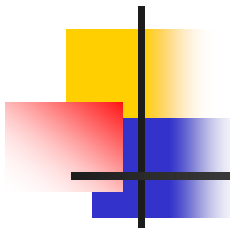


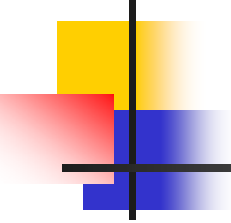
IP Διευθύνσεις - Υποδικτύωση

Δρ Σ. Βελούδης



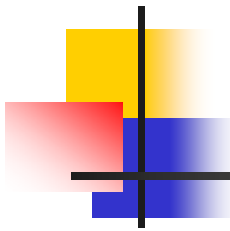
Φυσικές Διευθύνσεις

- Κάθε κάρτα δικτύου χαρακτηρίζεται από μία μοναδική φυσική διεύθυνση
- Ένας 12-ψήφιος δεκαεξαδικός αριθμός
 - Π.χ. 00-00-0E-64-54-32
 - Μέχρι 281474976710656 διαφορετικές διευθύνσεις
 - Τα πρώτα 6 ψηφία αναγνωρίζουν τον κατασκευαστή της κάρτας (π.χ. 00A00 – Intel, 2608C – 3Com, κ.τ.λ.)



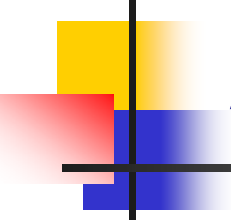
Φυσικές Διευθύνσεις

- Εντολή εμφάνισης φυσικής διεύθυνσης:
 - ipconfig/all (σε περιβάλλον DOS)
 - ifconfig (σε περιβάλλον Unix)



Διευθύνσεις IP

- Λογικές διευθύνσεις
 - 32 bit (v4)
 - Μέχρι 4294967296 διαφορετικές διευθύνσεις – στην πράξη πολύ λιγότερες
- Απαιτούνται για τη χρήση του πρωτοκόλλου TCP/IP
- Αντιστοιχίζονται σε φυσικές διευθύνσεις σε επίπεδο τοπικού δικτύου



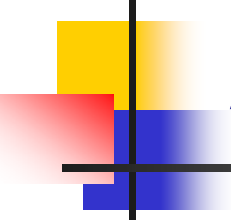
Διευθύνσεις IP

- Χαρακτηρίζουν μοναδικά:
 - Τον πόρο
 - Το δίκτυο στο οποίο ανήκει ο πόρος
- Κάθε διεύθυνση IP χωρίζεται σε δύο μέρη:
 - Το αναγνωριστικό δικτύου
 - Το αναγνωριστικό πόρου
- Στο διαχωρισμό αυτό βασίζεται η διαίρεση των διευθύνσεων σε κλάσεις

Δίκτυα Κλάσης A

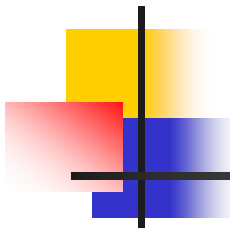


- 8-bit αναγνωριστικό δικτύου της μορφής 0xxxxxxx
- Μέχρι $2^7 - 2 = 126$ διαφορετικά δίκτυα – δε συμπεριλαμβάνονται τα:



