

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΔΙΑΛΕΞΗ 6

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΑΝΑΡΓΥΡΟΣ ΣΙΔΕΡΗΣ

`<sideris@epp.teiher.gr>`

`<https://eclass2.teicrete.gr/courses/TP182/>`

ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ
ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ



Ποιότητα Υπηρεσίας (Quality of Service-QoS)



Γενικά

- Τι εννοούμε με τον όρο QoS;
 - Τη προσπάθεια να διασφαλιστεί ότι μια υπηρεσία θα παραδοθεί ορθά (σύμφωνα με τις απαιτήσεις της) στους χρήστες της.
- Γιατί το χρειαζόμαστε;
 - Τα δίκτυα έχουν περιορισμένους πόρους.
 - Τι εννοούμε με τον όρο "πόροι";
 - Οι ροές δεδομένων ανταγωνίζονται για αυτούς.
 - Κάπως πρέπει να γίνει κατανομή των πόρων σύμφωνα με τις απαιτήσεις των υπηρεσιών σε αυτούς.
- QoS Τεχνολογίες
 - Η Internet Engineering Task Force (IETF) έχει αναπτύξει τις παρακάτω τεχνολογίες:
 - Integrated Services-IntServ
 - Differentiated Services-DiffServ
 - Multi Protocol Label Switch-MPLS

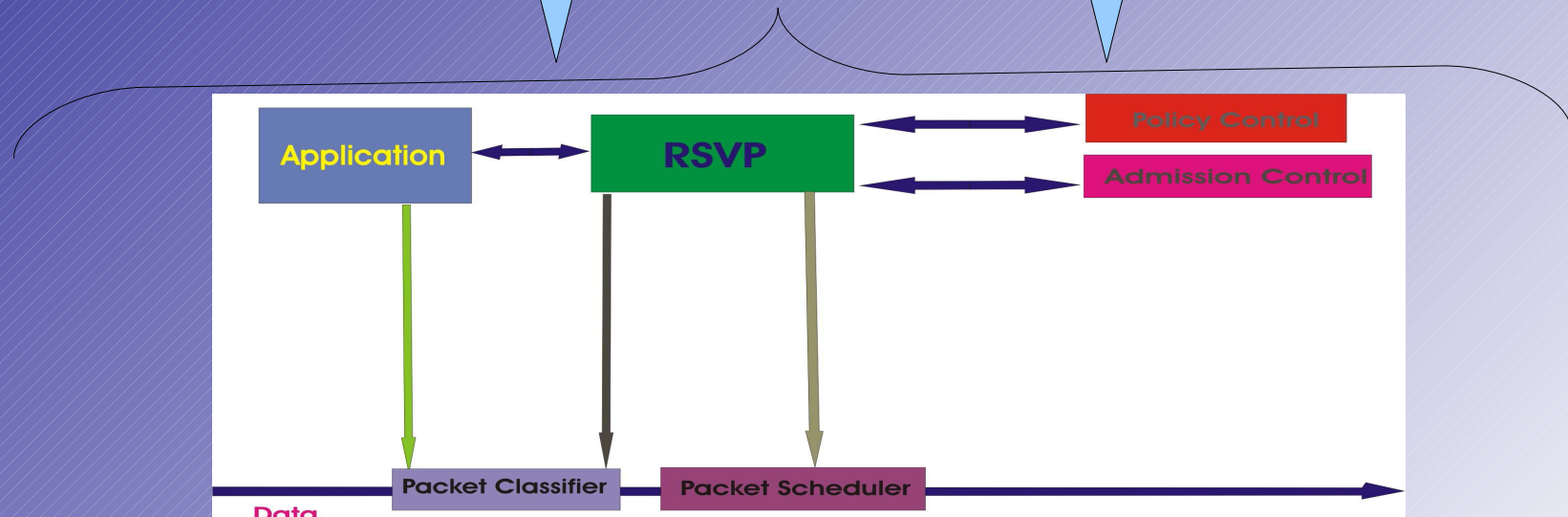
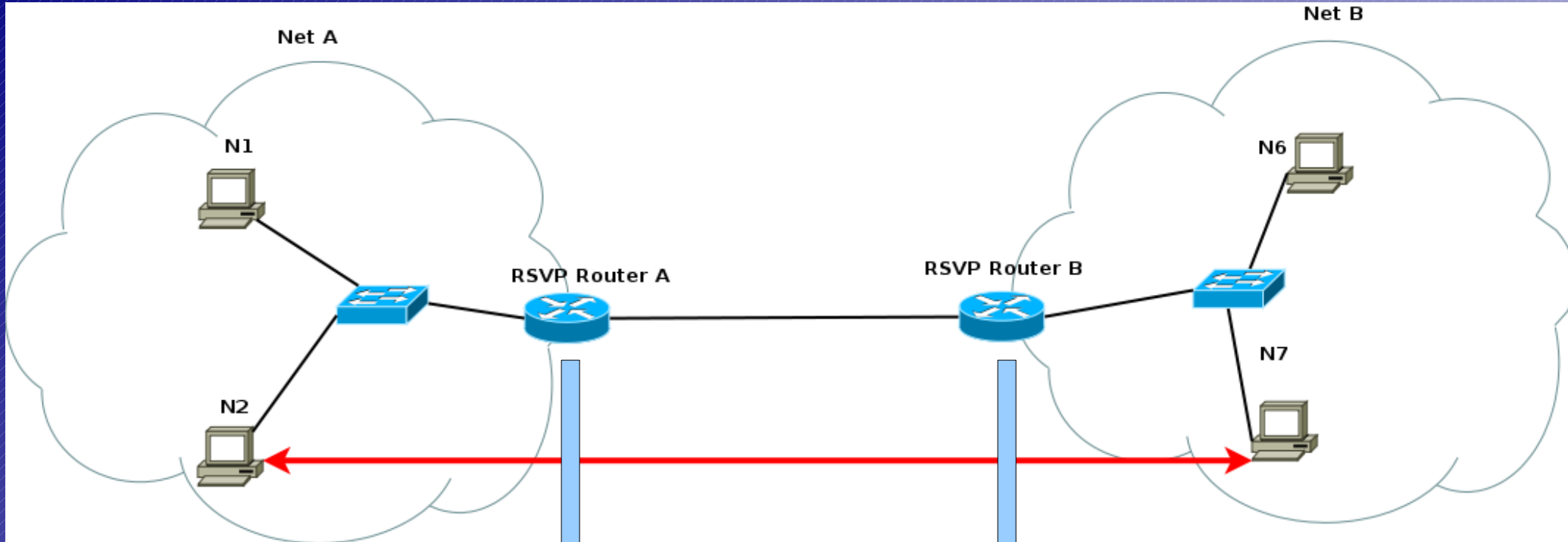


