



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης

Ενότητα 8: MPLS και Τηλεπικοινωνιακή Κίνηση

Μιχαήλ Λογοθέτης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Τεχνολογίας Υπολογιστών

Σκοποί ενότητας

- Εισαγωγικά στοιχεία για τους μηχανισμούς μηχανισμών traffic engineering σε δίκτυα MPLS
- Παρουσίαση των χαρακτηριστικών σήραγγας LSP και της μεθόδου εγκατάστασης σήραγγας LSP
- Περιγραφή των βασικών στρατηγικών προστασίας δικτύων MPLS



Περιεχόμενα ενότητας

- ❑ TRAFFIC ENGINEERING & MPLS
- ❑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΡΑΓΓΑΣ LSP
- ❑ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ



Περιεχόμενα ενότητας

TRAFFIC ENGINEERING & MPLS

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΡΑΓΓΑΣ LSP

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ



Ορισμός του Traffic Engineering

- Έλεγχος της ροής κίνησης μέσα στο δίκτυο με σκοπό
- Τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης του δικτύου
 - Την προσφορά καλύτερων υπηρεσιών
 - Την αντιμετώπιση θεμάτων που σχετίζονται με το σχεδιασμό του δικτύου



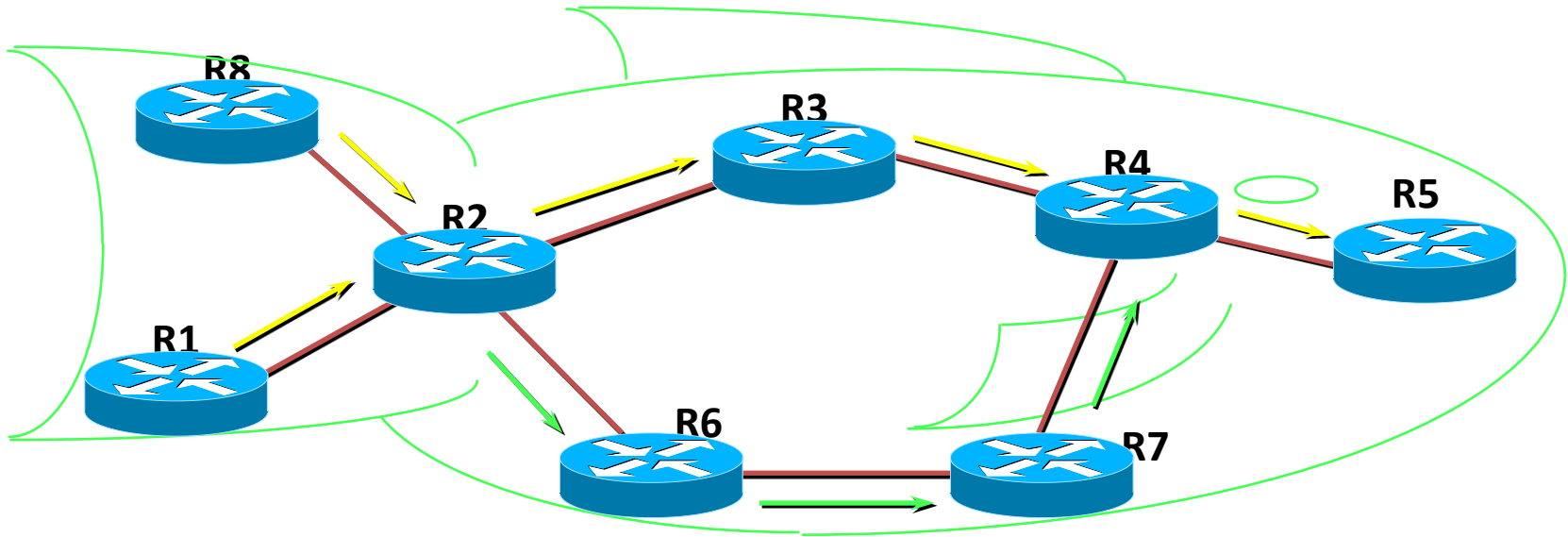
Λόγοι Χρήσης του Traffic Engineering

- Οικονομικοί – περισσότερα πακέτα, λιγότερα \$\$\$
- Ανεπάρκεια διευθύνσεων της δρομολόγησης IP
- Χρήσιμο εργαλείο για τις δικτυακές λειτουργίες
- Δρομολόγηση ανά Κατηγορία Υπηρεσίας (Class-of-Service)