Δίκτυα Κλάσης A

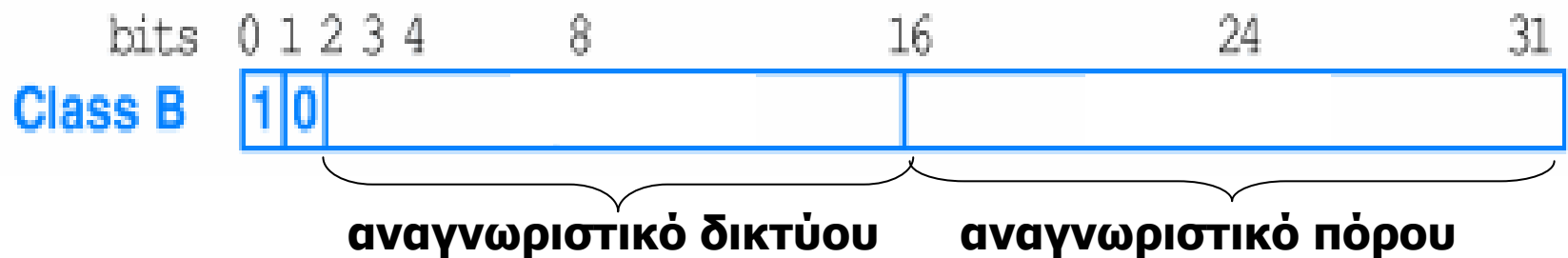
- 0.x.x.x – χρησιμοποιείται για προκαθορισμένη δρομολόγηση πακέτων
- 127.x.x.x - η λεγόμενη διεύθυνση loopback (χρησιμοποιείται για δρομολόγηση επιστροφής)
- 24-bit αναγνωριστικό πόρου
- Έστω το δίκτυο με αναγνωριστικό x ($1 \leq x \leq 126$)



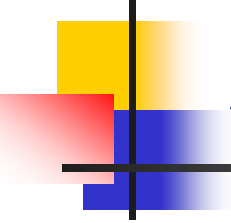
Δίκτυα Κλάσης A

- Στο δίκτυο αυτό μπορούν να διευθυνσιοδοτηθούν μέχρι $2^{24}-2=16777214$ διαφορετικοί πόροι – δε συμπεριλαμβάνονται οι διευθύνσεις:
 - $x.0.0.0$ – αναγνωρίζει ολόκληρο το δίκτυο x και όχι ένα συγκεκριμένο πόρο μέσα σ' αυτό
 - $x.255.255.255$ (διεύθυνση broadcast του δικτύου x)

Δίκτυα Κλάσης B



- 16-bit αναγνωριστικό δικτύου της μορφής 10xxxxxx.xxxxxxxx
- Μέχρι $2^{14} = 16384$ διαφορετικά δίκτυα



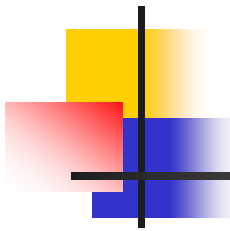
Δίκτυα Κλάσης B

- 16-bit αναγνωριστικό πόρου
- Σε ένα δίκτυο κλάσης B μπορούν να διευθυνσιοδοτηθούν μέχρι $2^{16}-2=65534$ διαφορετικοί πόροι – δε συμπεριλαμβάνονται τα αναγνωριστικά πόρων:
 - 0.0 – αναγνωρίζει ολόκληρο το δίκτυο
 - 255.255 – διεύθυνση broadcast του δικτύου

Δίκτυα Κλάσης C

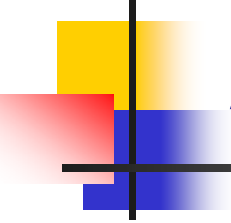


- 24-bit αναγνωριστικό δικτύου της μορφής 110xxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx
- Μέχρι $2^{21} = 2097152$ διαφορετικά δίκτυα



Δίκτυα Κλάσης C

- 8-bit αναγνωριστικό πόρου
- Σε ένα δίκτυο κλάσης C μπορούν να διευθυνσιοδοτηθούν μέχρι $2^8 - 2 = 254$ διαφορετικοί πόροι – δε συμπεριλαμβάνονται τα αναγνωριστικά πόρων:
 - 0 – αναγνωρίζει ολόκληρο το δίκτυο
 - 255 (διεύθυνση broadcast του δικτύου)



Άλλες Κλάσεις

Class D

1	1	1	0
---	---	---	---

 multicast address

Class E

1	1	1	1
---	---	---	---

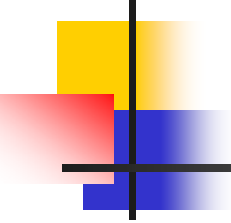
 reserved for future use

- Κλάση D: Χρησιμοποιείται για δρομολόγηση multicast
- Κλάση E: Χρησιμοποιείται για πειραματικούς σκοπούς