IntServ (RFC 1633)

- Το InteServ παρέχει τη δυνατότητα για E2E (end to end) QoS σε κάθε ροή δεδομένων.
- Πως το επιτυγχάνει;
 - Δίνοντας τη δυνατότητα για δέσμευση των απαιτούμενων πόρων σε όλη τη διαδρομή μεταξύ παραλήπτη και πηγής μιας υπηρεσίας.
 - Για τη δέσμευση των δικτυακών πόρων χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο Resource Reservation Protocol (RSVP)



Λειτουργία RSVP (1)



Λειτουργία RSVP (2)

- Ο N2 θέλει να λάβει μια υπηρεσία από το N7.
- Ο N2 στέλνει μια RSVP αίτηση για δέσμευση πόρων.
- Την λαμβάνει ο Router A.
- Ο Router A ελέγχει πρώτα:
 - με το admission control εάν υπάρχουν οι απαιτούμενοι πόροι.
 - Με το policy control εάν ο N1 έχει δικαίωμα να δεσμεύσει τους πόρους.
 - Εάν έστω ένας από τους δύο ελέγχους γυρίσει αρνητική απάντηση, ο N1 ειδοποιείται και διαδικασία σταματά.



Λειτουργία RSVP (3)

- Εάν και οι δύο έλεγχοι είναι θετικοί ο Router A:
 - Ρυθμίζει το packet classifier.
 - Ρυθμίζει το packet scheduler.
- Η RSVP αίτηση προωθείται στο Router B και η διαδικασία επαναλαμβάνεται.
- Εάν και εκεί η διαδικασία είναι επιτυχής η RSVP αίτηση προωθείται στο N7.
- Ο N7 στέλνει την υπηρεσία

RSVP Μηχανισμοί

- Το RSVP αξιοποιεί τους παρακάτω μηχανισμούς για τη δέσμευση πόρων:
 - **Packet Classifier:** ταξινομεί κάθε πακέτο μιας ροής δεδομένων σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σε QoS.
 - **Admission Control:** Ελέγχει εάν ένας κόμβος έχει τους απαραίτητους πόρους για μια ροή δεδομένων.
 - **Packet Scheduler:** Προωθεί τα πακέτα μιας ροής στο δίκτυο σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σε QoS.
 - **Policy control:** Ελέγχει εάν υπάρχουν δικαιώματα για τη δέσμευση των απαραίτητων πόρων.