**Οι εξοικονομήσεις μπορεί να είναι τεράστιες.
Μελέτες έχουν δείξει ότι το κόστος μετάδοσης
μπορεί να μειωθεί κατά 40%.**



Το «Πρόβλημα του Ψαριού»



- Το IP χρησιμοποιεί δρομολόγηση με βάση το συντομότερο μονοπάτι. Το συντομότερο μονοπάτι δεν είναι πάντα μοναδικό
- Είναι πιθανόν το συντομότερο μονοπάτι να είναι υπερφορτωμένο, όταν τα άλλα, εναλλακτικά μονοπάτια είναι άδεια.

Ανεπάρκειες στην Δρομολόγηση IP

- Χρονική και τοπική συμφόρηση
- Εξισορρόπηση φορτίου
 - Σε ζεύξεις μεγάλου μήκους
- Μέγεθος των ζεύξεων
 - Είναι δύσκολο με το IP να πετύχει κανείς καλή χρησιμοποίηση ζεύξεων ανόμοιου μεγέθους, χωρίς να υπερφορτώνει τις ζεύξεις χαμηλών ταχυτήτων



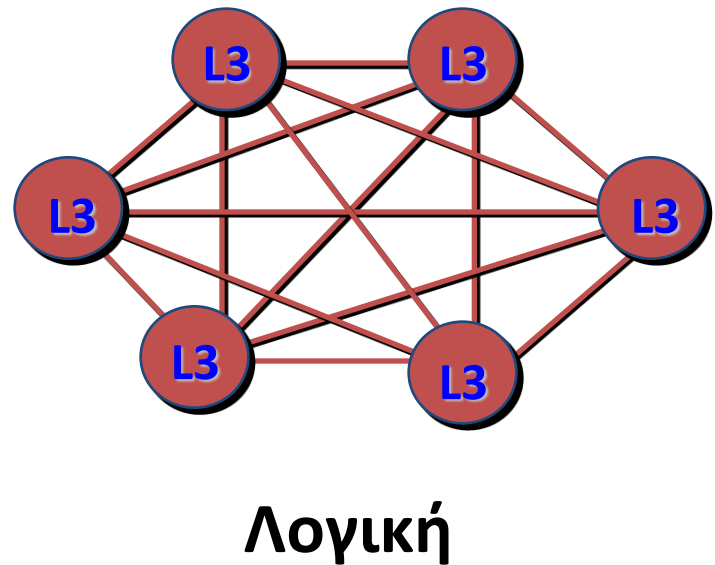
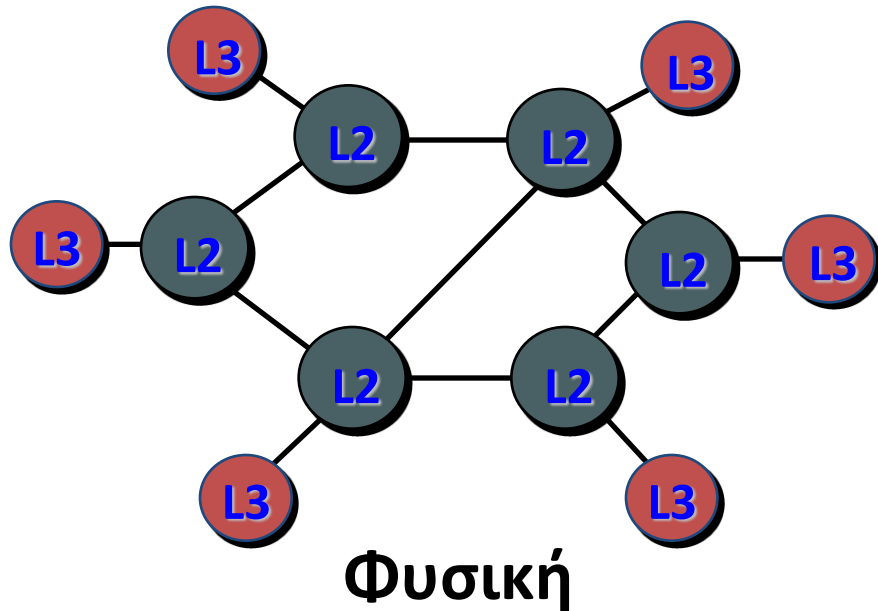
Εξισορρόπηση Φορτίου



Το να προσπαθήσει κανείς να πετύχει καλή χρησιμοποίηση των μεγάλων ζεύξεων με απλή προσαρμογή των μετρικών του IGP (Interior Gateway Protocol) δεν είναι καθόλου εύκολη υπόθεση!