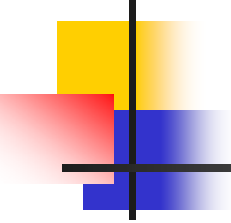
Κλάσεις

Διευθύνσεις – Κλάση A	Από	1.xxx.xxx.xxx
	Έως	126.xxx.xxx.xxx
Διευθύνσεις – Κλάση B	Από	128.0.xxx.xxx
	Έως	191.255.xxx.xxx
Διευθύνσεις – Κλάση C	Από	192.0.0.xxx
	Έως	223.255.255.xxx



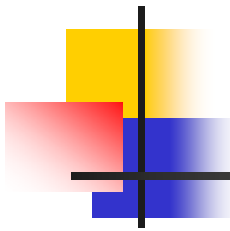
Δεσμευμένα πεδία IP διευθύνσεων

- 0.0.0.0 – 0.255.255.255
 - Χρησιμοποιούνται για αναφορά σε πόρους συνδεδεμένους στο τοπικό δίκτυο
- Loopback: 127.0.0.0 – 127.255.255.255
- 'Ιδιωτικές' διευθύνσεις:
 - 10.0.0.0 – 10.255.255.255
 - 172.16.0.0 – 172.31.255.255
 - 192.168.0.0 – 192.168.255.255



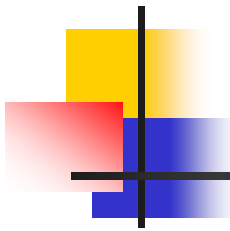
Δεσμευμένα πεδία IP διευθύνσεων

- Άλλα δεσμευμένα πεδία:
 - 128.0.0.0 – 128.0.255.255
 - 169.254.0.0 – 169.254.255.255
 - 191.255.0.0 – 191.255.255.255
 - 192.0.0.0 – 192.0.0.255

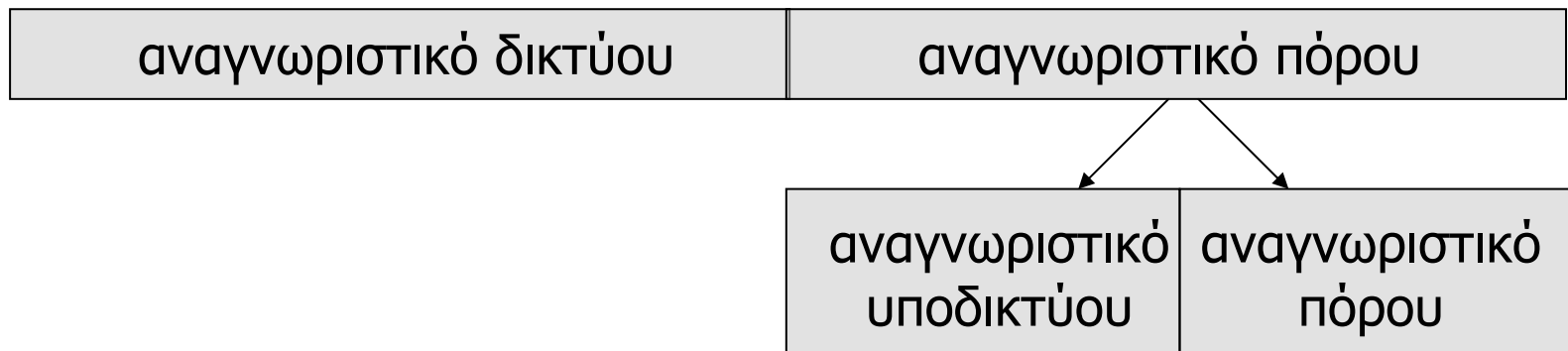


Υποδικτύωση

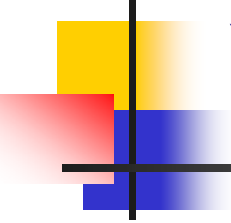
- Επιτρέπει το διαχωρισμό ενός δικτύου κλάσης A, B ή C σε δύο ή περισσότερα υποδίκτυα
- Επιτυγχάνεται μέσω της διάσπασης του αναγνωριστικού πόρου σε δύο μέρη:
 - Το αναγνωριστικό υποδικτύου
 - Το (νέο) αναγνωριστικό πόρου μέσα στο υποδίκτυο