RSVP Αίτηση

- Κάθε RSVP αίτηση περιλαμβάνει ένα περιγραφέα ροής (flow descriptor).
- Ο περιγραφέας ροής αποτελείται από τα πεδία:
 - `flowspec`: το πεδίο αυτό περιέχει πληροφορίες σχετικά με το QoS που θέλει η ροή και αξιοποιείται από το `packet scheduler`.
 - π.χ. θέλω ταχύτητα 5Mbps.
 - `filterspec`: το πεδίο αυτό περιέχει πληροφορίες ταυτοποίησης της ροής και και αξιοποιείται από το `packet classifier`.
 - π.χ IP/port προορισμού.

RSVP Μειονεκτήματα

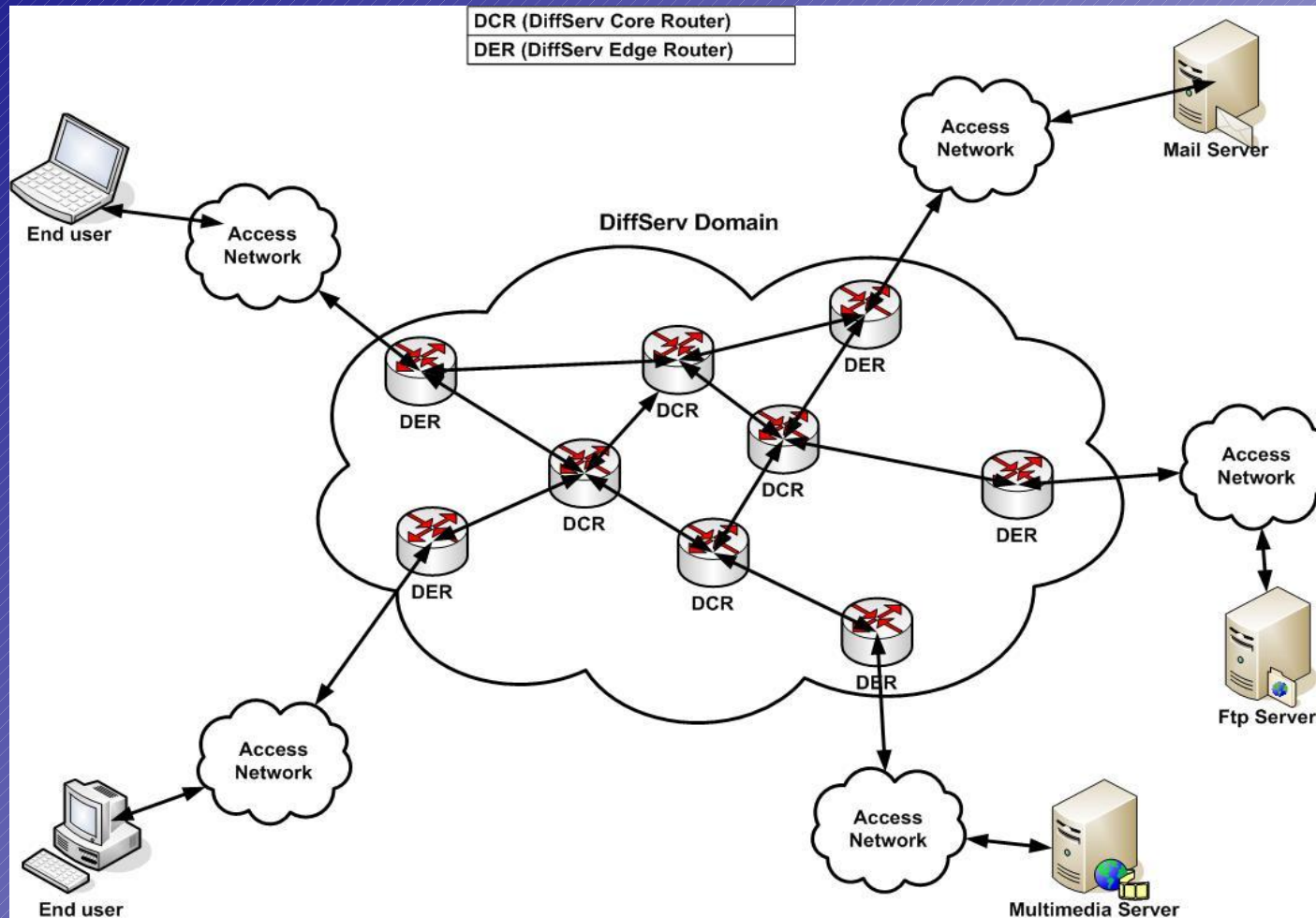
- Το RSVP πάσχει από προβλήματα επεκτασιμότητας.
 - Για κάθε ροή απαιτείται η διαδικασία δέσμευσης πόρων.
 - Ο φόρτος εργασίας αυξάνεται με το πλήθος των ροών.
 - Εύρος ζώνης σπαταλιέται για τη σηματοδότηση και όχι για τα δεδομένα.
- Είναι πολύπλοκο και επιπλέον πρέπει να το υποστηρίξουν όλοι οι κόμβοι.



