

Δίκτυα Υπολογιστών



Δίκτυα υπολογιστών και το Διαδίκτυο
Ο πυρήνας του δικτύου

Κ. Βασιλάκης



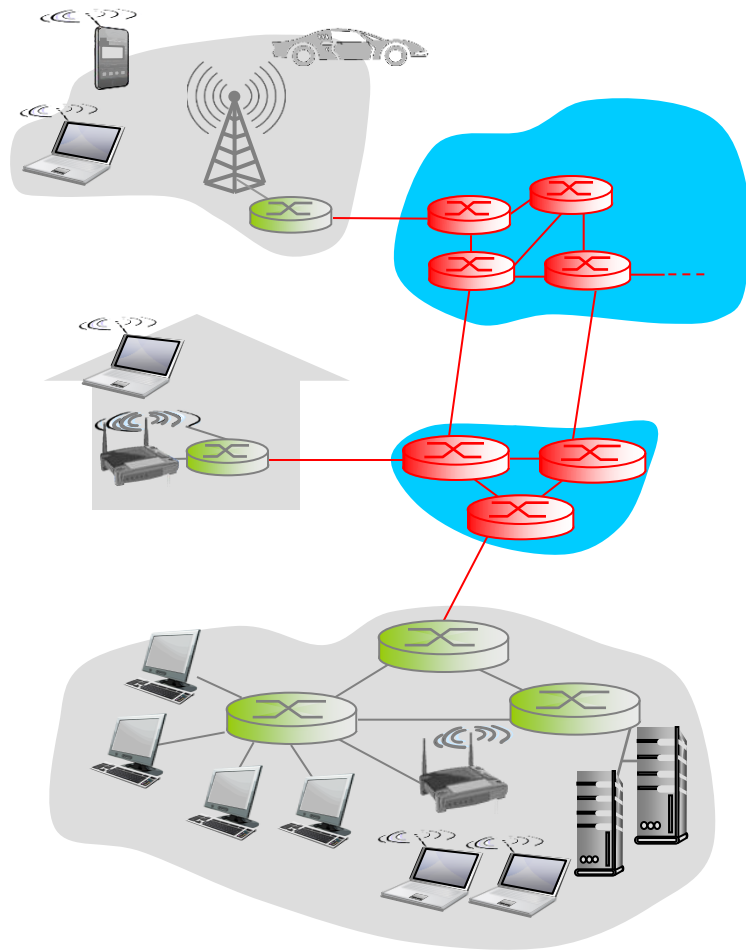
Περιεχόμενα – ενότητες που εξετάζονται

- Τι είναι το διαδίκτυο
 - Στοιχεία που το συνθέτουν
 - Τρόποι παροχής υπηρεσιών
 - Τι είναι τα πρωτόκολλα
- Τα άκρα του δικτύου,
 - Δίκτυα πρόσβασης,
 - Φυσικά μέσα
- **Ο πυρήνας του δικτύου**
 - **Μεταγωγή πακέτου**
 - **Μεταγωγή κυκλώματος**
 - **Δομή του διαδικτύου**
- Δυσκολίες στη μεταφορά
 - Καθυστερήσεις,
 - Απώλειες
 - Διεκπεραιωτική ικανότητα
- Επίπεδα πρωτοκόλλων
 - Διαστρωμάτωση
 - Το μοντέλο OSI
- Ιστορία



Πυρήνας δικτύου

- Ένα πλέγμα διασυνδεομένων δρομολογητών.
- Σε μια δικτυακή εφαρμογή οι καταναεμημένες εφαρμογές ανταλλάσσουν μηνύματα.
- Τα μηνύματα μεταφέρονται με δυο τρόπους:
 - **Μεταγωγή πακέτων.**
Τα μηνύματα μεταφέρονται σε διακριτά τμήματα (πακέτα).
 - **Μεταγωγή κυκλώματος.**
Αφιερώνεται ένα κύκλωμα για την σύνδεση (από άκρο-σε-άκρο).



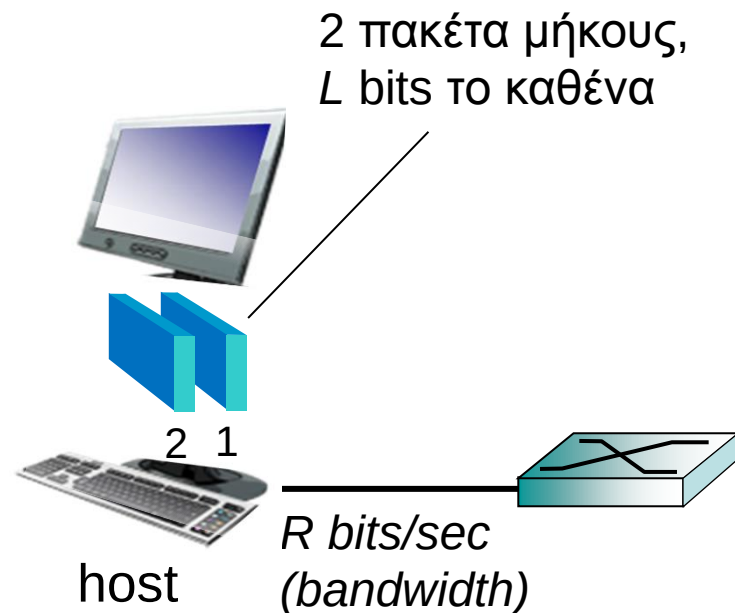
Μεταγωγή πακέτων

- Η ροή δεδομένων πριν αποσταλεί χωρίζεται σε πακέτα, τα οποία εμπλουτίζονται με τα στοιχεία του αποστολέα και του παραλήπτη και του τρόπου διαίρεσης της ροής (επικεφαλίδα).
- Τα πακέτα μοιράζονται τους πόρους (ζεύξεις, ρυθμούς μετάδοσης, συσκευές κλπ) που χρειάζονται όχι αποκλειστικά, αλλά με εφαρμογή κάποιας πολιτικής (π.χ. εξ' ίσου).
- Οι πόροι χρησιμοποιούνται μόνο όταν απαιτείται (δεν δεσμεύονται – on demand).
- Υπάρχει συνεπώς ανταγωνισμός για τη διάθεση των πόρων:
 - Η συνολική ζήτηση πόρων, ενδέχεται να υπερβαίνει τους διαθέσιμους πόρους.
 - **Συμφόρηση**: όταν τα πακέτα πρέπει να περιμένουν την σειρά τους για να εξυπηρετηθούν. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμοι πόροι (καθυστερήσεις - απώλειες).



Μεταγωγή πακέτων: λειτουργία ενός host

- Ανάλυση λειτουργίας του host:
 - Παίρνει το μήνυμα από την εφαρμογή.
 - Διαιρεί το μήνυμα σε πακέτα μήκους L bits το καθένα.
 - Μεταδίδει τα πακέτα στο δίκτυο με το ρυθμό μετάδοσης R bps (bandwidth, χωρητικότητα) που έχει η ζεύξη.
- Τα πακέτα προωθούνται από τον ένα router (ή switch) στον άλλο μέχρι να φτάσουν στο προορισμό τους.
- Τα πακέτα μεταδίδονται με το **πλήρη ρυθμό** μετάδοσης της ζεύξης (κάθε πακέτο χρησιμοποιεί όλο το bandwidth).

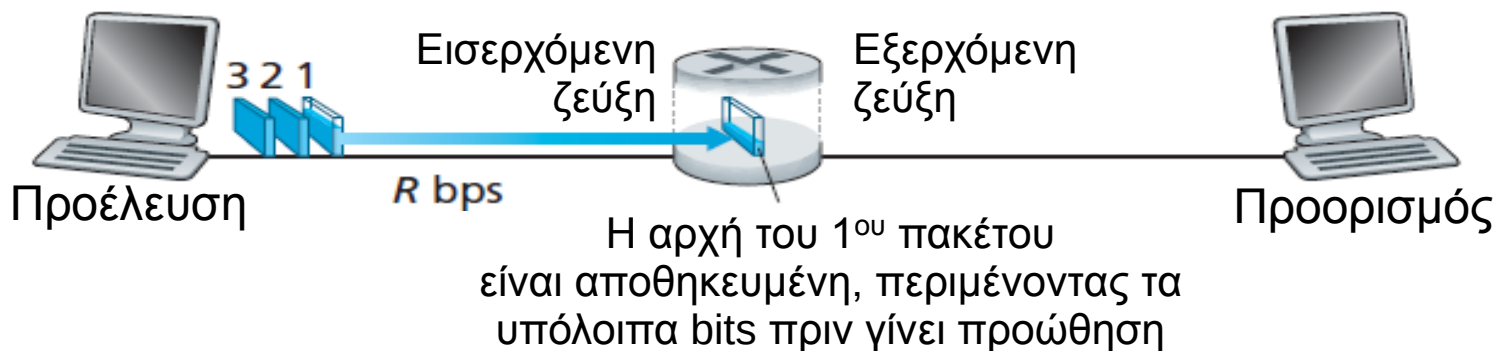


$$\begin{array}{l} \text{καυστέρηση} \\ \text{μετάδοσης} \\ \text{πακέτου} \end{array} = \begin{array}{l} \text{χρόνος που απαιτείται} \\ \text{να προωθηθεί ένα } L\text{-bit} \\ \text{πακέτο στη ζεύξη} \end{array} = \frac{L \text{ (bits)}}{R \text{ (bits/sec)}} \text{ secs}$$



Μεταγωγή πακέτων: αποθήκευση-και-προώθηση

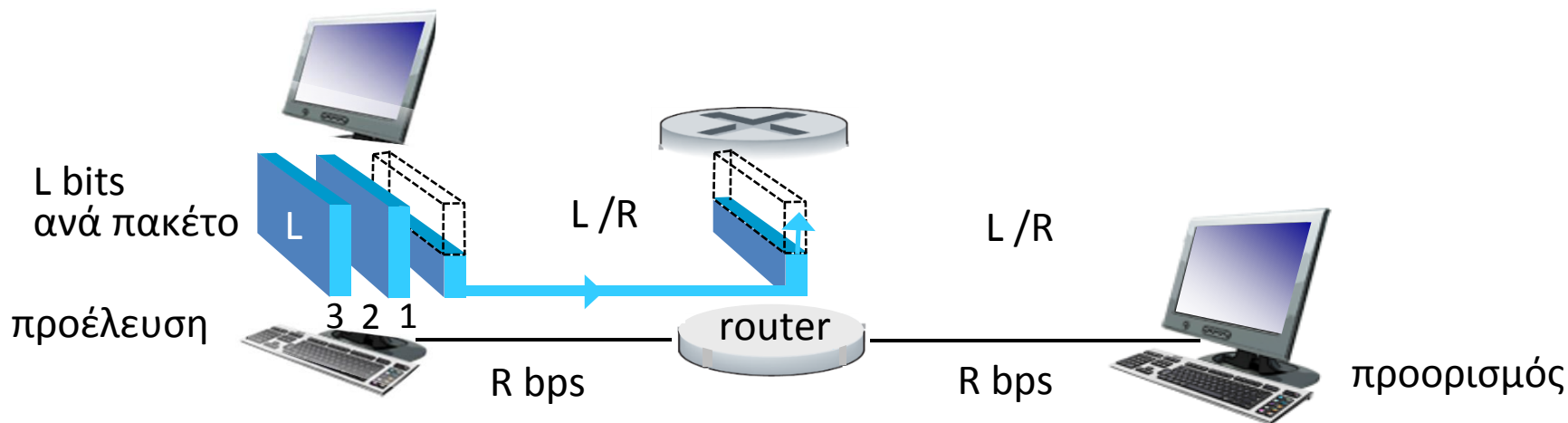
- Τεχνική μετάδοσης με «αποθήκευση-και-προώθηση»:
Η συσκευή (switch ή router) πρέπει να παραλάβει όλο το πακέτο πριν αρχίσει να μεταδίδει το 1^ο bit στην εξερχόμενη ζεύξη.
- Στο σχήμα, ο router δεν μπορεί να μεταδώσει τα bits που έχει δεχθεί. Τα εκταμιεύει (τοποθετεί σε buffer) μέχρι να δεχθεί όλα τα bits του πακέτου. Μόνο τότε μπορεί να προωθήσει το πακέτο στην εξερχόμενη ζεύξη.



- Αυτό γίνεται διότι ο router πρέπει να επεξεργαστεί όλο το περιεχόμενο του πακέτου (π.χ. τη διεύθυνση προορισμού).



