

3.1.6 : Υποδικτύωση

Πολλές φορές προκύπτει η ανάγκη ένα δίκτυο να χωριστεί σε περισσότερα, μικρότερα υποδίκτυα.

Οι λόγοι μπορεί να είναι:

- Οικονομία διευθύνσεων IP
- Διαχειριστικοί λόγοι

Οικονομία διευθύνσεων IP:

Π.χ.

ένα δίκτυο τάξης B

⇒ μπορεί να έχει 65534 υπολογιστές

⇒ θα μπορούσε να

χωριστεί σε 8 υποδίκτυα

⇒ να μοιραστεί σε ισάριθμες εταιρείες εφόσον καμιά απ' αυτές δεν πρόκειται να χρειαστεί δίκτυο με παραπάνω από 8190 υπολογιστές.

Διαχειριστικοί Λόγοι.

Π.χ.

Ένα δίκτυο τάξης C, μιας εταιρείας,

⇒ χωρίζεται σε υποδίκτυα με βάση

την οργανωτική δομή της εταιρείας.

π.χ.

1. Ένα υποδίκτυο για το Τμήμα Πωλήσεων,
2. άλλο για το Λογιστήριο και το Τμήμα Προσωπικού
και
3. άλλο για το Τεχνικό Τμήμα.

Η υποδικτύωση για δεδομένα

❖ διεύθυνση δικτύου

και

❖ μάσκα δικτύου

⇒ πραγματοποιείται σε **δύο βήματα**:

Βήμα 1ο: υπολογίζεται η νέα μάσκα δικτύου

Βήμα 2ο: Για κάθε υποδίκτυο υπολογίζονται οι νέες διευθύνσεις και περιοχές διευθύνσεων

Υποδικτύωση Βήμα 1ο:

Με βάση την απαίτηση για :

➤ n υποδίκτυα

ή

➤ m υπολογιστές ανά υποδίκτυο,

⇒ υπολογίζεται η **νέα μάσκα δικτύου**

→ δεσμεύοντας δυαδικά ψηφία από το αναγνωριστικό του υπολογιστή (Host ID)

και

→ παραχωρώντας τα στο αναγνωριστικό δικτύου (Net ID).

Υποδικτύωση Βήμα 2ο:

Για κάθε υποδίκτυο υπολογίζονται:

➤ οι περιοχές διευθύνσεων

➤ οι διευθύνσεις:

- (υπο-)δικτύου

και

- εκπομπής

από τις οποίες διευθυνσιοδοτούνται οι υπολογιστές του κάθε υποδικτύου.

Παράδειγμα 3.1.6.α



Δραστηριότητα 1^η

Δίνεται η διεύθυνση δικτύου **192.168.3.0/24** δηλαδή με μάσκα δικτύου **255.255.255.0**

- Να χωριστεί το δίκτυο σε **έξι τουλάχιστον υποδίκτυα** και να δοθούν
- οι περιοχές διευθύνσεων καθώς και
- οι διευθύνσεις υποδικτύου και εκπομπής για κάθε υποδίκτυο.
- Πόσους υπολογιστές μπορεί να έχει το κάθε υποδίκτυο;

Η διεύθυνση του υπολογιστή στο δίκτυο

192.168.3.0/24

είναι της μορφής : **<NET_ID><HOST_ID>**

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικό_Υπολογιστή>

με μήκη σε δυαδικά ψηφία:

➔ **24 bit NET_ID**

➔ **8 bit HOST_ID.**

⇒ Μετά την υποδικτύωση η διεύθυνση θα είναι της μορφής:

<NET_ID><SUBNET_ID><HOST_ID>

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικό_υποδικτύου><Αναγνωριστικό_Υπολογιστή>

με μήκη σε δυαδικά ψηφία:

➔ **24 bit NET_ID**

➔ **8 bit SUBNET_ID + HOST_ID.**

Γνωρίζουμε ότι θα έχουμε 8 bit SUBNET_ID + HOST_ID

⇒ Πρέπει να προσδιορίσουμε:

- ❖ πόσα από τα 8 bit θα είναι το SUBNET_ID
⇒ δηλαδή θα προσδιορίζουν το υποδίκτυο,
και
- ❖ πόσα θα είναι το HOST_ID
⇒ δηλαδή θα προσδιορίζουν τον υπολογιστή.

⇒ Εφόσον το Subnet_ID θα πρέπει να μπορεί να απαριθμήσει
6 υποδίκτυα, αναφερόμενοι στον επόμενο πίνακα,
θα χρειαστούν **3 bit**.

Γιατί;

- ❖ Με 2 bit μπορούμε να απαριθμήσουμε
 $2^2 = 4$ διαφορετικά υποδίκτυα
⇒ 2 bit δεν αρκούν
ενώ
- ❖ Με 3 bit μπορούμε να απαριθμήσουμε
 $2^3 = 8$ διαφορετικά υποδίκτυα
⇒ 3 bit είναι αρκετά.

Ψηφία	αριθμήσιμα αντικείμενα	
1	2^1	2
2	2^2	4
3	2^3	8
4	2^4	16
5	2^5	32
6	2^6	64
7	2^7	128
8	2^8	256

Πίνακας 3.1.6.α

Στη (νέα) μάσκα υποδικτύου:

⇒ τα τρία (3) σημαντικότερα ψηφία που αντιστοιχούσαν στο αρχικό Host_ID, με τη μορφή άσων, χαρακτηρίζονται ως Subnet_ID και προσαρτώνται στο Net_ID.

Το Subnet_ID είναι 3 bit,

⇒ το Host_ID απομένει $8-3 = 5$ bit (τα λιγότερο σημαντικά ψηφία)

και

⇒ στη μάσκα, στις αντίστοιχες θέσεις, αναγράφονται μηδενικά.