Υποδικτύωση

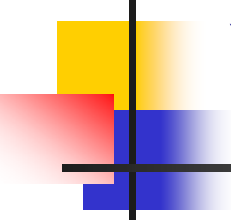


- Το αναγνωριστικό υποδικτύου προηγείται πάντα του αναγνωριστικού πόρου
- 2^v είναι ο συνολικός αριθμός υποδικτύων που μπορεί να εκφρασθεί με v bits αναγνωριστικού υποδικτύου



Υποδικτύωση - Παράδειγμα

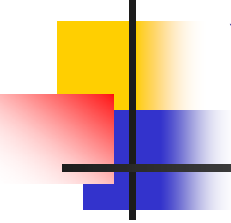
- Έστω ότι στο δίκτυο ενός οργανισμού αποδίδεται η διεύθυνση 193.1.1.0
 - Δίκτυο κλάσης C
- Έστω ότι θέλουμε να ορίσουμε 6 υποδίκτυα εκ των οποίων το μεγαλύτερο να υποστηρίζει τη διευθυνσιοδότηση μέχρι 25 διαφορετικών πόρων



Υποδικτύωση - Παράδειγμα

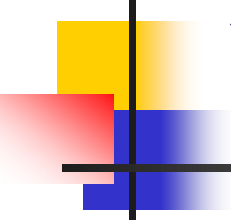
- Διαδικασία:

- Υπολογίζουμε τον αριθμό των bits που πρέπει να «δανειστούμε» από το αναγνωριστικό πόρου για τον καθορισμό 6 υποδικτύων
 - Στην περίπτωση μας 3 bits
- Υπολογίζουμε τον αριθμό των bits που απομένουν για τη αναγνώριση πόρων σε κάθε υποδίκτυο
 - Στην περίπτωση μας 5 bits



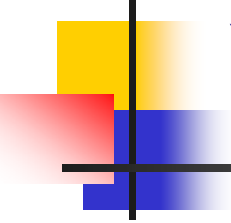
Υποδικτύωση - Παράδειγμα

- Υπολογίζουμε τον αριθμό των πόρων που μπορούν να αναγνωριστούν σε κάθε υποδίκτυο και ελέγχουμε εάν επαρκούν
 - Στην περίπτωση μας 2^5 πόροι (άρα επαρκούν)
- Διευθυνσιοδοτούμε το κάθε υποδίκτυο
 - 193.1.1. 000 00000 → 193.1.1.0
 - 193.1.1. 001 00000 → 193.1.1.32
 - 193.1.1. 010 00000 → 193.1.1.64
 - 193.1.1. 011 00000 → 193.1.1.96
 - 193.1.1. 100 00000 → 193.1.1.128
 - 193.1.1. 101 00000 → 193.1.1.160



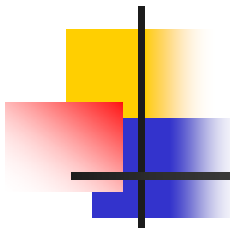
Υποδικτύωση - Παράδειγμα

- Διευθυνσιοδοτούμε τον κάθε πόρο σε κάθε υποδίκτυο, π.χ. για το υποδίκτυο 193.1.1.64
 - Πόρος 1: 193.1.1. 010 00001 → 193.1.1.65
 - Πόρος 2: 193.1.1. 010 00010 → 193.1.1.66
 - Πόρος 3: 193.1.1. 010 00011 → 193.1.1.67
 - ...
 - Πόρος 23: 193.1.1. 010 10111 → 193.1.1.87
 - Πόρος 24: 193.1.1. 010 11000 → 193.1.1.88
 - Πόρος 25: 193.1.1. 010 11001 → 193.1.1.89



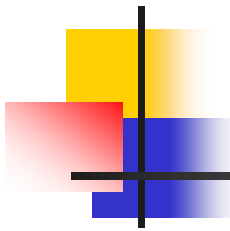
Υποδικτύωση - Παράδειγμα

- Ορίζουμε τη διεύθυνση broadcast για κάθε υποδίκτυο, π.χ. για το υποδίκτυο 193.1.1.64 είναι η 193.1.1.95 ή 193.1.1.010 **11111**



