βάση το «μακρύτερο ταίριασμα bits (**longest match**).
- Για συνάθροιση διαδρομών, οι διευθύνσεις θα πρέπει να ανατεθούν έτσι ώστε να έχουν τοπολογική βαρύτητα (**ιεραρχική δρομολόγηση**).

Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης πρέπει να φέρουν το μήκος εκτεταμένου προθέματος δικτύου

Οι δρομολογητές στο VLSM θα πρέπει να παρέχουν το μήκος εκτεταμένου προθέματος δικτύου ή την τιμή της μάσκας μαζί με κάθε διαφήμιση διαδρομής. Αυτό προϋποθέτει κάθε υποδίκτυο να διαφημιστεί με το αντίστοιχο μήκος προθέματος ή τη μάσκα του.

Εάν τα πρωτόκολλα δρομολόγησης δεν παρέχουν πληροφορίες προθέματος, ο router θα πρέπει να υποθέσει ότι η τοπική ρύθμιση μήκους προθέματος θα εφαρμοστεί, ή να πραγματοποιήσει ανίχνευση σε ένα στατικά διαμορφωμένο πίνακα προθεμάτων που περιέχει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες συγκάλυψης.

Αλγόριθμος προώθησης βάσει του μακρύτερου ταίριασματος bits

Μια διαδρομή με ένα μακρύτερο (σε bits) εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου περιγράφει ένα μικρότερο σύνολο των προορισμών από την ίδια διαδρομή με ένα μικρότερο εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου.

Ως αποτέλεσμα, μια διαδρομή με ένα μακρύτερο εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου είναι πιο συγκεκριμένη σε προορισμούς, ενώ μια διαδρομή με ένα μικρότερο εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου είναι λιγότερο συγκεκριμένη σε προορισμούς.

Οι δρομολογητές πρέπει ΠΑΝΤΑ να χρησιμοποιούν τη διαδρομή με το μακρύτερο ταίριασμα εκτεταμένου πρόθεματος δικτύου (η πιο συγκεκριμένη διαδρομή αντιστοίχως) κατά τη διαβίβαση της κυκλοφορίας.

Η διεύθυνση προορισμού μολονότι θα μπορούσε να ταιριάζει και στις τρεις περιπτώσεις, θα πρέπει τελικά να ανατεθεί στο υποδίκτυο 11.1.2.0/24 με βάση τον αλγόριθμο προώθησης, αλλιώς το σύστημα δρομολόγησης δεν θα μπορέσει ποτέ να δρομολογήσει την κίνηση στο host αφού και αυτό έχει ρυθμιστεί με βάση αυτόν τον αλγόριθμο

Destination	11.1.2.5	=	00001011.00000001.00000010.00000101
★ Route #1	11.1.2.0/24	=	<u>00001011.00000001.00000010.00000000</u>
Route #2	11.1.0.0/16	=	<u>00001011.00000001.00000000.00000000</u>
Route #3	11.0.0.0/8	=	<u>00001011.00000000.00000000.00000000</u>

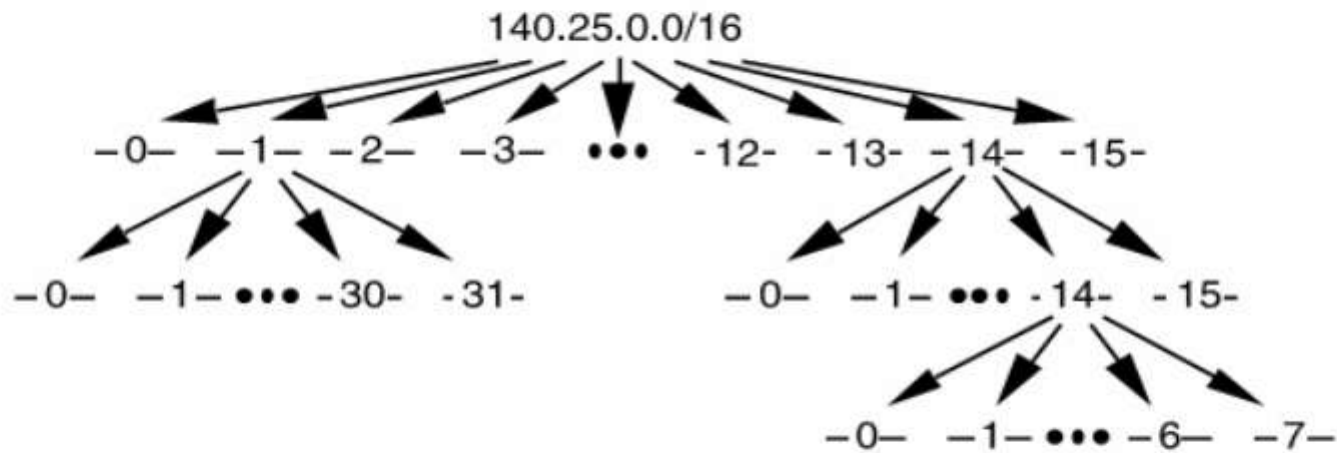
Εκχώρηση διεύθυνσεων τοπολογικής σημασίας

Για να υποστηριχθεί ιεραρχική δρομολόγηση και να μειωθεί το μέγεθος των πινάκων δρομολόγησης ενός οργανισμού, οι διευθύνσεις πρέπει να ανατεθούν έτσι ώστε να είναι τοπολογικά καθορισμένες.

Εάν οι διευθύνσεις δεν είναι τοπολογικά καθορισμένες, δεν μπορούν να αθροιστούν, ο κεντρικός router μπορεί να δεχθεί την ίδια συγκεντρωτική εγγραφή από διαφορετικούς προορισμούς υποδικτύων και να προκληθεί σύγχυση, και το μέγεθος των πινάκων δρομολόγησης δεν θα μπορεί να διατηρηθεί σε σταθερό μέγεθος.

Παράδειγμα VLSM

Μια οργάνωση έχει αναλάβει τον αριθμό δικτύου 140.25.0.0/16 και σχεδιάζει να αναπτύξει υποδικτύωση με VLSM.

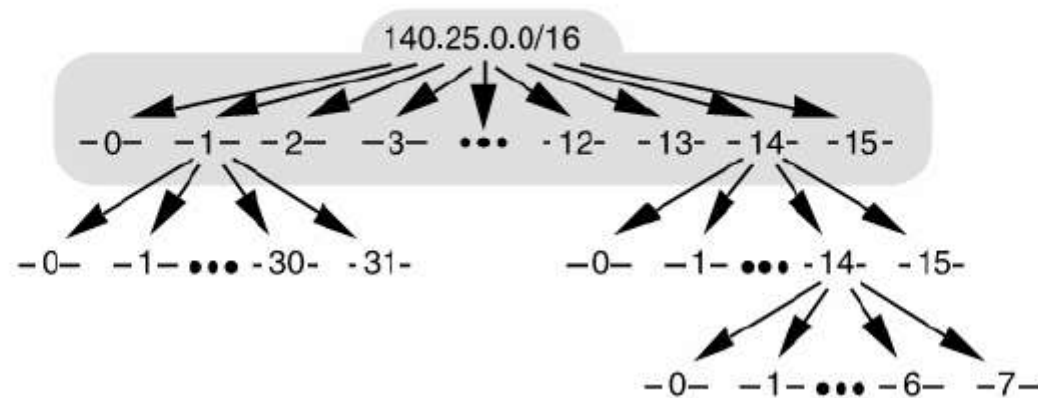


Το πρώτο βήμα της διαδικασίας υποδικτύωσης είναι η διαίρεση της διεύθυνσης δικτύου βάσης σε 16 ίσου μεγέθους μπλοκ διευθύνσεων, τα υποδίκτυα.

Στη συνέχεια, το υποδίκτυο # 1 διαιρείται σε 32 ισομεγέθη μπλοκ και η διεύθυνση υποδικτύου # 14 διαιρείται σε 16 ισομεγέθη μπλοκ διευθύνσεων.

Τέλος, το υποδίκτυο # 14-14 διαιρείται σε οκτώ ίσου μεγέθους μπλοκ διευθύνσεων.

Καθορισμός των 16 υποδικτύων του 140.25.0.0/16



Τέσσερα bit ($16 = 2^4$), απαιτούνται για να προσδιορίσουν κάθε ένα από τα 16 υποδίκτυα.

Αυτό σημαίνει ότι ο οργανισμός χρειάζεται επιπλέον στο πρόθεμα δικτύου, τέσσερα ακόμη bit, ή ένα εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου /20, για να καθορίσει τα 16 υποδίκτυα του 140.25.0.0/16.

Καθένα από αυτά τα υποδίκτυα αντιπροσωπεύει ένα συνεχόμενο μπλοκ 2^{12} (ή 4096) hosts.

Τα υποδίκτυα που προκύπτουν είναι αριθμημένα απο 0 έως 15.
Το υπογραμμισμένο τμήμα κάθε διεύθυνσης προσδιορίζει το εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου
Τα έντονα ψηφία προσδιορίζουν τα 4 δυαδικά ψηφία που αντιπροσωπεύουν το πρόθεμα αριθμού υποδικτύου

Base Network: 10001100.00011001.00000000.00000000 = 140.25.0.0/16
Subnet #0: 10001100.00011001.0000 0000.00000000 = 140.25.0.0/20
Subnet #1: 10001100.00011001.0001 0000.00000000 = 140.25.16.0/20
Subnet #2: 10001100.00011001.0010 0000.00000000 = 140.25.32.0/20
Subnet #3: 10001100.00011001.0011 0000.00000000 = 140.25.48.0/20
Subnet #4: 10001100.00011001.0100 0000.00000000 = 140.25.64.0/20
:
:
Subnet #13: 10001100.00011001.1101 0000.00000000 = 140.25.208.0/20
Subnet #14: 10001100.00011001.1110 0000.00000000 = 140.25.224.0/20
Subnet #15: 10001100.00011001.1111 0000.00000000 = 140.25.240.0/20

Καθορισμός διευθύνσεων Host για το υποδίκτυο #3 (140.25.48.0/20)

Δεδομένου ότι το πρόθεμα αριθμού host του υποδικτύου # 3 περιέχει 12 bits, υπάρχουν 4.094 έγκυρες διευθύνσεις host ($2^{12} - 2$) στο μπλοκ διευθύνσεων. Οι host αριθμηθούν από το 1 μέχρι 4.094.

Το υπογραμμισμένο τμήμα κάθε διεύθυνσης προσδιορίζει το εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου.