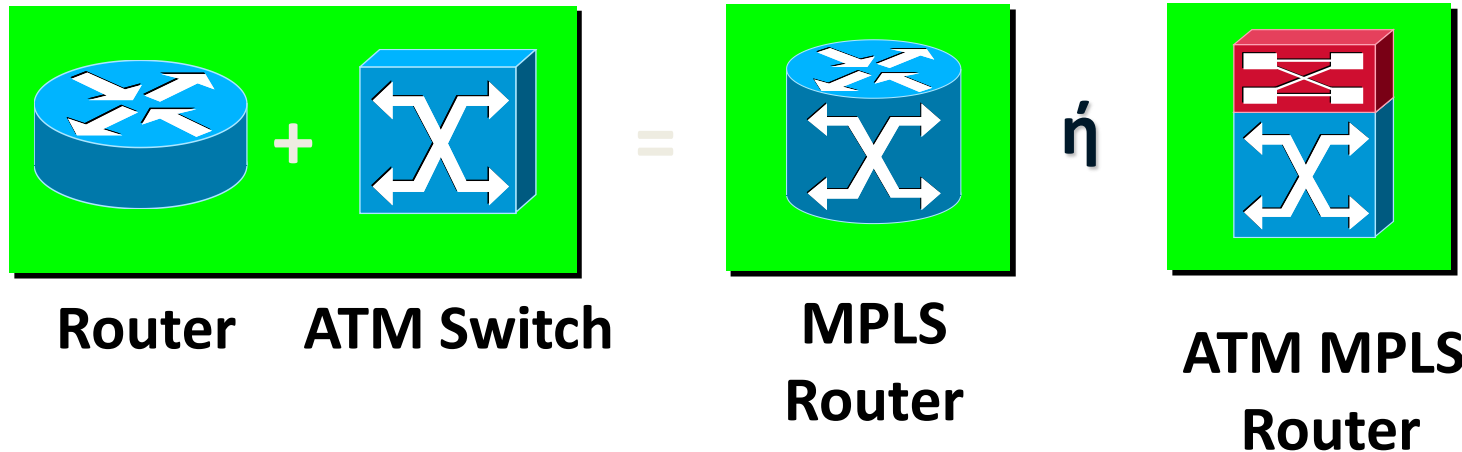


Διαχωρισμός Επιπέδων



- Το Επίπεδο 2 χρησιμοποιείται για την διαχείριση του εύρους ζώνης
- Το Επίπεδο 3 βλέπει το δίκτυο σαν έναν πλήρη γράφο

Traffic Engineering & MPLS



- Το MPLS συνενώνει το Επίπεδο 2 με το Επίπεδο 3
- Οι δυνατότητες του Επιπέδου 2 στο MPLS μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το IP traffic engineering