DiffServ (RFC 2475)

- Το DiffServ σε αντίθεση με το RSVP παρέχει QoS σε ομάδες από ροές.
 - Οι ομάδες ροών έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε QoS.
- Οι απαιτήσεις αυτές καθορίζονται εκ των προτέρων σε ένα Service Level of Agreement (SLA).
 - Το SLA είναι ένα έγγραφο από το οποίο προκύπτει το Traffic Control Agreement (TCA).
 - Το TCA καθορίζει πώς οι ροές θα προωθούνται απο το δίκτυο ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις τους σε QoS.

DiffServ αρχιτεκτονική (1)



DiffServ αρχιτεκτονική (2)

- Δύο υποσυστήματά:
 - DiffServ Edge Routers (DER)
 - DiffServ Core Routers (DCR)
- Οι DER τοποθετούνται στις άκρες ενός δικτύου και σύμφωνα με τα SLAs/TCAs:
 - Κατηγοριοποιούν τις ροές δεδομένων μαρκάροντας το Differential Service Codepoint (DSCP) κάθε IP πακέτου.
 - DSCP πεδίο είναι το Type of Service field στο IPv4, και το Traffic Class field στο IPv6) .
 - Τα πακέτα με το ίδιο DSCP έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε QoS. Με άλλα λόγια ανήκουν στο ίδιο Behaviour Aggregate (BA) class.
 - Μετρούν (Metering), ελέγχουν (policing), και μορφοποιούν (shaping) τη εισερχόμενη κίνηση σύμφωνα με το SLA.

DiffServ αρχιτεκτονική (3)

- Οι DCR τοποθετούνται στο εσωτερικό ενός δικτύου και σύμφωνα με τα SLAs/TCAs:
 - Προωθούν τα πακέτα των ροών σύμφωνα με το BA τους.
 - Αυτό επιτυγχάνεται δημιουργώντας στους DCR ένα ειδικό τρόπο προώθησης πακέτων (Per Hop Behaviour-PHB).
 - Τα PHB υλοποιούνται με τεχνικές διαχείρισης ουρών (queue management).



DiffServ PHB (1)

- Το IETF έχει προτυποποιήσει 3 PHB.
 - Expedited Forwarding (EF): Χρησιμοποιείται για υπηρεσίες που θέλουν ελάχιστες απώλειες, καθυστερήσεις, jitter και εξασφαλισμένο εύρος ζώνης.
 - π.χ. VoIP.
 - DSCP τιμή για EF, 101110.
 - Assured Forwarding (AF): Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαφορετικών επιπέδων προώθησης στις εισερχόμενες κινήσεις.
 - Δημιουργία τεσσάρων τάξεων προώθησης.
 - Gold (AF1)
 - Silver (AF2)
 - Bronze (AF3)
 - Best effort (AF4)



DiffServ PHB (2)

- AF (συνέχεια)
 - Κάθε τάξη έχει τρεις υποτάξεις με διαφορετικά επίπεδα απόρριψης πακέτων.
 - Η προτεραιότητα είναι ιεραρχική.

	AF1	AF2	AF3	AF4
Low Drop	001010	010010	011010	100010
Medium Drop	001100	010100	011100	100100
High Drop	001110	010110	011110	100110

DSCP τιμές για AF

- Best Effort (BE): Η προώθηση κίνησης χωρίς δέσμευση για το QoS
 - DSCP τιμή για BE, 000000.

Πλεονεκτήματα DiffServ

- Είναι επεκτάσιμο
 - Δεν έχει σηματοδοσία
 - Χρησιμοποιείται πάνω σε ομάδες από ροές.
- Εύκολο στη υλοποίηση.
- Αξιοποιεί τα πεδία του IP.

- Μειονεκτήματα:
 - ?