Τα έντονα ψηφία προσδιορίζουν το 12-bit πρόθεμα αριθμού host

Subnet #3: 10001100.00011001.0011 0000.00000000 = 140.25.48.0/20

Host #1: 10001100.00011001.0011 0000.00000001 = 140.25.48.1/20

Host #2: 10001100.00011001.0011 0000.00000010 = 140.25.48.2/20

Host #3: 10001100.00011001.0011 0000.00000011 = 140.25.48.3/20

:

:

Host #4093: 10001100.00011001.0011 1111.11111101 = 140.25.63.253/20

Host #4094: 10001100.00011001.0011 1111.11111110 = 140.25.63.254/20

Η διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # 3 είναι η όλα-1 διεύθυνση host ή:

10001100.00011001.0011 1111.11111111 = 140.25.63.255

Καθορισμός των Υπο-υποδικτύων για το υποδίκτυο #14 (140.25.224.0/20)

Τέσσερα περισσότερα bit ($16 = 2^8$), απαιτούνται για να προσδιορίσουν κάθε ένα από τα 16 υποδίκτυα. Αυτό σημαίνει ότι ο οργανισμός θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε ένα /24, εκτεταμένο μήκος προθέματος δικτύου.

Τα υποδίκτυα είναι αριθμημένα από 0 έως 15.

Το υπογραμμισμένο τμήμα κάθε διεύθυνσης υπο-υποδικτύου προσδιορίζει το εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου (του υποδικτύου της προηγούμενης τάξης)

Τα έντονα ψηφία προσδιορίζουν τα 4 δυαδικά ψηφία που αντιπροσωπεύουν το πρόθεμα αριθμού υπο-υποδικτύου

Subnet #14: 10001100.00011001.1110 0000.00000000 = 140.25.224.0/20

Subnet #14-0: 10001100.00011001.1110 **0000** .00000000 = 140.25.224.0/24

Subnet #14-1: 10001100.00011001.1110 **0001** .00000000 = 140.25.225.0/24

Subnet #14-2: 10001100.00011001.1110 **0010** .00000000 = 140.25.226.0/24

Subnet #14-3: 10001100.00011001.1110 **0011** .00000000 = 140.25.227.0/24

Subnet #14-4: 10001100.00011001.1110 **0100** .00000000 = 140.25.228.0/24

.

.

Subnet #14-14: 10001100.00011001.1110 **1110** .00000000 = 140.25.238.0/24

Subnet #14-15: 10001100.00011001.1110 **1111** .00000000 = 140.25.239.0/24

Καθορισμός διευθύνσεων Host για το υποδίκτυο #14-3 (140.25.227.0/24)

Κάθε ένα από τα υποδίκτυα του υποδικτύου # 14-3 έχει 8 bit στο πρόθεμα αριθμού host. Αυτό σημαίνει ότι κάθε υποδίκτυο αντιπροσωπεύει ένα μπλοκ από 254 έγκυρες διευθύνσεις host ($2^8 - 2$). Οι host αριθμούνται από 1 έως 254.

Το υπογραμμισμένο τμήμα κάθε διεύθυνσης προσδιορίζει το εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου (του υποδικτύου της προηγούμενης τάξης)

Τα έντονα ψηφία προσδιορίζουν το 8-bit πρόθεμα αριθμού host

Subnet #14 3: 10001100.00011001.11100011 .00000000 = 140.25.227.0/24

Host #1 10001100.00011001.11100011 .00000001 = 140.25.227.1/24

Host #2 10001100.00011001.11100011 .00000010 = 140.25.227.2/24

Host #3 10001100.00011001.11100011 .00000011 = 140.25.227.3/24

Host #4 10001100.00011001.11100011 .00000100 = 140.25.227.4/24

Host #5 10001100.00011001.11100011 .00000101 = 140.25.227.5/24

.

.

Host #253 10001100.00011001.11100011 .11111101 = 140.25.227.253/24

Host #254 10001100.00011001.11100011 .11111110 = 140.25.227.254/24

Η διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # 14-3 είναι η όλα-1 διεύθυνση host και είναι ένα λιγότερο από τη βασική διεύθυνση για το υποδίκτυο # 14-4 (140.25.228.0):

10001100.00011001.11100011. 11111111 = 140.25.227.255

Καθορισμός των Υπο-υποδικτύων για το υποδίκτυο #14-14 (140.25.238.0/24)

Τρία περισσότερα bit ($8 = 2^3$), απαιτούνται για να προσδιορίσουν κάθε ένα από τα οκτώ υποδίκτυα. Αυτό σημαίνει ότι ο οργανισμός θα πρέπει να χρησιμοποιήσει ένα εκτεταμένο μήκος προθέματος δικτύου / 27.

Τα υποδίκτυα είναι αριθμημένα από 0 έως 7.

Το υπογραμμισμένο τμήμα κάθε διεύθυνσης υπο-υποδικτύου προσδιορίζει το εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου (του υποδικτύου της προηγούμενης τάξης)

Τα έντονα ψηφία προσδιορίζουν τα 3 δυαδικά ψηφία που αντιπροσωπεύουν το πρόθεμα αριθμού host

Subnet #14-14: 10001100.00011001.11101110 .00000000 = 140.25.238.0/24
Subnet#14-14-0: 10001100.00011001.11101110.**000** 00000 = 140.25.238.0/27
Subnet#14-14-1: 10001100.00011001.11101110.**001** 00000 = 140.25.238.32/27
Subnet#14-14-2: 10001100.00011001.11101110.**010** 00000 = 140.25.238.64/27
Subnet#14-14-3: 10001100.00011001.11101110.**011** 00000 = 140.25.238.96/27
Subnet#14-14-4: 10001100.00011001.11101110.**100** 00000 = 140.25.238.128/27
Subnet#14-14-5: 10001100.00011001.11101110.**101** 00000 = 140.25.238.160/27
Subnet#14-14-6: 10001100.00011001.11101110.**110** 00000 = 140.25.238.192/27
Subnet#14-14-7: 10001100.00011001.11101110.**111** 00000 = 140.25.238.224/27

Καθορισμός διευθύνσεων Host για το υποδίκτυο #14-14-2 (140.25.238.64/27)

Κάθε ένα από τα υποδίκτυα του υποδικτύου # 14-14 έχει 5 bit στο πεδίο αριθμού host. Αυτό σημαίνει ότι κάθε υποδίκτυο αντιπροσωπεύει ένα μπλοκ των 30 διευθύνσεων host ($2^5 - 2$).

Οι host θα αριθμούνται από 1 έως 30.

Το υπογραμμισμένο τμήμα κάθε διεύθυνσης προσδιορίζει το εκτεταμένο πρόθεμα δικτύου (του υποδικτύου της προηγούμενης τάξης)

Τα έντονα ψηφία προσδιορίζουν το 5-bit πρόθεμα αριθμού host

Subnet#14-14-2: 10001100.00011001.11101110.010 00000 = 140.25.238.64/27

Host #1 10001100.00011001.11101110.010 00001 = 140.25.238.65/27

Host #2 10001100.00011001.11101110.010 00010 = 140.25.238.66/27

Host #3 10001100.00011001.11101110.010 00011 = 140.25.238.67/27

Host #4 10001100.00011001.11101110.010 00100 = 140.25.238.68/27

Host #5 10001100.00011001.11101110.010 00101 = 140.25.238.69/27

.

.

Host #29 10001100.00011001.11101110.010 11101 = 140.25.238.93/27

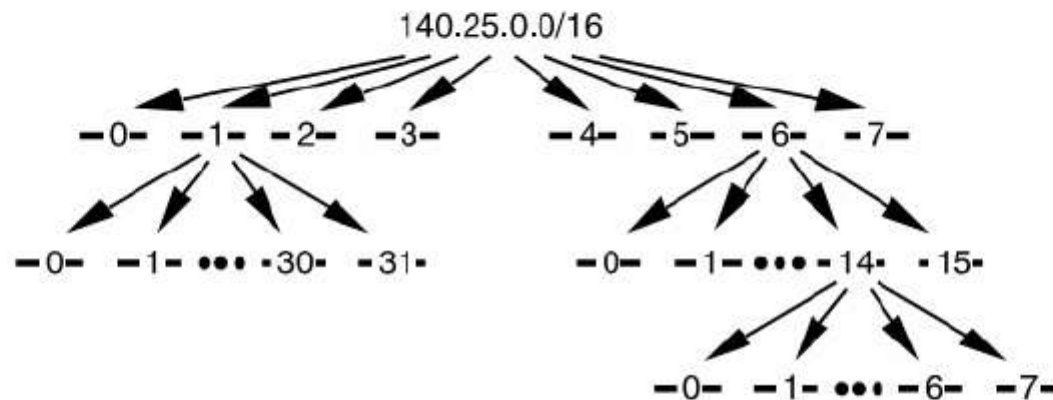
Host #30 10001100.00011001.11101110.010 11110 = 140.25.238.94/27

Η διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # 14-14-2 είναι η όλα-1 διεύθυνση host και είναι ένα λιγότερο από τη βασική διεύθυνση του υποδικτύου #14-14-3(140.25.238.96):

10001100.00011001.11011100.010 11111 = 140.25.238.95

Άσκηση VLSM

Μια οργάνωση έχει αναλάβει τον αριθμό δικτύου 40.25.0.0/16 και σχεδιάζει να αναπτύξει υποδικτύωση κατά VLSM.



Το πρώτο βήμα της υποδικτύωσης χωρίζει τη διεύθυνση δικτύου βάσης σε οκτώ ίσου μεγέθους μπλοκ διευθύνσεων.

Στη συνέχεια, το υποδίκτυο # 1 διαιρείται σε 32 ισομεγέθη μπλοκ διευθύνσεων και το υποδίκτυο # 6 διαιρείται σε 16 ισομεγέθη μπλοκ διευθύνσεων.

Τέλος, το υποδίκτυο # 6-14 χωρίζεται σε οκτώ ίσου μεγέθους μπλοκ διευθύνσεων.