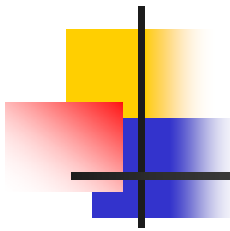
Μάσκα Υποδικτύωσης

- Καταδεικνύει ποιο μέρος μιας IP διεύθυνσης χρησιμοποιείται ως αναγνωριστικό δικτύου και ποιο ως αναγνωριστικό πόρου
- Ένας αριθμός 32 bit
 - Περιέχει 1 στις θέσεις εκείνες οι οποίες καταλαμβάνονται από bits αναγνωριστικού δικτύου ή υποδικτύου στην αντίστοιχη IP διεύθυνση



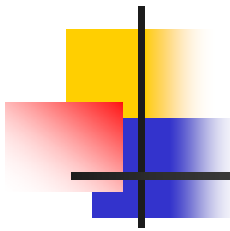
Μάσκα Υποδικτύωσης

- Περιέχει 0 στις θέσεις που καταλαμβάνονται από bits αναγνωριστικού πόρου στην αντίστοιχη IP διεύθυνση
- Στο παραπάνω παράδειγμα, η μάσκα υποδικτύωσης για το υποδίκτυο 193.1.1.64 είναι η:
11111111.11111111.11111111.11100000
δηλαδή η μάσκα 255.255.255.224



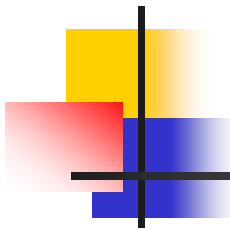
Μάσκα Υποδικτύωσης Μεταβλητού Μήκους

- Επιτρέπει την υποδιαίρεση ενός δικτύου σε υποδίκτυα διαφορετικού μεγέθους
 - Χρήσιμο για πολλούς οργανισμούς των οποίων οι ανάγκες σε υποδίκτυα είναι ανισοβαρείς
 - Επιτρέπει την αποδοτικότερη και συνετότερη κατανομή διευθύνσεων IP σε δίκτυα
- Έστω το δίκτυο 140.25.0.0



Μάσκα Υποδικτύωσης Μεταβλητού Μήκους

- Έστω ότι στο δίκτυο αυτό δημιουργούνται αρχικά 16 ισομεγέθη υποδίκτυα
 - Απαιτούνται 4 bits για τον αριθμό υποδικτύου
 - Κάθε υποδίκτυο έχει χωρητικότητα 4094 πόρων
 - Οι IP διευθύνσεις των πόρων αυτών έχουν 20 bit αναγνωριστικό δικτύου



Μάσκα Υποδικτύωσης Μεταβλητού Μήκους

140.25.0.0

#14

140.25.0.0

140.25.16.0

140.25.32.0

140.25.48.0

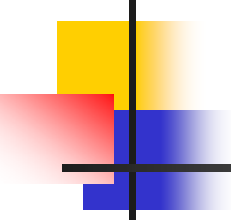
140.25.64.0

⋮

140.25.208.0

140.25.224.0

140.25.240.0



Μάσκα Υποδικτύωσης Μεταβλητού Μήκους

- Έστω ότι οι 4094 πόροι του υποδικτύου νούμερο 14 χωρίζονται περεταίρω σε άλλα 16 υπό-υποδίκτυα
 - Απαιτούνται άλλα 4 bits για τον αριθμό υπό-υποδικτύων
 - Κάθε υπό-υποδίκτυο έχει χωρητικότητα 254 πόρων
 - Οι IP διευθύνσεις των πόρων αυτών έχουν 24 bit αναγνωριστικό δικτύου