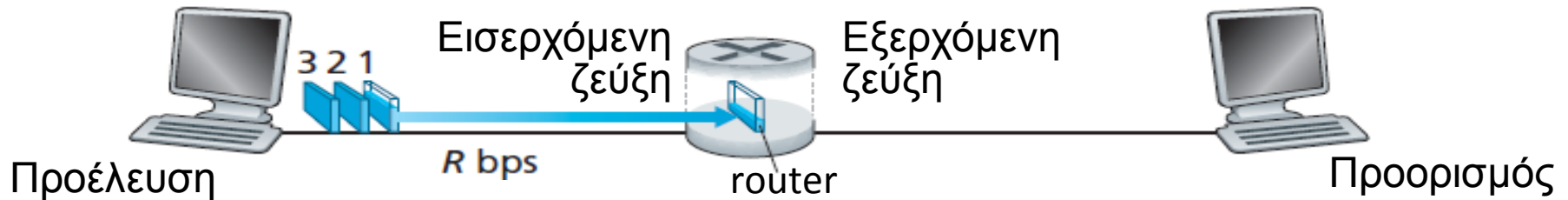
Καθυστέρηση μετάδοσης αποθήκευση-και-προώθηση



- Καθυστέρηση μετάδοσης ενός πακέτου από άκρο σε άκρο: $2L/R$ (L/R από προέλευση σε router + L/R από router σε προορισμό).
- Έτσι αν $L=7.5$ Mbits και $R=1.5$ Mbps για την μετάδοση ενός πακέτου, από άκρο σε άκρο, θα χρειαστεί χρόνος 10sec (5+5).
- Αυτός ο χρόνος αποτελεί την καθυστέρηση (μετάδοσης) για την αποθήκευση και προώθηση κάθε πακέτου.
- Δεν λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος που θα χρειαστεί το πακέτο για να διασχίσει τη κάθε ζεύξη (καθυστέρηση διάδοσης).



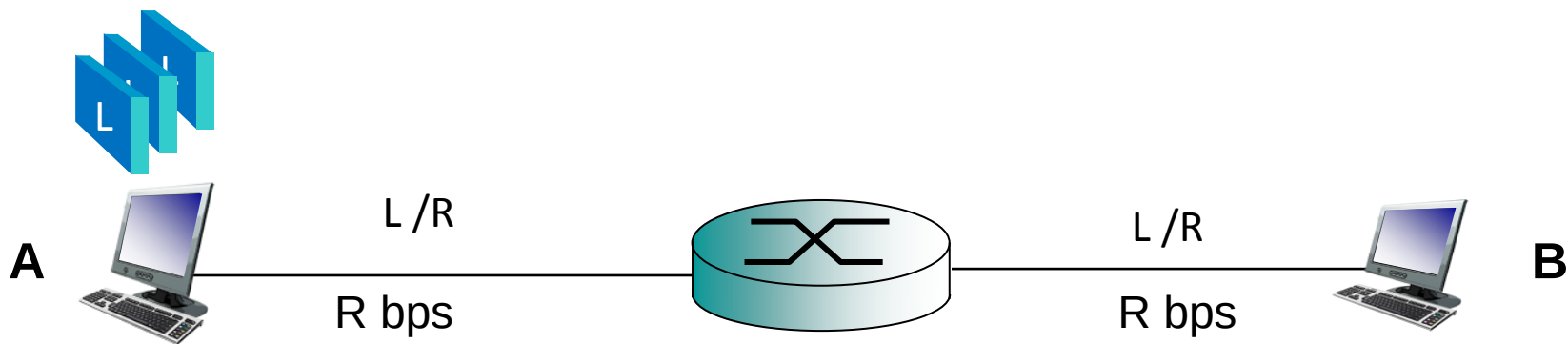
Υπολογισμός καθυστέρησης αποθήκευσης-και-προώθησης



- Αν πάλι $L=7.5 \text{ Mbits}$ και $R=1.5 \text{ Mbps}$, πόσο χρόνο χρειαζόμαστε για 3 πακέτα;
Απάντηση: **20 sec**
- Αυτό διότι όταν το 1^ο πακέτο μεταφέρεται από τον router στον προορισμό, το 2^ο πακέτο θα μεταφέρεται από την προέλευση στον router ($2L/R \text{ sec}$). Όταν το 2^ο πακέτο φτάσει στον προορισμό ($3L/R \text{ sec}$) το 3^ο θα βρίσκεται στον router και θα χρειαστούν $L/R \text{ sec}$ ακόμα για βρεθεί το 3^ο πακέτο στο προορισμό (σύνολο $4L/R \text{ sec}$, δηλ. $4 \cdot 5 = 20 \text{ sec}$).
 - 1^ο πακέτο $\rightarrow$ router (L/R)
 - 1^ο πακέτο $\rightarrow$ προορισμό. 2^ο πακέτο στο router ($2L/R \text{ sec}$).
 - 2^ο πακέτο $\rightarrow$ προορισμό. 3^ο πακέτο στο router ($3L/R \text{ sec}$).
 - 3^ο πακέτο $\rightarrow$ προορισμό ($4L/R \text{ sec}$).
- Χρησιμοποιούνται παράλληλα όλες οι ζεύξεις (**pipeline**).

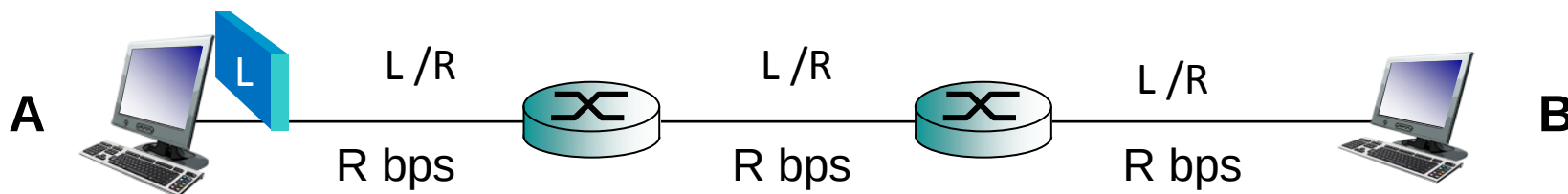


Μηχανισμός pipeline



Μετάδοση ενός πακέτου μέσα από N ζεύξεις

- Παράδειγμα με 3 ζεύξεις και 2 ενδιάμεσες συσκευές (routers).
- Και πάλι έχουμε $L=7.5$ Mbits και $R=1.5$ Mbps.
- Πόσος χρόνος για χρειαστεί για να φτάσει ένα πακέτο στο B;



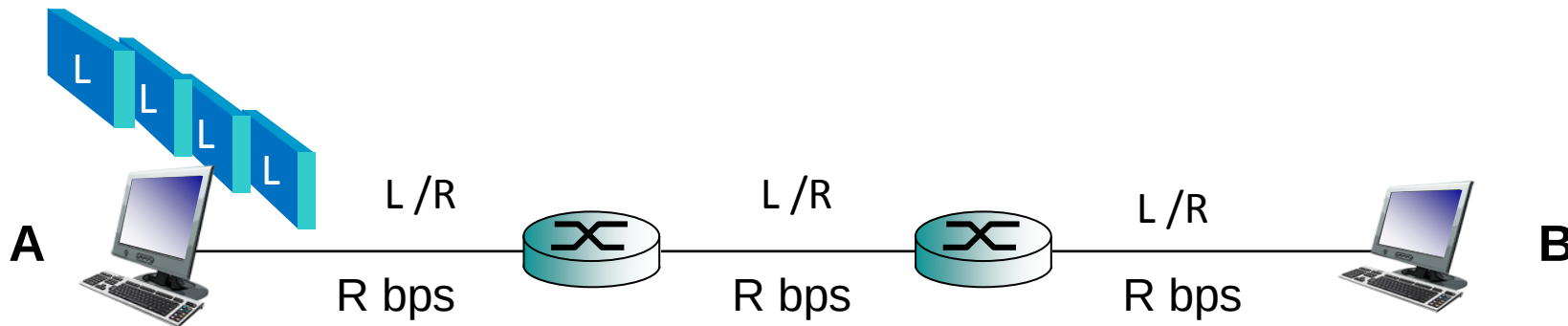
- Η καθυστέρηση από άκρο σε άκρο είναι $d = 3L/R$ (15 sec).
- Γενικός τύπος (N ζεύξεις, 1 πακέτο μήκους L bits με ρυθμό μετάδοσης R bps):

$$d_{(\text{άκρο-σε-άκρο})} = N \frac{L}{R}$$



Με N ζεύξεις και P πακέτα;

- Παράδειγμα με 3 ζεύξεις και 2 ενδιάμεσες συσκευές (routers).
- Και πάλι $L=7.5$ Mbits και $R=1.5$ Mbps

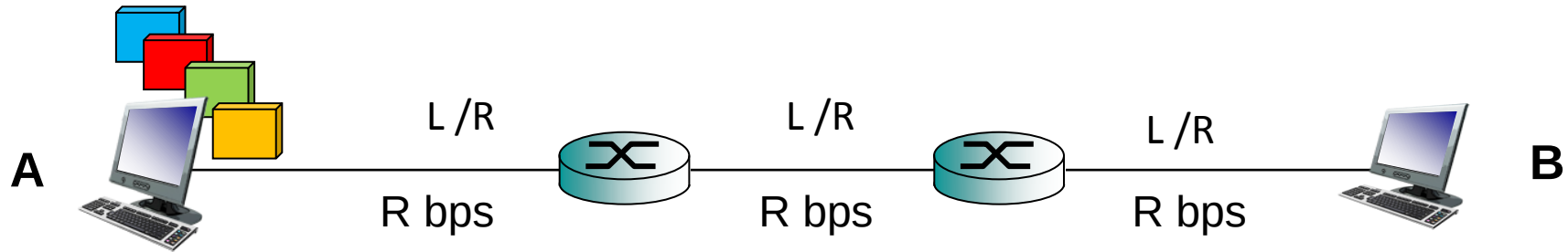


- Αν χωρίσουμε το L σε μικρότερα τμήματα των 1500bits τότε θα έχουμε 5000 ($=P$) μικρότερα πακέτα.
- Με τα μικρότερα πακέτα αξιοποιώντας τη παράλληλη χρήση των ζεύξεων ο χρόνος μειώνεται από 15 sec σε 5002 millisec.
- Ο γενικός τύπος για N ζεύξεις, P πακέτα μήκους L bits και ρυθμό μετάδοσης των ζεύξεων R bps, έχει ως εξής:

$$d_{(\text{άκρο-σε-άκρο})} = (P+N-1) \frac{L}{R}$$



Υπολογισμός: 3 ζεύξεις, 4 πακέτα των L bits, ρυθμός R bps



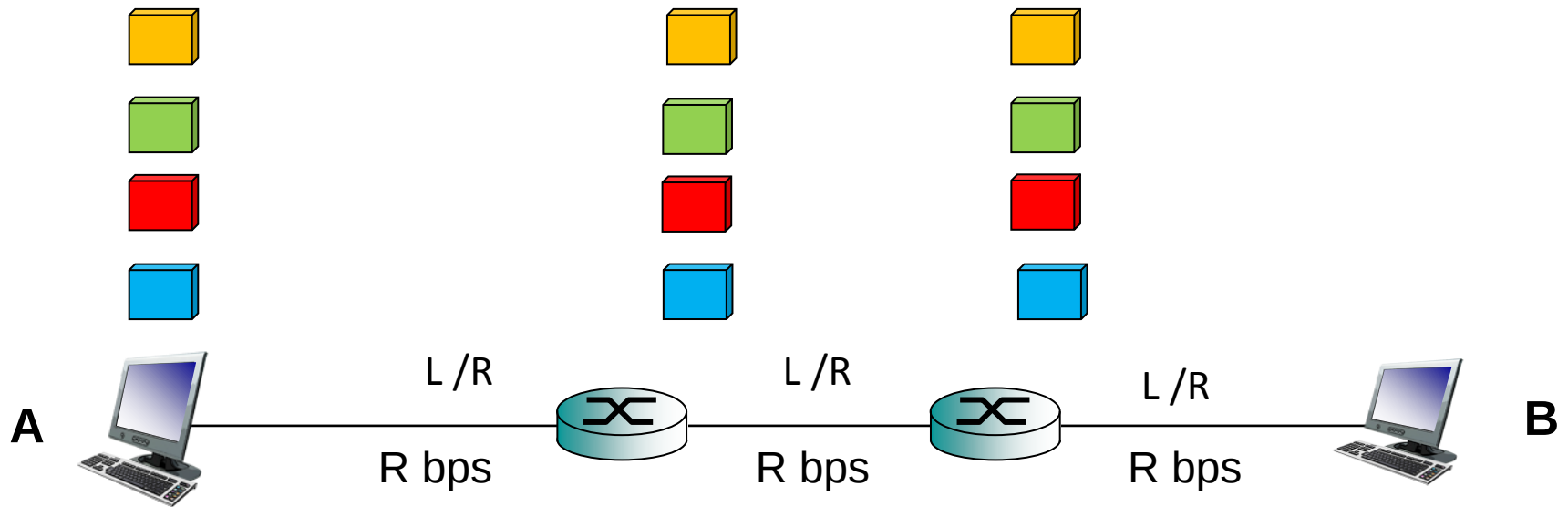
	1 ^η ζεύξη	2 ^η ζεύξη	3 ^η ζεύξη		
				L/R	t_1
pipeline				L/R	t_2
pipeline				L/R	t_3
pipeline				L/R	t_4
pipeline				L/R	t_5
				L/R	t_6