1 Καθορίστε τα οκτώ υποδίκτυα του 140.25.0.0/16:

Base Network: 10001100.00011001 .00000000.00000000 = 140.25.0.0/16
Subnet #0: 10001100.00011001.000 00000.00000000 = 140.25.0.0/19
Subnet #1: 10001100.00011001.001 00000.00000000 = 140.25.32.0/19
Subnet #2: 10001100.00011001.010 00000.00000000 = 140.25.64.0/19
Subnet #3: 10001100.00011001.011 00000.00000000 = 140.25.96.0/19
Subnet #4: 10001100.00011001.100 00000.00000000 = 140.25.128.0/19
Subnet #5: 10001100.00011001.101 00000.00000000 = 140.25.160.0/19
Subnet #6: 10001100.00011001.110 00000.00000000 = 140.25.192.0/19
Subnet #7: 10001100.00011001.111 00000.00000000 = 140.25.224.0/19

2 Κατάλογος των διευθύνσεων host που μπορεί να ανατεθεί στο υποδίκτυο #3 (140.25.96.0):

Subnet #3: 10001100.00011001.011 00000.00000000 = 140.25.96.0/19
Host #1: 10001100.00011001.011 00000.00000001 = 140.25.96.1/19
Host #2: 10001100.00011001.011 00000.00000010 = 140.25.96.2/19
Host #3: 10001100.00011001.011 00000.00000011 = 140.25.96.3/19
.
.
Host #8189: 10001100.00011001.011 11111.11111101 = 140.25.127.253/19
Host #8190: 10001100.00011001.011 11111.11111110 = 140.25.127.254/19

3 Αναγνώριση της διεύθυνσης ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # 3 (140.25.96.0):

10001100.00011001.011 11111.11111111 = 140.25.127.255

4 Καθορίστε τα 16 υποδίκτυα του υποδικτύου # 6 (140.25.192.0/19):

Subnet #6: 10001100.00011001.110 00000.00000000 = 140.25.192.0/19
Subnet #6-0: 10001100.00011001.110 00000.00000000 = 140.25.192.0/23
Subnet #6-1: 10001100.00011001.110 00010.00000000 = 140.25.194.0/23
Subnet #6-2: 10001100.00011001.110 00100.00000000 = 140.25.196.0/23
Subnet #6-3: 10001100.00011001.110 00110.00000000 = 140.25.198.0/23
Subnet #6-4: 10001100.00011001.110 01000.00000000 = 140.25.200.0/23
.
.
Subnet #6-14: 10001100.00011001.110 11100.00000000 = 140.25.220.0/23
Subnet #6-15: 10001100.00011001.110 11110.00000000 = 140.25.222.0/23

5 Κατάλογος των διευθύνσεων host στο υποδίκτυο # 6-3 (140.25.198.0/23):

Subnet #6-3: 10001100.00011001.1100011 0.00000000 = 140.25.198.0/23
Host #1 10001100.00011001.1100011 0.00000001 = 140.25.198.1/23
Host #2 10001100.00011001.1100011 0.00000010 = 140.25.198.2/23
Host #3 10001100.00011001.1100011 0.00000011 = 140.25.198.3/23
Host #4 10001100.00011001.1100011 0.00000100 = 140.25.198.4/23
Host #5 10001100.00011001.1100011 0.00000110 = 140.25.198.5/23
.
.
Host #509 10001100.00011001.1100011 1.11111101 = 140.25.199.253/23
Host #510 10001100.00011001.1100011 1.11111110 = 140.25.199.254/23

6 Εντοπίστε τη διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # 6-3 (140.25.198.0/23):

10001100.00011001.1100011 1.11111111 = 140.25.199.255

7 Καθορίστε τα οκτώ υποδίκτυα του υποδικτύου # 6-14 (140.25.220.0/23):

Subnet #6-14: 10001100.00011001.1101110 00000000 = 140.25.220.0/23
Subnet#6-14-0: 10001100.00011001.1101110 0.00000000 = 140.25.220.0/26
Subnet#6-14-1: 10001100.00011001.1101110 0.01000000 = 140.25.220.64/26
Subnet#6-14-2: 10001100.00011001.1101110 0.10000000 = 140.25.220.128/26
Subnet#6-14-3: 10001100.00011001.1101110 0.11000000 = 140.25.220.192/26
Subnet#6-14-4: 10001100.00011001.1101110 1.00000000 = 140.25.221.0/26
Subnet#6-14-5: 10001100.00011001.1101110 1.01000000 = 140.25.221.64/26
Subnet#6-14-6: 10001100.00011001.1101110 1.10000000 = 140.25.221.128/26
Subnet#6-14-7: 10001100.00011001.1101110 1.11000000 = 140.25.221.192/26

8 Κατάλογος των διευθύνσεων host που μπορεί να ανατεθεί στο υποδίκτυο # 6-14-2(140.25.220.128/26):

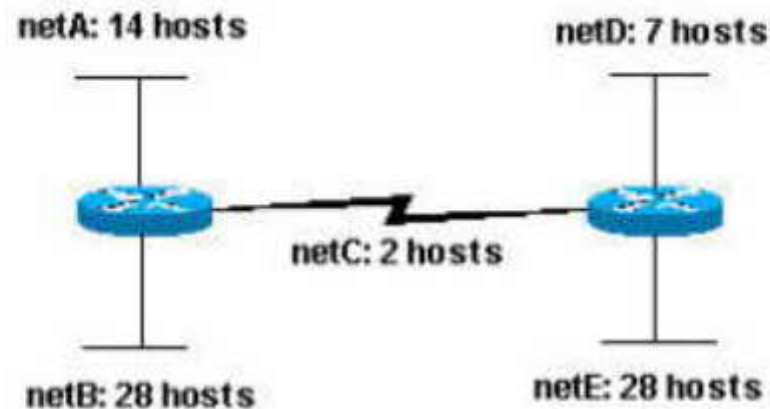
Subnet#6-14-2: 10001100.00011001.11011100.10000000 = 140.25.220.128/26
Host #1 10001100.00011001.11011100.10000001 = 140.25.220.129/26
Host #2 10001100.00011001.11011100.10000010 = 140.25.220.130/26
Host #3 10001100.00011001.11011100.10000011 = 140.25.220.131/26
Host #4 10001100.00011001.11011100.10000100 = 140.25.220.132/26
Host #5 10001100.00011001.11011100.10000101 = 140.25.220.133/26
.
.
Host #61 10001100.00011001.11011100.10111101 = 140.25.220.189/26
Host #62 10001100.00011001.11011100.10111110 = 140.25.220.190/26

9 Προσδιορίστε τη διεύθυνση ευρείας εκπομπής για το υποδίκτυο # 6-14-2 (140.25.220.128/26):

10001100.00011001.11011100.10111111 = 140.25.220.191

1. Παράδειγμα VLSM vs CLASSFULL καταχώρησης IP δ/νσεων

A. Υποδικτύωση του δικτύου 204.15.5.0/24 με κλάσεις σύμφωνα με το σχήμα



Για τη δημιουργία των 5 υποδικτύων θα χρειαστούμε 3 bits, (τα 2 θα έδιναν 4 υποδίκτυα, δεν επαρκεί) από το τμήμα host, πράγμα που αφήνει άλλα 5 bits για τον υπολογισμό των host ανά υποδίκτυο, που είναι 32 (30 πρακτικά)

Αναλυτικά τα 5 υποδίκτυα

netA: 204.15.5.0/27	host address range 1 to 30
netB: 204.15.5.32/27	host address range 33 to 62
netC: 204.15.5.64/27	host address range 65 to 94
netD: 204.15.5.96/27	host address range 97 to 126
netE: 204.15.5.128/27	host address range 129 to 158

B. Υποδικτύωση του δικτύου 204.15.5.0/24 με VLSM με τις ίδιες απαιτήσεις:

```
netA: must support 14 hosts
netB: must support 28 hosts
netC: must support 2 hosts
netD: must support 7 hosts
netE: must support 28 host
```

Θα καθορίσουμε τη μάσκα που απαιτείται για καθένα τμήμα ανάλογα με τον αριθμό των host που ζητείται

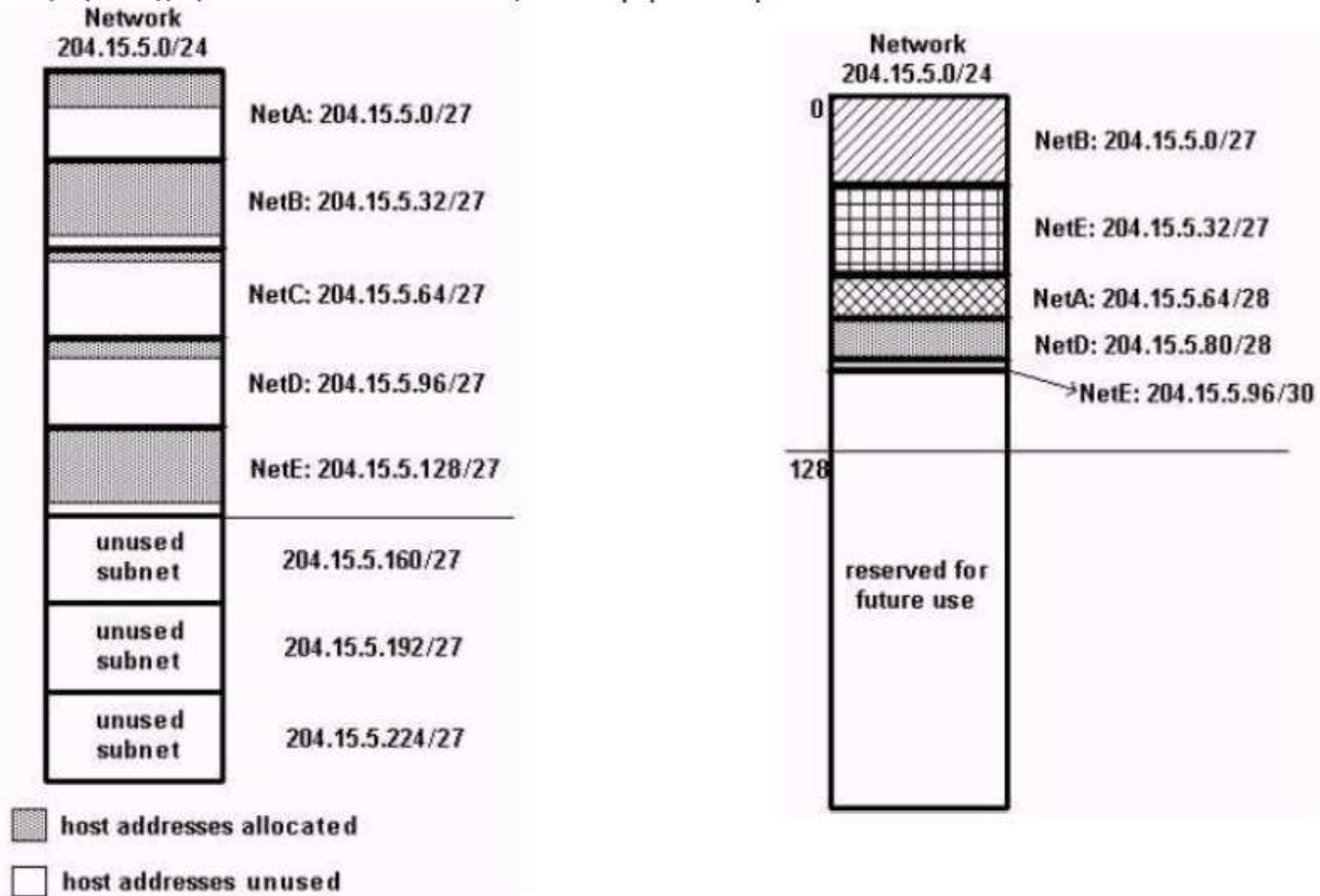
```
netA: requires a /28 (255.255.255.240) mask to support 14 hosts
netB: requires a /27 (255.255.255.224) mask to support 28 hosts
netC: requires a /30 (255.255.255.252) mask to support 2 hosts
netD*: requires a /28 (255.255.255.240) mask to support 7 hosts
netE: requires a /27 (255.255.255.224) mask to support 28 hosts
```

```
* a /29 (255.255.255.248) would only allow 6 usable host addresses
  therefore netD requires a /28 mask.
```