Μάσκα Υποδικτύωσης Μεταβλητού Μήκους

140.25.224.0

#14

140.25.224.0

140.25.225.0

140.25.226.0

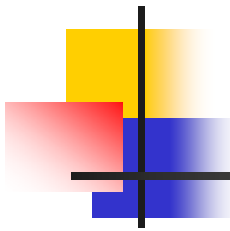
140.25.227.0

140.25.228.0

⋮

140.25.238.0

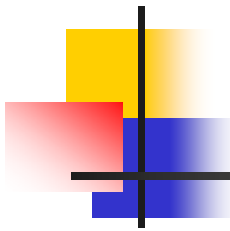
140.25.239.0



Μάσκα Υποδικτύωσης Μεταβλητού Μήκους

- Έστω ότι οι 254 πόροι του υπό-υποδικτύου νούμερο 14 χωρίζονται περεταίρω σε άλλα 8 υπό-υπό-υποδίκτυα
 - Απαιτούνται άλλα 3 bits για τον αριθμό υπό-υποδικτύου
 - Κάθε υπό-υπό-υποδίκτυο έχει χωρητικότητα 30 πόρων
 - Οι IP διευθύνσεις των πόρων αυτών έχουν 27 bit αναγνωριστικό δικτύου

Μάσκα Υποδικτύωσης Μεταβλητού Μήκους



140.25.238.0

140.25.238.0

140.25.238.32

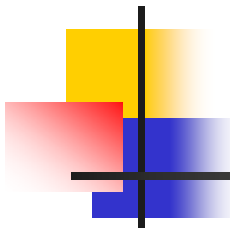
140.25.238.64

140.25.238.96

140.25.238.128

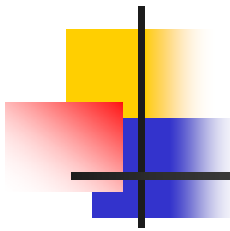
⋮

140.25.238.224



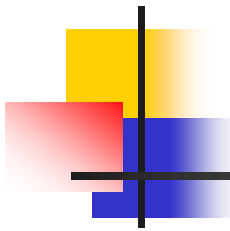
Internet Χωρίς Κλάσεις – CIDR

- Classless Inter-Domain Routing
- Οι IP διευθύνσεις δε χωρίζονται πλέον σε κλάσεις δικτύων
- Περιέχουν ένα αναγνωριστικό δικτύου οποιουδήποτε μεγέθους
 - Επιτρέπει δίκτυα οποιουδήποτε μεγέθους
 - Επιτρέπει την αποδοτικότερη και συνετότερη κατανομή διευθύνσεων IP σε δίκτυα



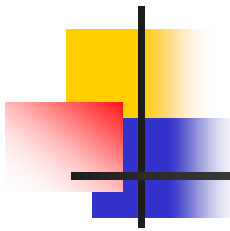
Internet Χωρίς Κλάσεις – CIDR

- Για την κατάδειξη του αναγνωριστικού δικτύου χρησιμοποιείται το επίθημα /n μετά από κάθε IP διεύθυνση – όπου n ο αριθμός των bits (από αριστερά προς τα δεξιά) που χρησιμοποιούνται ως αναγνωριστικό δικτύου
- Οι IP διευθύνσεις δεν κατατάσσονται πλέον σε κλάσεις δικτύων αλλά σε **πεδία** (σύνολα) IP διευθύνσεων



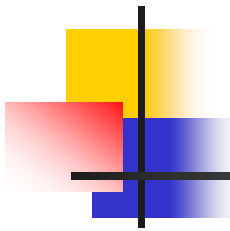
CIDR – Παράδειγμα

- Έστω το πεδίο 200.25.0.0/16
 - 16 bits χρησιμοποιούνται ως αναγνωριστικό 'δικτύου'
 - Παρατηρούμε ότι σε περίπτωση μη κατάργησης των κλάσεων η παραπάνω διεύθυνση θα έπρεπε να καταταχθεί στην κλάση B (16 bits αναγνωριστικό δικτύου)
 - Το παραπάνω πεδίο περιέχει 65536 διαφορετικές διευθύνσεις της μορφής 200.25.xxxxxxxx.xxxxxxxx



CIDR – Παράδειγμα

- Το πεδίο αυτό θα μπορούσε να αγοραστεί από κάποιον ISP (Internet Service Provider) ούτως ώστε να διατεθεί στην αγορά
- Έστω ότι οι ακόλουθοι οργανισμοί αιτούνται τις παρακάτω IP διευθύνσεις:
 - Οργανισμός A → 1900 διευθύνσεις
 - Οργανισμός B → 950 διευθύνσεις