■ $(4+3-1) L/R = 6 L/R$

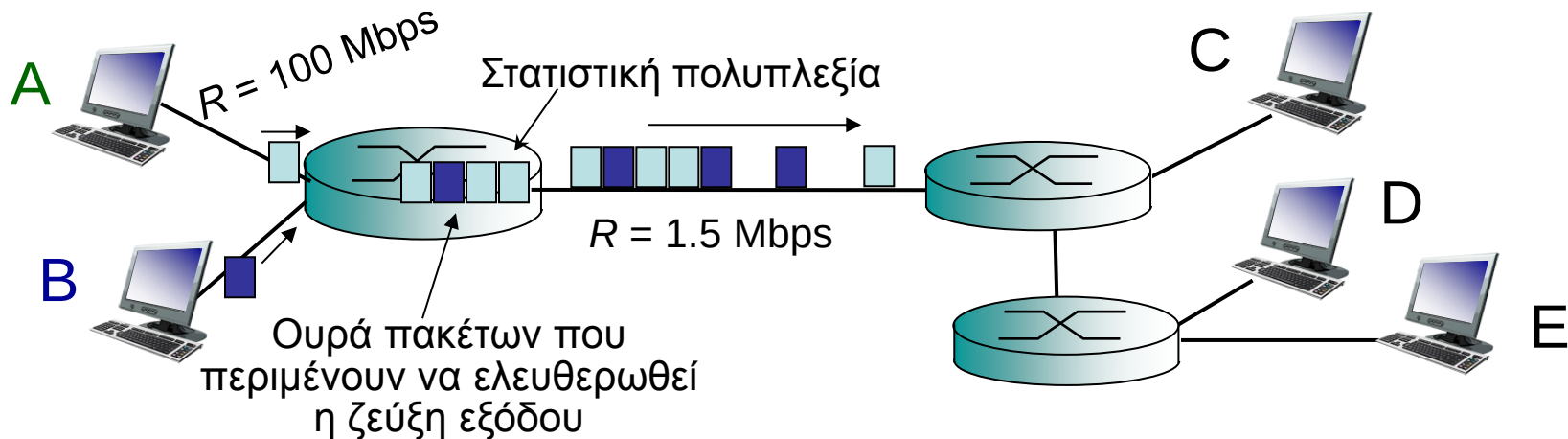
$$d_{(\acute{\alpha}\kappa\rho\omicron\text{-}\sigma\epsilon\text{-}\acute{\alpha}\kappa\rho\omicron)} = (P+N-1) \frac{L}{R}$$



Ας δούμε ξανά τον μηχανισμό pipeline



Καθυστερήσεις ουράς και απώλεια πακέτου



- Οι μεταγωγείς (routers/switch) έχουν ένα ενταμιευτή εξόδου (output buffer) για κάθε ζεύξη εξόδου (ουρά εξόδου-output queue).
- Αν ο εισερχόμενος ρυθμός μετάδοσης είναι μεγαλύτερος του εξερχόμενου ρυθμού μετάδοσης, τότε είτε:
 - τα πακέτα περιμένουν σε ουρά (αποθηκεύονται προσωρινά σε ενταμιευτή) για να προωθηθούν όταν ελευθερωθεί η εξερχόμενη ζεύξη (πρόκειται για μεταβλητές καθυστερήσεις που εξαρτώνται από την συμφόρηση του δικτύου),είτε
 - απορρίπτονται πακέτα (χάνονται) αν η μνήμη του ενταμιευτή δεν είναι αρκετά μεγάλη ή δεν αρκεί ν' αποθηκεύσει τα εισερχόμενα πακέτα με την ταχύτητα που έρχονται.



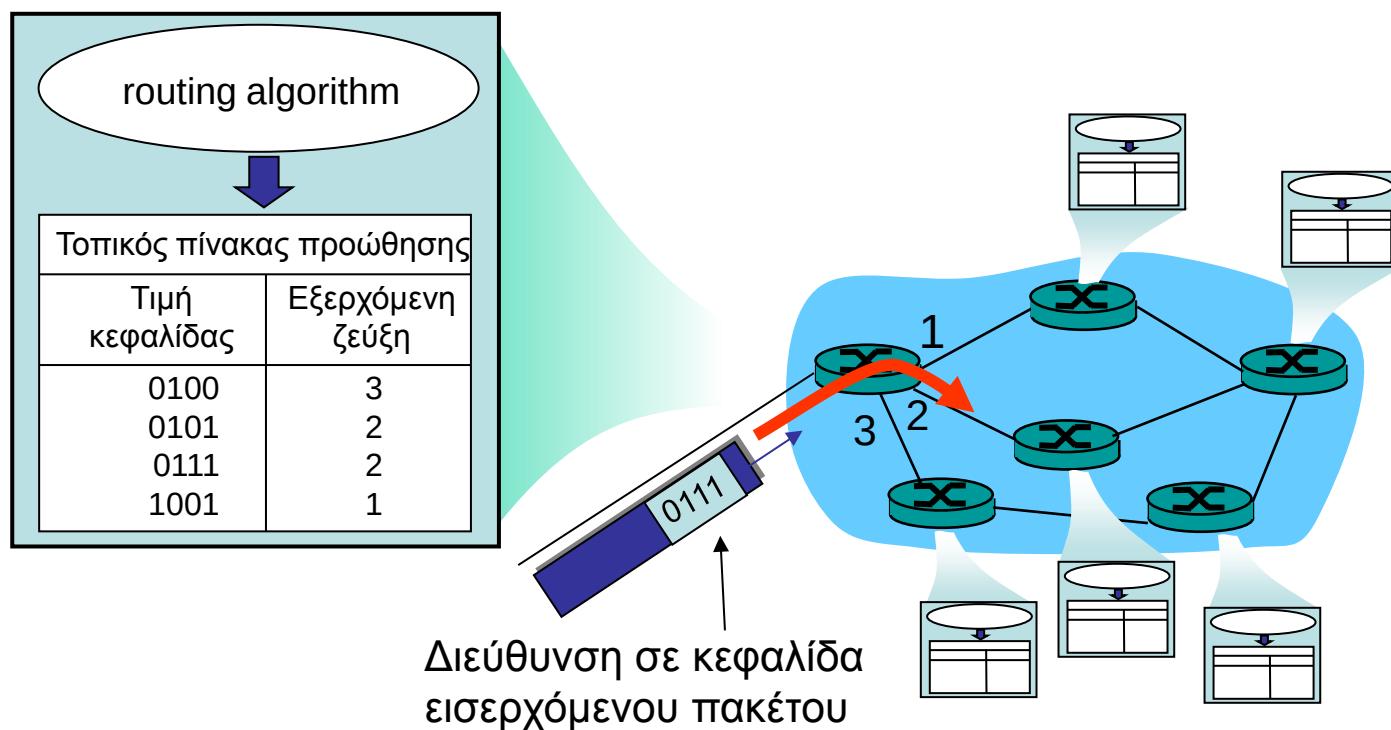
Μεταγωγή πακέτων: δύο σημαντικές λειτουργίες

- **Δρομολόγηση** (routing): προσδιορίζει τη διαδρομή που ακολουθεί το πακέτο στη μετάδοση του από την προέλευση στο προορισμό. Λειτουργία των routers.
- **Πρώθηση**: η μετακίνηση πακέτων από μια εισερχόμενη ζεύξη σε μια κατάλληλη εξερχόμενη ζεύξη. Λειτουργία και των switches και των routers.
- Πως καθορίζεται η ζεύξη που θα γίνει η πρώθηση?
 - Σε κάθε τερματικό σύστημα **αποδίδεται μια διεύθυνση** (addressing). Στο διαδίκτυο ονομάζεται διεύθυνση IP (*IP address*).
 - Τα πακέτα που φεύγουν από το τερματικό σύστημα προέλευσης περιέχουν την διεύθυνση του προορισμού.
 - Οι routers όταν παραλάβουν ένα πακέτο, εξετάζουν την διεύθυνση προορισμού και το προωθούν σε ζεύξη εξόδου που την επιλέγουν αφού πρώτα ανατρέξουν ένα **πίνακα πρώθησης**, όπου υπάρχουν αντιστοιχίσεις ζεύξεων εξόδου με διευθύνσεις (ή τμήματα διευθύνσεων).



Πρωτόκολλα δρομολόγησης

- Οι πίνακες προώθησης διαμορφώνονται δυναμικά βάσει ειδικών **πρωτοκόλλων δρομολόγησης** (routing protocols) που καθορίζουν πως επικοινωνούν οι δρομολογητές (πως γίνεται η ανταλλαγή δεδομένων).
- Για τον καθορισμό μιας συγκεκριμένης επιλογής διαδρομής (path) χρησιμοποιούνται ειδικοί **αλγόριθμοι δρομολόγησης** (routing algorithms).



Μεταγωγή πακέτων: προώθηση

- Υπάρχουν 2 βασικοί μέθοδοι προώθησης πακέτων.
- **Αυτοδύναμα πακέτα** (*datagrams*). Προώθηση βάσει της διεύθυνσης προορισμού.
 - Η διεύθυνση προορισμού περιέχεται σε κάθε πακέτο και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του επόμενου κόμβου.
 - Οι διαδρομές ενδέχεται να μεταβληθούν κατά την διάρκεια μιας σύνδεσης.
- **Εικονικά κυκλώματα** (*virtual circuits*). Προώθηση βάσει ετικέτας νοητού κυκλώματος.
 - Κάθε πακέτο περιέχει τη ετικέτα (ID) του εικονικού κυκλώματος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του επόμενου κόμβου.
 - Η διαδρομή προσδιορίζεται κατά την εγκαθίδρυση της κλήσης και παραμένει αμετάβλητη κατά την διάρκεια της κλήσης.
 - Οι δρομολογητές διατηρούν στοιχεία για τη κατάσταση κάθε κλήσης.
- Δεν χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα στη μεταγωγή πακέτων.



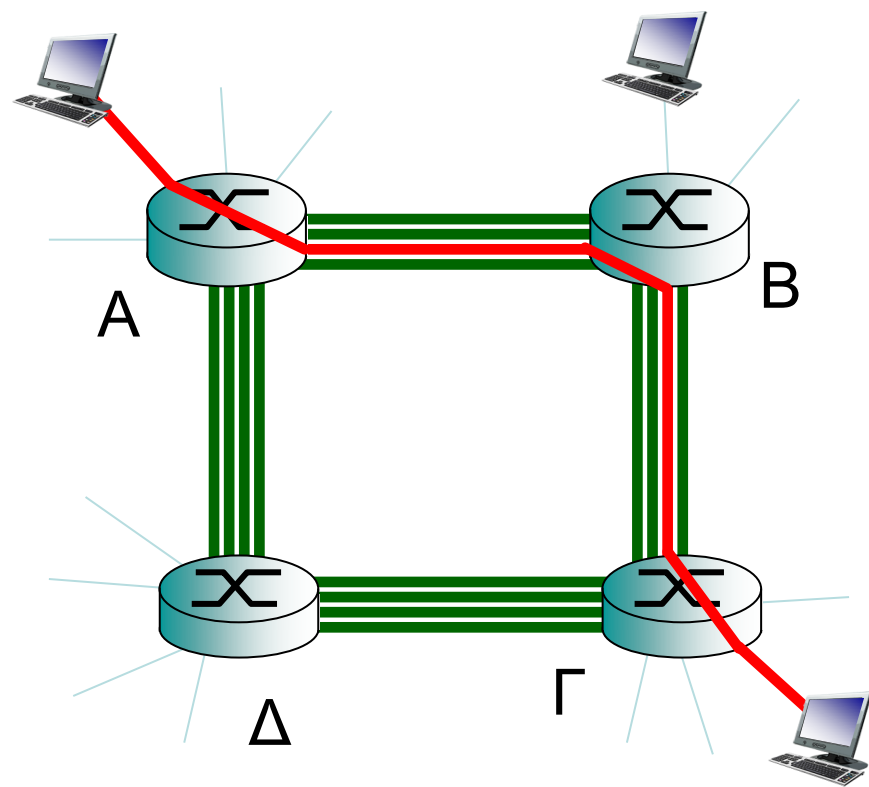
Μεταγωγή κυκλώματος

- Δέσμευση πόρων από άκρο-σε-άκρο.
 - Οι δικτυακοί πόροι μοιράζονται και τα μέρη τους χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα.
 - Οι δεσμευμένοι πόροι δεν χρησιμοποιούνται από άλλους (αποκλειστική διάθεση). Παραμένουν αδρανείς όταν δεν υπάρχει κίνηση.
- Εγγυημένη απόδοση.
- Απαιτείται εγκαθίδρυση του κυκλώματος (κόστος-χρόνος).
- Εφαρμογή στα τηλεφωνικά δίκτυα.