3 bit που αντιστοιχούν
στο SUBNET_ID

5 bit που αντιστοιχούν
στο HOST_ID

Διεύθυνση Δικτύου	192	168	3	0
Μάσκα Δικτύου	255	255	255	0
	11111111	11111111	11111111	00000000
Μάσκα υποδικτύου	11111111	11111111	11111111	11100000
	255	255	255	224

$$(11100000)_2 = (224)_{10}$$

Διεύθυνση Δικτύου	192	168	3	0
Μάσκα Δικτύου	255	255	255	0
	11111111	11111111	11111111	00000000
Μάσκα υποδικτύου	11111111	11111111	11111111	11100000
	255	255	255	224

Έτσι η νέα μάσκα είναι η
255.255.255.224

και το δεδομένο δίκτυο γράφεται ως
192.168.3.0/27

Οι διευθύνσεις των υπολογιστών των υποδικτύων θα έχουν πλέον μορφή:

<NET_ID><SUBNET_ID><HOST_ID>

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικό_υποδικτύου><Αναγνωριστικό_Υπολογιστή>

όπου :

- Net_ID: 24 bit,
- Subnet_ID: 3 bit
- Host_ID: 5 bit

⇒ Το δίκτυο με τη διαδικασία αυτή χωρίστηκε τελικά σε

ΟΚΤΩ ΥΠΟΔΙΚΤΥΑ

από τα οποία

χρησιμοποιούνται τα έξι

(όσα ζητούσε εκφώνηση της άσκησης)

και τα υπόλοιπα παραμένουν ελεύθερα για μελλοντική χρήση.

⇒ Ανεξάρτητα με τον ζητούμενο αριθμό, ο

συνολικός αριθμός των υποδικτύων

είναι πάντα δύναμη του δύο (2^n).

⇒ Έχουμε $2^3 = 8$ διαφορετικά υποδίκτυα:

1ο) Υποδίκτυο 0 : SUBNET_ID = $(000)_2$

2ο) Υποδίκτυο 1 : SUBNET_ID = $(001)_2$

3ο) Υποδίκτυο 2 : SUBNET_ID = $(010)_2$

4ο) Υποδίκτυο 3 : SUBNET_ID = $(011)_2$

5ο) Υποδίκτυο 4 : SUBNET_ID = $(100)_2$

6ο) Υποδίκτυο 5 : SUBNET_ID = $(101)_2$

7ο) Υποδίκτυο 6 : SUBNET_ID = $(110)_2$

8ο) Υποδίκτυο 7 : SUBNET_ID = $(111)_2$

Οι περιοχές διευθύνσεων για κάθε υποδίκτυο δίνονται παρακάτω:

A/A	1η οκτάδα	2η οκτάδα	3η οκτάδα	4η οκτάδα		Διεύθυνση	
0	11000000	10101000	00000011	000	00000	192.168.3.0	από
	11000000	10101000	00000011		11111	192.168.3.31	έως
1	11000000	10101000	00000011	001	00000	192.168.3.32	
	11000000	10101000	00000011		11111	192.168.3.63	
2	11000000	10101000	00000011	010	00000	192.168.3.64	
	11000000	10101000	00000011		11111	192.168.3.95	
3	11000000	10101000	00000011	011	00000	192.168.3.96	
	11000000	10101000	00000011		11111	192.168.3.127	

4	11000000	10101000	00000011	100	00000	192.168.3.128	
	11000000	10101000	00000011		11111	192.168.3.159	
5	11000000	10101000	00000011	101	00000	192.168.3.160	
	11000000	10101000	00000011		11111	192.168.3.191	
6	11000000	10101000	00000011	110	00000	192.168.3.192	
	11000000	10101000	00000011		11111	192.168.3.223	
7	11000000	10101000	00000011	111	00000	192.168.3.224	
	11000000	10101000	00000011		11111	192.168.3.255	

$$4 = (100)_2$$

$$5 = (101)_2$$

$$6 = (110)_2$$

$$7 = (111)_2$$

Η 1η στήλη δίνει τον αύξοντα αριθμό του υποδικτύου
 $\Rightarrow$ η αρίθμηση αρχίζει από το 0 και στο παράδειγμα φτάνει ως το 7 ($\Rightarrow$ 8 υποδίκτυα)

$\Rightarrow$ ταυτίζεται με την δεκαδική τιμή των 3 bit που αντιστοιχούν στο Subnet_ID.

⇒ Οι υπολογιστές ενός υποδικτύου έχουν κοινές :

1. τις τρεις πρώτες οκτάδες (Net_ID)

και

2. τα τρία πρώτα ψηφία της τέταρτης οκτάδας (Subnet_ID).

υποδί κτυο	1η οκτάδα	2η οκτάδα	3η οκτάδα	4η οκτάδα		Διεύθυνση	
				SUBNET_ID	HOST_ID		
0	11000000	10101000	00000011	000	00000	192.168.3.0	υποδικτύου
0	11000000	10101000	00000011	000	00001	192.168.3.1	30 κόμβοι - υπολογιστές
»»					...		
0	11000000	10101000	00000011	000	11110	192.168.3.30	
0	11000000	10101000	00000011	000	11111	192.168.3.31	Εκπομπής (στο υποδίκτυο)

⇒ Οι υπολογιστές ενός υποδικτύου έχουν κοινές :

1. τις τρεις πρώτες οκτάδες (Net_ID)

και

2. τα τρία πρώτα ψηφία της τέταρτης οκτάδας (Subnet_ID).