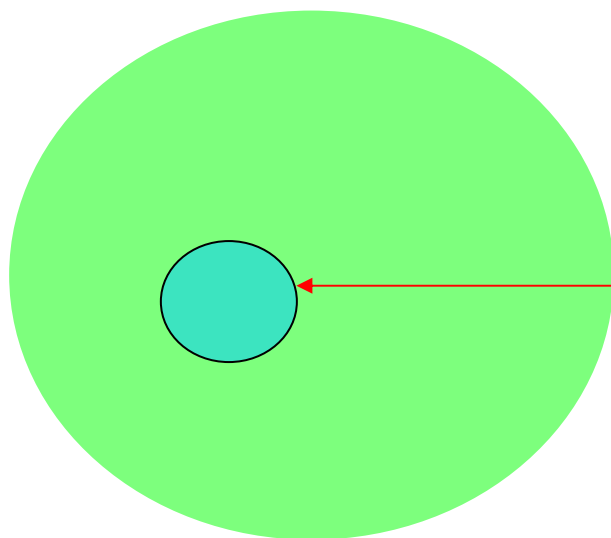


CIDR – Παράδειγμα

- Οργανισμός Γ → 480 διευθύνσεις
- Με το CIDR έχουμε τη δυνατότητα να αποδίδουμε σε κάθε οργανισμό τις IP διευθύνσεις που χρειάζεται χωρίς τον περιορισμό των κλάσεων
- Από το πεδίο 200.25.0.0/16 'κόβουμε' το πεδίο 200.25.16.0/20

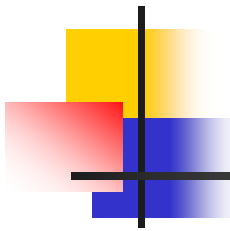
CIDR – Παράδειγμα

Πεδίο 200.25.0.0/16



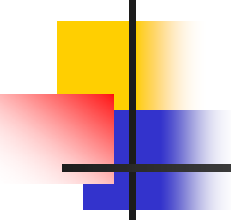
Πεδίο 200.25.16.0/20

- 4096 διευθύνσεις
- Όλες οι διευθύνσεις είναι της μορφής
200.25.0001xxxx.xxxxxxxxxx



CIDR – Παράδειγμα

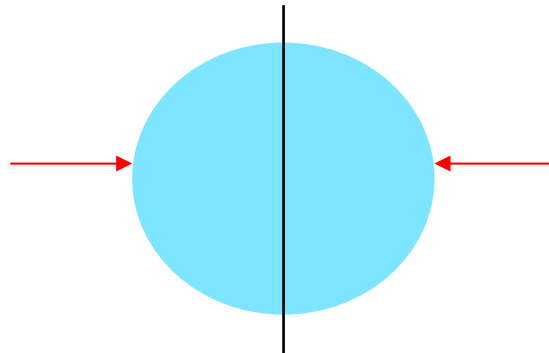
- Το πεδίο 200.25.16.0/20 το 'κόβουμε' σε δύο ίσα πεδία των 2048 IP διευθύνσεων
- Για το σκοπό αυτό δανειζόμαστε ακόμη ένα bit (σημειώνεται με μπλε χρώμα παρακάτω) για αναγνωρισμό δικτύου:
 - Το 200.25.0001 0 000.0/21 = 200.25.16.0/21
 - Το 200.25.0001 1 000.0/21 = 200.25.24.0/21



CIDR – Παράδειγμα

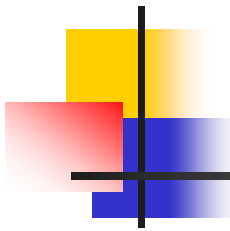
Πεδίο 200.25.16.0/20

Πεδίο 200.25.16.0/21
(2048 διευθύνσεις)



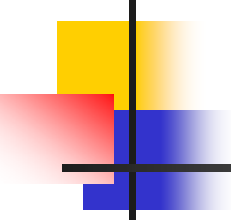
Πεδίο 200.25.24.0/21
(2048 διευθύνσεις)

- Αποδίδουμε το πεδίο 200.25.16.0/21 στον Οργανισμό Α για να καλύψουμε τις ανάγκες του