Στο διπλανό σχήμα κάθε ζεύξη έχει 4 κυκλώματα. Η κλήση δεσμεύει:

- το 3^ο κύκλωμα στη ζεύξη A-B και
- Το 2^ο κύκλωμα στη ζεύξη B-Γ

και εγκαθιδρύει μια αποκλειστική σύνδεση από άκρο-σε-άκρο.



Αν κάθε ζεύξη είναι 1Mbps τότε η αποκλειστική σύνδεση δεσμεύει 250 kbps (1Mbps/4)



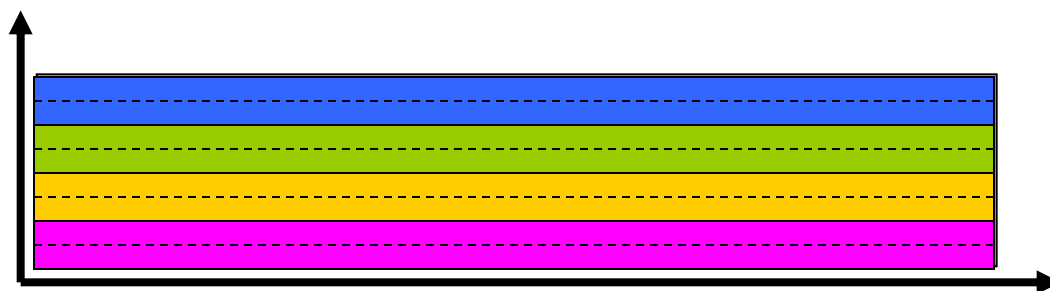
Μεταγωγή κυκλώματος: διαίρεση του πόρου bandwidth

FDM

Παράδειγμα:

4 χρήστες    

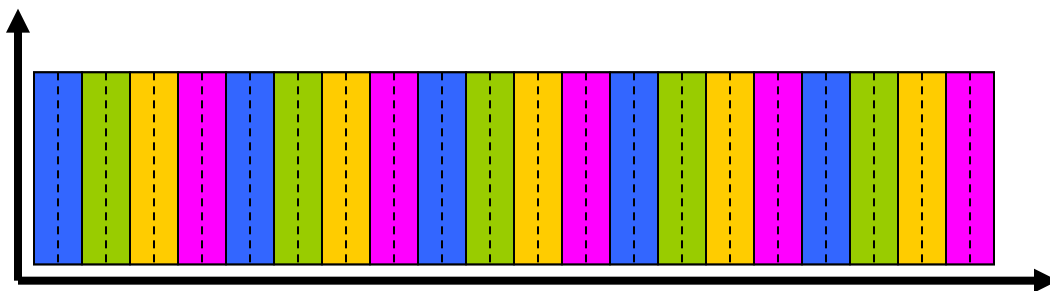
Συχνότητα
(frequency)



Χρόνος (time)

TDM

Συχνότητα
(frequency)

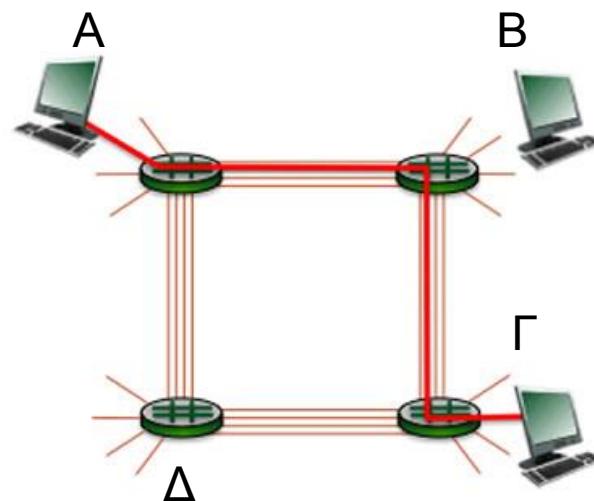


Χρόνος (time)



Μεταγωγή κυκλώματος: παράδειγμα καθυστέρησης

- Πόσος χρόνος απαιτείται για να σταλθεί ένα αρχείο 640kbits από το Α στο Γ με μεταγωγή κυκλώματος, αν:
 - όλες οι ζεύξεις του κυκλώματος χρησιμοποιούν TDM με 24 χρονοθυρίδες και έχουν ρυθμό μετάδοσης 1,536Mbps,
 - απαιτούνται 500millisecs για την εγκαθίδρυση του κυκλώματος.
- Απάντηση:
 - Κάθε κύκλωμα έχει ρυθμό μετάδοσης 64kpbs ($1.536/24$)
 - Οπότε, απαιτούνται 10 sec ($640\text{kbit}/64\text{kps}$)
 - Αν προσθέσουμε και τον χρόνο εγκαθίδρυσης του κυκλώματος, τότε απαιτούνται 10,5 sec.
 - Σημειώστε ότι ο χρόνος είναι ανεξάρτητος από τον αριθμό των ζεύξεων (δεν υπάρχει μηχανισμός αποθήκευσης-και-προώθησης και δεν λαμβάνεται επίσης υπόψη η καθυστέρηση διάδοσης).



Η μεταγωγή πακέτων έναντι της μεταγωγής κυκλώματος

- Προσφέρει καλύτερο διαμοιρασμό της χωρητικότητας μετάδοσης.
- Είναι:
 - απλούστερη –δεν απαιτεί μηχανισμούς χειραψίας.
 - πιο αποδοτική –επιτρέπει σε περισσότερους χρήστες τη αξιοποίηση των ίδιων πόρων και
 - λιγότερο δαπανηρή υλοποίηση από ότι αυτή της μεταγωγής κυκλώματος –δεν δεσμεύονται πόροι.
 - Ιδανική για δεδομένα που χαρακτηρίζονται από σποραδικότητα (bursty).
- Από την άλλη μεριά:
 - Δεν είναι κατάλληλη για εφαρμογές πραγματικού χρόνου, λόγω καθυστερήσεων που είναι απρόβλεπτες ή μεταβλητές.
 - Απαιτεί μέριμνα (ειδικά πρωτόκολλα) για την αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων και την αντιμετώπιση της συμφόρησης.

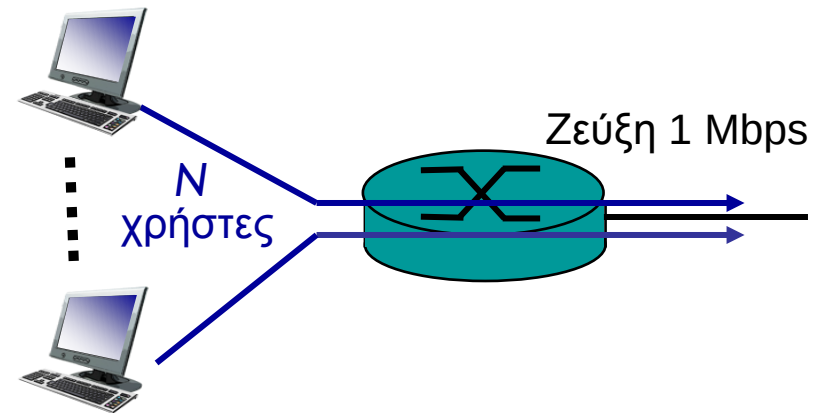


Γιατί η μεταγωγή πακέτων είναι πιο αποδοτική; (1)

- Η μεταγωγή πακέτων επιτρέπει σε περισσότερους χρήστες να εξυπηρετούνται από το δίκτυο.

Παράδειγμα:

- Έστω ζεύξη 1 Mb/s που εξυπηρετεί N χρήστες και ότι,
- κάθε χρήστης:
 - όταν είναι ενεργός στέλνει 100 kb/s.
 - είναι ενεργός μόνο το 10% του χρόνου.
- Πόσοι χρήστες εξυπηρετούνται;
 - Με τη μεταγωγή κυκλώματος εξυπηρετούνται 10 χρήστες (διότι πρέπει να δεσμεύονται 100kbs για κάθε χρήστη).
 - Με τη μεταγωγή πακέτων εξυπηρετούνται έως και 35 χρήστες, αν λάβουμε υπόψη ότι η πιθανότητα να έχουμε πάνω από 10 ενεργούς χρήστες τη ίδια στιγμή είναι 0,0004.

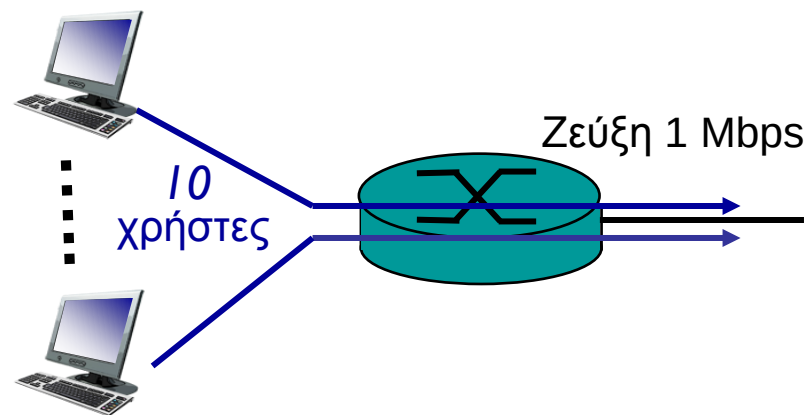


Γιατί η μεταγωγή πακέτων είναι πιο αποδοτική; (2)

- Σε ορισμένες περιπτώσεις η μεταγωγή πακέτων είναι πιο γρήγορη.

Παράδειγμα:

- Έστω ζεύξη 1 Mb/s που εξυπηρετεί 10 χρήστες με TDM των 10 θυρίδων χωρητικότητας 100 kbits η κάθε μία.
- Ένας χρήστης παράγει ξαφνικά 1000 πακέτα των 1000bits (σύνολο: 1Mbits) ενώ οι άλλοι παραμένουν αδρανείς. Πόσος χρόνος απαιτείται να μεταδοθούν τα πακέτα του χρήστη;



- Με τη μεταγωγή κυκλώματος θα χρειαστούν 10secs (θα αξιοποιηθεί μια χρονοθυρίδα μόνο. Οι άλλες που είναι αφιερωμένες στους υπόλοιπους χρήστες θα είναι αδρανείς).
- Με τη μεταγωγή πακέτων 1 sec (με την εφαρμογή της στατιστικής πολυπλεξίας θα χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα και οι 10 θυρίδες).