Οι διευθύνσεις από 192.168.3.0 – 192.168.3.31 ανήκουν στο πρώτο υποδίκτυο και μάλιστα η πρώτη και τελευταία έχουν ειδική σημασία. **Η πρώτη, 192.168.3.0, είναι η διεύθυνση δικτύου** για το συγκεκριμένο υποδίκτυο ενώ **η τελευταία, 192.168.3.31 είναι η διεύθυνση εκπομπής/μετάδοσης**.

Στους υπολογιστές του πρώτου υποδικτύου μπορούν να δοθούν οι διευθύνσεις από 192.168.3.1 έως 192.168.3.30, **συνολικά τριάντα (30)**.

Αντίστοιχα προσδιορίζονται οι διευθύνσεις και για τα άλλα υποδίκτυα.

Παρατήρηση:

Ένα δίκτυο τάξης C έχει συνολικά διαθέσιμες 254 διευθύνσεις για απόδοση σε υπολογιστές.

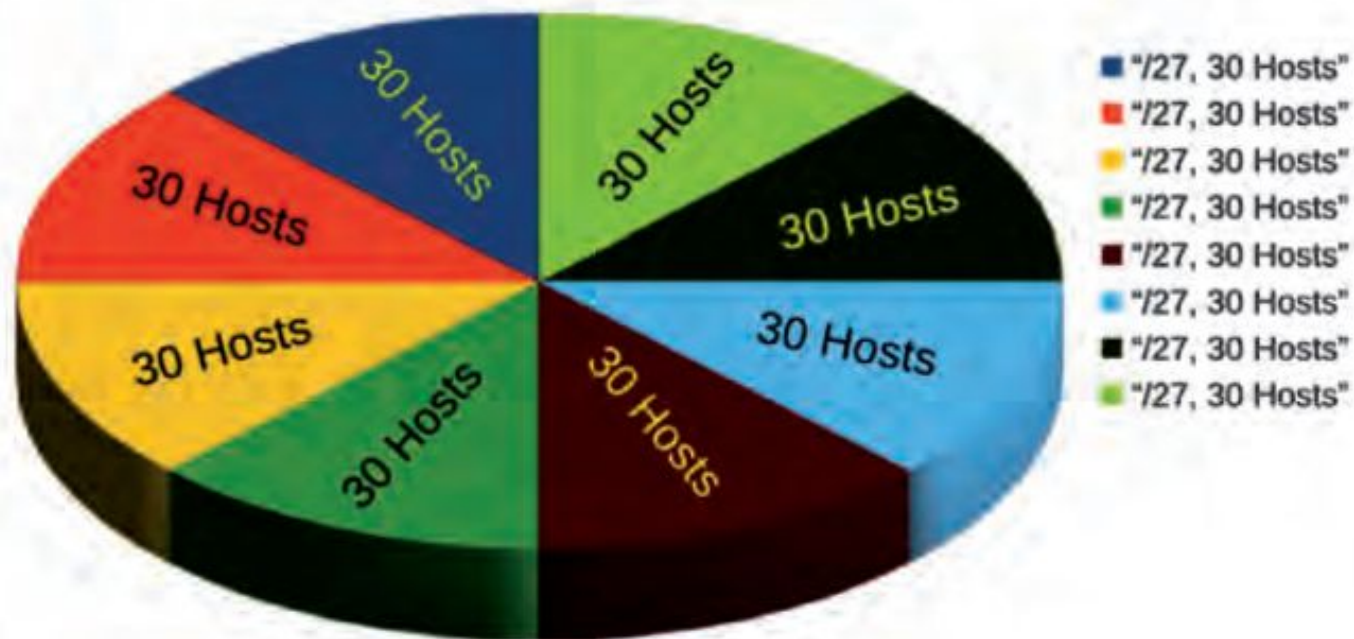
⇒ Δηλαδή μπορεί να έχει μέχρι 254 υπολογιστές.

Το ίδιο δίκτυο, υποδικτυωμένο σε οκτώ (8) υποδίκτυα, μπορεί να έχει μέχρι $8 \times 30 = 240$ υπολογιστές.

⇒ μια απώλεια συνολικά 14 υπολογιστών.

Δίκτυο κλάσης C με μάσκα /27 (255.255.255.224)

8 Υποδίκτυα, 30 Hosts / Υποδίκτυο



Συνεπώς η υποδικτύωση έχει ως επακόλουθα:

(-) τη μείωση των διαθέσιμων συνολικά διευθύνσεων
για να πετύχει

(+) την καλύτερη διαχείριση του δικτύου
ή

(+) την αποφυγή απώλειας περισσότερων διευθύνσεων.

Παράδειγμα 3.1.6.β



Δραστηριότητα 2^η

Δίνεται η διεύθυνση δικτύου **192.168.17.0/24** δηλαδή με μάσκα δικτύου **255.255.255.0**.

- Να χωριστεί το δίκτυο σε υποδίκτυα των **50 τουλάχιστον υπολογιστών** και να δοθούν:
 - οι περιοχές διευθύνσεων καθώς και
 - οι διευθύνσεις υποδικτύου και εκπομπής για κάθε υποδίκτυο.
- Πόσα υποδίκτυα μπορεί να έχει συνολικά το συγκεκριμένο δίκτυο;

Η διεύθυνση του υπολογιστή στο δίκτυο

192.168.17.0/24

είναι της μορφής : **<NET_ID><HOST_ID>**

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικο_Υπολογιστή>

με μήκη σε δυαδικά ψηφία:

➔ **24 bit NET_ID**

➔ **8 bit HOST_ID.**

⇒ Μετά την υποδικτύωση η διεύθυνση θα είναι της μορφής:

<NET_ID><SUBNET_ID><HOST_ID>

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικό_υποδικτύου><Αναγνωριστικό_Υπολογιστή>

με μήκη σε δυαδικά ψηφία:

➔ **24 bit NET_ID**

➔ **8 bit SUBNET_ID + HOST_ID.**

Γνωρίζουμε ότι θα έχουμε 8 bit SUBNET_ID + HOST_ID

⇒ Πρέπει να προσδιορίσουμε:

- ❖ πόσα από τα 8 bit θα είναι το SUBNET_ID
⇒ δηλαδή θα προσδιορίζουν το υποδίκτυο,
και
- ❖ πόσα θα είναι το HOST_ID
⇒ δηλαδή θα προσδιορίζουν τον υπολογιστή.

