

Δίκτυα Υπολογιστών



Δίκτυα υπολογιστών και το Διαδίκτυο
Ο πυρήνας του δικτύου

Κ. Βασιλάκης



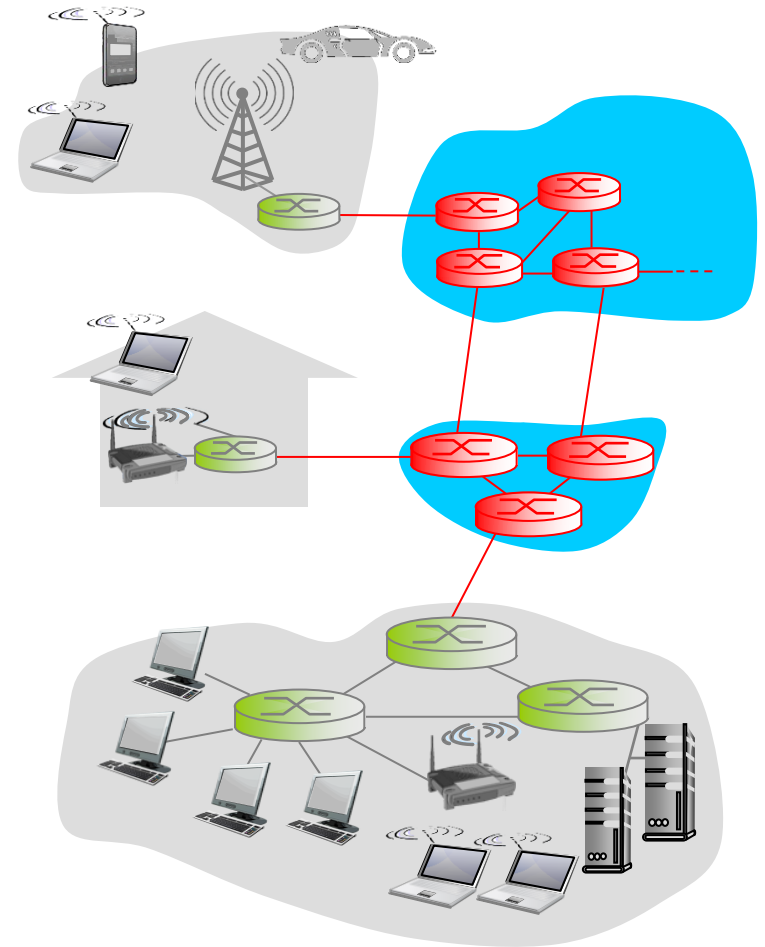
Περιεχόμενα – ενότητες που εξετάζονται

- 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 διασυνδεδεμένων δρομολογητών.
- Σε μια δικτυακή εφαρμογή οι κατανεμημένες 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).



Ανταλλαγή μηνυμάτων

- Ένα μήνυμα που ανταλλάσσεται μεταξύ δύο εφαρμογών σχηματίζει μια ροή δεδομένων, με περιεχόμενο που έχει να κάνει με το είδος της επεξεργασίας που κάνουν οι εφαρμογές:
 - *κείμενα, συμβολοσειρές, κλπ.*
 - *αρχεία ήχου, εικόνας, video,*
 - *μηνύματα εφαρμογών (πχ αρχείο ηλεκτρονικού ταχυδρομείου),*
 - *ζωντανές μεταδόσεις video ή ήχου, κλπ.*
- Το περιεχόμενο είναι κωδικοποιημένο και συχνά συμπιεσμένο.
- Ένα μήνυμα, πριν αποσταλεί από το σύστημα προέλευσης χωρίζεται σε πακέτα (*packets*).
- Κάθε πακέτο αποστέλλεται στο σύστημα προορισμού.
- Ανάμεσα στη προέλευση και το προορισμό, κάθε πακέτο διέρχεται από τις ενδιάμεσες ζεύξεις και συσκευές επικοινωνίας (*packet switches: routers & switches*).



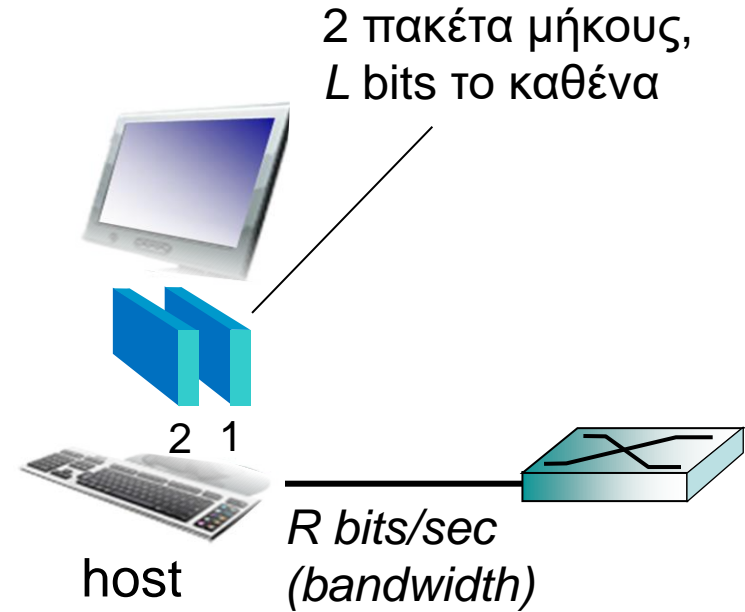
Μεταγωγή πακέτων

- Κάθε πακέτο ενός μηνύματος (ροή δεδομένων) εμπλουτίζεται με τα στοιχεία του αποστολέα και του παραλήπτη και του τρόπου διαίρεσης της μηνύματος (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 (on demand -δεν δεσμεύονται).
- 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:
 - Πάρνει 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*).



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



Μεταγωγή πακέτων: αποθήκευση-και-προώθηση

- Τεχνική μετάδοσης: 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.

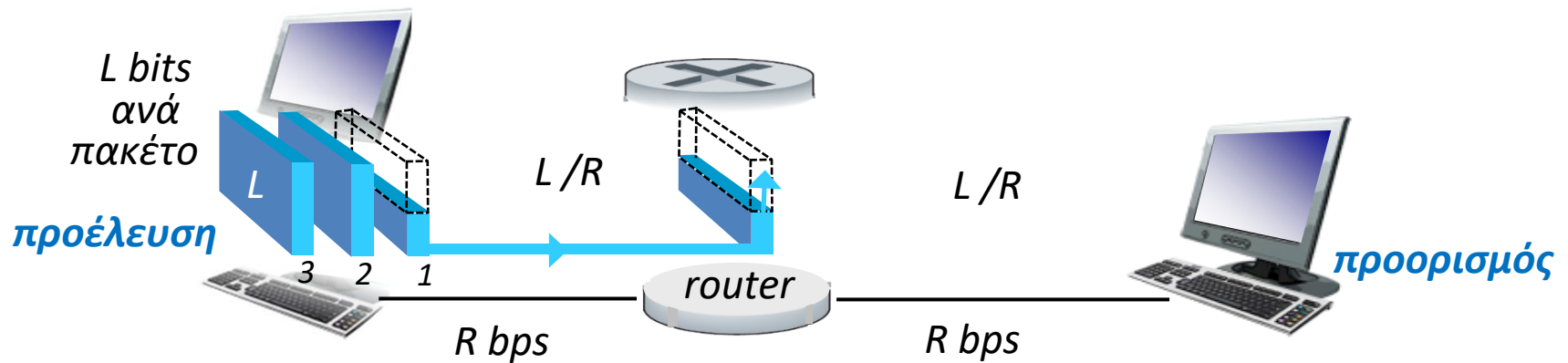
- Στο σχήμα, ο router δεν μπορεί να μεταδώσει τα bits που έχει δεχθεί. Τα εκταμιεύει (τοποθετεί σε *buffer*) μέχρι να δεχθεί όλα τα bits του πακέτου. Μόνο τότε μπορεί να προωθήσει το πακέτο στην εξερχόμενη ζεύξη.



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



Καθυστέρηση μετάδοσης αποθήκευση-και-προώθηση

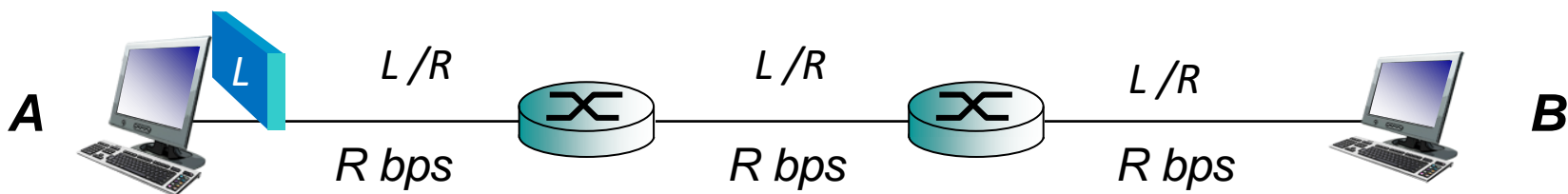


- Καθυστέρηση μετάδοσης ενός πακέτου από άκρο σε άκρο: $2L/R$ (L/R από πρόελευση σε router + L/R από router σε προορισμό).
- Έτσι αν $L=7.5$ Mbits και $R=1.5$ Mbps για την μετάδοση ενός πακέτου, από άκρο σε άκρο, θα χρειαστεί χρόνος $10sec$ ($5+5$).
- Αυτός ο χρόνος αποτελεί την καθυστέρηση (μετάδοσης) 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), ούτε τυχόν χρόνοι επεξεργασίας ή αναμονής σε *εκταμιευτή* (buffer) του δρομολογητή.



Μετάδοση ενός πακέτου μέσα από N ζεύξεις

- Παράδειγμα με **3** ζεύξεις και **2** ενδιάμεσες συσκευές (routers).
- Και πάλι έχουμε $L=7.5 \text{ Mbits}$ και $R=1.5 \text{ Mbps}$.
- Πόσος χρόνος για χρειαστεί για να φτάσει ένα πακέτο από το άκρο A στο άκρο B;

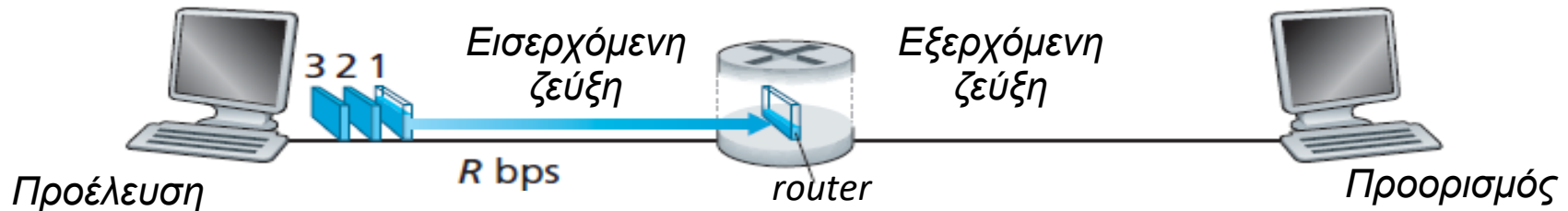


- Η καθυστέρηση από άκρο σε άκρο είναι $d = 3L/R$ (15 sec).
- Γενικός τύπος (N ζεύξεις, 1 πακέτο μήκους L bits με ρυθμό μετάδοσης R bps):