Περιεχόμενα ενότητας

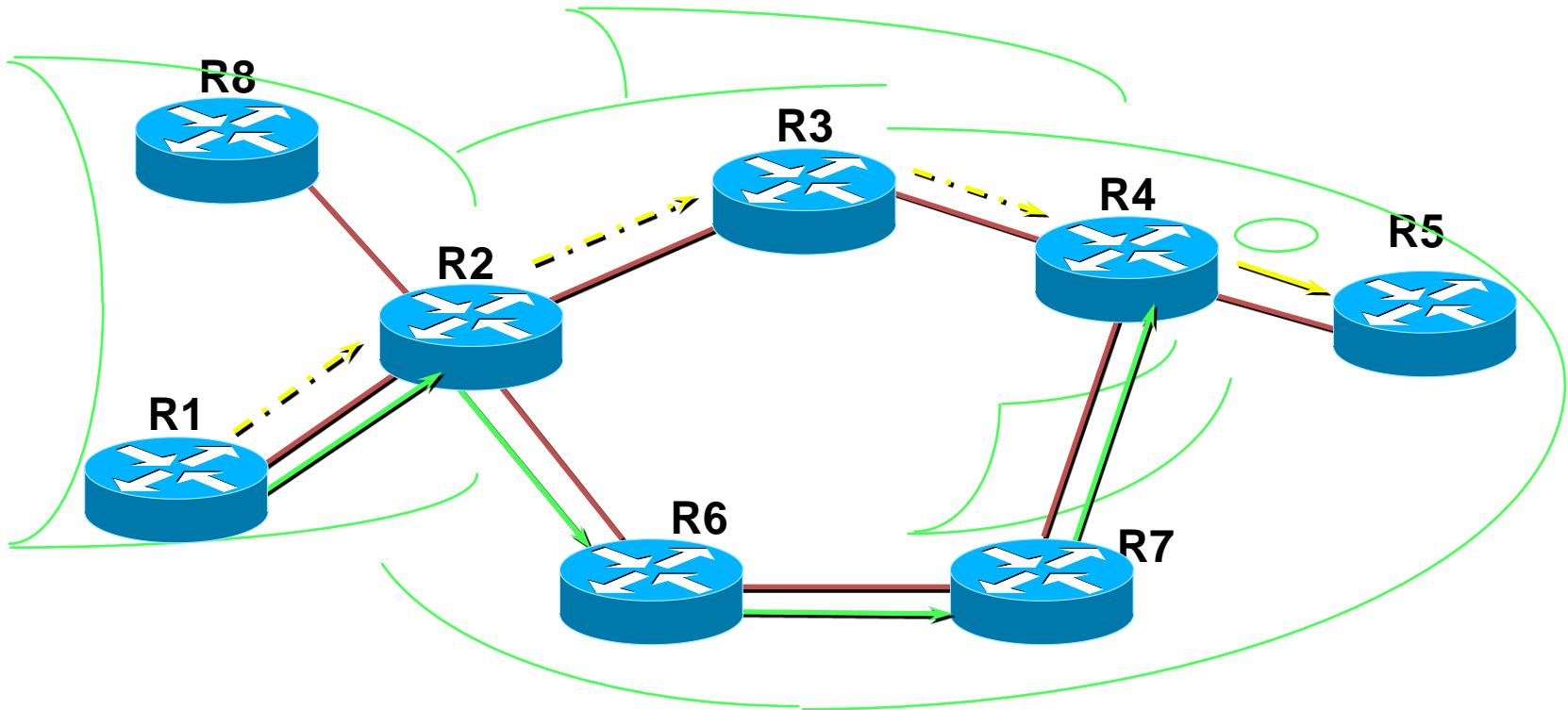
TRAFFIC ENGINEERING & MPLS

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΡΑΓΓΑΣ LSP

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ



Σήραγγα LSP



Ετικέτες, όπως VCI, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εγκαθίδρυση εικονικών κυκλωμάτων