⇒ Εφόσον σε κάθε υποδίκτυο πρέπει να συνδέονται 50 υπολογιστές, απαιτούνται έξι (6) bit στο HOST_ID ($2^6 = 64$).

Γιατί;

- ❖ Με 5 bit μπορούμε να απαριθμήσουμε $2^5 = 32$ διαφορετικές διευθύνσεις εντός του υποδικτύου
⇒ 5 bit δεν αρκούν
ενώ
- ❖ Με 6 bit μπορούμε να απαριθμήσουμε $2^6 = 64$ διαφορετικές διευθύνσεις
⇒ 6 bit είναι αρκετά.

Ψηφία	αριθμήσιμα αντικείμενα	
1	2^1	2
2	2^2	4
3	2^3	8
4	2^4	16
5	2^5	32
6	2^6	64
7	2^7	128
8	2^8	256

Πίνακας 3.1.6.α

⇒ Για το HOST_ID διατίθενται 6 bit

Συνολικά έχουμε 8 bit SUBNET_ID + HOST_ID

⇒ Συνεπώς για το Subnet_ID διατίθενται $8-6=2$ bit

Στη (νέα) μάσκα υποδικτύου:

⇒ τα δύο (2) σημαντικότερα ψηφία που αντιστοιχούσαν στο αρχικό Host_ID, με τη μορφή άσων, χαρακτηρίζονται ως Subnet_ID και προσαρτώνται στο Net_ID.

ενώ,

⇒ το Host_ID απομένει 6 bit (τα λιγότερο σημαντικά ψηφία)

και

⇒ στη μάσκα, στις αντίστοιχες θέσεις, αναγράφονται μηδενικά.

2 bit που αντιστοιχούν
στο SUBNET_ID

6 bit που αντιστοιχούν
στο HOST_ID

Διεύθυνση Δικτύου	192	168	17	0
Μάσκα Δικτύου	255	255	255	0
	11111111	11111111	11111111	00000000
Μάσκα υποδικτύου	11111111	11111111	11111111	11000000
	255	255	255	192

$$(11000000)_2 = (192)_{10}$$

Διεύθυνση Δικτύου	192	168	17	0
Μάσκα Δικτύου	255	255	255	0
	11111111	11111111	11111111	00000000
Μάσκα υποδικτύου	11111111	11111111	11111111	11000000
	255	255	255	192

Έτσι η νέα μάσκα είναι η
255.255.255.192

και το δεδομένο δίκτυο γράφεται ως
192.168.17.0/26

Οι διευθύνσεις των υπολογιστών των υποδικτύων θα έχουν πλέον μορφή:

<NET_ID><SUBNET_ID><HOST_ID>

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικό_υποδικτύου><Αναγνωριστικό_Υπολογιστή>

όπου :

- Net_ID: 24 bit,
- Subnet_ID: 2bit
- Host_ID: 6 bit

⇒ Εφόσον για το SUBNET_ID διατίθενται 2 bit

⇒ Μπορούμε να έχουμε μόλις $2^2 = 4$ διαφορετικά υποδίκτυα:

1ο) Υποδίκτυο 0 : SUBNET_ID = $(00)_2$

2ο) Υποδίκτυο 1 : SUBNET_ID = $(01)_2$

3ο) Υποδίκτυο 2 : SUBNET_ID = $(10)_2$

4ο) Υποδίκτυο 3 : SUBNET_ID = $(11)_2$

Οι περιοχές διευθύνσεων για κάθε υποδίκτυο δίνονται στον Πίνακα 3.1.6.γ

A/A	1η οκτάδα	2η οκτάδα	3η οκτάδα	4η οκτάδα		Διεύθυνση	
0	11000000	10101000	00010001	00	000000	192.168.17.0	από
	11000000	10101000	00010001		111111	192.168.17.63	έως
1	11000000	10101000	00010001	01	000000	192.168.17.64	
	11000000	10101000	00010001		111111	192.168.17.127	
2	11000000	10101000	00010001	10	000000	192.168.17.128	
	11000000	10101000	00010001		111111	192.168.17.191	
3	11000000	10101000	00010001	11	000000	192.168.17.192	
	11000000	10101000	00010001		111111	192.168.17.255	

A/A	1η οκτάδα	2η οκτάδα	3η οκτάδα	4η οκτάδα		Διεύθυνση	
0	11000000	10101000	00010001	00	000000	192.168.17.0	από
	11000000	10101000	00010001		111111	192.168.17.63	έως
1	11000000	10101000	00010001	01	000000	192.168.17.64	
	11000000	10101000	00010001		111111	192.168.17.127	
2	11000000	10101000	00010001	10	000000	192.168.17.128	
	11000000	10101000	00010001		111111	192.168.17.191	
3	11000000	10101000	00010001	11	000000	192.168.17.192	
	11000000	10101000	00010001		111111	192.168.17.255	

$$0 = (00)_2$$

$$1 = (01)_2$$

$$2 = (10)_2$$

$$3 = (11)_2$$

Η 1η στήλη δίνει τον αύξοντα αριθμό του υποδικτύου
 $\Rightarrow$ η αρίθμηση αρχίζει από το 0 και στο παράδειγμα φτάνει ως το 3 ($\Rightarrow$ 4 υποδίκτυα)

$\Rightarrow$ ταυτίζεται με την δεκαδική τιμή των 2 bit της που αντιστοιχούν στο Subnet_ID.