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



Όταν έχουμε πολλά πακέτα;



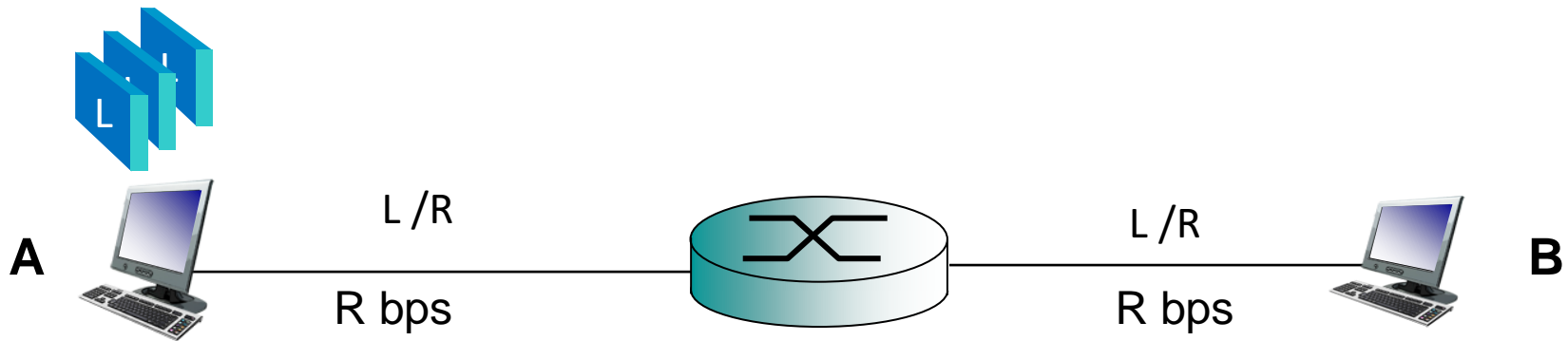
- Αν πάλι $L=7.5 \text{ Mbits}$ και $R=1.5 \text{ Mbps}$, πόσο χρόνο χρειαζόμαστε για 3 πακέτα;
Απάντηση: **20 sec**

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. $4*5=20\text{sec}$).

- 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 (μηχανισμός *pipeline*).

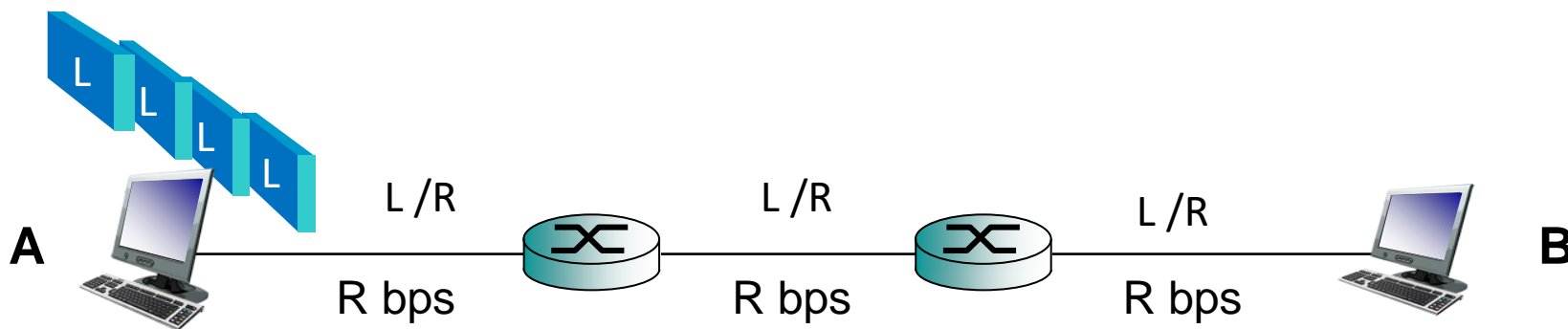


Μηχανισμός pipeline



Με N ζεύξεις και P πακέτα;

- Παράδειγμα με:
 - **3** (N) ζεύξεις με $R=1.5\text{Mbps}$ και **2** ενδιάμεσες συσκευές (routers).
 - μήκος δεδομένων $L=7.5\text{ Mbits}$. Αν χωρίσουμε το L σε μικρότερα τμήματα των 1500bits τότε θα έχουμε $5000 (=P)$ μικρότερα πακέτα.

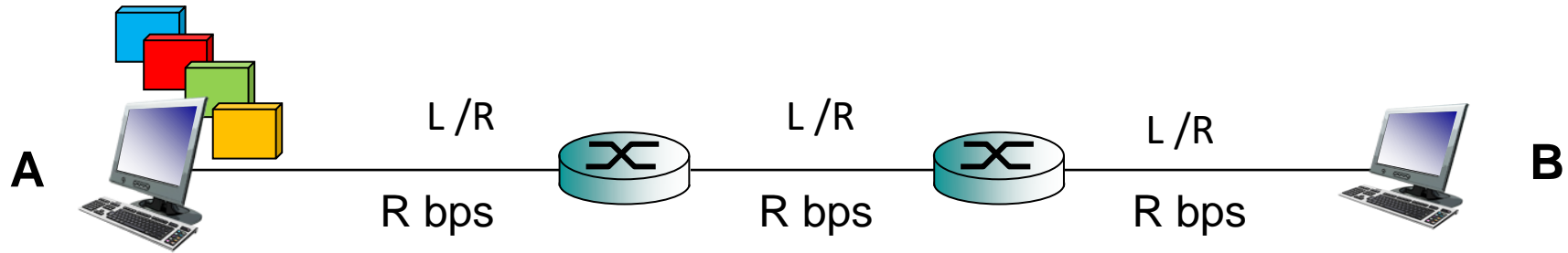


- Με τα μικρότερα πακέτα αξιοποιώντας τη παράλληλη χρήση των ζεύξεων ο χρόνος μειώνεται από 15sec σε 5002 milliseconds (λόγω pipeline).
- Ο γενικός τύπος για N ζεύξεις, P πακέτα μήκους L bits και ρυθμό μετάδοσης των ζεύξεων R bps, έχει ως εξής:

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



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



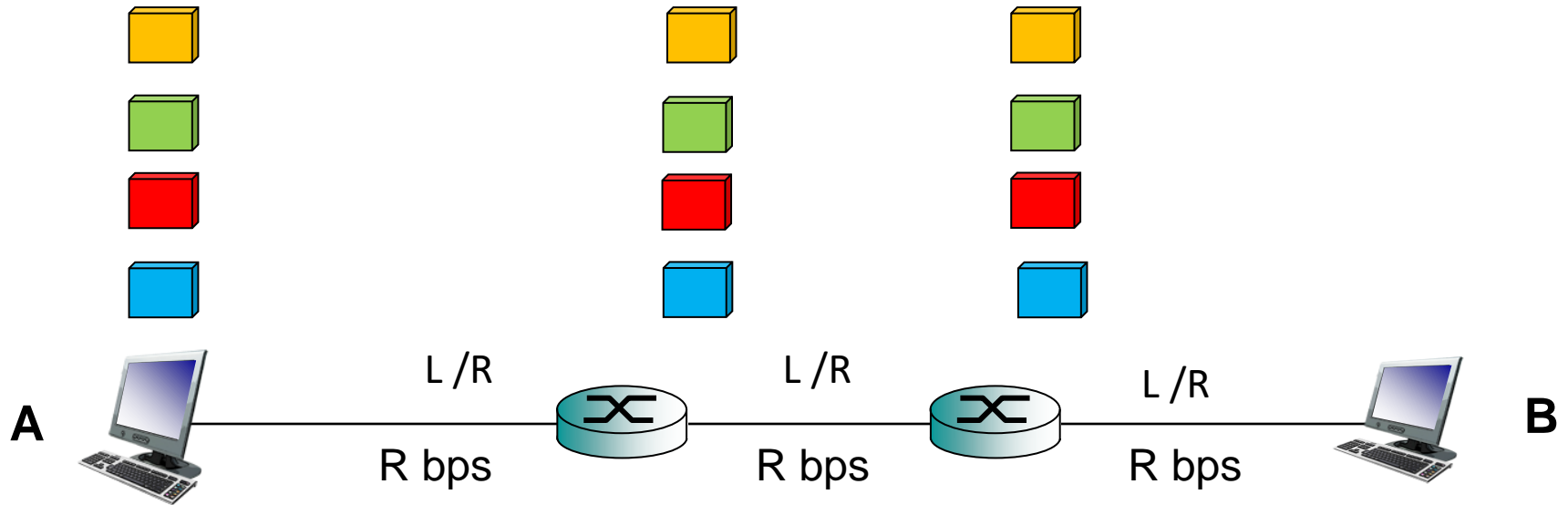
	1 ^η ζεύξη	2 ^η ζεύξη	3 ^η ζεύξη		
				L/R	t_1
pipeline				L/R	t_2
pipeline				L/R	t_3
pipeline				L/R	t_4
pipeline				L/R	t_5
				L/R	t_6

■ $(4+3-1) L/R = 6 L/R$

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



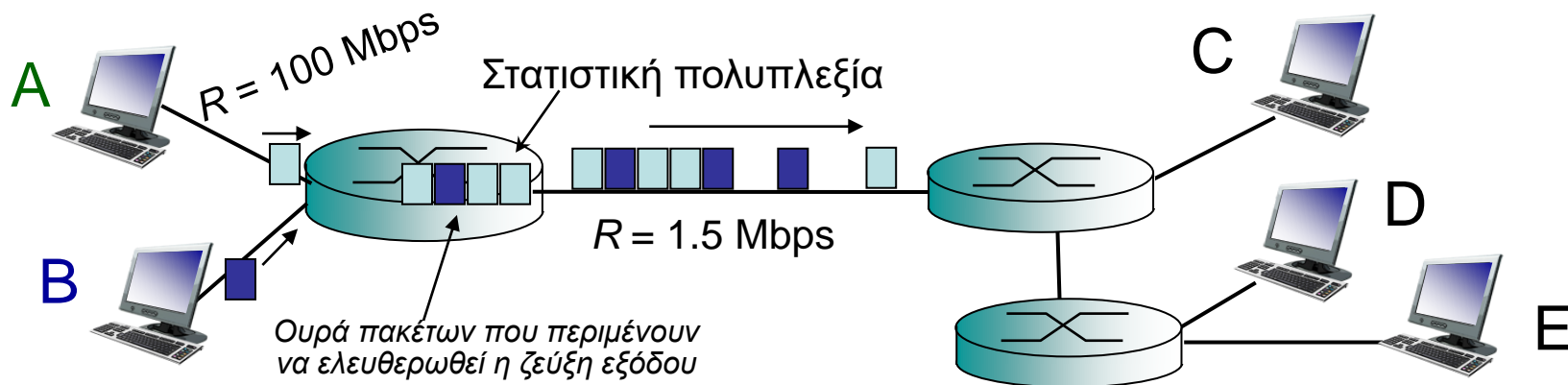
Ας δούμε ξανά τον μηχανισμό pipeline



https://media.pearsoncmg.com/aw/ecs_kurose_compnetwork_7/cw/content/interactiveanimations/message-segmentation/index.html



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.