Δεν υπάρχει περιορισμός, αλλά ο πιο πρακτικός τρόπος ανάθεσης μπλοκ IP δ/σεων στα υποδίκτυα είναι να ξεκινήσουμε από αυτά που απαιτούν τους περισσότερους hosts

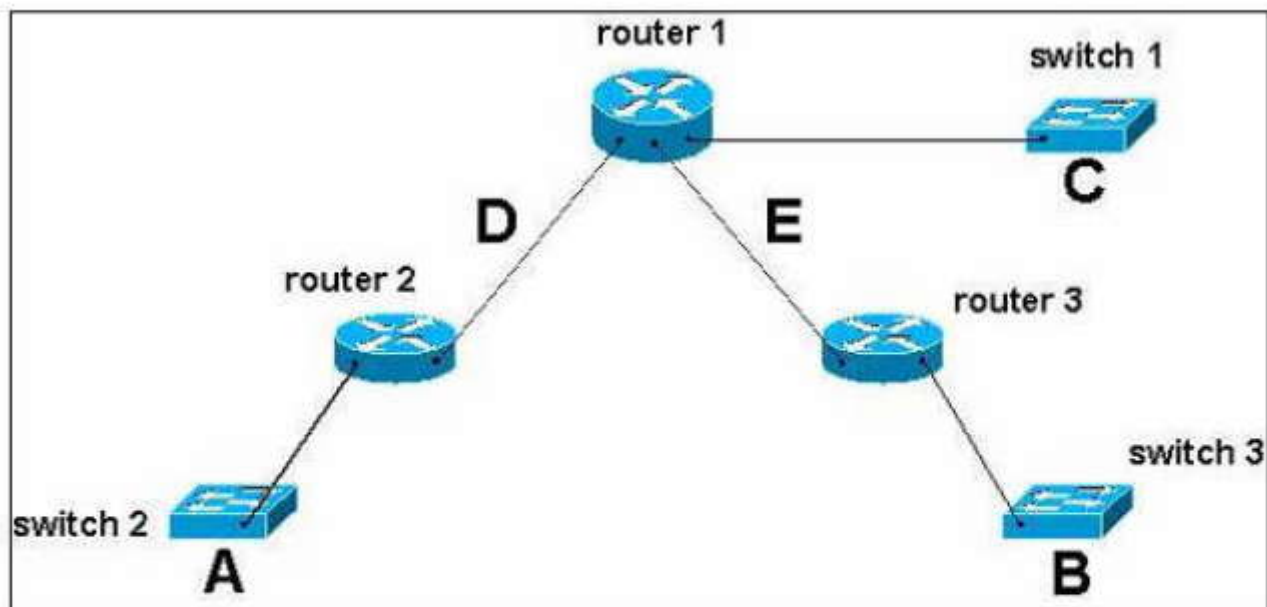
```
netB: 204.15.5.0/27 host address range 1 to 30
netE: 204.15.5.32/27 host address range 33 to 62
netA: 204.15.5.64/28 host address range 65 to 78
netD: 204.15.5.80/28 host address range 81 to 94
netC: 204.15.5.96/30 host address range 97 to 98
```

Η αξιοποίηση του χώρου δ/σεων δεν είναι η καλύτερη δυνατή:



2. ΑΣΚΗΣΗ VLSM

Υποδικτυώστε κατά VLSM σύμφωνα με το σχήμα:



Στο παραπάνω σχήμα έχουμε στη διάθεσή μας το block 192.168.1.0/24 και οι ανάγκες του δικτύου είναι οι εξής:

- A δίκτυο: 20 valid hosts
- B δίκτυο: 20 valid hosts
- C δίκτυο: 20 valid hosts
- D δίκτυο: 2 valid hosts
- E δίκτυο: 2 valid hosts

Για τον υπολογισμό των κατάλληλων масκών υποδικτύωσης ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

α) Χωρίζουμε το αρχικό block σε υποδίκτυα που ικανοποιούν το μέγιστο αριθμό hosts.
(20 στην περίπτωση μας)

Οπότε τα 3 υποδίκτυα των 20 valid hosts που προκύπτουν είναι:

192.168.1.0/27

192.168.1.32/27 και

192.168.1.64/27

β) Χωρίζουμε το επόμενο συνεχόμενο (το 192.168.1.96/27 στην περίπτωση μας) υποδίκτυο σε νέα υποδίκτυα που ικανοποιούν τον επόμενο μεγαλύτερο αριθμό hosts (2 στην περίπτωση μας).

Οπότε τα 2 υποδίκτυα των 2 valid hosts που προκύπτουν είναι:

192.168.1.96/30 και

192.168.1.100/30

Τα υποδίκτυα με τηρήτης μάσας υποδικτύωσης που επίσης προκύπτουν είναι:

A subnet: 192.168.1.0/27

B subnet: 192.168.1.32/27

C subnet: 192.168.1.64/27

D subnet : 192.168.1.96/30

E subnet : 192.168.1.100/30

3. Παράδειγμα συγκεντροποίησης διαδρομών – υπερδικτύωση (route aggregation - supernetting)

Έστω ένας δρομολογητής που έχει καταγεγραμμένα τα παρακάτω υποδίκτυα στον πίνακα δρομολόγησης του:

```
192.168.98.0  
192.168.99.0  
192.168.100.0  
192.168.101.0  
192.168.102.0  
192.168.105.0
```

Αρχικά μετατρέπουμε τις δ/νσεις σε δυαδική μορφή και τις τοποθετούμε συμμετρικά σε έναν πίνακα:

Address	First Octet	Second Octet	Third Octet	Fourth Octet
192.168.98.0	11000000	10101000	01100010	00000000
192.168.99.0	11000000	10101000	01100011	00000000
192.168.100.0	11000000	10101000	01100100	00000000
192.168.101.0	11000000	10101000	01100101	00000000
192.168.102.0	11000000	10101000	01100110	00000000
192.168.105.0	11000000	10101000	01101001	00000000

Η συγκεντροποιημένη δ/νση προκύπτει από τα κοινά bits (υπογραμμισμένα) των παραπάνω δ/νσεων και τα υπόλοιπα μηδενικά, δηλαδή:

11000000.10101000.0110 0000.0000 ή 192.168.96.0 με μάσκα:

11111111.11111111.11110000.0000 ή 255.255.240.0

Η ίδια συγκεντροποιημένη διαδρομή μπορεί να περιλαμβάνει και άλλα υποδίκτυα που δεν περιλαμβάνει ο πίνακας του δρομολογητή όπως τα 192.168.96.0, 192.168.97.0, 192.168.103.0, 192.168.104.0.

Διευθυνσιοδότηση IP:
:Δρομολόγηση μεταξύ τομέων
δ/νσεων χωρίς κλάσεις
(Classless Inter Domain
Routing-CIDR)

Δρομολόγηση μεταξύ τομέων δ/νσεων χωρίς κλάσεις (CIDR)

Το CIDR εξαλείφει την παραδοσιακή έννοια των δικτύων κλάσης A, κλάσης B και κλάσης C, και τις αντικαθιστά με τη γενικευμένη έννοια ενός πρόθεματος δικτύου.

Το CIDR υποστηρίζει συνάθροιση διαδρομής, όπου μία ενιαία είσοδος στον πίνακα δρομολόγησης μπορεί να αντιπροσωπεύει το χώρο χιλιάδων διευθύνσεων διαδρομών δρομολόγησης με κλάσεις. Αυτό επιτρέπει σε μία ενιαία είσοδο στον πίνακα δρομολόγησης να προσδιορίσει τη δρομολόγηση σε πολλαπλές ατομικές διευθύνσεις δικτύου.

Οι δρομολογητές χρησιμοποιούν το πρόθεμα του δικτύου να καθορίσει το σημείο διαχωρισμού μεταξύ του αριθμού δικτύου και του αριθμού host.

Το CIDR υποστηρίζει την ανάπτυξη δικτύων αυθαίρετου μεγέθους και όχι σταθερού μεγέθους δίκτυα σύμφωνα με το classfull πρότυπο του στάνταρ προθέματος 8-bit, 16-bit ή 24-bit.

Τα συνηθέστερα μπλοκ διευθύνσεων στο CIDR

CIDR Prefix Length	Dotted Decimal	# Individual Addresses	# of Classful Networks
/13	255.248.0.0	512 K	8 Bs or 2048 Cs
/14	255.252.0.0	256 K	4 Bs or 1024 Cs
/15	255.254.0.0	128 K	2 Bs or 512 Cs
/16	255.255.0.0	64 K	1 B or 256 Cs
/17	255.255.128.0	32 K	128 Cs
/18	255.255.192.0	16 K	64 Cs
/19	255.255.224.0	8 K	32 Cs
/20	255.255.240.0	4 K	16 Cs
/21	255.255.248.0	2 K	8 Cs
/22	255.255.252.0	1 K	4 Cs
/23	255.255.254.0	512	2 Cs
/24	255.255.255.0	256	1 C
/25	255.255.255.128	128	1/2 C
/26	255.255.255.192	64	1/4 C
/27	255.255.255.224	32	1/8 C

Ένα /15 μπλοκ διευθύνσεων μπορεί να προσδιοριστεί χρησιμοποιώντας την παραδοσιακή δεκαδικής μορφής μάσκα 255.254.0.0.

Ένα /15 μπλοκ διευθύνσεων περιέχει ένα συνεχόμενου bit μπλοκ των 2^{15} ή 128K (131.072) IP διευθύνσεων που μπορεί να αναπαρασταθεί ως δύο δίκτυα B κλάσης ή 512 δίκτυα κλάσης C (με το κλασσικό μοντέλο).