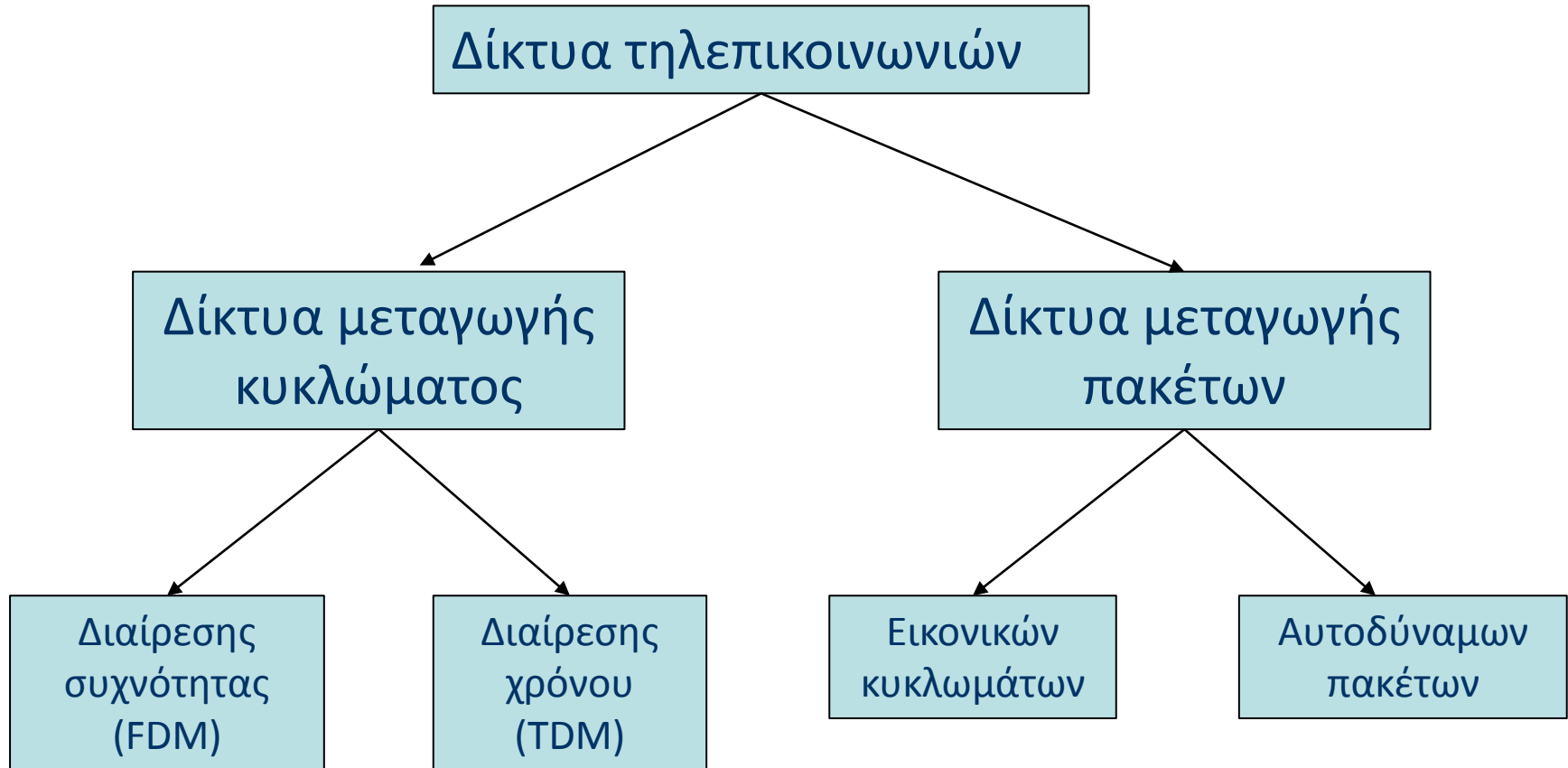


Μεταγωγή πακέτων ή μεταγωγή κυκλώματος

- Τα προηγούμενα παραδείγματα δείχνουν 2 τρόπους που η μεταγωγή πακέτων έχει καλύτερη απόδοση.
- Αναδεικνύουν και μια κρίσιμη διαφορά των 2 τεχνικών:
 - Η μεταγωγή κυκλώματος κάνει εκ των προτέρων δέσμευση ανεξάρτητα από τη ζήτηση.
 - Η μεταγωγή πακέτων κάνει δέσμευση κατ' απαίτηση.
- Σήμερα υπάρχει γενικότερα τάση προς την μεταγωγή πακέτων.
- Υπάρχει τρόπος η μεταγωγή πακέτων να συμπεριφερθεί όπως η μεταγωγή κυκλώματος;
 - Δεν υπάρχει απάντηση (άλυτο πρόβλημα).
- Ορισμένες εφαρμογές, ιδιαίτερα αυτές της μετάδοσης ροών ήχου και video, απαιτούν εγγυήσεις ως προς το bandwidth.
- Όμως πολλά από τα σημερινά τηλεφωνικά δίκτυα μεταγωγής κυκλωμάτων αλλάζουν προς τη μεταγωγή πακέτου, ιδιαίτερα στο κομμάτι των διεθνών κλήσεων, λόγω κυρίως κόστους.



Ταξινόμηση των δικτύων



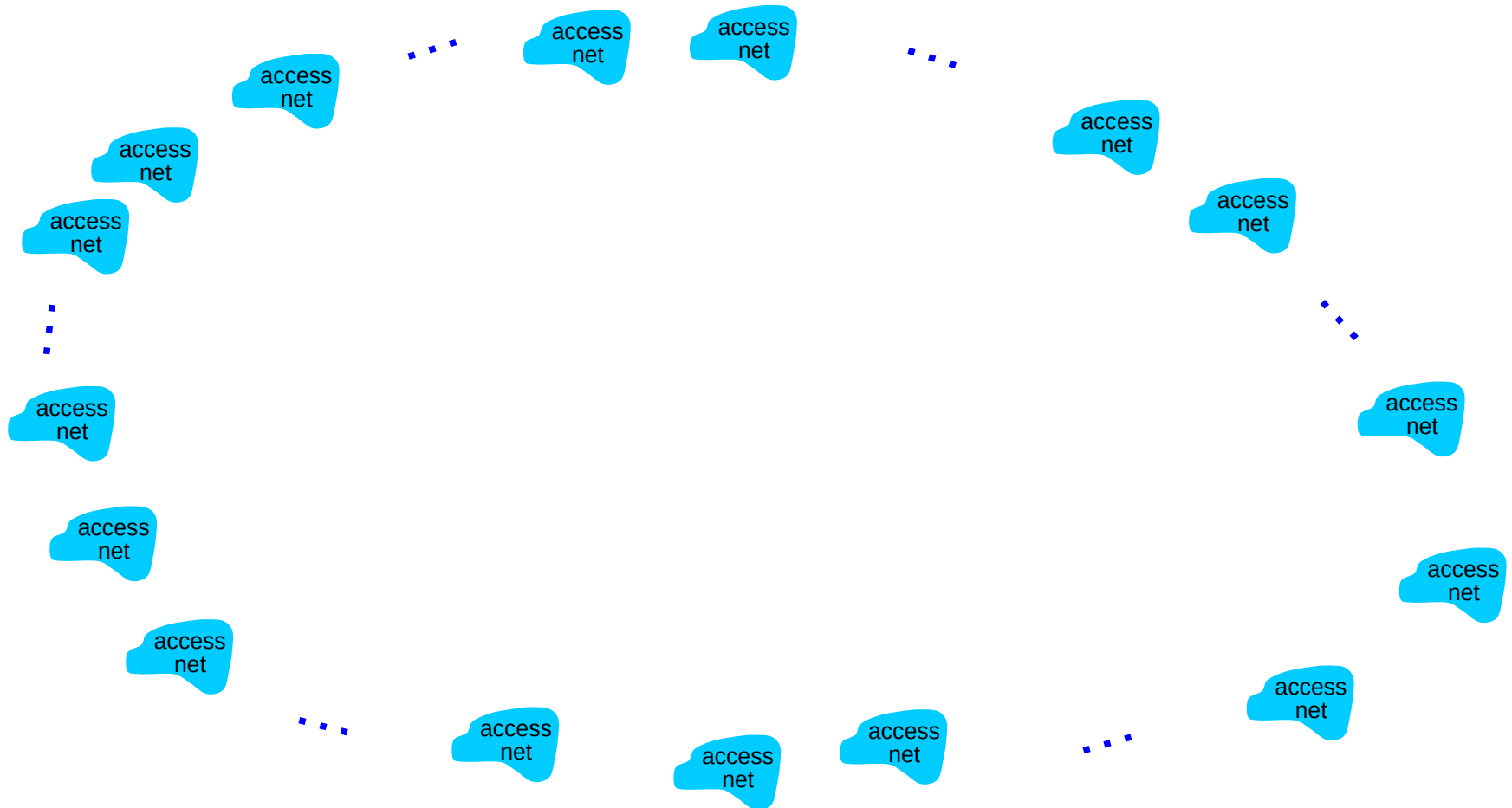
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Κάθε τερματικό σύστημα συνδέεται στο Διαδίκτυο μέσω των ISPs προσπέλασης:
 - οικιακοί, εταιρικοί, πανεπιστημιακοί, δημόσιου κλπ
- Οι ISPs χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες προσπέλασης και δεν είναι απαραίτητα εταιρείες τηλεπικοινωνιών.
- Με τη σειρά τους οι ISPs πρέπει να διασυνδέονται μεταξύ τους, για να μπορούν οι τερματικοί σταθμοί (hosts) να ανταλλάσσουν πακέτα.
- Αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα ένα πολύπλοκο δίκτυο. Στη πραγματικότητα δεν συμβαίνει αυτό.
- Η ανάπτυξη του διαδικτύου ακολουθεί οικονομικά κριτήρια και διαμορφούμενες εθνικές πολιτικές και όχι την βέλτιστη απόδοση.
- Η δομή του είναι σχεδόν ιεραρχική.



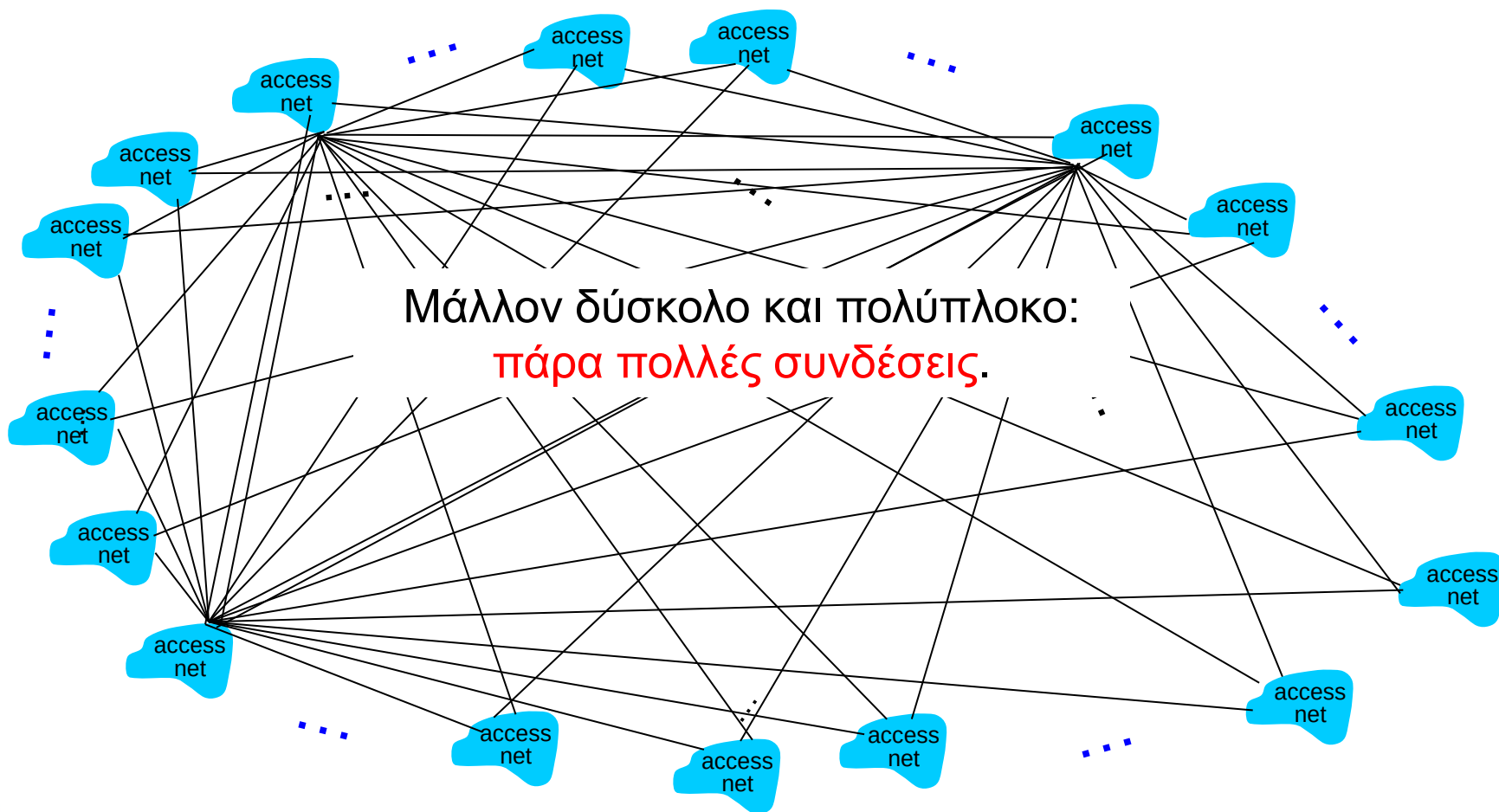
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Δεδομένου ότι υπάρχουν εκατοντάδες χιλιάδες ISPs προσπέλασης, πως συνδέονται αυτοί μεταξύ τους;