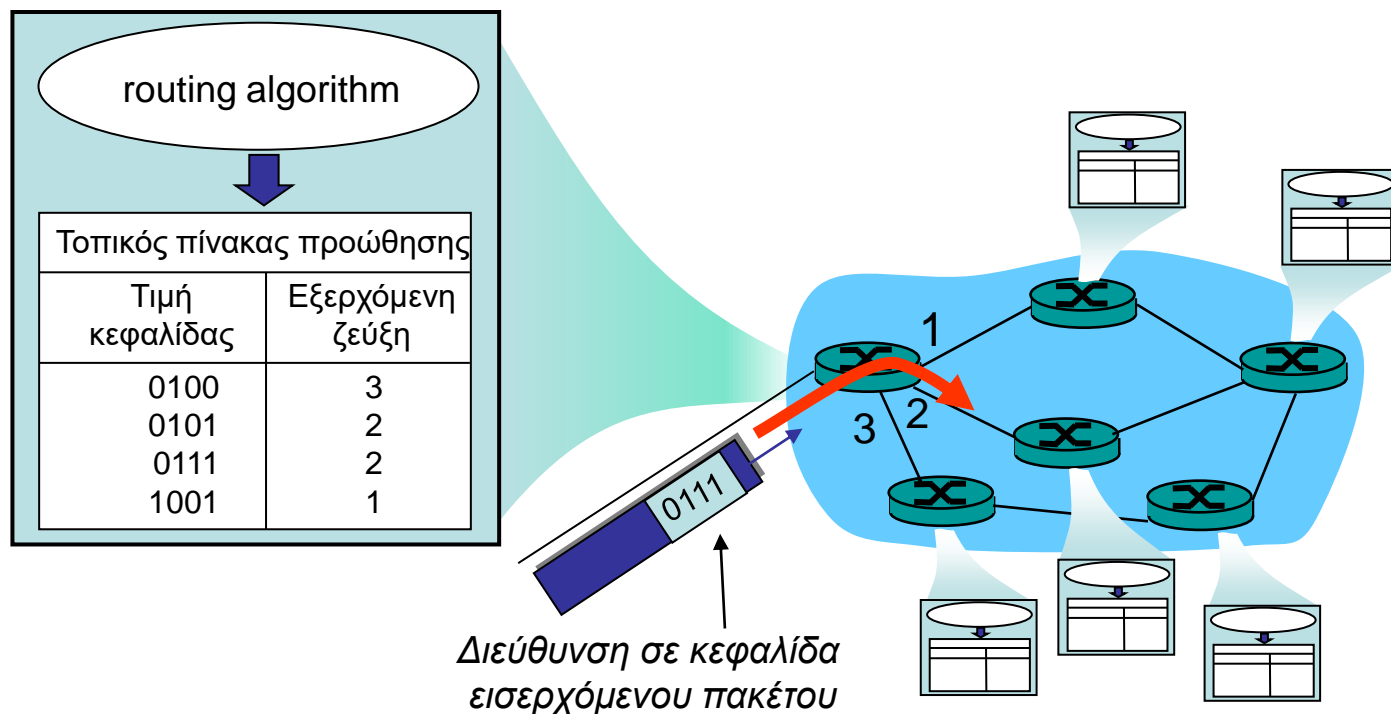
Μεταγωγή πακέτων: δύο σημαντικές λειτουργίες

- Δρομολόγηση (routing): προσδιορίζει τη διαδρομή που ακολουθεί το πακέτο στη μετάδοση του από την προέλευση στο προορισμό. Πρόκειται για λειτουργία των routers μόνο.
- Πρωώθηση: η μετακίνηση πακέτων από μια εισερχόμενη ζεύξη σε μια κατάλληλη εξερχόμενη ζεύξη. Πρόκειται για λειτουργία και των switches και των routers.
- Πως καθορίζεται η ζεύξη που θα γίνει η πρωώθηση?
 - 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 πρωώθησης*, 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*). Η προώθηση γίνεται 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.**

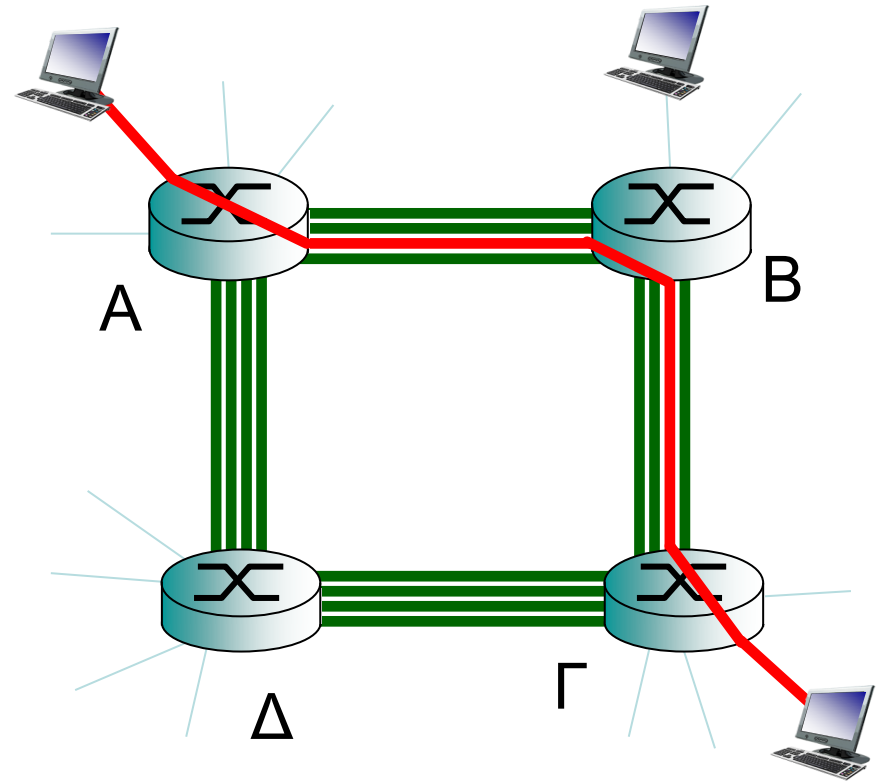
- Απαιτείται **εγκαθίδρυση του κυκλώματος** (κόστος-χρόνος).

- 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

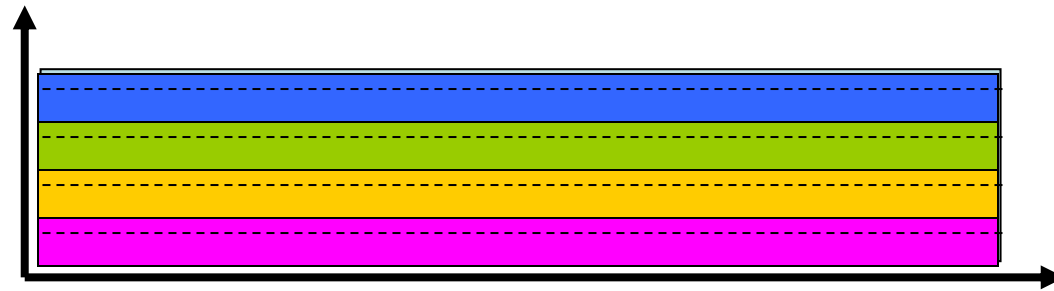
Παράδειγμα:

4 χρήστες 

FDM

(Πολυπλεξία με
διαίρεση συχνότητας)

Συχνότητα
(frequency)

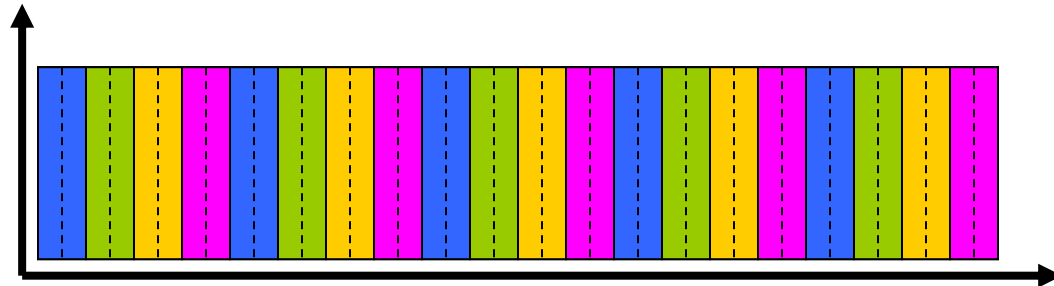


Χρόνος (time)

TDM

(Πολυπλεξία με
επιμερισμό χρόνου)

Συχνότητα
(frequency)

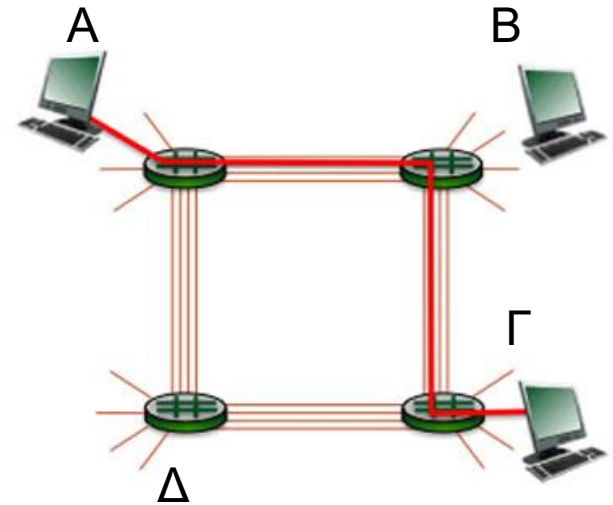


Χρόνος (time)



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 *500microsecs* για την εγκαθίδρυση του κυκλώματος.
- Απάντηση:
 - Κάθε κύκλωμα έχει ρυθμό μετάδοσης *64kbps* ($1.536/24$)
 - Οπότε, απαιτούνται *10 sec* ($640kbit/64kps$)
 - 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).



(*) Πολυπλεξία με επιμερισμό χρόνου



Η μεταγωγή πακέτων έναντι της μεταγωγής κυκλώματος

- Η μεταγωγή πακέτων 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.

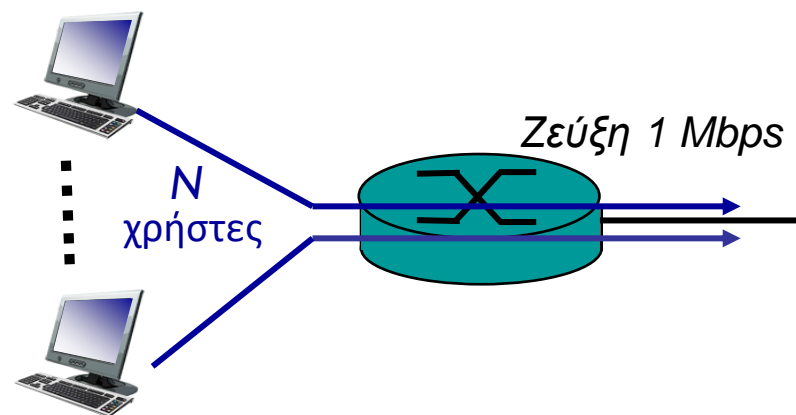


Γιατί η μεταγωγή πακέτων είναι πιο αποδοτική; (1)

- 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 100 kbs 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 $0,0004$.