⇒ Οι υπολογιστές ενός υποδικτύου έχουν κοινές :

1. τις τρεις πρώτες οκτάδες (Net_ID)

και

2. τα δύο πρώτα ψηφία της τέταρτης οκτάδας (Subnet_ID).

υποδί κτυο	1η οκτάδα	2η οκτάδα	3η οκτάδα	4η οκτάδα		Διεύθυνση	
	NET_ID			SUBNET_ID	HOST_ID		
0	11000000	10101000	00010001	00	000000	192.168.17.0	υποδικτύου
0	11000000	10101000	00010001	00	000001	192.168.17.1	62 κόμβοι - υπολογιστές
»»					...		
0	11000000	10101000	00010001	00	111110	192.168.17.62	
0	11000000	10101000	00010001	00	111111	192.168.17.63	Εκπομπής (στο υποδίκτυο)

Παρατήρηση:

- Ένα δίκτυο τάξης C έχει συνολικά διαθέσιμες 254 διευθύνσεις για απόδοση σε υπολογιστές.
Δηλαδή μπορεί να έχει μέχρι 254 υπολογιστές.
- Το ίδιο δίκτυο, υποδικτυωμένο σε τέσσερα (4) υποδίκτυα, μπορεί να έχει μέχρι $4 \times 62 = 248$ υπολογιστές
⇒ μια απώλεια συνολικά 6 υπολογιστών.
- Στο προηγούμενο παράδειγμα, με οχτώ (8) υποδίκτυα είχαμε απώλεια 14 υπολογιστών.

Συμπεραίνουμε ότι :

⇒ κατά την υποδικτύωση, όσο μικρότερος είναι ο αριθμός των υποδικτύων τόσο μικρότερη είναι η απώλεια σε διαθέσιμες διευθύνσεις.

Παρατηρήσεις για όλες τις ασκήσεις υποδικτύωσης:

- Τα δεδομένα μπορεί να μας δίνονται σε δυαδικό ή (συνήθως) σε δεκαδικό. Για να κάνουμε υποδικτύωση θα πρέπει να μετατρέψουμε τα δεδομένα μας σε δυαδικό
- Σε κάθε υποδίκτυο, η πρώτη διεύθυνση που βρίσκουμε είναι η διεύθυνση υποδικτύου και η τελευταία η διεύθυνση εκπομπής για το συγκεκριμένο υποδίκτυο
- Σε κάθε υποδίκτυο “χάνουμε” δύο διευθύνσεις IP (την δικτύου και την εκπομπής).
- Π.χ. σε ένα υποδίκτυο με 16 διευθύνσεις, μόνο οι 14 είναι διαθέσιμες για IP υπολογιστών
- Τα διαθέσιμα υποδίκτυα ή IP διευθύνσεις που προκύπτουν είναι πάντοτε δυνάμεις του δύο. Αν μας πουν να χωρίσουμε το δίκτυο σε 6 υποδίκτυα, θα το χωρίσουμε στην πραγματικότητα σε 8. Γι' αυτό άλλωστε και η εκφώνηση περιέχει τη λέξη “τουλάχιστον”.



Δραστηριότητα 3^η

Δίνεται η διεύθυνση δικτύου **172.25.0.0/16** δηλαδή με μάσκα δικτύου **255.255.0.0**

- Να χωριστεί το δίκτυο σε **24 τουλάχιστον** υποδίκτυα και να δοθούν
- οι περιοχές διευθύνσεων καθώς και
- οι διευθύνσεις υποδικτύου και εκπομπής για τα τέσσερα (4) πρώτα υποδίκτυα.

⇒ η άσκηση αφορά δίκτυο κλάσης

B

Η διεύθυνση του υπολογιστή στο δίκτυο

172.25.0.0/16

είναι της μορφής : **<NET_ID><HOST_ID>**

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικό_Υπολογιστή>

με μήκη σε δυαδικά ψηφία:

➔ **16 bit NET_ID**

➔ **16 bit HOST_ID.**

⇒ Μετά την υποδικτύωση η διεύθυνση θα είναι της μορφής:

<NET_ID><SUBNET_ID><HOST_ID>

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικό_υποδικτύου><Αναγνωριστικό_Υπολογιστή>

με μήκη σε δυαδικά ψηφία:

➔ **16 bit NET_ID**

➔ **16 bit SUBNET_ID + HOST_ID.**

Γνωρίζουμε ότι θα έχουμε 16 bit SUBNET_ID + HOST_ID

⇒ Πρέπει να προσδιορίσουμε:

- ❖ πόσα από τα 16 bit θα είναι το SUBNET_ID
⇒ δηλαδή θα προσδιορίζουν το υποδίκτυο,
και
- ❖ πόσα θα είναι το HOST_ID
⇒ δηλαδή θα προσδιορίζουν τον υπολογιστή.

⇒ Εφόσον το Subnet_ID θα πρέπει να μπορεί να απαριθμήσει

24 διαφορετικά **υποδίκτυα**, αναφερόμενοι στον επόμενο πίνακα,

θα χρειαστούν **5 bit**.

Γιατί;

- ❖ Με 4 bit μπορούμε να απαριθμήσουμε
 $2^4 = 16$ διαφορετικά υποδίκτυα
⇒ 4 bit δεν αρκούν

ενώ

- ❖ Με 5 bit μπορούμε να απαριθμήσουμε
 $2^5 = 32$ διαφορετικά υποδίκτυα
⇒ 5 bit είναι αρκετά.