→ Κανονική διαδρομή: R1->R2->R3->R4->R5

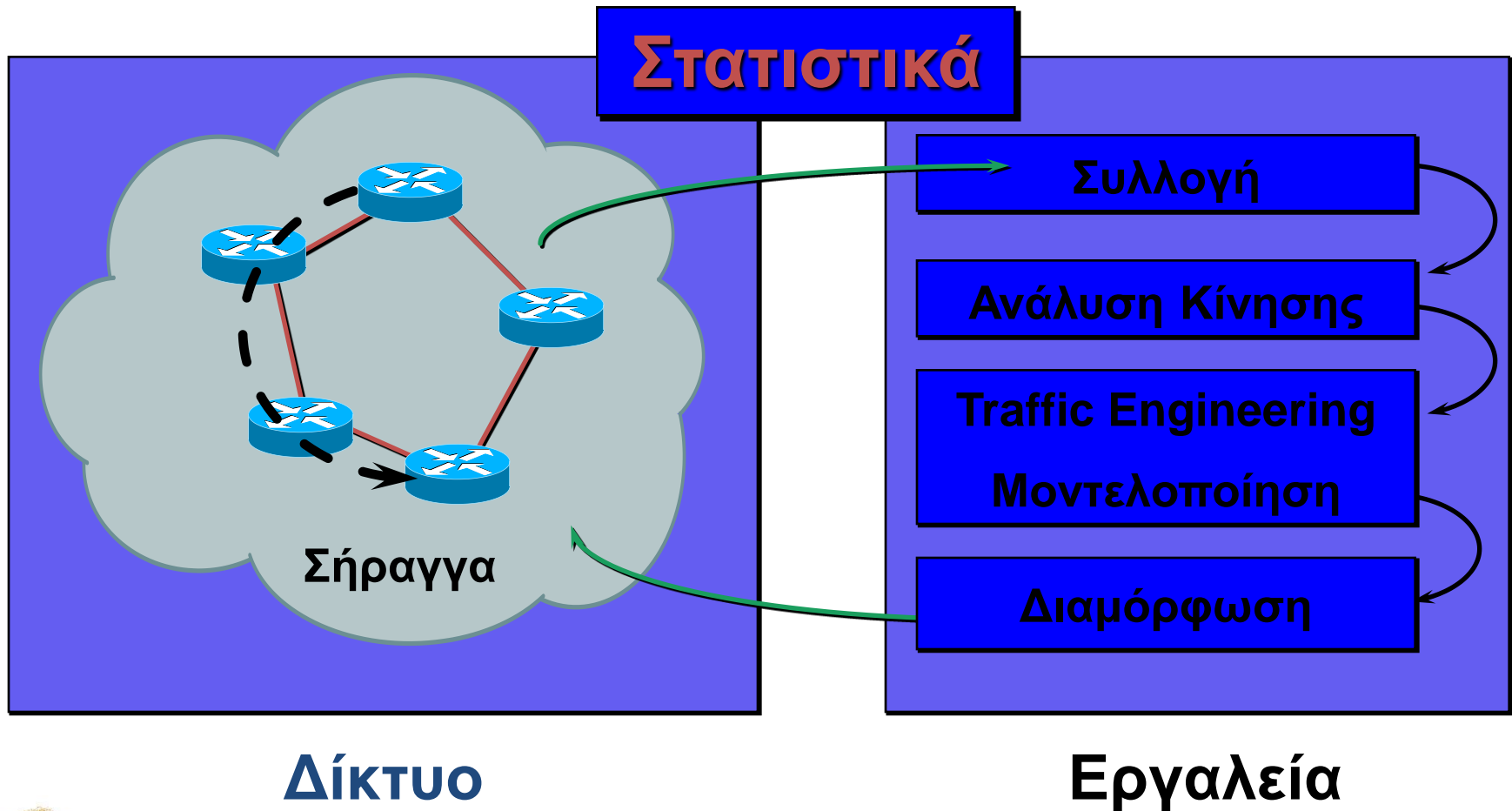
→ Σήραγγα LSP : R1->R2->R6->R7->R4

Εκτενές Traffic Engineering

- Σχεδιασμός δικτύου
 - Κατασκευή της τοπολογίας με δεδομένη την προσφερόμενη κίνηση
- Traffic engineering
 - Χειρισμός της προσφερόμενης κίνησης με δεδομένη την τοπολογία
 - Αν δίνεται **συγκεκριμένη** τοπολογία και ένας **πίνακας κίνησης**, ποιο σύνολο ρητών διαδρομών προσφέρει καλύτερη συνολική απόδοση του δικτύου;



Εργαλεία του Traffic Engineering



Πλεονεκτήματα του Traffic Engineering

- Βελτίωση της συνολικής επίδοσης του δικτύου
- Παροχή υπηρεσιών με ισχυρότερες παραμέτρους QoS
- Αντιμετώπιση τυχόν ανεπαρκειών του δικτύου καθώς και καταστάσεων βλάβης

Ως προς τους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών και τους λειτουργούς του δικτύου:

- Οικονομικά συμφέρον
- Εργαλεία παρακολούθησης και επέμβασης στο δίκτυο
- Επιλογή οικονομικής πολιτικής βάση της προσφερόμενης υπηρεσίας.