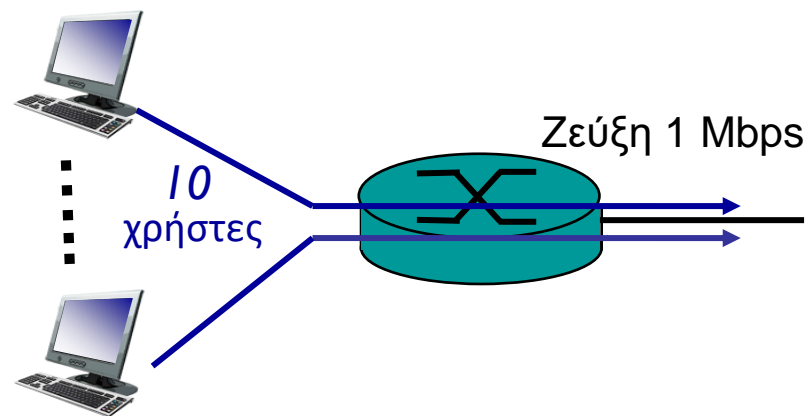


Γιατί η μεταγωγή πακέτων είναι πιο αποδοτική; (2)

- 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).

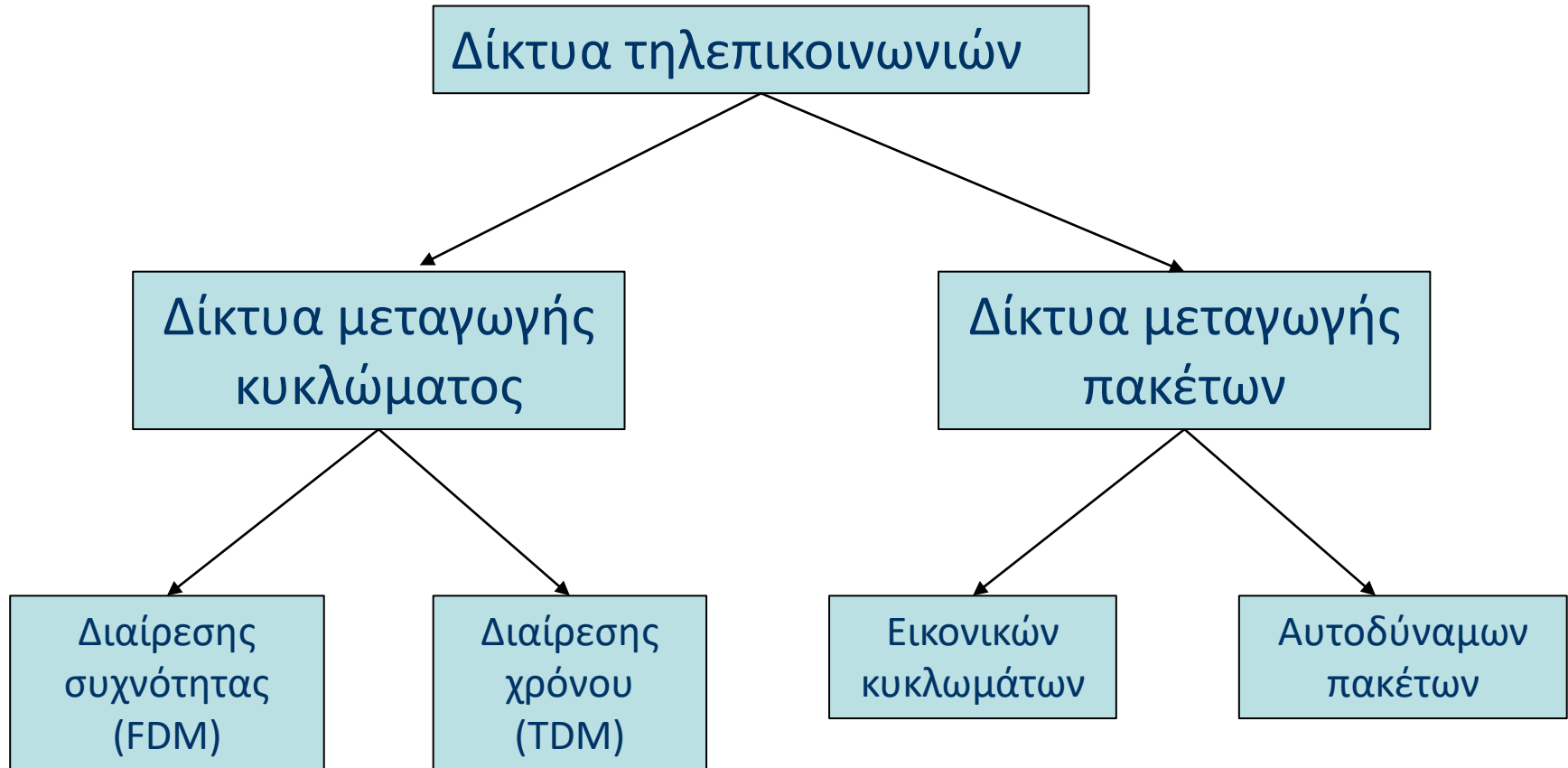


Μεταγωγή πακέτων ή μεταγωγή κυκλώματος

- 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



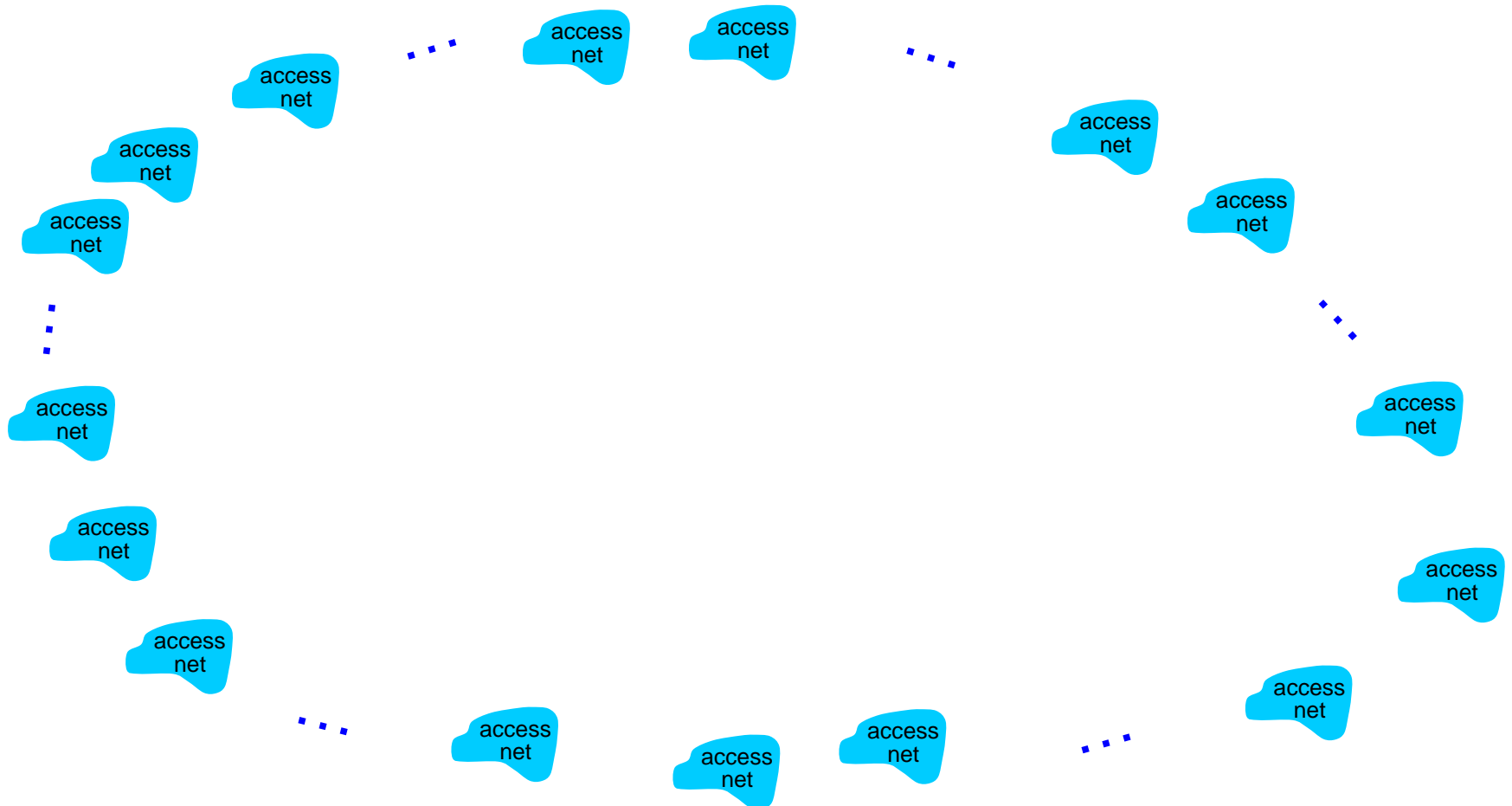
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Κάθε τερματικό σύστημα συνδέεται στο Διαδίκτυο μέσω των ISPs προσπέλασης:
 - οικιακοί, εταιρικοί, πανεπιστημιακοί, δημόσιου κλπ
- Οι ISPs χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες προσπέλασης και οι ίδιοι 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 την ανάπτυξη ενός πολύπλοκου δικτύου. Στη πραγματικότητα όμως 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.



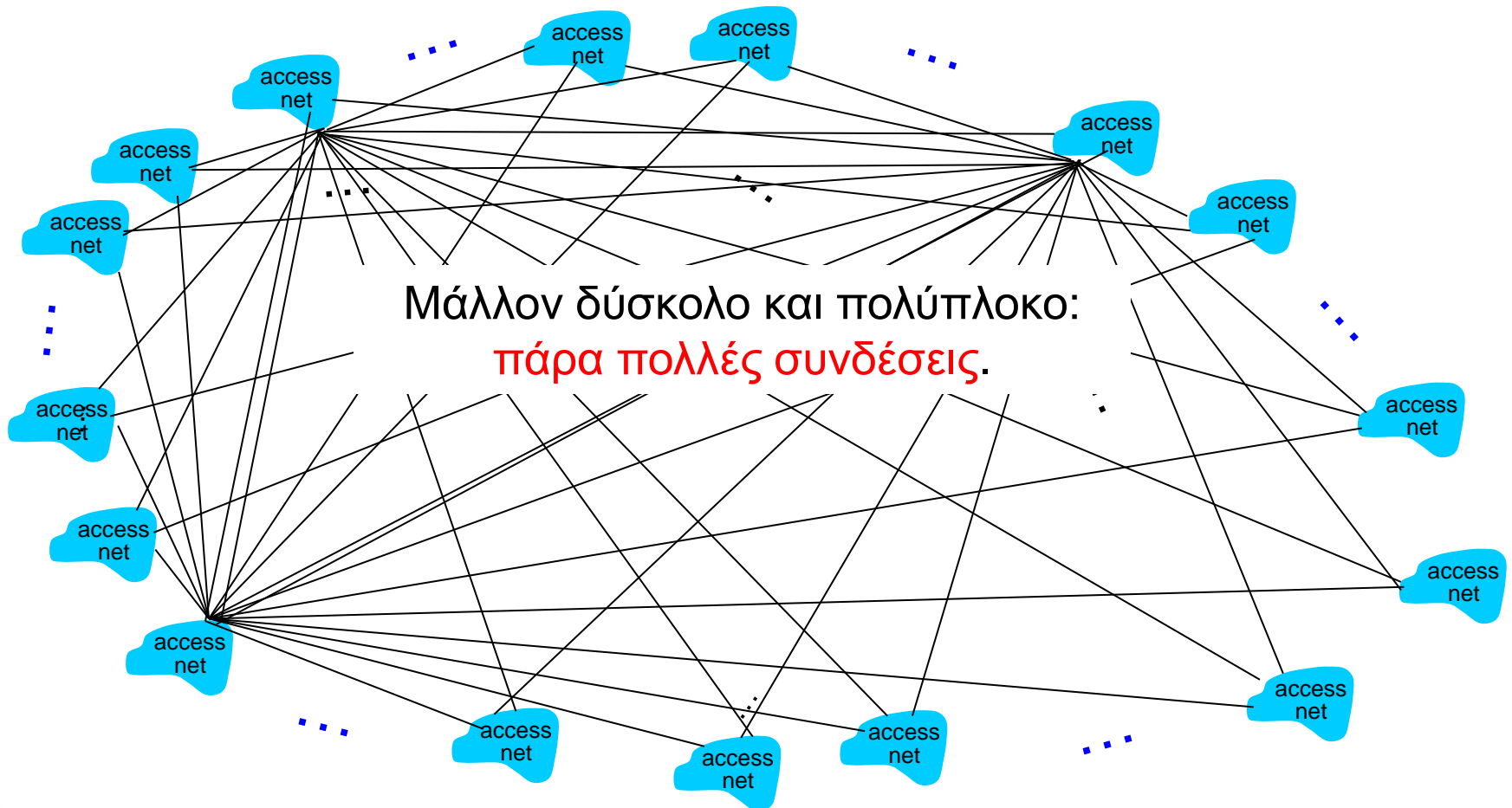
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