Δεκαδική-δυναδική αναπαράσταση μάσκας

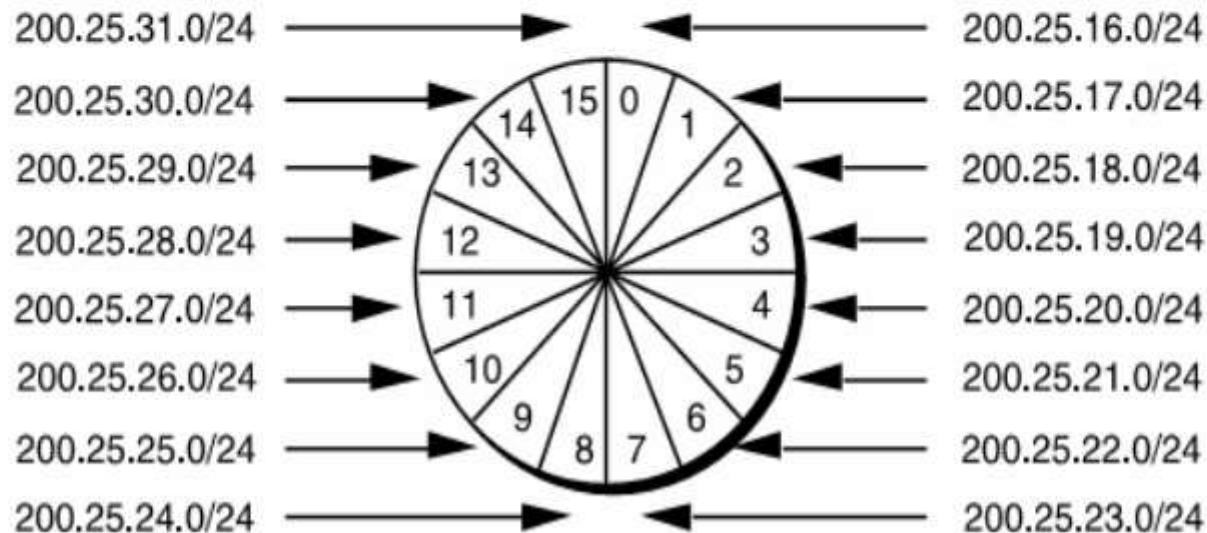


Subnet Masks (cont)

0	0.0.0.0	17	255.255.128.0
1	128.0.0.0	18	255.255.192.0
2	192.0.0.0	19	255.255.224.0
3	224.0.0.0	20	255.255.240.0
4	240.0.0.0	21	255.255.248.0
5	248.0.0.0	22	255.255.252.0
6	252.0.0.0	23	255.255.254.0
7	254.0.0.0	24	255.255.255.0
8	255.0.0.0	25	255.255.255.128
9	255.128.0.0	26	255.255.255.192
10	255.192.0.0	27	255.255.255.224
11	255.224.0.0	28	255.255.255.240
12	255.240.0.0	29	255.255.255.248
13	255.248.0.0	30	255.255.255.252
14	255.252.0.0	31	255.255.255.254
15	255.254.0.0	32	255.255.255.255
16	255.255.0.0		

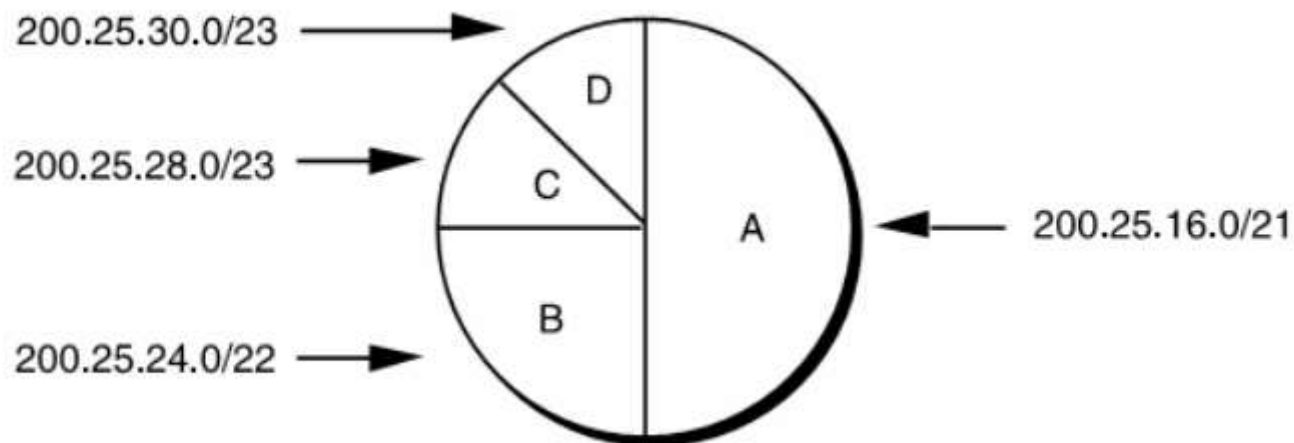
Παράδειγμα κατανομής διευθύνσεων κατά CIDR

Ας υποθέσουμε ότι σε έναν ISP ανήκει το μπλοκ διευθύνσεων 200.25.0.0/16.
Αυτό το μπλοκ αντιπροσωπεύει 65.536 (2^{16}) διευθύνσεις IP (ή 256 δίκτυα /24).
Υπάρχει η απαίτηση στον ISP να διαθέσει ένα μικρότερο μπλοκ διευθύνσεων το 200.25.16.0/20, που αντιπροσωπεύει 4.096 (2^{12}) διευθύνσεις IP (ή 16 δίκτυα /24).
Σε ένα ταξικό περιβάλλον με κλάσεις, ο ISP αναγκάζεται να χρησιμοποιήσει το /20 ως 16 ατομικά δίκτυα /24.



Παράδειγμα κατανομής διευθύνσεων κατά CIDR

Σε ένα «αταξικό» CIDR περιβάλλον, ο ISP είναι ελεύθερος να κόψει την πίτα με όποιον τρόπο θέλει. Θα μπορούσε να τεμαχίσει την αρχική πίτα σε 2 κομμάτια (δύο μισά του χώρου διευθύνσεων) και να εκχωρήσει μια μερίδα στον οργανισμό A, και να κόψει το άλλο μισό επίσης σε δύο κομμάτια (ένα τέταρτο του συνολικού χώρου διευθύνσεων το καθένα) και να αναθέσει το ένα κομμάτι στον οργανισμό B, και να κόψει το υπόλοιπο τέταρτο σε δύο κομμάτια (ένα όγδοο του συνολικού χώρου διευθύνσεων το καθένα) και να τα εκχωρήσει στον Οργανισμό C και τον D.



Παράδειγμα κατανομής διευθύνσεων κατά CIDR

Βήμα # 1: Διαιρούμε το μπλοκ διευθύνσεων 200.25.16.0/20 σε δύο ισομεγέθη τμήματα και αναθέτουμε το ένα στον Α. Κάθε μπλοκ αντιπροσωπεύει το μισό του χώρου διευθύνσεων, ή 2.048 (2^{11}) διευθύνσεις IP.

Μπλοκ ISP 11001000.00011001.00010000.00000000 200.25.16.0/20

Οργ. Α: 11001000.00011001.00010000.00000000 200.25.16.0/21

Υπόλοιπο: 11001000.00011001.00011000.00000000 200.25.24.0/21

Βήμα # 2: Διαιρούμε το άλλο μπλοκ διευθύνσεων 200.25.24.0/21 σε δύο ισομεγέθη τμήματα και αναθέτουμε το ένα στον Β. Κάθε μπλοκ αντιπροσωπεύει το ένα τέταρτο του χώρου διευθύνσεων, ή 1.024 (2^{10}) διευθύνσεις IP.

Υπόλοιπο 11001000.00011001.00011000.00000000 200.25.24.0/21

Οργ Β: 11001000.00011001.00011000.00000000 200.25.24.0/22

Υπόλοιπο 11001000.00011001.00011100.00000000 200.25.28.0/22

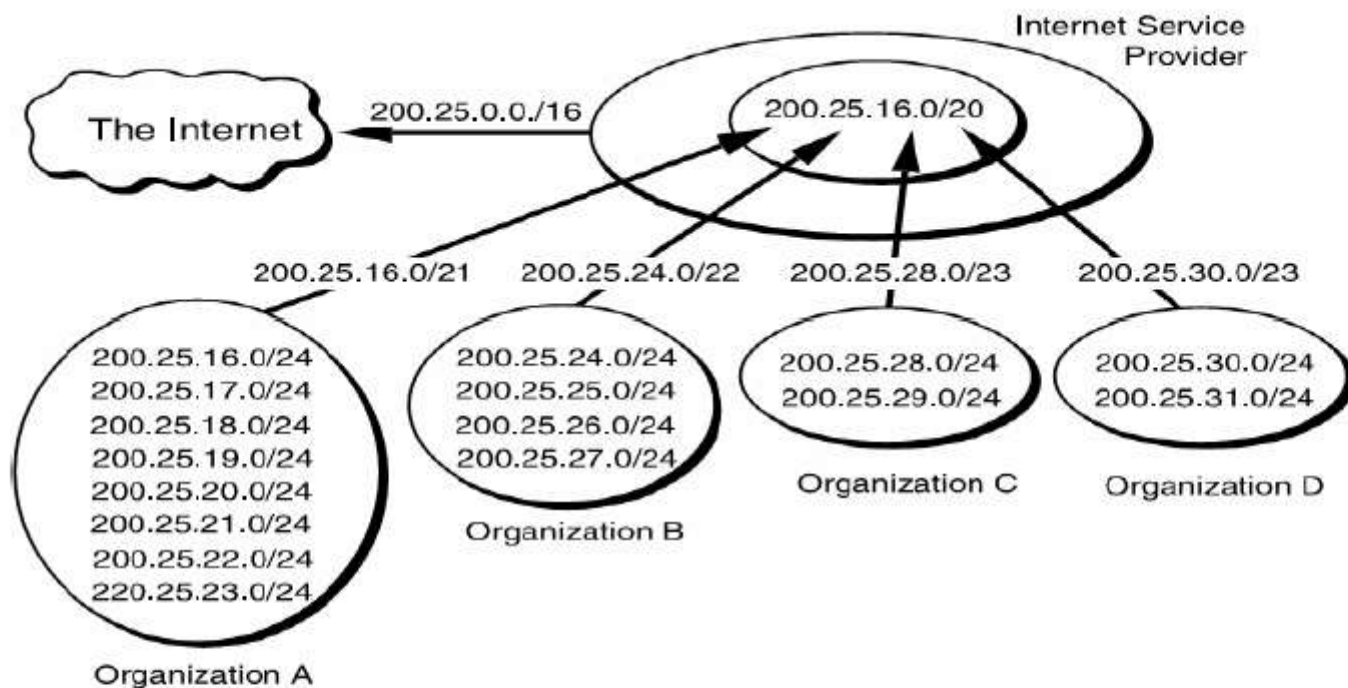
Βήμα # 3: Διαιρούμε το διατηρημένο μπλοκ διευθύνσεων 200.25.28.0/22) σε δύο ισομεγέθη τμήματα και αναθέτουμε το ένα στον C και το άλλο στον D. Κάθε μπλοκ αντιπροσωπεύει το ένα όγδοο του χώρου διευθύνσεων, ή 512 (2^9) διευθύνσεις IP.