Στρατηγικό Traffic Engineering (1/2)

- Οι ζεύξεις δεν είναι διαθέσιμες
- Δεν υπάρχει υποδομή
- Μεγάλες καθυστερήσεις
- Σενάρια αποτυχίας
- Μη-αναμενόμενη αύξηση του φορτίου κίνησης



Στρατηγικό Traffic Engineering (2/2)

Παράδειγμα. Μεγάλος ISP στις ΗΠΑ

- Εμφανίζεται ένα νέο web site
 - Μέσα σε λίγες εβδομάδες γίνεται μεγαλύτερη πηγή κίνησης στο δίκτυό τους
 - Σε Ένας από τους κόμβους πρόσβασης προκαλείται μεγάλη συμφόρηση
- Όταν διαπιστώνεται το πρόβλημα
 - Εγκαθίστανται σήραγγες TE για να δρομολογούν αλλού την κίνηση που διέρχεται αλλά δεν πηγάζει και ούτε προορίζεται προς τον συγκεκριμένο κόμβο πρόσβασης
 - Το πρόβλημα της συμφόρησης επιλύθηκε πλήρως μέσα σε 5 λεπτά

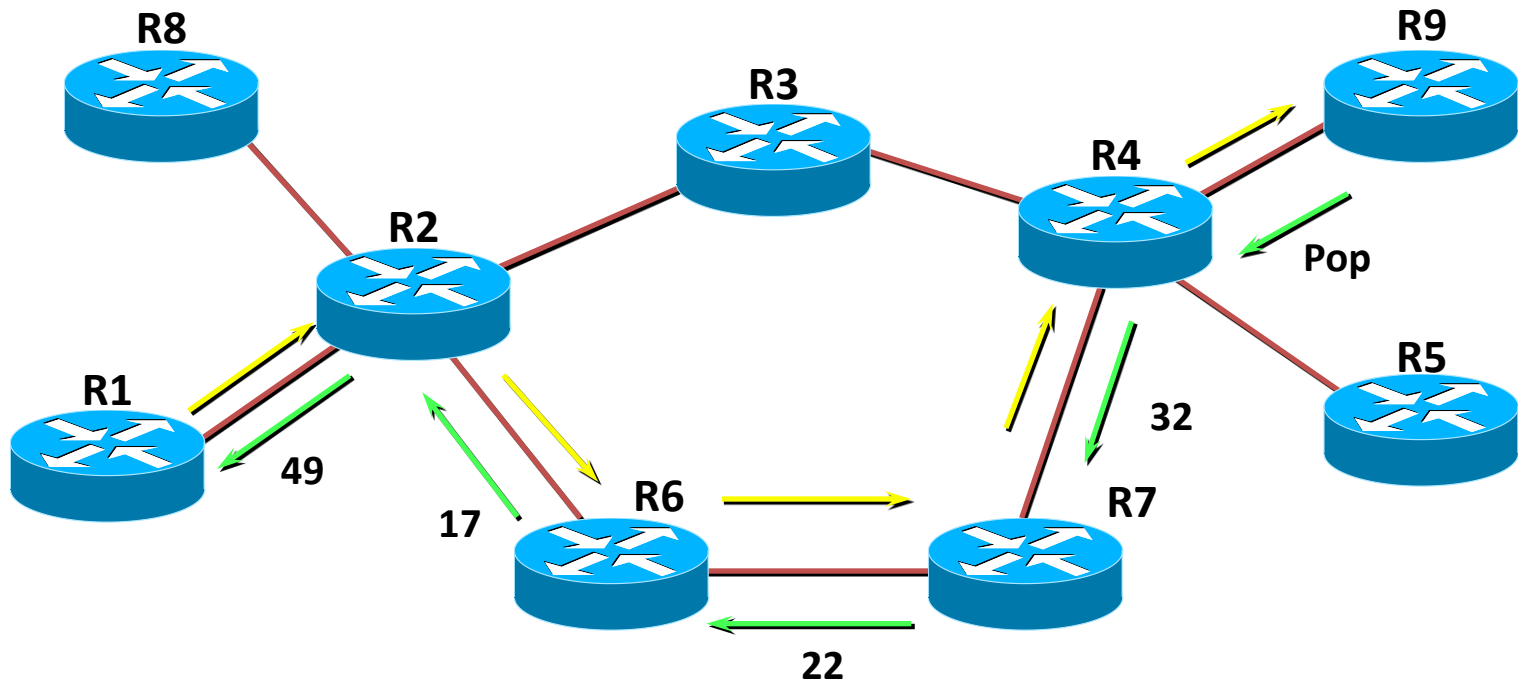


Χαρακτηριστικά Σήραγγας LSP

- Εύρος ζώνης
- Προτεραιότητες Εγκατάστασης & Εξυπηρέτησης
 - Χρήση για Έλεγχο Αποδοχής
- Συγγενείς κατηγορίες κίνησης
 - Απλή πολιτική δρομολόγησης
- Επιλογές μονοπατιού
 - Επιλογή του μονοπατιού στην είσοδο