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



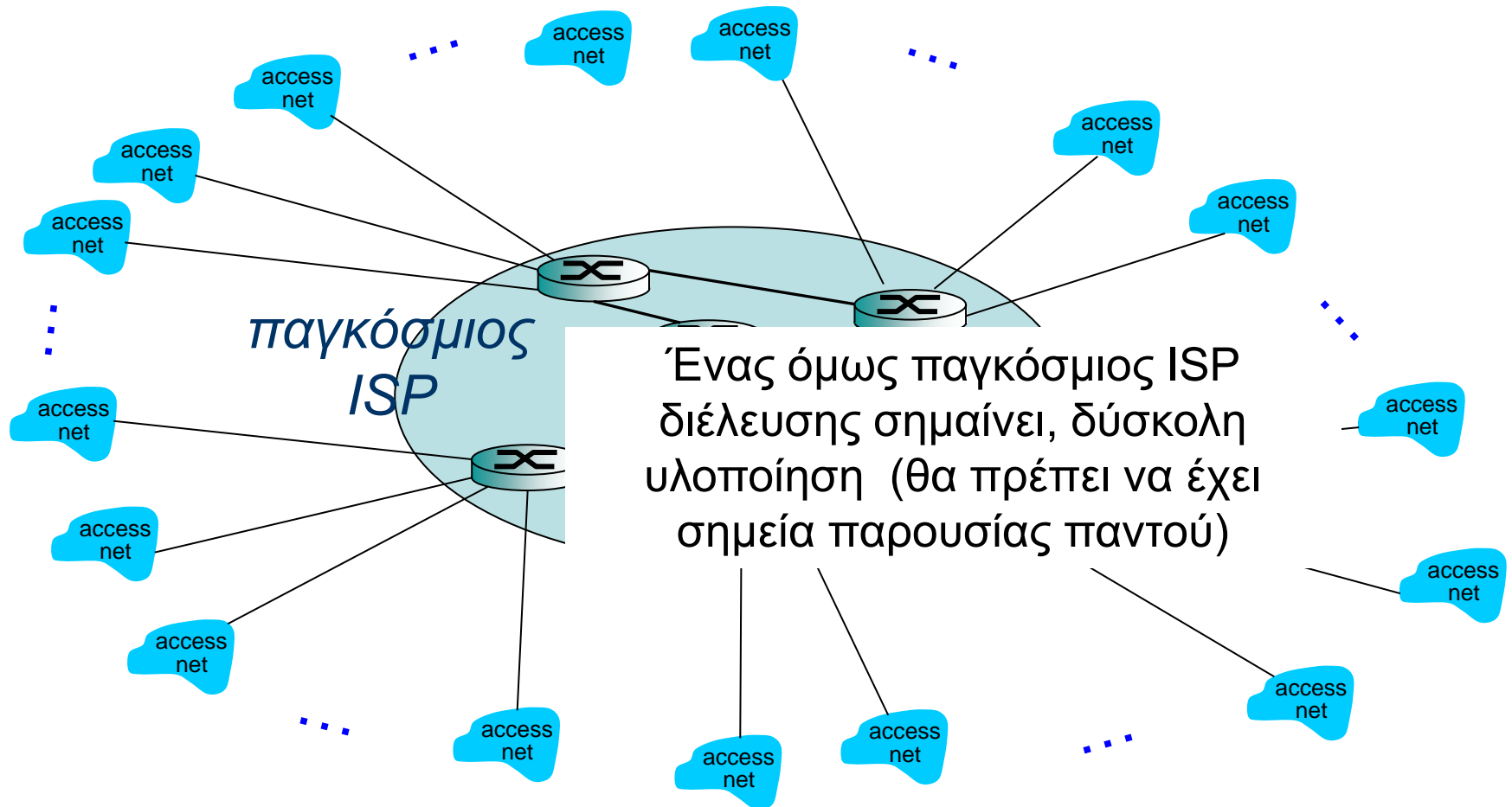
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

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



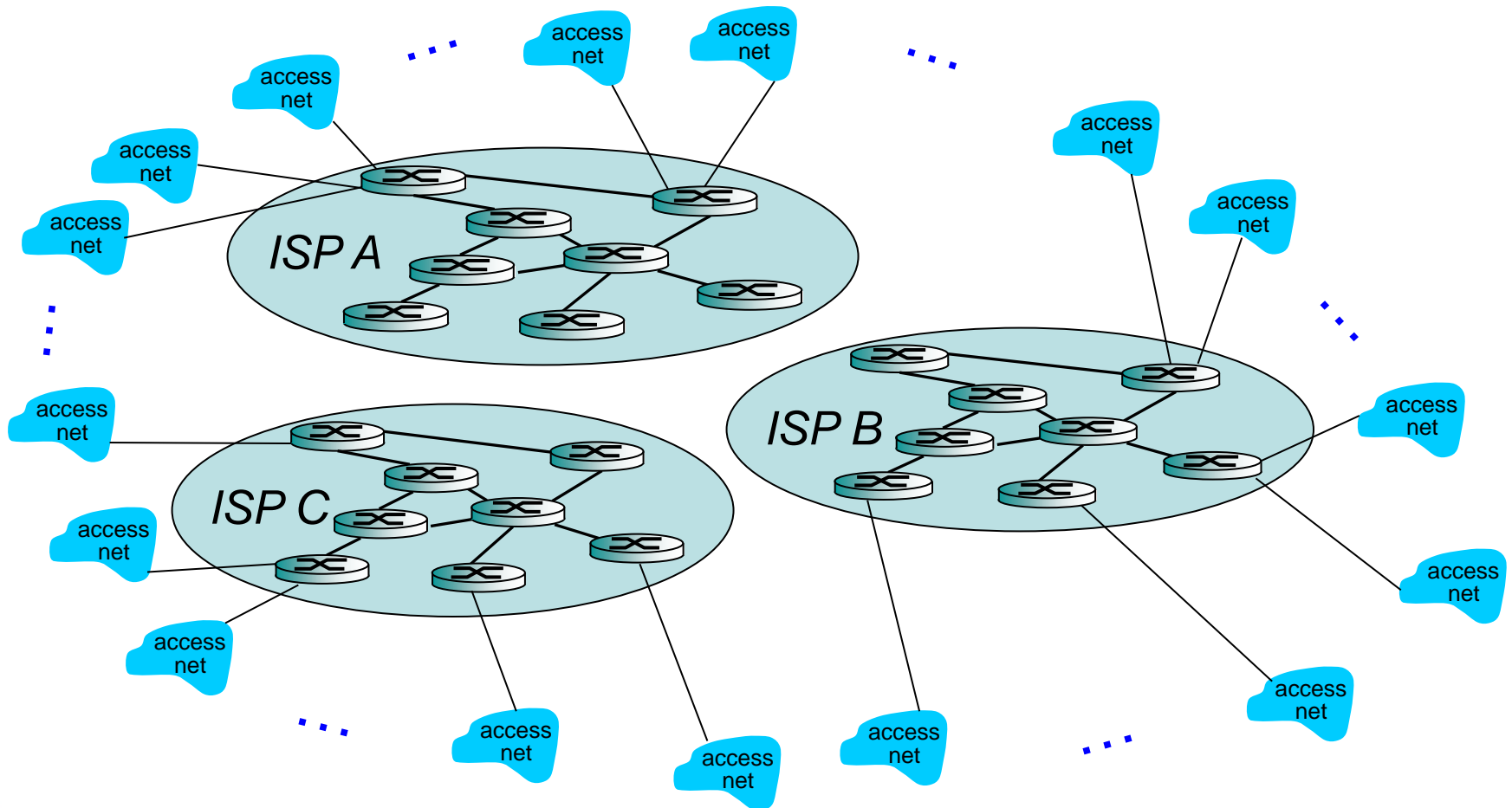
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

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



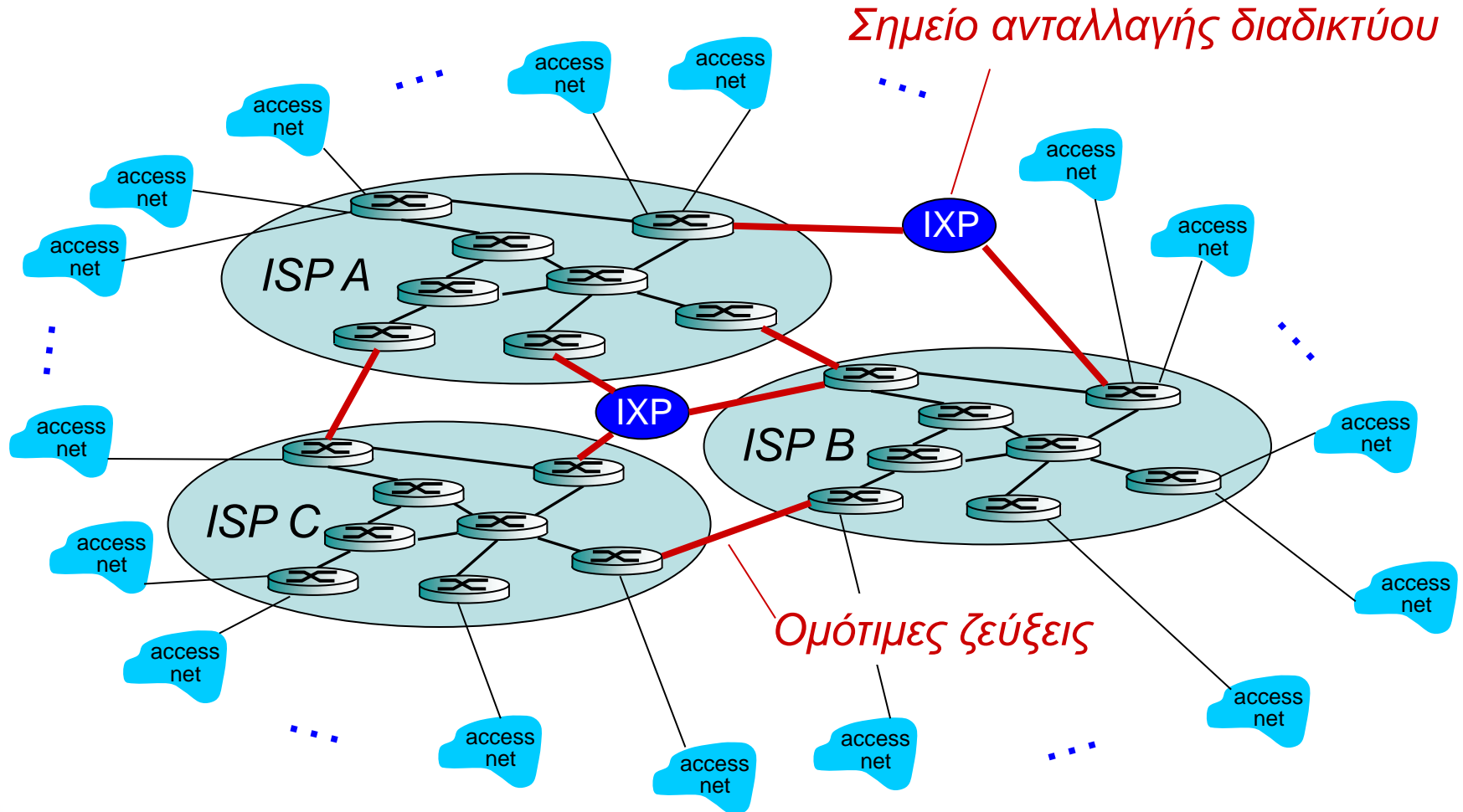
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Επίσης, ένας παγκόσμιος ISP διέλευσης σημαίνει υπερβολικά κέρδη αλλά και μονοπώλιο! Υπάρχουν λοιπόν και ανταγωνιστές ...