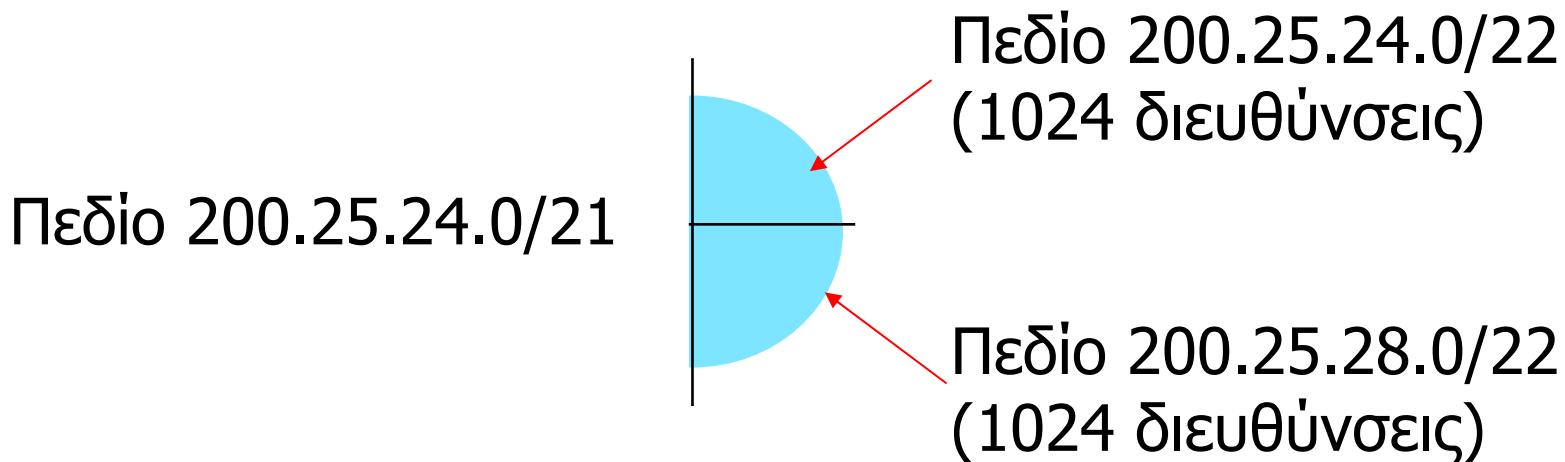


CIDR – Παράδειγμα

- Το πεδίο 200.25.24.0/21 παραμένει στη διάθεση μας και το 'χωρίζουμε' περεταίρω σε δύο ίσα πεδία των 1024 IP διευθύνσεων
- Για το σκοπό αυτό δανειζόμαστε ακόμη ένα bit (σημειώνεται με μπλε χρώμα παρακάτω) για αναγνώρισμό δικτύου:
 - Το 200.25.00011 0 00.0/22 = 200.25.24.0/22
 - Το 200.25.00011 1 00.0/22 = 200.25.28.0/22



CIDR – Παράδειγμα

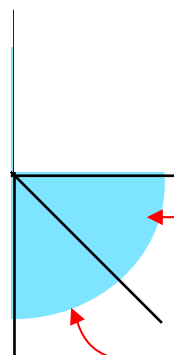


- Αποδίδουμε το πεδίο 200.25.24.0/22 στον Οργανισμό Β

CIDR – Παράδειγμα

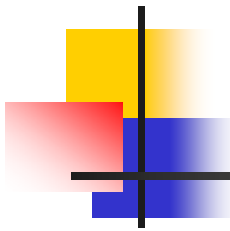
- Το πεδίο 200.25.28.0/22 το 'χωρίζουμε' περαιτέρω σε δύο ίσα πεδία των 512 IP διευθύνσεων:
 - Το 200.25.000111 0 0.0/23 = 200.25.28.0/23
 - Το 200.25.000111 1 0.0/23 = 200.25.30.0/23

Πεδίο 200.25.28.0/22



Πεδίο 200.25.28.0/23

Πεδίο 200.25.30.0/23



CIDR – Παράδειγμα

- Αποδίδουμε το πεδίο 200.25.28.0/23 στον Οργανισμό Γ
- Το πεδίο 200.25.30.0/23 παραμένει στη διάθεση μας για μελλοντική απόδοση σε κάποιον οργανισμό