Υπόλοιπο 11001000.00011001.00011100.00000000 200.25.28.0/22

Οργ C: 11001000.00011001.00011100.00000000 200.25.28.0/23

Οργ D: 11001000.00011001.00011110.00000000 200.25.30.0/23

Έλεγχος της ανάπτυξης των πινάκων δρομολόγησης-παράδειγμα



Ας υποθέσουμε ότι σε έναν ISP έχει διατεθεί ένα μπλοκ διευθύνσεων: (200.25.16.0/20)

- Ο Οργ. A αθροίζει οκτώ δίκτυα /24 σε μία ενιαία γνωστοποίηση (200.25.16.0/21)
- Ο Οργ. B αθροίζει τέσσερα δίκτυα /24 σε μία ενιαία γνωστοποίηση (200.25.24.0/22)
- Ο Οργ C αθροίζει δύο δίκτυα /24 σε μία ενιαία γνωστοποίηση (200.25.28.0/23)
- Ο Οργ D αθροίζει δύο δίκτυα /24 σε μία ενιαία γνωστοποίηση (200.25.30.0/23)

Στη συνέχεια, ο ISP μπορεί να εκδώσει προς το Διαδίκτυο 256 δίκτυα /24 στην κατανομή του με μία μόνο διαφήμιση-200.25.0.0/16.

Ασκήσεις CIDR

1 Ορίστε τον κατάλογο των δικτύων που προκύπτουν κατά CIDR από το μπλοκ 200.56.168.0/21.

α. Εκφράστε το μπλοκ CIDR σε δυαδική μορφή:

200.56.168.0/21 11001000.00111000.10101 000.00000000

β. Η μάσκα /21 είναι 3 bits μικρότερη από την αντίστοιχη μάσκα για ένα κλασσικό /24. Αυτό σημαίνει ότι το μπλοκ CIDR προσδιορίζει ένα μπλοκ 8 (ή 2^3) διαδοχικών δικτύων / 24.

γ. Τα 8 δίκτυα / 24 που ορίζονται από το CIDR μπλοκ 200.56.168.0/21 είναι:

```
Net #0: 11001000.00111000.10101000 .xxxxxxx 200.56.168.0
Net #1: 11001000.00111000.10101001 .xxxxxxx 200.56.169.0
Net #2: 11001000.00111000.10101010 .xxxxxxx 200.56.170.0
Net #3: 11001000.00111000.10101011 .xxxxxxx 200.56.171.0
Net #4: 11001000.00111000.10101100 .xxxxxxx 200.56.172.0
Net #5: 11001000.00111000.10101101 .xxxxxxx 200.56.173.0
Net #6: 11001000.00111000.10101110 .xxxxxxx 200.56.174.0
Net #7: 11001000.00111000.10101111 .xxxxxxx 200.56.175.0
```

2 Ορίστε τον κατάλογο των δικτύων που προκύπτουν κατά CIDR από το μπλοκ 195.24/13.

α. Εκφράστε το μπλοκ CIDR σε δυαδική μορφή:

195.24.0.0/13 11000011.00011000.00000000.00000000

β. Η μάσκα /13 είναι 11 bits μικρότερη από την αντίστοιχη μάσκα για ένα κλασσικό /24. Αυτό σημαίνει ότι το μπλοκ CIDR προσδιορίζει ένα μπλοκ 2048 (ή 2^{11}) διαδοχικών δικτύων / 24..

γ. Τα 2048 δίκτυα / 24 που ορίζονται από το CIDR μπλοκ 195.24/13 είναι:

Net #0: 11000011.00011000.00000000 .xxxxxxx 195.24.0.0

Net #1: 11000011.00011000.00000001 .xxxxxxx 195.24.1.0

Net #2: 11000011.00011000.00000010 .xxxxxxx 195.24.2.0

.

.

.

Net #2045: 11000011.00011111.11111101 .xxxxxxx 195.31.253.0

Net #2046: 11000011.00011111.11111110 .xxxxxxx 195.31.254.0

Net #2047: 11000011.00011111.11111111 .xxxxxxx 195.31.255.0

3 Συνάθροισε το ακόλουθο σύνολο των τεσσάρων δικτύων / 24 στον υψηλότερο δυνατό βαθμό.

212.56.132.0/24

212.56.133.0/24

212.56.134.0/24

212.56.135.0/24

α. Τοποθέτησε σε λίστα κάθε διεύθυνση σε δυαδική μορφή και καθόρισε το κοινό πρόθεμα για όλες τις διευθύνσεις:

212.56.132.0/24	<u>11010100.00111000.10000100.00000000</u>
212.56.133.0/24	<u>11010100.00111000.10000101.00000000</u>
212.56.134.0/24	<u>11010100.00111000.10000110.00000000</u>
212.56.135.0/24	<u>11010100.00111000.10000111.00000000</u>
Common Prefix:	<u>11010100.00111000.10000100.00000000</u>

β. Η συγκέντρωση CIDR είναι: 212.56.132.0/22

IP Διευθυνσιοδότηση :
Μέρος 4: Διευθυνσιοδότηση
IPv6

Εισαγωγή στη δ/νσιοδότηση IPv6

Το IPv6 επιλύει IPv4 Θέματα: Το IPv6 αυξάνει την IP διεύθυνση από το μέγεθος 32 bits σε **128 bits** για την υποστήριξη περίπου 2^{128} πιθανών διευθύνσεων IP.

Η μορφή της IPv6 διεύθυνσης μπορεί να γραφτεί με τρεις τρόπους (**προτιμώμενος, συμπιεσμένος, και μικτός**) και προσφέρει τρεις διαφορετικούς τύπους διευθύνσεων (**unicast, anycast, και multicast**).

Η προτιμώμενη μορφή είναι η πλήρης διεύθυνση IPv6 σε **δεκαεξαδικό** σύστημα της μορφής **X: X: X: X: X: X: X: X**, όπου κάθε X αναφέρεται σε ένα τετραψήφιο δεκαεξαδικό ακέραιο (16 bits). Κάθε ψηφίο αποτελείται από **τέσσερα bits**, κάθε ακέραιος αποτελείται από **τέσσερα ψηφία**, και κάθε διεύθυνση αποτελείται από **οκτώ ακεραίους** που ανέρχεται σε 128 bits ($4 \times 4 \times 8 = 128$). Μια διπλή τελεία θα πρέπει να συμπεριληφθεί για το διαχωρισμό κάθε ακεραίου.

Εισαγωγή στη δ/νσιοδότηση IPv6

Η **συμπιεσμένη μορφή** αντικαθιστά συρμούς από μηδέν με δύο άνω και κάτω τελείες (::). Η αντικατάσταση υφίσταται μόνο όταν τα μηδενικά γεμίσουν μια πλήρη ομάδα 16-bit και η διπλή άνω και κάτω τελεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο μία φορά σε οποιαδήποτε δεδομένη διεύθυνση. Η διπλή άνω και κάτω τελεία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να συμπιέσει τα αρχικά ή τελικά μηδενικά μιας διεύθυνσης.

Για παράδειγμα, η διεύθυνση **1080:0:0:0:8:800:200 C: 417A** μπορεί να παρασταθεί ως **1080 :: 8:800:200 C: 417A**. Επιπλέον, όλα τα μηδενικά που είναι στα αριστερά και προπορεύονται σε μια δ/νση μπορούν να παραληφθούν.

Η τρίτη **μικτή μορφή** χρησιμοποιείται σε μικτά IPv4/IPv6 περιβάλλοντα. Αυτή η μορφή απεικονίζεται ως **X: X: X: X: X: X: D.D.D.D**. Όπου τα X αντιπροσωπεύουν τις δεκαεξαδικές τιμές των έξι υψηλότερης τάξης 16-bit κομματιών της διεύθυνσης. Τα D αντιπροσωπεύουν το πρότυπο IPv4 δεκαδικής αναπαράστασης με τα τέσσερα χαμηλότερης τάξης 8-bit κομμάτια της διεύθυνσης (π.χ. **0:0:0:0:0:0:13.1.68.3**)

Τύποι Διευθύνσεων

Unicast: Σε κάθε διεπαφή κόμβου ανατίθεται από μία unicast διεύθυνση.

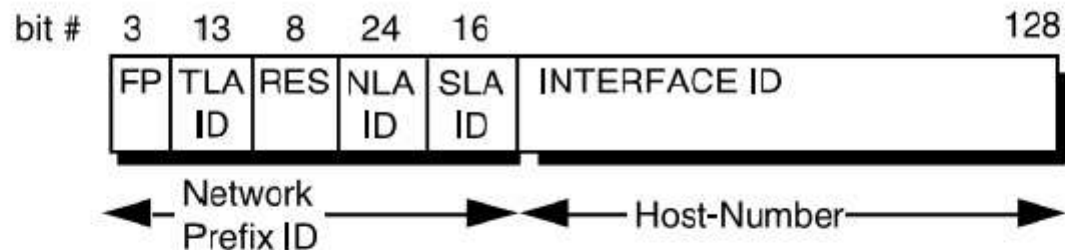
Διάφοροι τύποι είναι:

- Συγκεντρωτικές κεντρικές διευθύνσεις
- Τοπικές διευθύνσεις συνδέσμων
- Τοπικές διευθύνσεις Site
- Ειδικές διευθύνσεις
- Διευθύνσεις NSAP(Network Service Access Point)
- IPX Διευθύνσεις

Η Δ/νσιοδότηση **anycast** ανατίθεται σε περισσότερες από μία διεπαφές δρομολογητών που ανήκουν σε διάφορους ISP, που ονομάζεται επίσης πολιτικές επιλογής πηγής, επιτρέποντας σε ένα κόμβο για να επιλέξει σε ποιόν ISP θέλει να μεταφέρει την κυκλοφορία του.

Multicast Δ/νσιοδότηση: Όταν ένα πακέτο στέλνεται σε μια multicast διεύθυνση, το πρωτόκολλο παραδίδει το πακέτο σε όλες τις διεπαφές που προσδιορίζονται από την εν λόγω διεύθυνση.

Πεδία IPv6: Ιεραρχική δ/νσιοδότηση και δρομολόγηση



Format Prefix (FP): Αυτά τα τρία πρώτα ψηφία υποδεικνύουν ότι η διεύθυνση αυτή είναι μια κεντρική unicast διεύθυνση δρομολόγησης.

Top Level Aggregator (TLA) κατανέμονται σε τοπικά μητρώα Διαδικτύου που με τη σειρά τους, κατανέμουν ατομικά TLA σε μεγάλους παρόχους ISP.

Res - Υποδεικνύει φυλαγμένα bits που προορίζονται για μελλοντική χρήση σε επέκταση του μεγέθους του TLA ή του NLA

Next-Level Aggregator (NLA) χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει μια συγκεκριμένη τοποθεσία πελάτη.