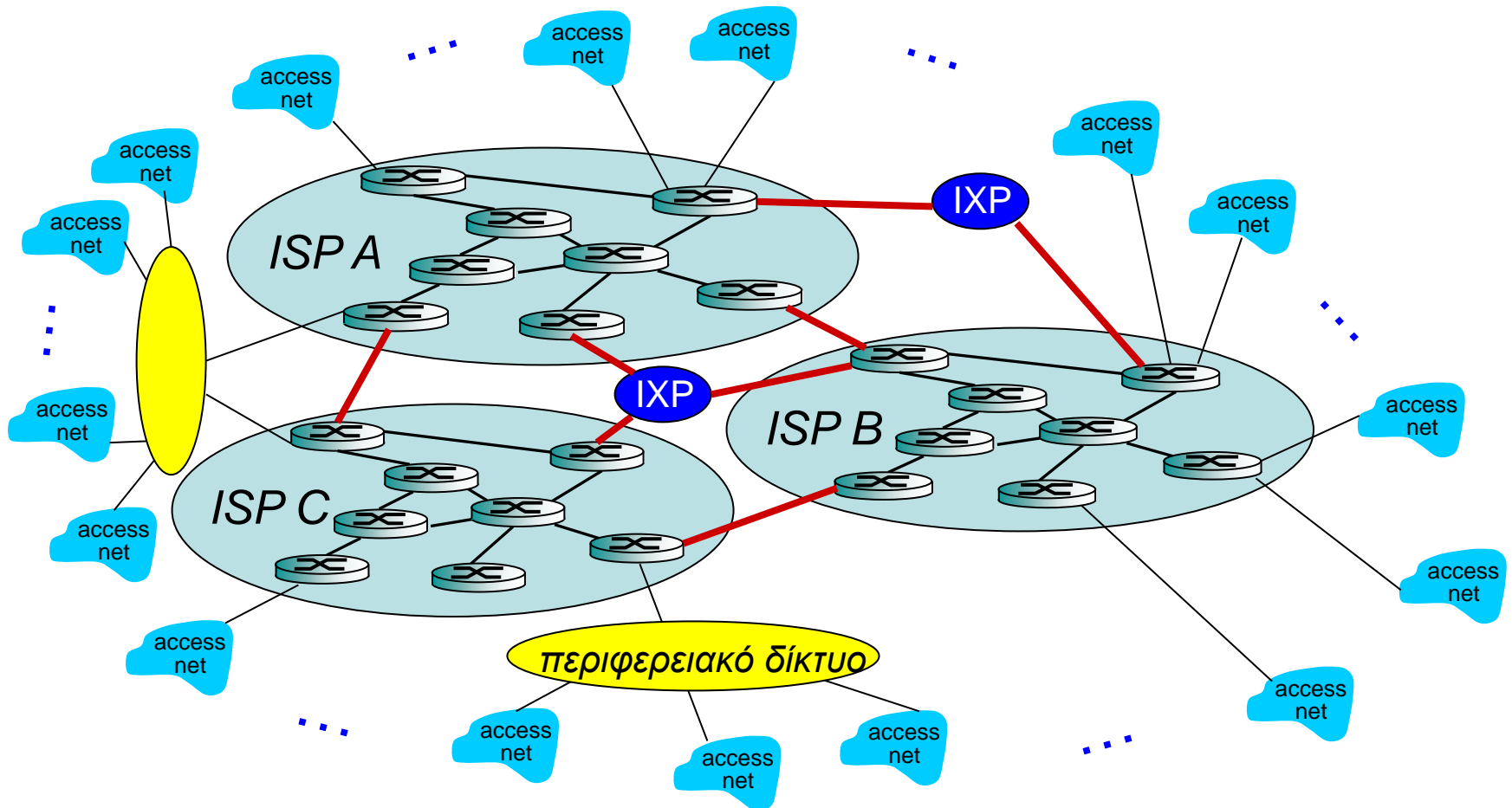
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

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



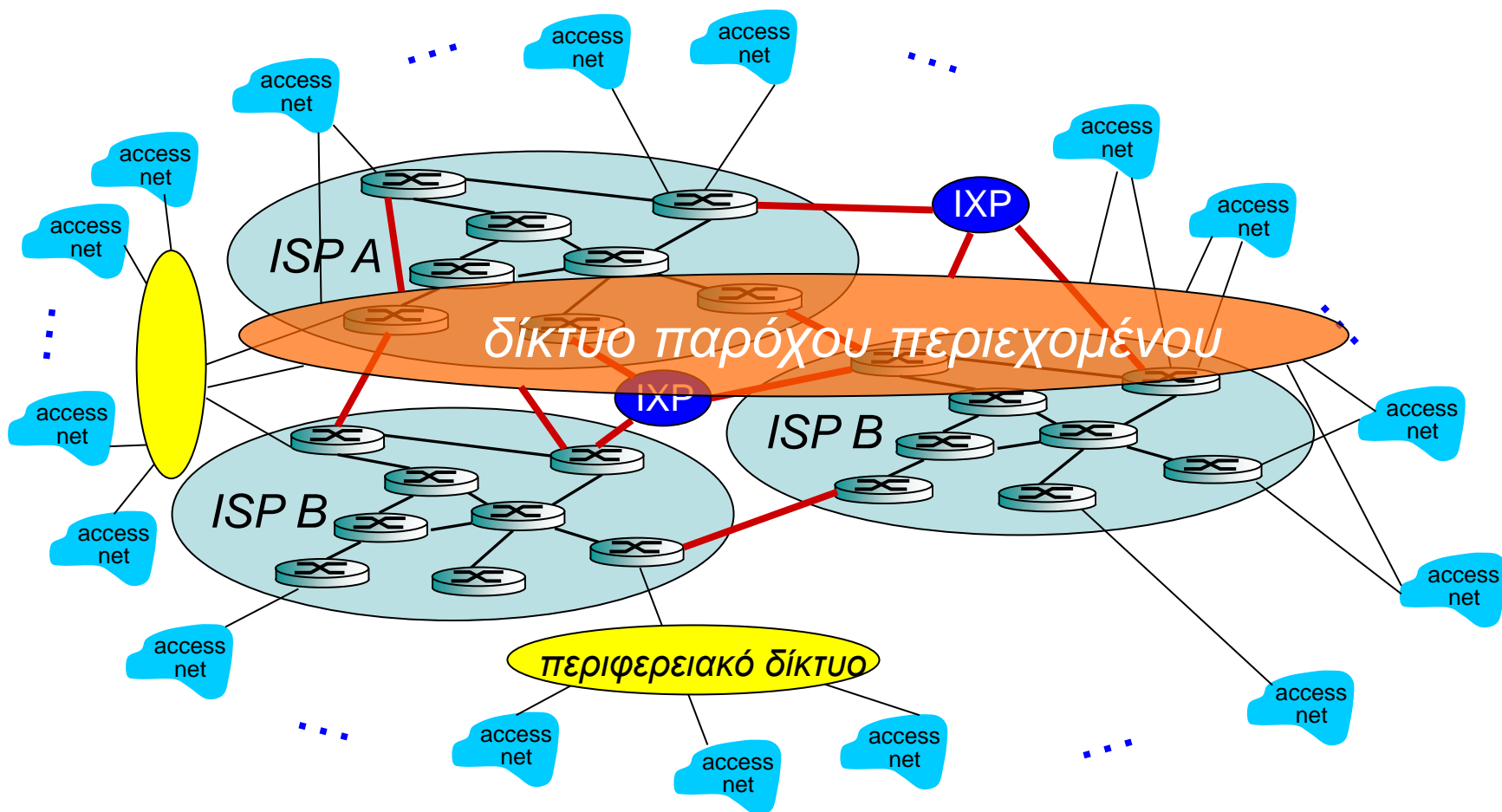
Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Γιατί όχι και ενδιάμεσοι περιφερειακοί ISP...