Ψηφία	αριθμήσιμα αντικείμενα	
1	2^1	2
2	2^2	4
3	2^3	8
4	2^4	16
5	2^5	32
6	2^6	64
7	2^7	128
8	2^8	256

Πίνακας 3.1.6.α

Στη (νέα) μάσκα υποδικτύου:

⇒ τα πέντε (5) σημαντικότερα ψηφία που αντιστοιχούσαν στο αρχικό Host_ID, με τη μορφή άσων, χαρακτηρίζονται ως Subnet_ID και προσαρτώνται στο Net_ID.

Το Subnet_ID είναι 5 bit,

⇒ το Host_ID απομένει $16-5 = 11$ bit (τα λιγότερο σημαντικά ψηφία)

και

⇒ στη μάσκα, στις αντίστοιχες θέσεις, αναγράφονται μηδενικά.

5 bit που αντιστοιχούν
στο SUBNET_ID

3 + 8 = 11 bit που
αντιστοιχούν στο HOST_ID

Διεύθυνση Δικτύου	172	25	0	0
Μάσκα Δικτύου	255	255	0	0
	11111111	11111111	00000000	00000000
Μάσκα Υποδικτύου	11111111	11111111	11111000	00000000
	255	255	248	0

$$(11111000)_2 = (248)_{10}$$

Διεύθυνση Δικτύου	172	25	0	0
Μάσκα Δικτύου	255	255	0	0
	11111111	11111111	00000000	00000000
Μάσκα Υποδικτύου	11111111	11111111	11111000	00000000
	255	255	248	0

Έτσι η νέα μάσκα είναι η

255.255.248.0

και το δεδομένο δίκτυο γράφεται ως

172.25.0.0/21

Οι διευθύνσεις των υπολογιστών των υποδικτύων θα έχουν πλέον μορφή:

<NET_ID><SUBNET_ID><HOST_ID>

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικό_υποδικτύου><Αναγνωριστικό_Υπολογιστή>

όπου :

- Net_ID: 16 bit,
- Subnet_ID: 5 bit
- Host_ID: 3+8=11 bit

⇒ Το δίκτυο με τη διαδικασία αυτή χωρίστηκε τελικά σε

τριανταδύο υποδίκτυα

από τα οποία

χρησιμοποιούνται τα εικοσιτέσσερα

(όσα ζητούσε εκφώνηση της άσκησης)

και τα υπόλοιπα παραμένουν ελεύθερα για μελλοντική χρήση.

⇒ υπενθύμιση : Ανεξάρτητα με τον ζητούμενο αριθμό, ο

συνολικός αριθμός των υποδικτύων

είναι πάντα δύναμη του δύο (2^n).

⇒ Έχουμε $2^5 = 32$ διαφορετικά υποδίκτυα:

1ο) Υποδίκτυο 0 : SUBNET_ID = $(00000)_2$

2ο) Υποδίκτυο 1 : SUBNET_ID = $(00001)_2$

3ο) Υποδίκτυο 2 : SUBNET_ID = $(00010)_2$

4ο) Υποδίκτυο 3 : SUBNET_ID = $(00011)_2$

.....

29ο) Υποδίκτυο 28 : SUBNET_ID = $(11100)_2$

30ο) Υποδίκτυο 29 : SUBNET_ID = $(11101)_2$

31ο) Υποδίκτυο 30 : SUBNET_ID = $(11110)_2$

32ο) Υποδίκτυο 31: SUBNET_ID = $(11111)_2$

Οι περιοχές διευθύνσεων για κάθε ένα από τα τέσσερα πρώτα υποδίκτυα δίνονται παρακάτω:

A/A	1o byte	2o byte	3o byte		4o byte	Περιοχή Διευθύνσεων	Περιοχή Διευθύνσεων η/υ	
0	10101100	00011001	00000	000	00000000	172.25.0.0	172.25.0.1	από
	10101100	00011001		111	11111111	172.25.7.255	172.25.7.254	εώς
1	10101100	00011001	00001	000	00000000	172.25.8.0	172.25.8.1	από
	10101100	00011001		111	11111111	172.25.15.255	172.25.15.254	εώς
2	10101100	00011001	00010	000	00000000	172.25.16.0	172.25.16.1	από
	10101100	00011001		111	11111111	172.25.23.255	172.25.23.254	εώς
3	10101100	00011001	00011	000	00000000	172.25.24.0	172.25.24.1	από
	10101100	00011001		111	11111111	172.25.31.255	172.25.31.255	εώς

A/A	1o byte	2o byte	3o byte		4o byte	Περιοχή Δ/νσεων
0	10101100	00011001	00000	000	00000000	172.25.0.0
	10101100	00011001		111	11111111	172.25.7.255
1	10101100	00011001	00001	000	00000000	172.25.8.0
	10101100	00011001		111	11111111	172.25.15.255
2	10101100	00011001	00010	000	00000000	172.25.16.0
	10101100	00011001		111	11111111	172.25.23.255
3	10101100	00011001	00011	000	00000000	172.25.24.0
	10101100	00011001		111	11111111	172.25.31.255

0 = (00000)₂

1 = (00001)₂

2 = (00010)₂

3 = (00011)₂

Η 1η στήλη δίνει τον αύξοντα
αριθμό του υποδικτύου
⇒ η αρίθμηση αρχίζει από το 0
και φτάνει ως το 31
(⇒ 32 υποδίκτυα)

⇒ ταυτίζεται με την δεκαδική τιμή των 5 bit
που αντιστοιχούν στο Subnet_ID.