Site-Level Aggregator (SLA) χρησιμοποιείται από ένα οργανισμό να εντοπίσει υποδίκτυα μέσα στο δίκτυό του.

Interface ID - Δείχνει τη διεπαφή σε ένα συγκεκριμένο υποδίκτυο

Παράδειγμα IPv6

Η υπογραμμισμένη περιοχή κάθε διεύθυνσης προσδιορίζει το πρόθεμα του δικτύου. Με άλλα λόγια, αφού / 64 είναι το μήκος του προθέματος, τότε οι πρώτοι τέσσερις ακεραίοι θα είναι το μήκος του προθέματος δικτύου και το υπόλοιπο θα είναι το ID διεπαφής.

Subnet #1: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0078/64

Host #1: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0080/ 64

Host #2: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0081/ 64

Host #3: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0082/ 64

Host #4: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0083/ 64

Host #5: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0084/ 64

Host #6: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0085/ 64

..

Host #62: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0086/ 64

Host #63: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0087/ 64

Host #64: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0088/ 64

Host #65: ABF2:45AF:2574:9980 :7654:FCD4:FF26:0089/ 64

..

Host #123: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0090/ 64

Host #124: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0091/ 64

Host #125: ABF2:45AF:2574:9980:7654:FCD4:FF26:0092/ 64

Host #126: ABF2:45AF:2574:9980 :7654:FCD4:FF26:0093/ 64

Επιπρόσθετα χαρακτηριστικά IPv6

Η βελτιωμένη IPv6 επικεφαλίδα έχει σχεδιαστεί έτσι για να κρατήσει στο ελάχιστο το μέγεθος με την μετακίνηση των ασήμαντων και των προαιρετικών πεδίων στην επέκταση της επικεφαλίδας του IPv6.

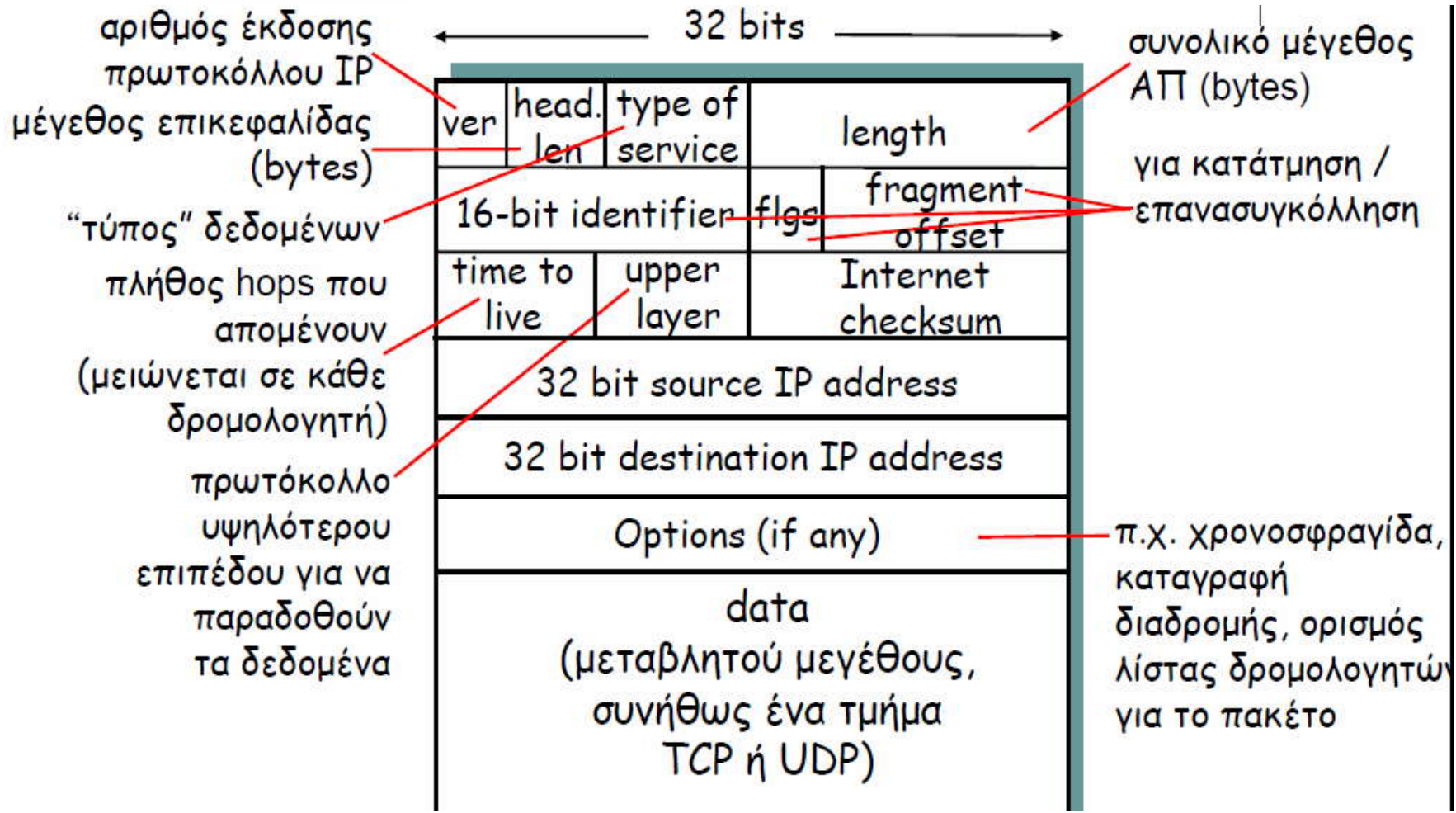
Stateless και Stateful Διαμόρφωση. Με την stateless διαμόρφωση διεύθυνση, ακόμα και ελλείψει ενός κεντρικού router, οι hosts μπορούν να αυτοδιαμορφωθούν αυτόματα με link-τοπικές διευθύνσεις που προέρχονται από τα προθέματα που διαφημίζονται από τους τοπικούς δρομολογητές, και να επικοινωνούν αυτόματα χωρίς χειροκίνητη διαμόρφωση.

Ενσωματωμένη Ασφάλεια: υποστήριξη του IPSec, για την ασφάλεια του δικτύου και προωθεί τη διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών IPv6.

Καλύτερη υποστήριξη για QoS: νέα πεδία στην επικεφαλίδα του IPv6 καθορίζουν τον τρόπο χειρισμού και ταυτοποίησης της κυκλοφορίας.

Real-Time απόδοση: Το IPv6 προσφέρει μια δυνατότητα ιεράρχησης πακέτου που παρέχει σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου ένα βελτιωμένο χρόνο απόκρισης.

Μορφή Αυτοδύναμου Πακέτου (ΑΠ) IP



Μορφή Αυτοδύναμου Πακέτου IP

- **Μέγεθος Επικεφαλίδας (Header Length):** ένα ΑΠ IP περιέχει μεταβλητό πλήθος επιλογών (ή καθόλου), συνεπώς χρειάζεται ένα πεδίο που να προσδιορίζει που ξεκινούν τα δεδομένα
- **Τύπος Υπηρεσίας (Type of Service – TOS):** επιτρέπουν τη διάκριση μεταξύ αυτοδύναμων πακέτων IP (η CISCO ερμηνεύει τα τρία πρώτα bits να ορίζουν επίπεδα υπηρεσίας που προσφέρει ένας δρομολογητής)

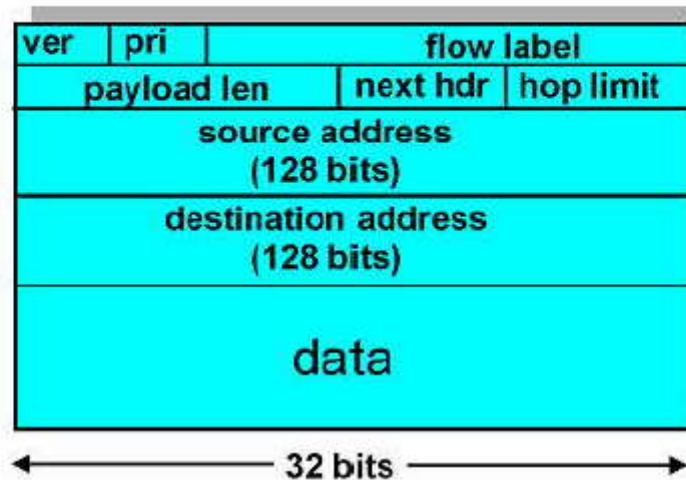
Μορφή Αυτοδύναμου Πακέτου IP

- **Μήκος ΑΠ (Datagram length):** το συνολικό μέγεθος του ΑΠ (επικεφαλίδα + δεδομένα)
- **Identifier, flags, fragmentation offset:** χειρίζονται την κατάτμηση και επανασυγκόλληση στο IP
- **Χρόνος ζωής (time-to-live – TTL):** διασφαλίζει ότι ένα ΑΠ δεν θα κυκλοφορεί για πάντα στο διαδίκτυο
 - ➔ μειώνεται κατά 1 κάθε φορά που ένα ΑΠ περνάει από ένα δρομολογητή και **απορρίπτεται** όταν γίνει 0