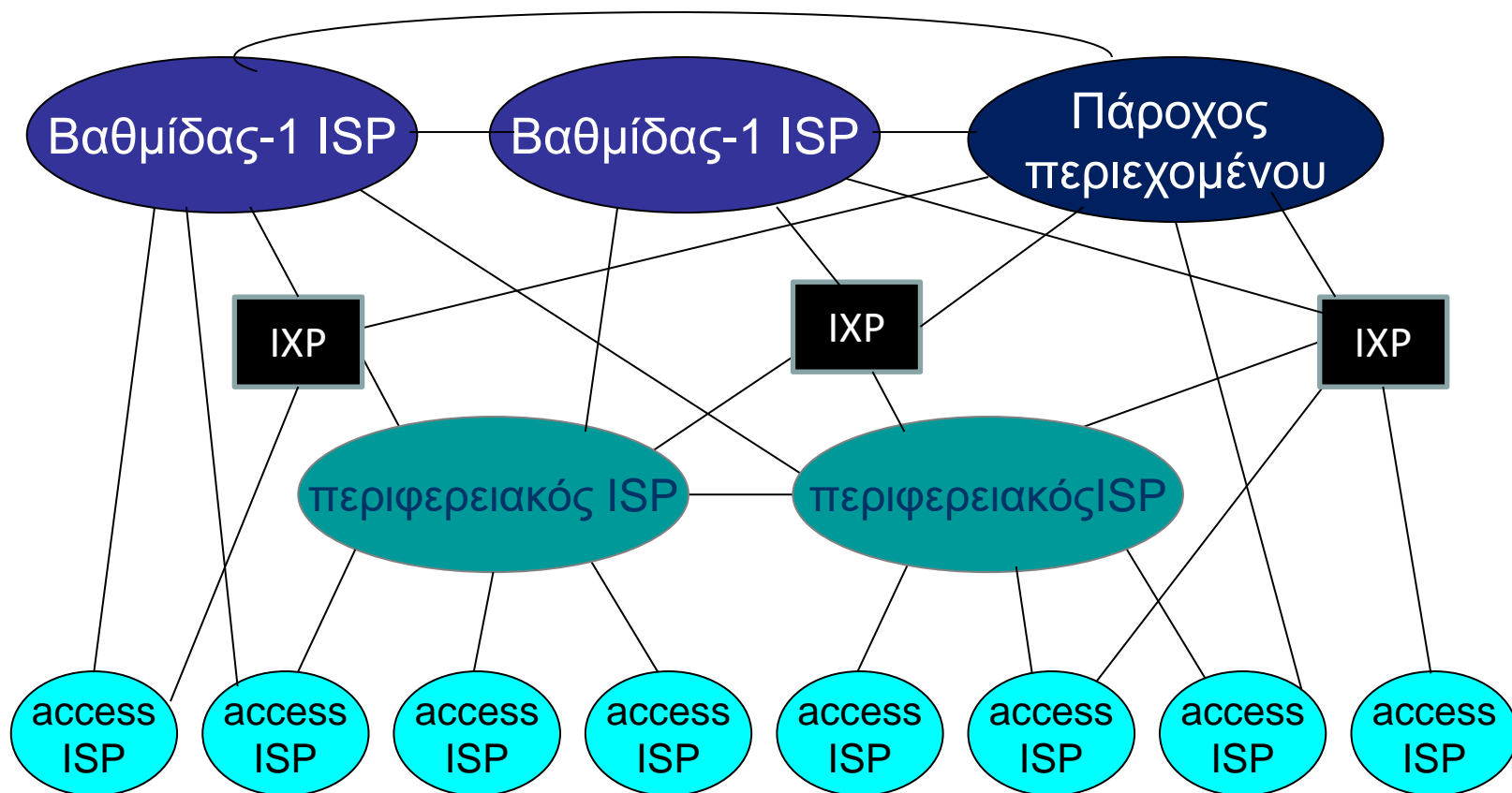


Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- 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

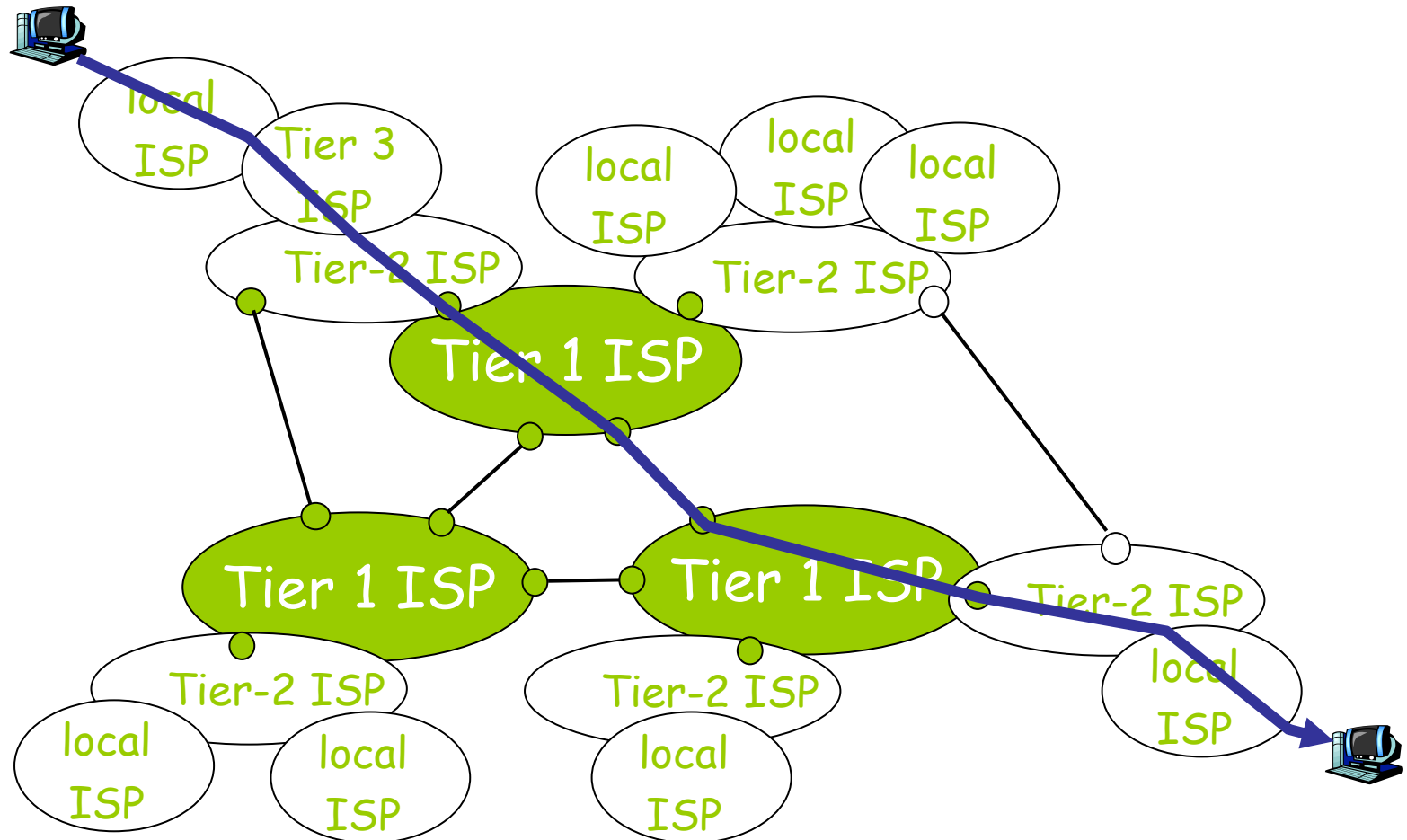


- Βαθμιδα-1: μικρός αριθμός γνωστών μεγάλων δικτύων, εμπορικοί ISPs (π.χ., Level 3, Sprint, AT&T, NTT), εθνική και διεθνή κάλυψη.
- Δίκτυα παρόχων περιεχομένων και υπηρεσιών: ιδιωτικά δίκτυα που συνδέουν τις υποδομές τους στο διαδίκτυο (Google, Microsoft κλπ.).



Δομή του Διαδικτύου: ένα δίκτυο δικτύων

- Ένα πακέτο περνάει μέσα από πολλά δίκτυα

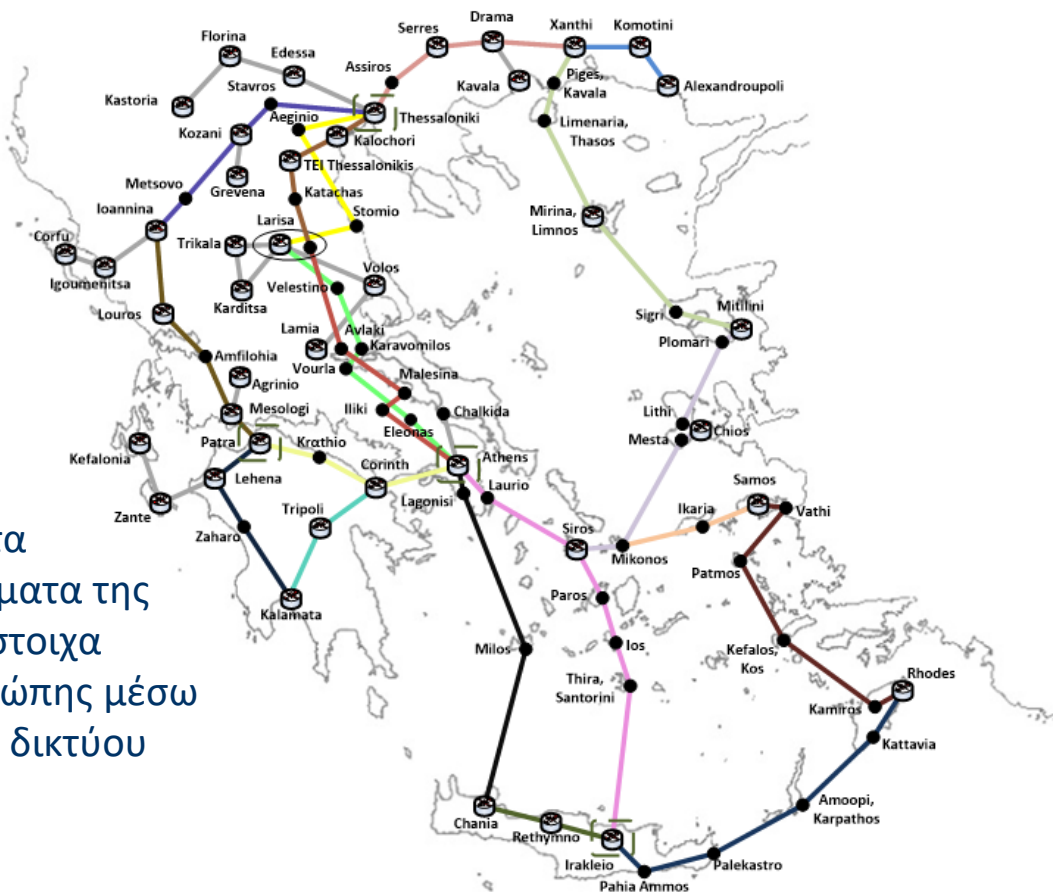


Το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας & Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ)

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



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



- Link 1 Xanthi - Komotini
- Link 2 Thessaloniki - Xanthi
- Link 3 Thessaloniki - Ioannina
- Link 4 Patra - Ioannina
- Link 5 Patra - Kalamata
- Link 6 Korinthos - Kalamata
- Link 7 Koletti - Patra
- Link 8 Koletti - Irakleio
- Link 9 Syros - Mytilini
- Link 10 Xanthi - Mytilini
- Link 11 Mykonos - Samos
- Link 12 Rodos - Samos
- Link 13 Irakleio - Rodos
- Link 14 Larisa - Thessaloniki
- Link 15 EIE - Larisa
- Link 16 Larisa - Thessaloniki (VFN)
- Link 17 EIE - Larisa (VFN)
- Link 20 EIE - Chania
- Link 21 Chania - Irakleio
- Non DWDM Link