Με βάση τις περιοχές διευθύνσεων που προσδιορίσαμε, οι διευθύνσεις δικτύου και εκπομπής για κάθε ένα από τα τέσσερα πρώτα υποδίκτυα είναι οι παρακάτω:

Υποδίκτυο	Δ/νση Δικτύου	Δ/νση Εκπομπής
0	172.25.0.0	172.25.7.255
1	172.25.8.0	172.25.15.255
2	172.25.16.0	172.25.23.255
3	172.25.24.0	172.25.31.255

ΑΣΚΗΣΗ:

Δίνεται η διεύθυνση δικτύου **134.55.0.0/16** (μάσκα 255.255.0.0, κλάσης B)

1. Να χωριστεί το δίκτυο σε υποδίκτυα των 4000 υπολογιστών τουλάχιστον
2. Να υπολογιστεί η νέα μάσκα υποδικτύου
3. Να δοθούν οι περιοχές διευθύνσεων για τα τέσσερα πρώτα υποδίκτυα
4. Να δοθούν οι διευθύνσεις δικτύου και εκπομπής για τα τέσσερα πρώτα υποδίκτυα
5. Πόσα συνολικά υποδίκτυα έχει το συγκεκριμένο δίκτυο και πόσους υπολογιστές μπορούμε πραγματικά να συνδέσουμε σε κάθε υποδίκτυο;
6. Πόσες διευθύνσεις χάνουμε συνολικά λόγω της υποδικτύωσης σε σχέση με το κανονικό δίκτυο κλάσης B;

Η διεύθυνση του υπολογιστή στο δίκτυο

134.55.0.0/16

είναι της μορφής : **<NET_ID><HOST_ID>**

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικο_Υπολογιστή>

με μήκη σε δυαδικά ψηφία:

➔ **16 bit NET_ID**

➔ **16 bit HOST_ID.**

⇒ Μετά την υποδικτύωση η διεύθυνση θα είναι της μορφής:

<NET_ID><SUBNET_ID><HOST_ID>

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικό_υποδικτύου><Αναγνωριστικό_Υπολογιστή>

με μήκη σε δυαδικά ψηφία:

➔ **16 bit NET_ID**

➔ **16 bit SUBNET_ID + HOST_ID.**

Γνωρίζουμε ότι θα έχουμε 16 bit SUBNET_ID + HOST_ID

⇒ Πρέπει να προσδιορίσουμε:

- ❖ πόσα από τα 16 bit θα είναι το SUBNET_ID
⇒ δηλαδή θα προσδιορίζουν το υποδίκτυο,
και
- ❖ πόσα θα είναι το HOST_ID
⇒ δηλαδή θα προσδιορίζουν τον υπολογιστή.

⇒ Εφόσον σε κάθε υποδίκτυο πρέπει να συνδέονται 4000 υπολογιστές, απαιτούνται 12 (12) bit στο HOST_ID ($2^{12} = 4096$).

Γιατί;

- ❖ Με 11 bit μπορούμε να απαριθμήσουμε $2^{11} = 2048$ διαφορετικές διευθύνσεις εντός του υποδικτύου
⇒ 11 bit δεν αρκούν
ενώ
- ❖ Με 12 bit μπορούμε να απαριθμήσουμε $2^{12} = 4096$ διαφορετικές διευθύνσεις
⇒ θα μείνουν $4096 - 2 = 4094$ διευθύνσεις να διατεθούν σε μηχανήματα
⇒ 12 bit είναι αρκετά

Ψηφία	Αριθμήσιμα αντικείμενα	
1	2^1	2
2	2^2	4
3	2^3	8
4	2^4	16
5	2^5	32
6	2^6	64
7	2^7	128
8	2^8	256
9	2^9	512
10	2^{10}	1024
11	2^{11}	2048
12	2^{12}	4096

⇒ Για το HOST_ID διατίθενται 12 bit

Συνολικά έχουμε 16 bit SUBNET_ID + HOST_ID

⇒ Συνεπώς για το Subnet_ID διατίθενται $16-12=4$ bit

Άρα:

- Με 4 bit στο τμήμα υποδικτύου μπορούμε να έχουμε συνολικά $2^4=16$ διαφορετικά υποδίκτυα.
- Σε κάθε ένα υποδίκτυο έχουμε “απώλεια” δύο διευθύνσεων (της διεύθυνσης δικτύου, και της διεύθυνσης εκπομπής).
- Με 12 bit στο τμήμα υπολογιστή, θα έχουμε συνολικά 4096 διαφορετικές διευθύνσεις σε κάθε υποδίκτυο. Από αυτές θα μπορέσουμε να δώσουμε $4096-2=4094$ σε μηχανήματα.
- Συνολικά χάνουμε $16 \times 2 = 32$ διευθύνσεις λόγω της υποδικτύωσης. Αντί για 65534 μηχανήματα, θα μπορούμε να συνδέσουμε 65504 (πολύ μικρή απώλεια σε σχέση με τα οφέλη της υποδικτύωσης).

Στη (νέα) μάσκα υποδικτύου:

⇒ τα τέσσερα (4) σημαντικότερα ψηφία που αντιστοιχούσαν στο αρχικό Host_ID, με τη μορφή άσων, χαρακτηρίζονται ως Subnet_ID και προσαρτώνται στο Net_ID.

ενώ,

⇒ το Host_ID απομένει 12 bit (τα λιγότερο σημαντικά ψηφία)

και

⇒ στη μάσκα, στις αντίστοιχες θέσεις, αναγράφονται μηδενικά.