Μορφή Αυτοδύναμου Πακέτου IP

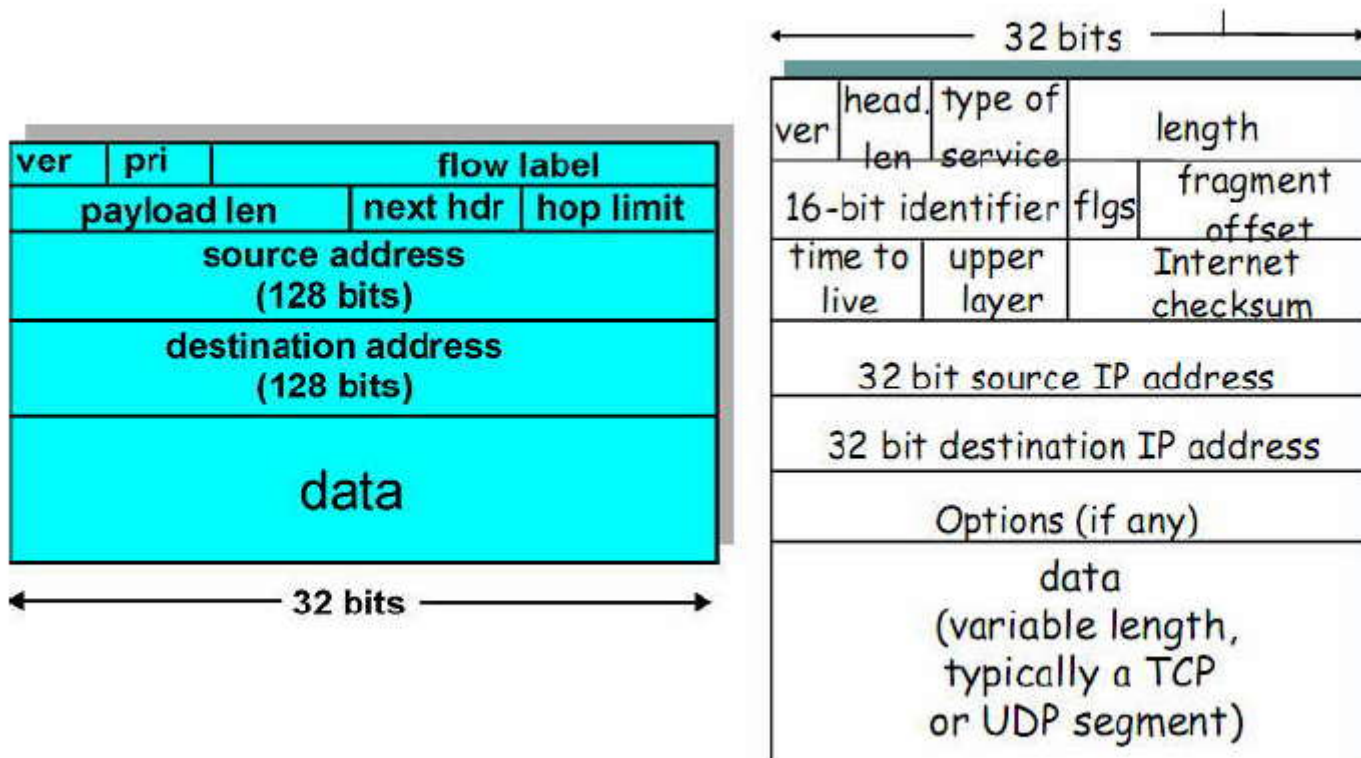
- Πρωτόκολλο (Protocol): χρησιμοποιείται μόνο στον τελικό προορισμό
 - ➔ η τιμή στο πεδίο αυτό προσδιορίζει το συγκεκριμένο πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς στο οποίο πρέπει να παραδοθεί το τμήμα δεδομένων του ΑΠ IP
- Άθροισμα ελέγχου επικεφαλίδας (header checksum): ο δρομολογητής ελέγχει σφάλματα στο ΑΠ που έλαβε
 - ➔ τα ΑΠ απορρίπτονται αν βρεθούν λάθη
 - ➔ πρέπει να υπολογίζεται εκ νέου σε κάθε δρομολογητή

Επικεφαλίδα IPv6

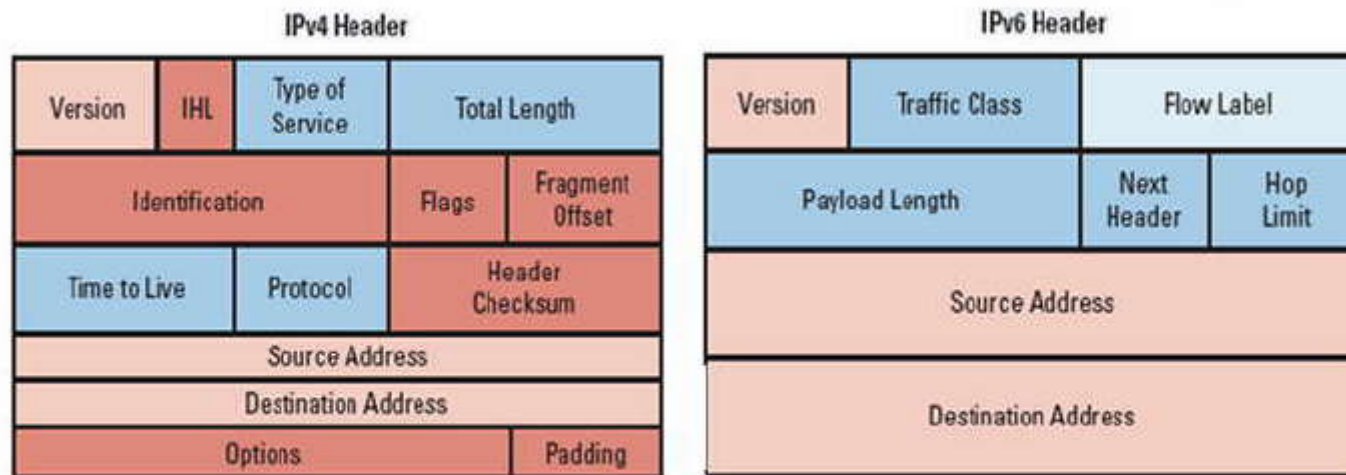


- **Priority**: προσδιορισμός προτεραιότητας μεταξύ ΑΠ στη ροή
 - **Flow Label**: προσδιορισμός ΑΠ στην ίδια «ροή» (η έννοια της «ροής» δεν ορίζεται με σαφήνεια)
 - **Next header**: προσδιορισμός πρωτοκόλλου υψηλότερου επιπέδου για τα δεδομένα
- *ΑΠ=Αυτοδύναμο Πακέτο

ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑ IPv6 vs IPv4



Επικεφαλίδα IPv6 vs IPv4



- Πεδία των οποίων το όνομα διατηρήθηκε από το IPv4 στο IPv6
- Πεδία που αφαιρέθηκαν από το IPv6
- Αλλαγή θέσης και ονομασίας στο IPv6
- Καινούργια πεδία στο IPv6

Επικεφαλίδα IPv6 vs IPv4

Άλλες αλλαγές από το IPv4

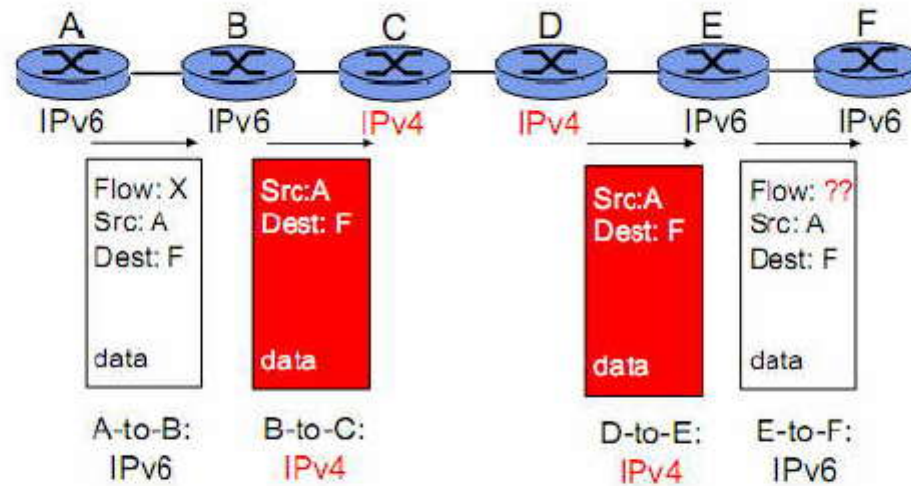
- **Checksum**: αφαιρέθηκε προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος επεξεργασίας σε κάθε βήμα
- **Options**: επιτρέπεται, αλλά εκτός της επικεφαλίδας, και δηλώνεται στο πεδίο "Next Header"
- **ICMPv6**: νέα έκδοση του ICMP
επιπρόσθετοι τύποι μηνυμάτων, π.χ. "Packet Too Big"
λειτουργίες διαχείρισης ομάδων multicast

Μετάβαση από το IPv4 στο IPv6

Διπλή Στοίβα (Dual Stack): ορισμένοι δρομολογητές με διπλή στοίβα (v6, v4) μπορούν να κάνουν μεταφράσεις μεταξύ μορφών

Δημιουργία Σήραγγας (Tunneling): το IPv6 μεταφέρεται ως το πεδίο δεδομένων ΑΠ IPv4 μεταξύ δρομολογητών IPv4

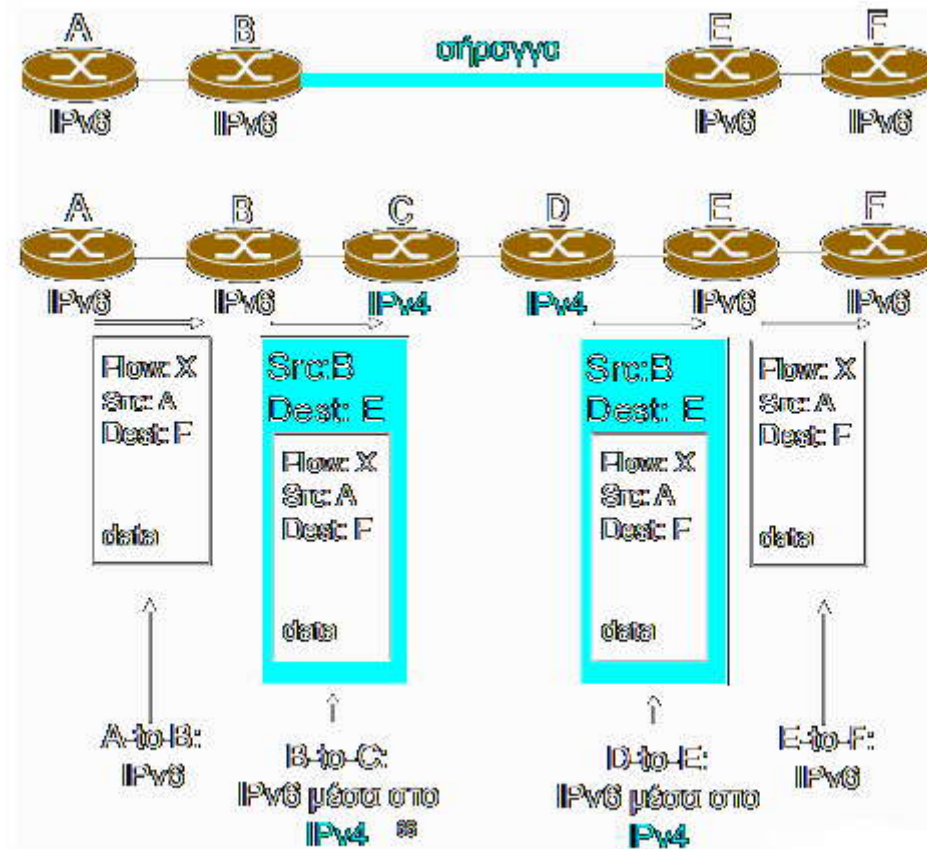
Προσέγγιση διπλής στοίβας



Προβλήματα:

- * Πολυπλοκότητα
- * Απώλεια πληροφορίας

Τεχνική Δημιουργίας Σήραγγας (Tunnelling)



Τεχνική Δημιουργίας Σήραγγας (Tunnelling)