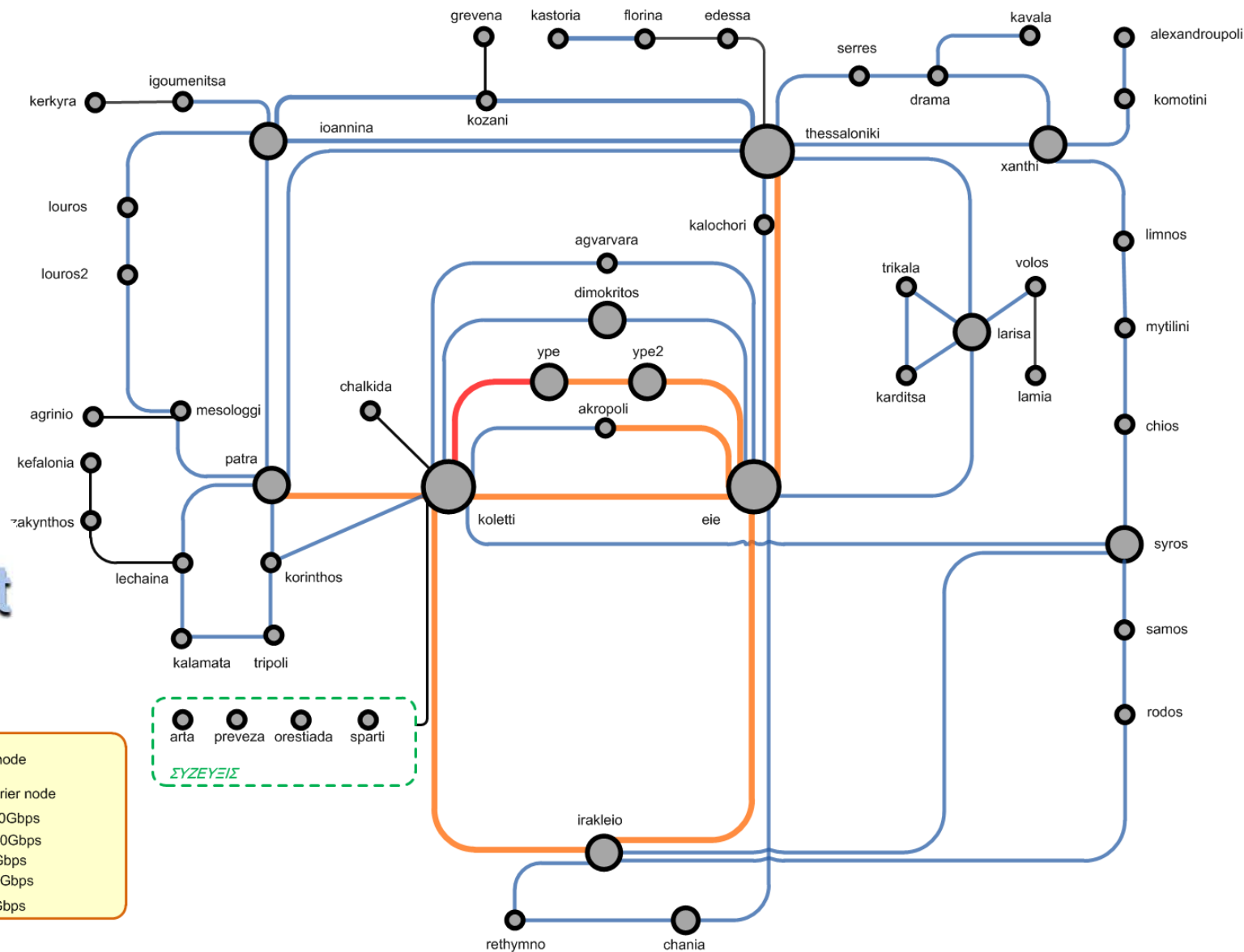
DWDM AMPLIFICATION SITE

DWDM ADD DROP SITE

MAN AVAILABLE



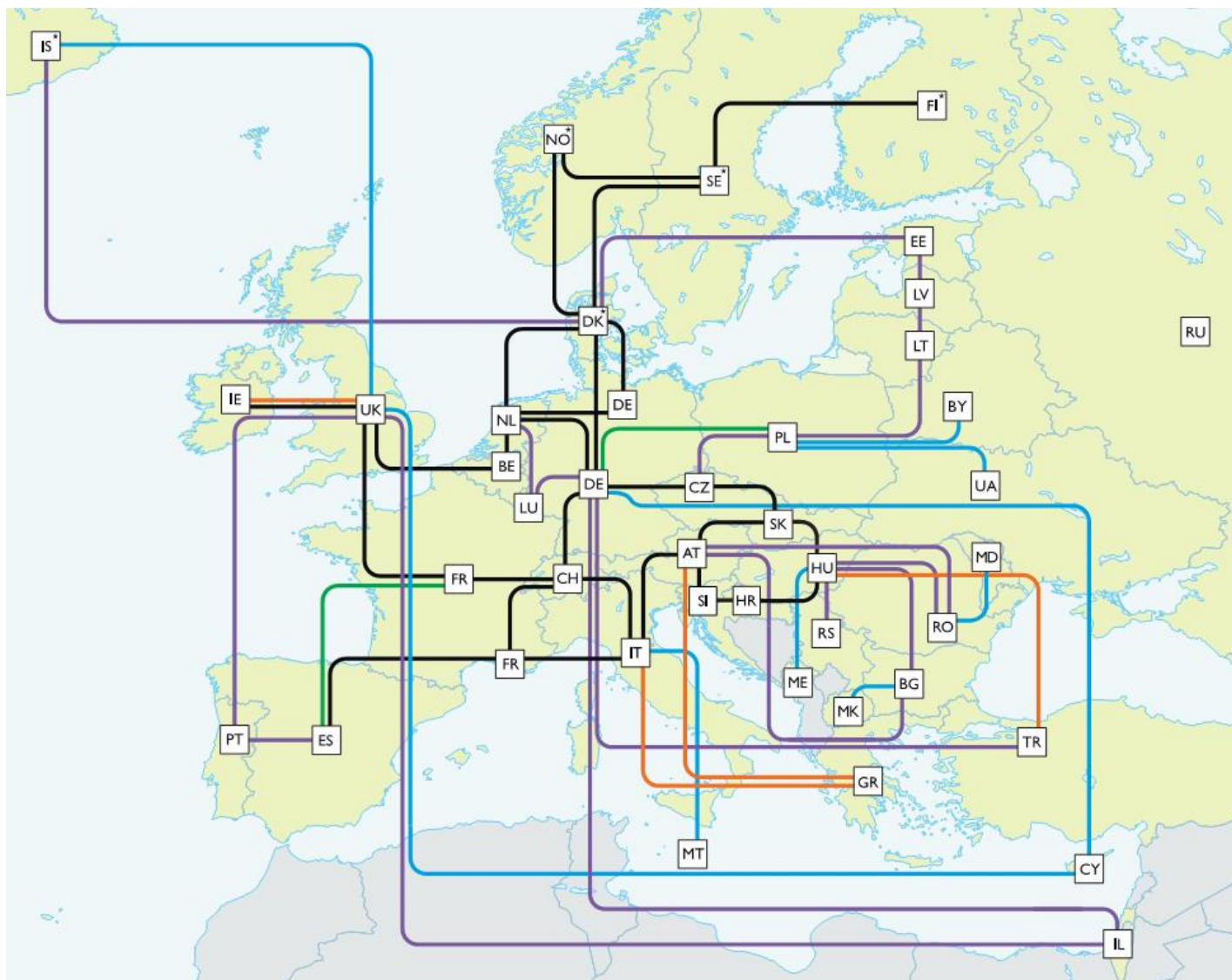
Κόμβοι του ΕΔΕΤ



Το δίκτυο GEANT



Το ακαδημαϊκό
δίκτυο της
Ευρώπης



Συμμετέχοντες στο GEANT

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

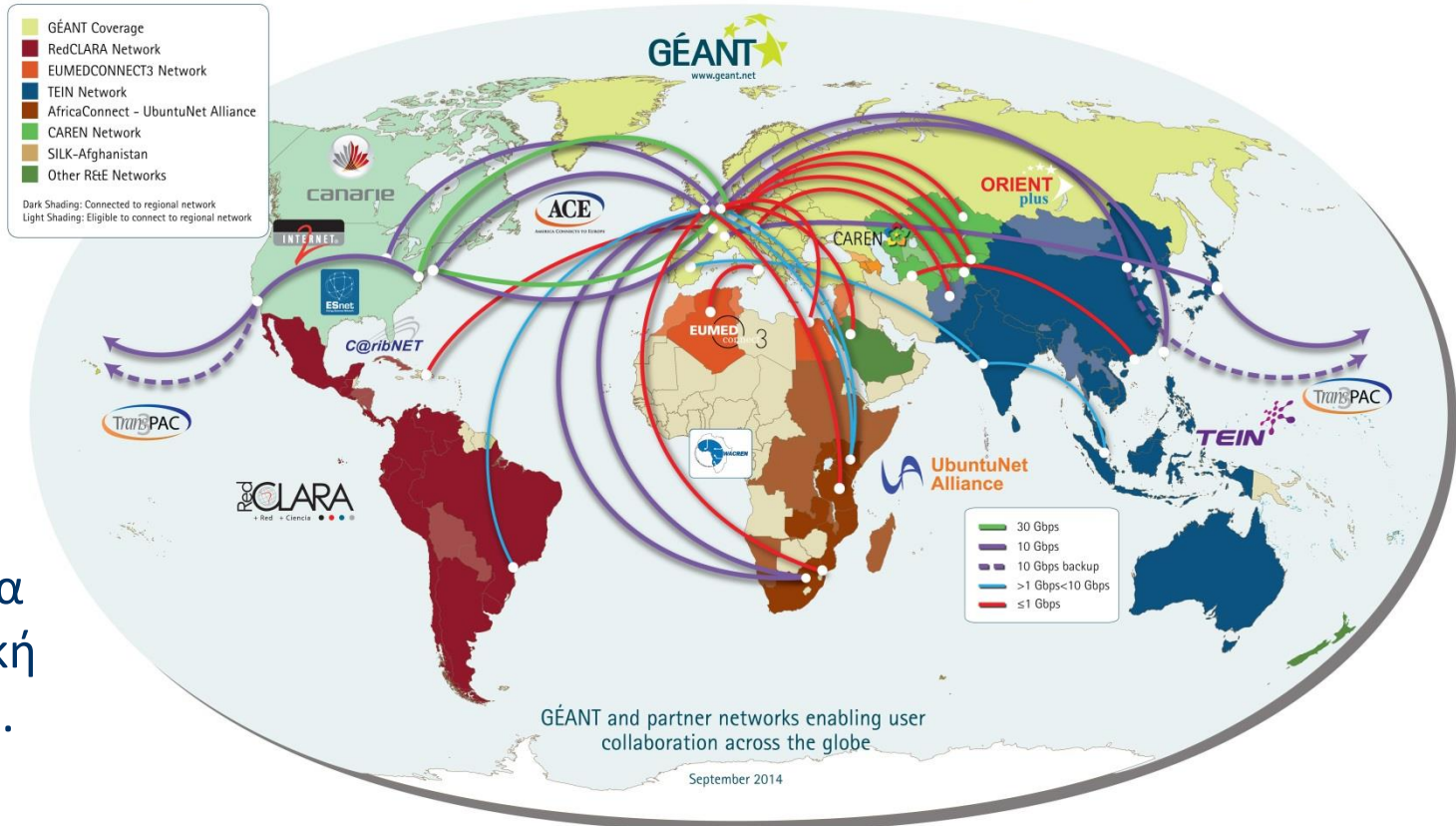
AR Armenia	BG Bulgaria	DE Germany	FI Finland*	HR Croatia	IS Iceland*	LV Latvia	NL Netherlands	RO Romania	SE Sweden*	TR Turkey
AT Austria	CH Switzerland	DK Denmark*	FR France	HU Hungary	IT Italy	ME Montenegro	NO Norway*	RS Serbia	SI Slovenia	UK United Kingdom
AZ Azerbaijan	CY Cyprus	EE Estonia	GE Georgia	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.



Co-funded by 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 εταιρειών που παρέχουν υπηρεσίες Διαδικτύου (ISPs) και δραστηριοποιούνται στην ελληνική επικράτεια.
- Απευθείας ανταλλαγή κίνησης , για τη βέλτιστη εξυπηρέτηση των χρηστών του Διαδικτύου.
- Πριν το GR-IX υπήρχε το AIX (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>