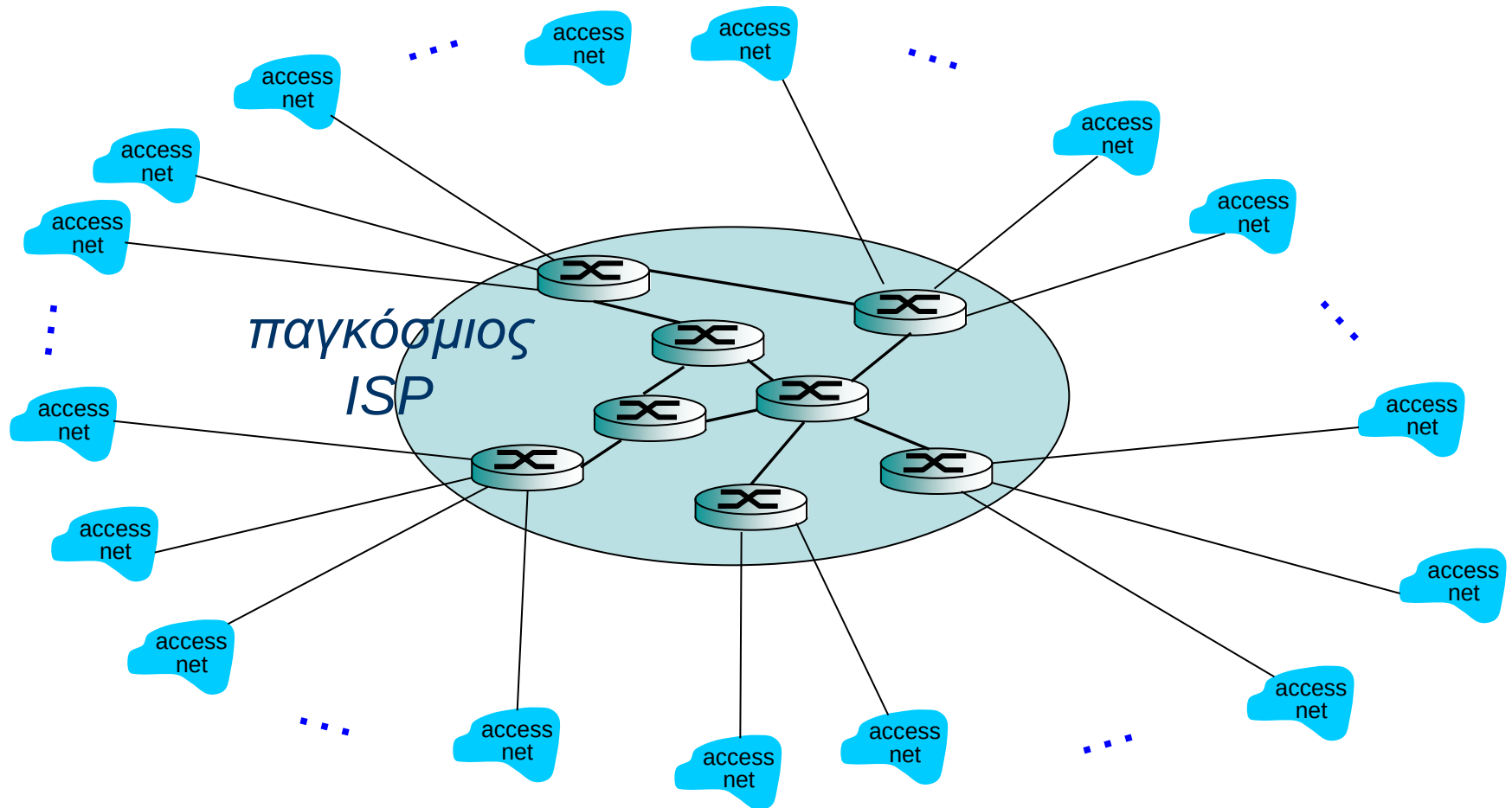
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Ένα τρόπος θα ήταν να διασυνδέονται όλοι μεταξύ τους...



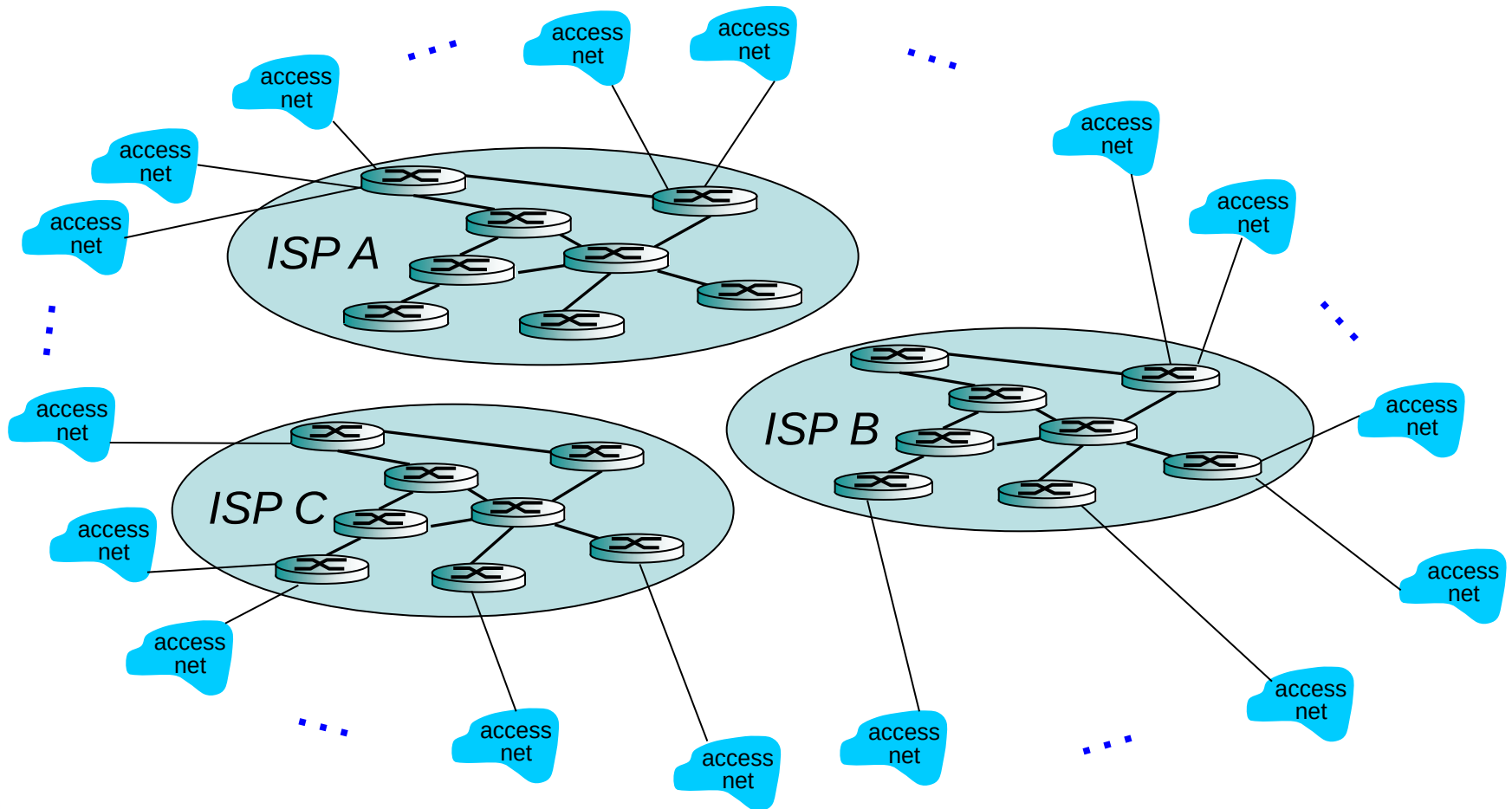
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Ένας άλλος τρόπος θα ήταν όλοι οι ISPs προσπέλασης να συνδέονται σε ένα μοναδικό παγκόσμιο ISP διέλευσης...



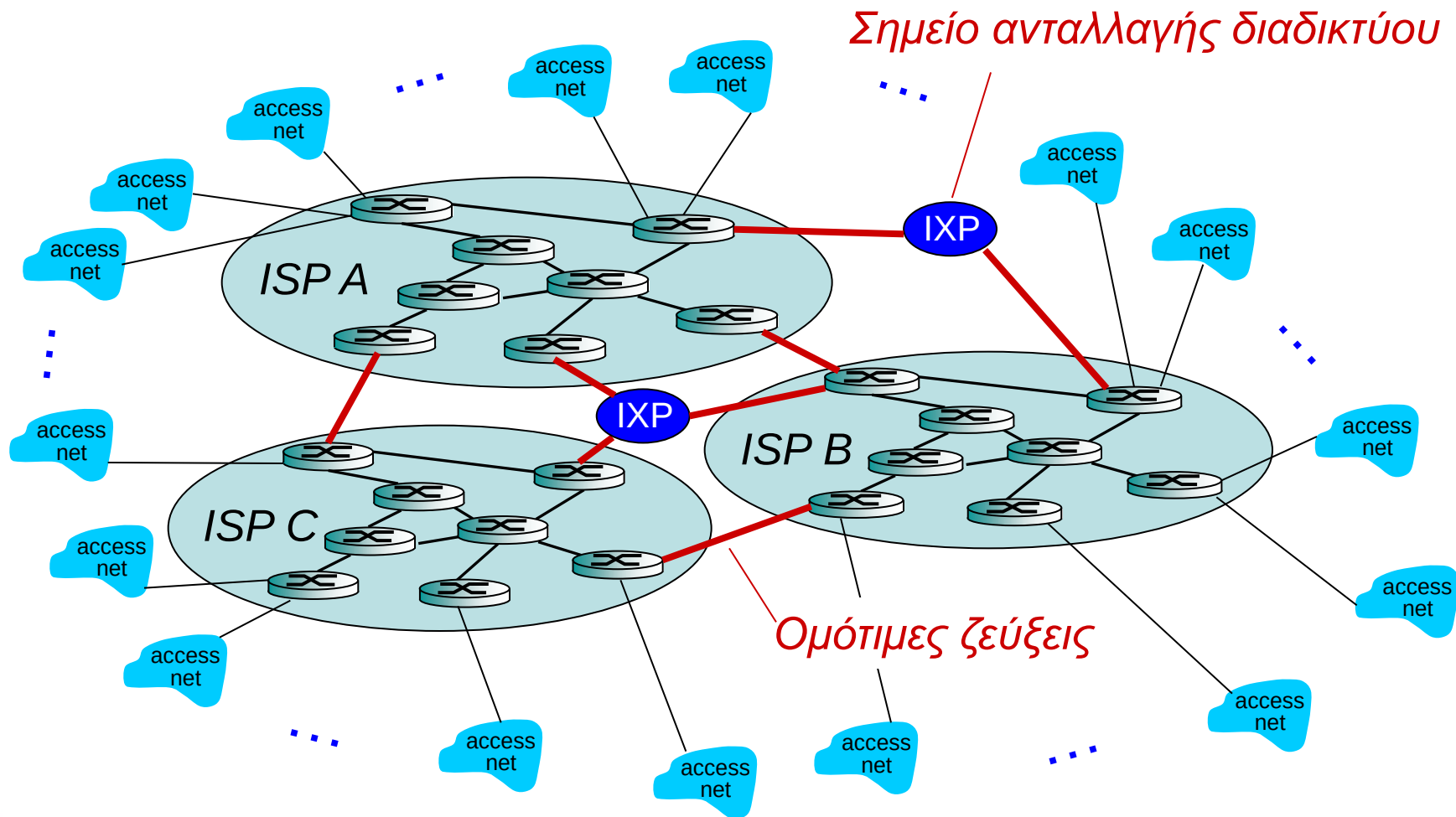
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Αλλά ένας παγκόσμιος ISP διέλευσης σημαίνει υπερβολικά κέρδη (και μονοπώλιο). Υπάρχουν λοιπόν και ανταγωνιστές ...



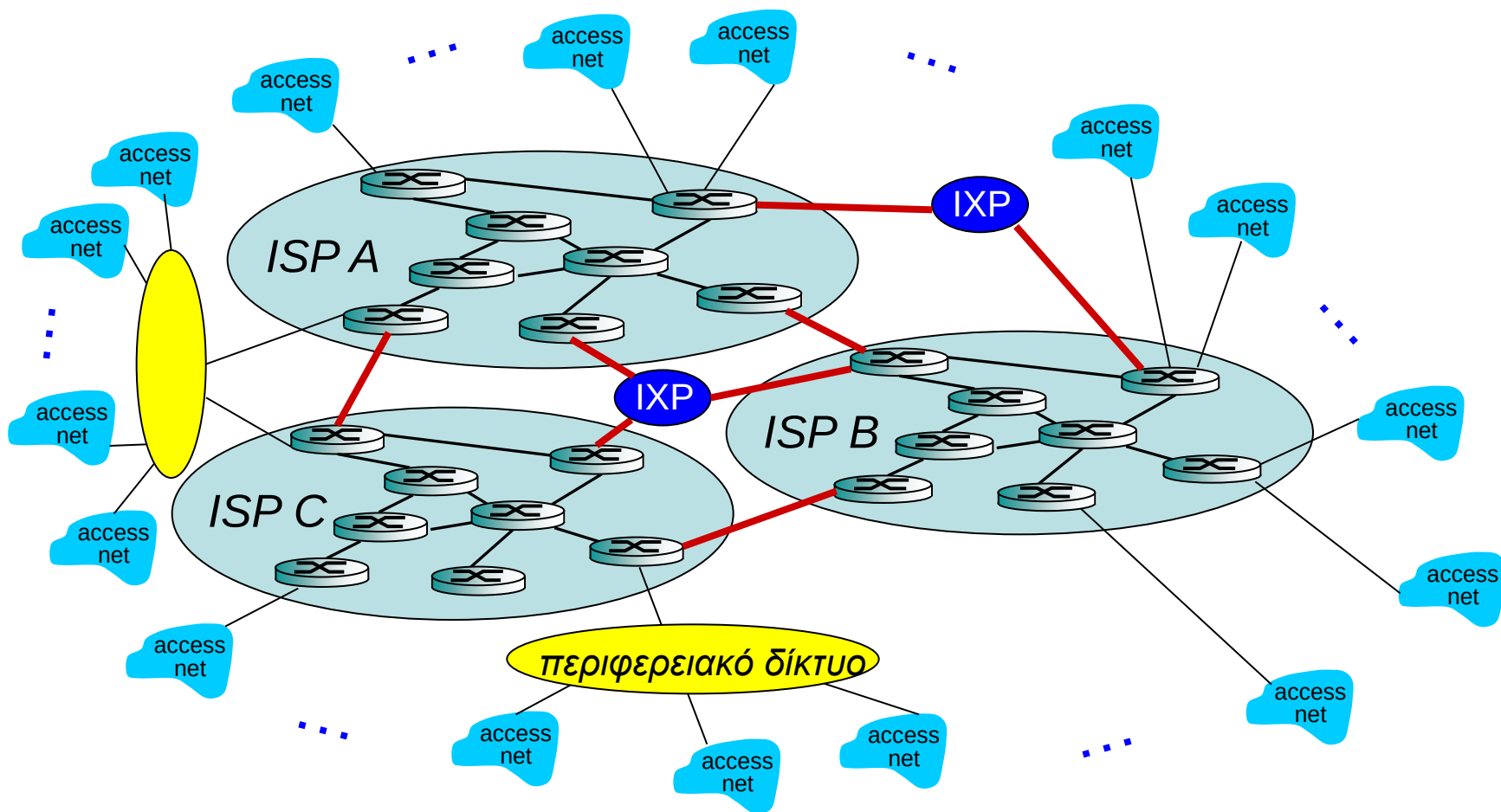
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Ανταγωνιστές που πρέπει να διασυνδέονται μεταξύ τους....