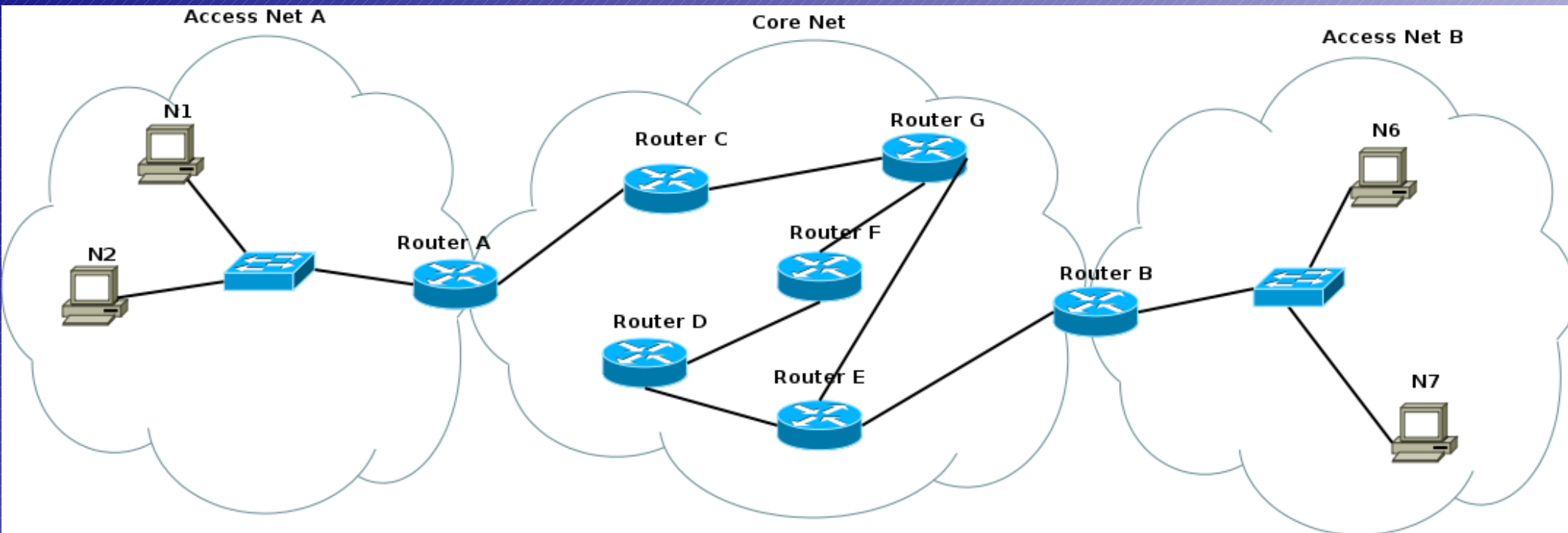


QoS metrics

- Για network QoS (NqoS) :
 - Throughput
 - Delay
 - Jitter
 - losses
- Για perceived QoS (PqoS) :
 - Χρησιμοποιούνται στατιστικά εργαλεία
 - Ερωτηματολόγια
 - Κλίμακες ικανοποίησης.



Παράδειγμα (1)



Παράδειγμα (2)

- Ερωτήσεις:
 - Μετατρέψτε το δίκτυο ώστε να υποστηρίζει DiffServ.
 - Θεωρήστε ότι ο N1 θέλει να κάνει VoIP με το N6.
 - Το SLA ορίζει ότι:
 - Το εύρος ζώνης που απαιτείται είναι 100 kbps.
 - Το jitter πρέπει να είναι max 30 ms.
 - Το delay πρέπει να είναι max 100 ms.
 - Οι απώλειες πρέπει να είναι max 1%.
 - Τι PHB θα υλοποιήσετε;
 - Πού θα το υλοποιήσετε;
 - Στους DER τι θα κάνετε;

Παράδειγμα (3)

- Ερωτήσεις (συνέχεια) :
 - Υποθέστε ότι ο N2 ζητάει ταυτόχρονα από το N7 και ένα αρχείο χωρίς να υπάρχει SLA.
 - Τι αλλάζει στα PHB;
 - Πως θα διαχωριστεί η κάθε υπηρεσία;
 - Εάν η υπηρεσία μεταφοράς αρχείου είναι aggressive ποίος πρέπει να κάνει τι;



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- "Δίκτυα Υπολογιστών", A.S. Tanenbaum, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 3η έκδοση.
- *RFCs*
 - <http://www.ietf.org/rfc.html>