4 bit που αντιστοιχούν
στο SUBNET_ID

4+8=12 bit που αντιστοιχούν
στο HOST_ID

Διεύθυνση Δικτύου	134	55	0	0
Μάσκα Δικτύου	255	255	0	0
	11111111	11111111	00000000	00000000
Μάσκα Υποδικτύου	11111111	11111111	11110000	00000000
	255	255	240	0

$$(11110000)_2 = (240)_{10}$$

Διεύθυνση Δικτύου	172	25	0	0
Μάσκα Δικτύου	255	255	0	0
	11111111	11111111	00000000	00000000
Μάσκα Υποδικτύου	11111111	11111111	11110000	00000000
	255	255	240	0

Έτσι η νέα μάσκα είναι η

255.255.240.0

και το δεδομένο δίκτυο γράφεται ως

134.55.0.0/20

Οι διευθύνσεις των υπολογιστών των υποδικτύων θα έχουν πλέον μορφή:

<NET_ID><SUBNET_ID><HOST_ID>

Δηλ. <Αναγνωριστικό_δικτύου><Αναγνωριστικό_υποδικτύου><Αναγνωριστικό_Υπολογιστή>

όπου :

- Net_ID: 16 bit,
- Subnet_ID: 4 bit
- Host_ID: 12 bit

⇒ Έχουμε $2^4 = 16$ διαφορετικά υποδίκτυα:

1ο) Υποδίκτυο 0 : SUBNET_ID = $(0000)_2$

2ο) Υποδίκτυο 1 : SUBNET_ID = $(0001)_2$

3ο) Υποδίκτυο 2 : SUBNET_ID = $(0010)_2$

4ο) Υποδίκτυο 3 : SUBNET_ID = $(0011)_2$

.....

13ο) Υποδίκτυο 12 : SUBNET_ID = $(1100)_2$

14ο) Υποδίκτυο 13 : SUBNET_ID = $(1101)_2$

15ο) Υποδίκτυο 14 : SUBNET_ID = $(1110)_2$

16ο) Υποδίκτυο 15 : SUBNET_ID = $(1111)_2$

Οι περιοχές διευθύνσεων για κάθε ένα από τα **τέσσερα πρώτα υποδίκτυα** δίνονται παρακάτω:

A/A	1o byte	2o byte	3o byte		4o byte	Περιοχή Διευθύνσεων	Περιοχή Διευθύνσεων η/υ	
0	10000110	00011001	0000	0000	00000000	134.55.0.0	134.55.0.1	από
	10000110	00011001		1111	11111111	134.55.15.255	134.55.15.254	εώς
1	10000110	00011001	0001	0000	00000000	134.55.16.0	134.55.16.1	από
	10000110	00011001		1111	11111111	134.55.31.255	134.55.31.254	εώς
2	10000110	00011001	0010	0000	00000000	134.55.32.0	134.55.32.1	από
	10000110	00011001		1111	11111111	134.55.47.255	134.55.47.254	εώς
3	10000110	00011001	0011	0000	00000000	134.55.48.0	134.55.48.1	από
	10000110	00011001		1111	11111111	134.55.63.255	134.55.63.254	εώς

A/A	1o byte	2o byte	3o byte		4o byte	Περιοχή Δ/νσεων	η/υ
0	10000110	00011001	0000	0000	00000000	134.55.0.0	134.55.0.1
	10000110	00011001		1111	11111111	134.55.15.255	134.55.15.254
1	10000110	00011001	0001	0000	00000000	134.55.16.0	134.55.16.1
	10000110	00011001		1111	11111111	134.55.31.255	134.55.31.254
2	10000110	00011001	0010	0000	00000000	134.55.32.0	134.55.32.1
	10000110	00011001		1111	11111111	134.55.47.255	134.55.47.254
3	10000110	00011001	0011	0000	00000000	134.55.48.0	134.55.48.1
	10000110	00011001		1111	11111111	134.55.63.255	134.55.63.254

$$0 = (0000)_2$$

$$1 = (0001)_2$$

$$2 = (0010)_2$$

$$3 = (0011)_2$$

Η 1η στήλη δίνει τον αύξοντα
αριθμό του υποδικτύου
⇒ η αρίθμηση αρχίζει από το 0
και φτάνει ως το 15
(⇒ 16 υποδίκτυα)

⇒ ταυτίζεται με την δεκαδική τιμή των 4 bit
που αντιστοιχούν στο Subnet_ID.

⇒ Οι υπολογιστές ενός υποδικτύου έχουν κοινές :

1. τις δύο πρώτες οκτάδες (Net_ID)

και

2. τα τέσσερα πρώτα ψηφία της τρίτης οκτάδας (Subnet_ID).

υποδί κτυο	1η οκτάδα	2η οκτάδα	3η οκτάδα		4η οκτάδα	Διεύθυνση	
	NET_ID		SUBNET_ID	HOST_ID	HOST_ID		
0	10000110	0110111	0000	0000	0000	134.55.0.0	υποδικτύου
0	10000110	0110111	0000	0000	0001	134.55.0.1	4094 κόμβοι - υπολογιστές
»»							
0	10000110	0110111	0000	1111	11111110	134.55.15.254	
0	10000110	0110111	0000	1111	11111111	134.155.15.255	Εκπομπής (στο υποδίκτυο)

Με βάση τις περιοχές διευθύνσεων που προσδιορίσαμε, οι διευθύνσεις δικτύου και εκπομπής για κάθε ένα από τα **τέσσερα πρώτα υποδίκτυα** είναι οι παρακάτω:

Υποδίκτυο	Δ/νση Δικτύου	Δ/νση Εκπομπής
0	134.55.0.0	134.155.15.255
1	134.55.16.0	134.55.31.255
2	134.55.32.0	134.55.47.255
3	134.55.48.0	134.55.63.255