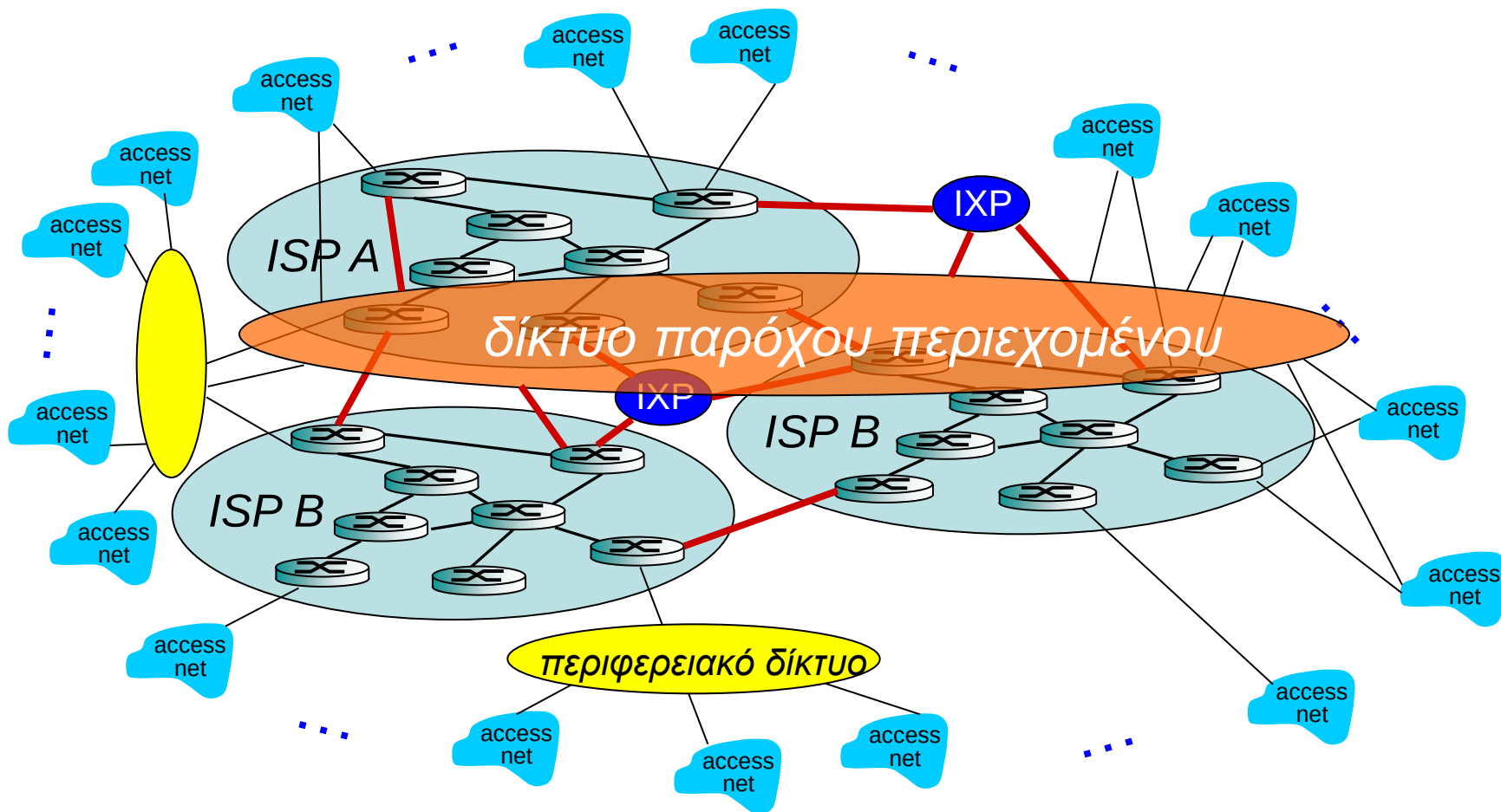
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Γιατί όχι και ενδιάμεσοι περιφερειακοί ISP...

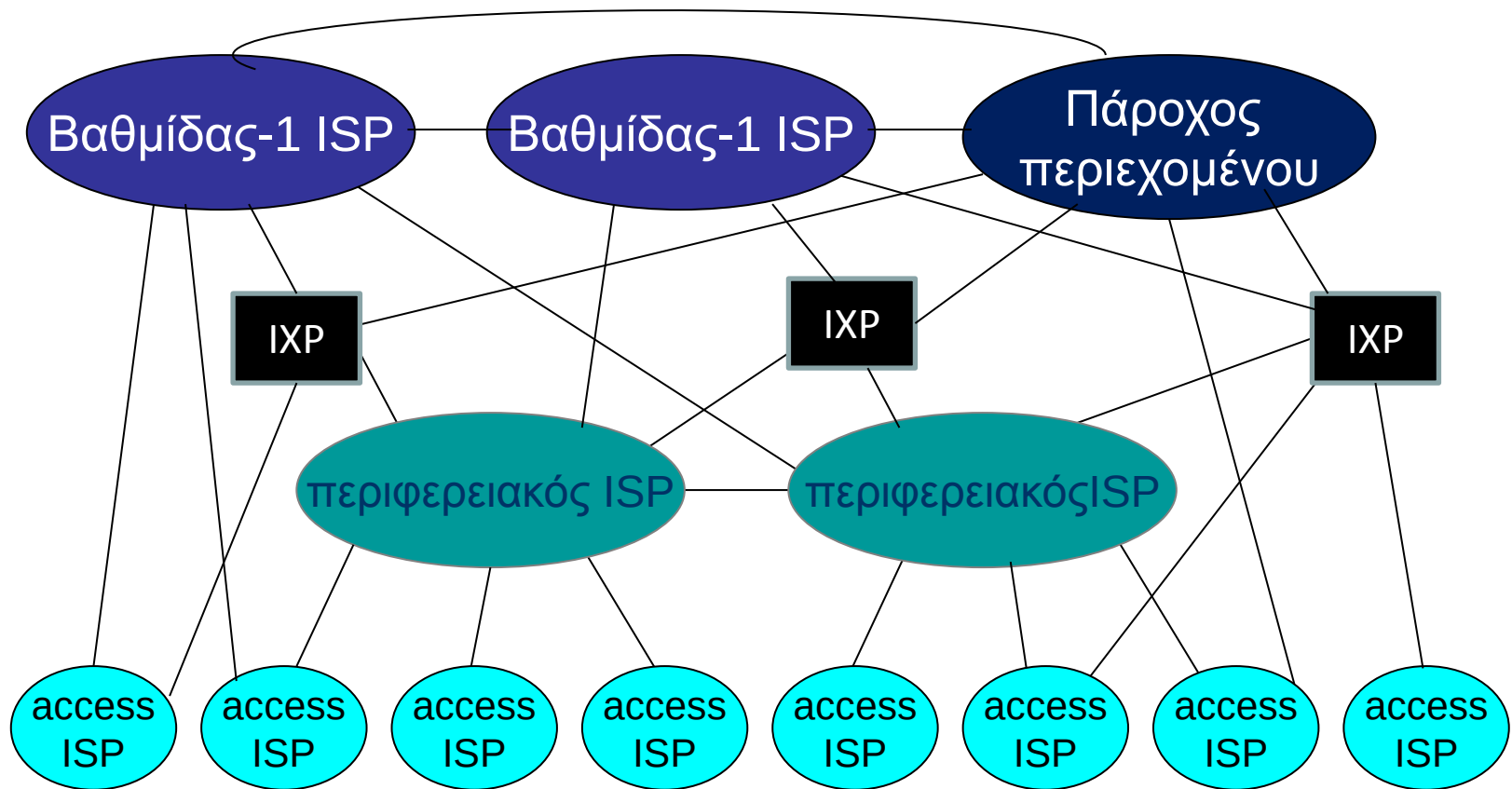


Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- και για να συμπληρωθεί η εικόνα υπάρχουν και τα δίκτυα των φορέων που παρέχουν περιεχόμενο και υπηρεσίες (πχ Google)



Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

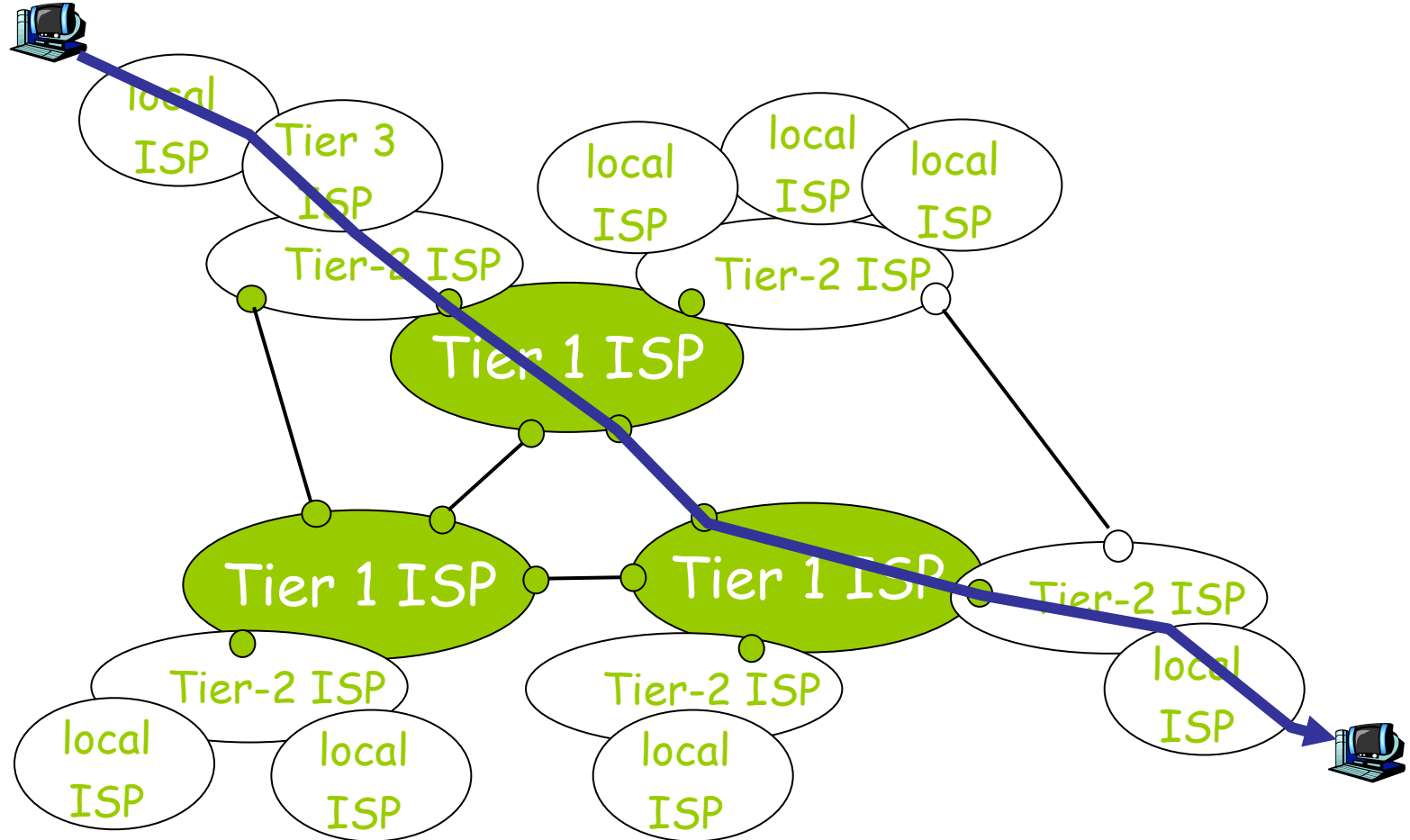


- Βαθμιδα-1: μικρός αριθμός γνωστών μεγάλων δικτύων, εμπορικοί ISPs (π.χ., Level 3, Sprint, AT&T, NTT), εθνική και διεθνή κάλυψη.
- Δίκτυα παρόχων περιεχομένων και υπηρεσιών: ιδιωτικά δίκτυα που συνδέουν τις υποδομές τους στο διαδίκτυο (Google, Microsoft κλπ)



Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Ένα πακέτο περνάει μέσα από πολλά δίκτυα



Το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας & Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ)

- ΕΔΕΤ: ακαδημαϊκός εθνικός φορέας παροχής υπηρεσιών Internet (<https://www.grnet.gr>)



Όνομα συνδέσμου	Πληροφορίες	Απεικόνιση
Σύνδεσμος1	Αθήνα-Ηράκλειο (Σύρος) 1626REG: 16x10G	—
Σύνδεσμος2	Αθήνα-Θεσσαλονίκη 1626LH: 17x10G	—
Σύνδεσμος3	Θεσσαλονίκη-Πάτρα 1626LH: 26x10G	—
Σύνδεσμος4	Αθήνα-Πάτρα 1626REG: 16x10G	—
Σύνδεσμος5	Αθήνα-Ηράκλειο (Χανιά) 1626LH: 26x10G	—
Σύνδεσμος6	Θεσσαλονίκη-Σόφια 1626REG: 16x10G	—
Σύνδεσμος7	Σόφια-Μυτιλήνη 1626REG: 8x10G	—
Σύνδεσμος8	Εάνθη-Μυτιλήνη 1626LH: 16x10G	—
Σύνδεσμος9	Πάτρα-Καλαμάτα 1626REG: 16x10G	—
Σύνδεσμος ADVA1	Μίκρας-Σάμος FSP2000	—
Σύνδεσμος ADVA2	Κόρινθος-Καλαμάτα FSP2000	—
Σύνδεσμος ADVA3	Ηράκλειο-Ρόδος FSP2000	—
Σύνδεσμος ADVA4	Ρόδος-Σάμος FSP2000	—
Σκοπική για OTE	Χωρίς οπτικό εξοπλισμό ΕΔΕΤ	—
Μετασχηματιστής συνδέσμου		—

- Το ΕΔΕΤ συνδέει τα ακαδημαϊκά ιδρύματα της χώρας με τα αντίστοιχα ιδρύματα της Ευρώπης μέσω του ακαδημαϊκού δικτύου GEANT.

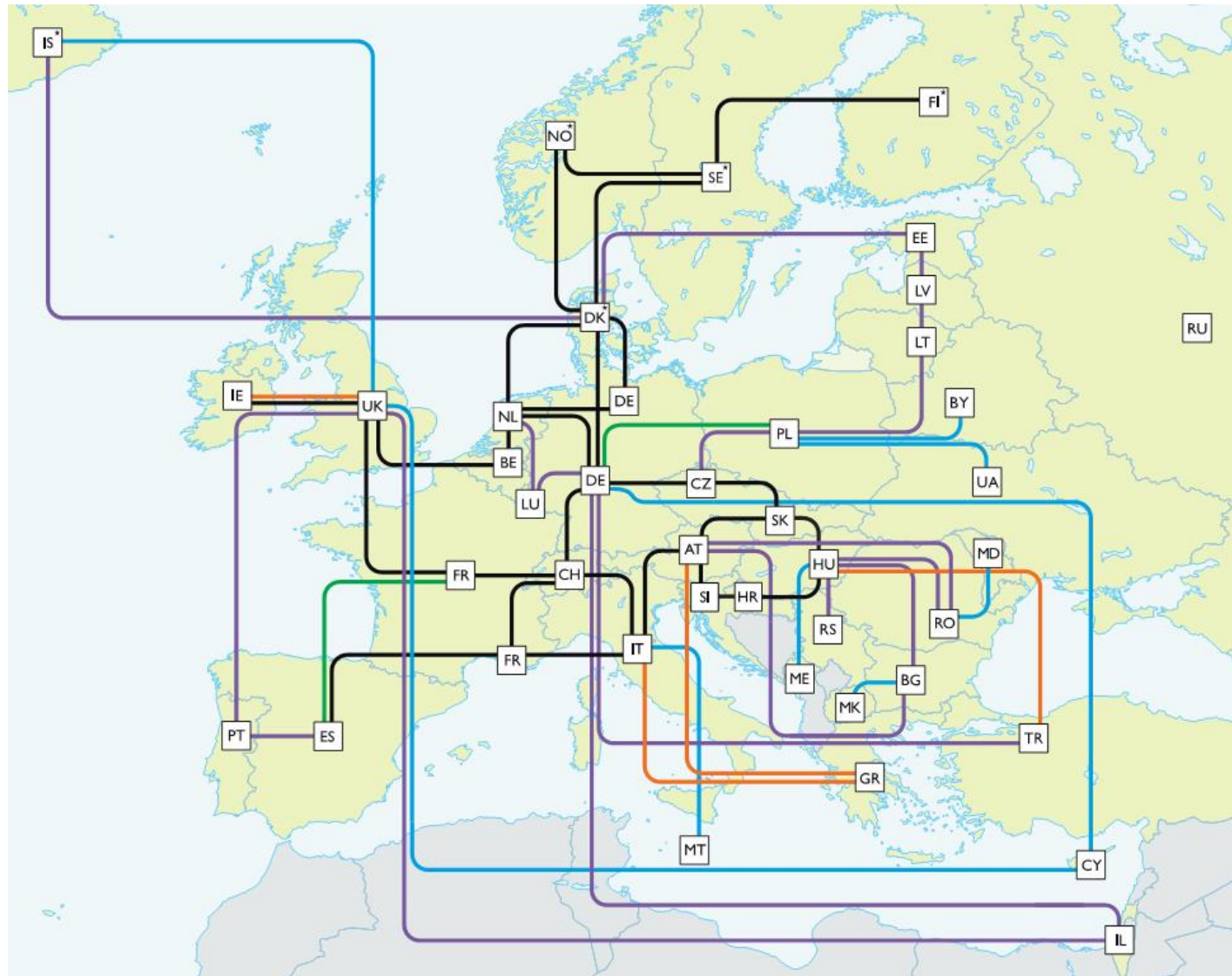




Το δίκτυο GEANT



Το ακαδημαϊκό
δίκτυο της
Ευρώπης



Συμμετέχοντες στο GEANT

- Ακαδημαϊκοί φορείς από όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες (όχι μόνο της Ευρωπαϊκής Ένωσης).

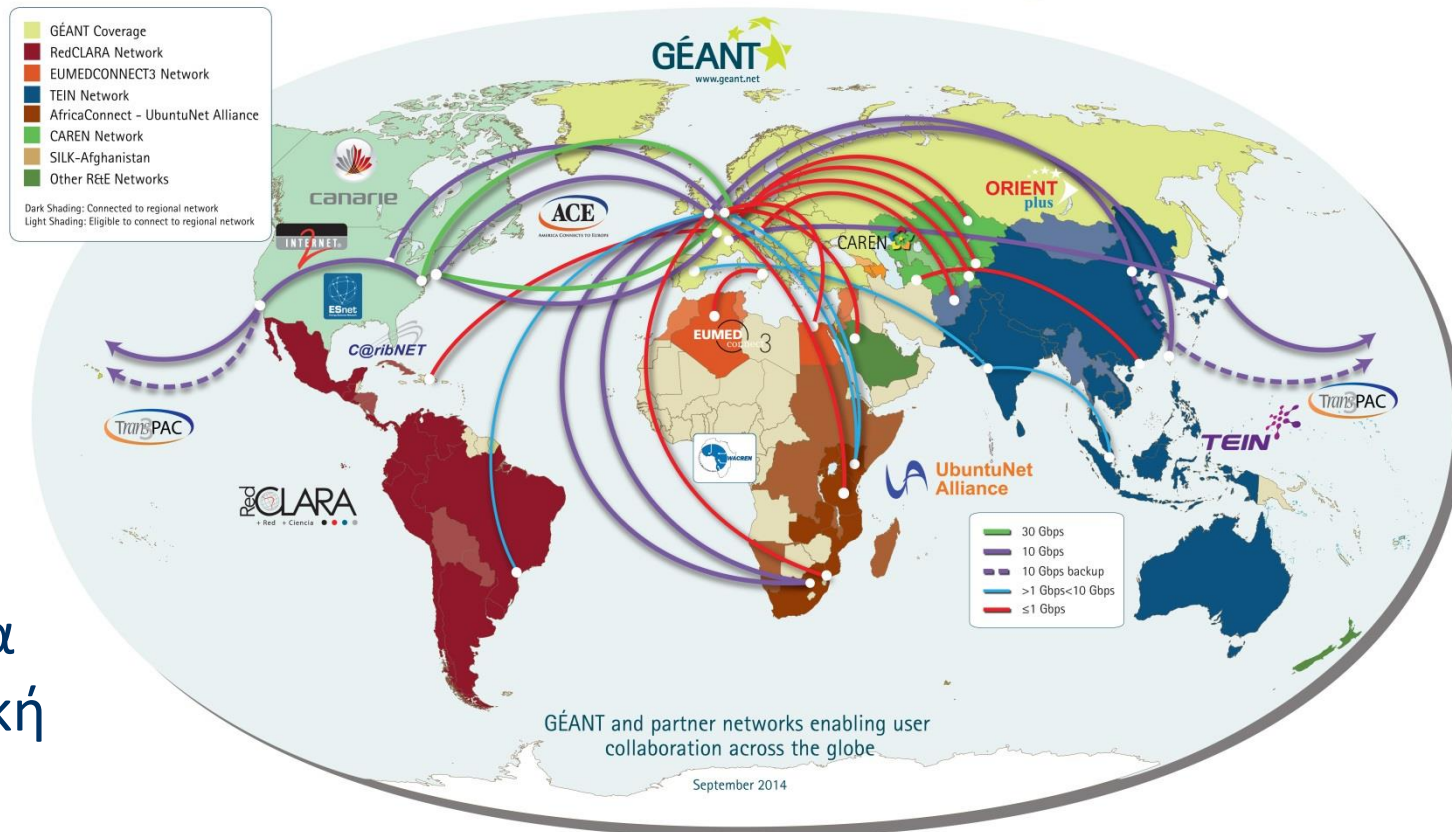
 AR Armenia	 BG Bulgaria	 DE Germany	 FI Finland*	 HR Croatia	 IS Iceland*	 LV Latvia	 NL Netherlands	 RO Romania	 SE Sweden*	 TR Turkey
 AT Austria	 CH Switzerland	 DK Denmark*	 FR France	 HU Hungary	 IT Italy	 ME Montenegro	 NO Norway*	 RS Serbia	 SI Slovenia	 UK United Kingdom
 AZ Azerbaijan	 CY Cyprus	 EE Estonia	 GE Georgia	 IE Ireland	 LT Lithuania	 MK F.Y.R. Macedonia	 PL Poland	 BY Belarus	 MD Moldova	 UA Ukraine
 BE Belgium	 CZ Czech Republic	 ES Spain	 GR Greece	 IL Israel	 LU Luxembourg	 MT Malta	 PT Portugal	 RU Russia	 SK Slovakia	



Παγκόσμια ακαδημαϊκή δικτύωση



At the Heart of Global Research and Education Networking



Παγκόσμια
ακαδημαϊκή
δικτύωση.



connect • communicate • collaborate

GÉANT is co-funded by the European Union within its 7th R&D Framework Programme.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of DANTE and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union.



GR-IX (Greek Internet Exchange)

- Το ελληνικό σημείο ανταλλαγής διαδικτύου (IXP).
- Δημιουργήθηκε το 2009 από το ΕΔΕΤ σε συνεννόηση με τους ISPs και με το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (ΕΙΕ).
- Διευκολύνει τη διασύνδεση των Παρόχων Υπηρεσιών Διαδικτύου (ISPs) που δραστηριοποιούνται στην ελληνική επικράτεια.
- Απευθείας ανταλλαγή κίνησης , για τη βέλτιστη εξυπηρέτηση των χρηστών του Διαδικτύου.
- Πριν το GR-IX υπήρχε το ΑΙΧ (Athens Internet Exchange).
- Μέλη του είναι όλοι οι ελληνικοί ISPs και εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον χώρο του διαδικτύου στην Ελληνική επικράτεια.
- Ας δούμε το <http://www.youtube.com/watch?v=TKNQ1lgguM8>