Εγκατάσταση Σήραγγας LSP

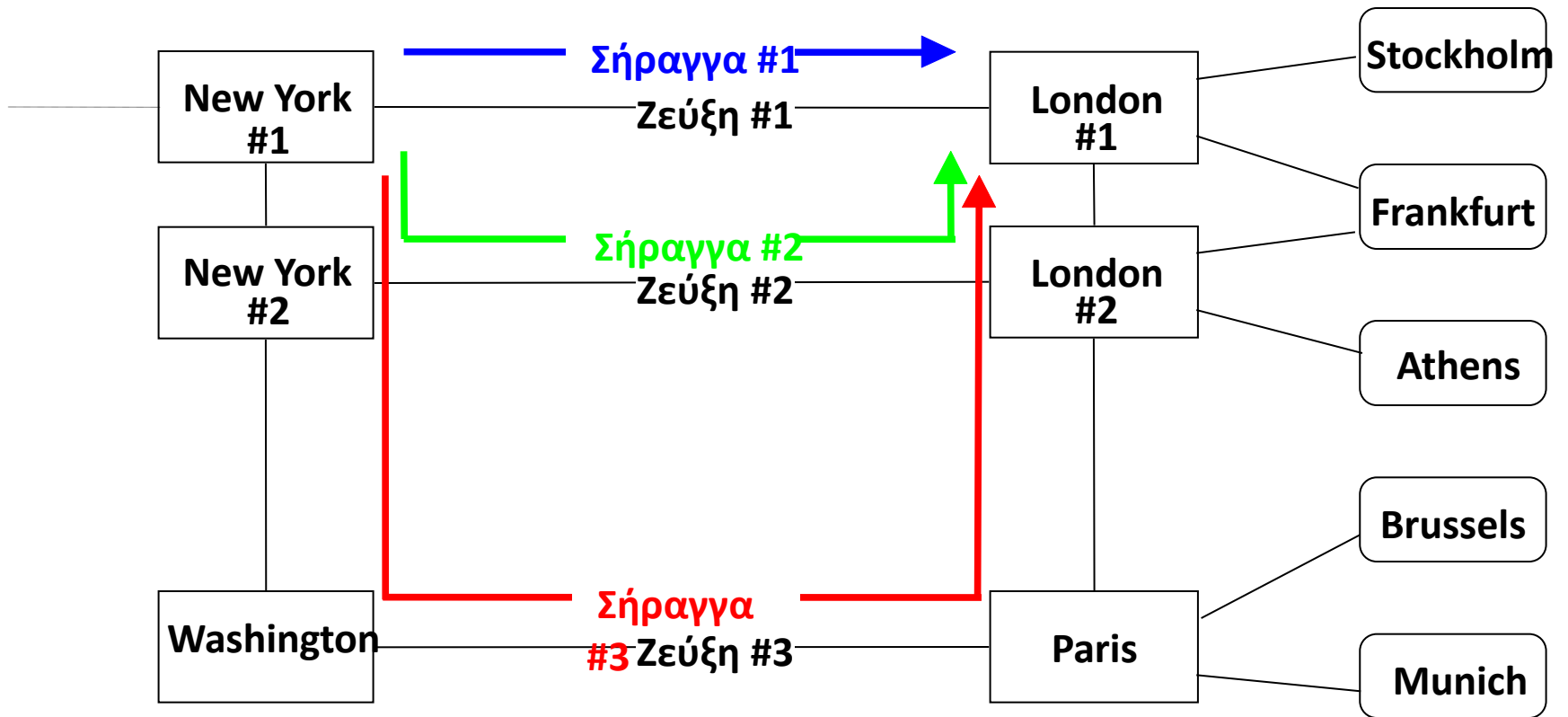


Εγκατάσταση Σήραγγας LSP: (R1->R2->R6->R7->R4->R9)

Απάντηση: Στέλνει Ετικέτες και Λειτουργίες Ετικετών
Δεσμεύει εύρος ζώνης σε κάθε ζεύξη



Αυτόματη Εξισορρόπηση Φορτίου



Περιεχόμενα ενότητας

- TRAFFIC ENGINEERING & MPLS
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΡΑΓΓΑΣ LSP
- ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ**

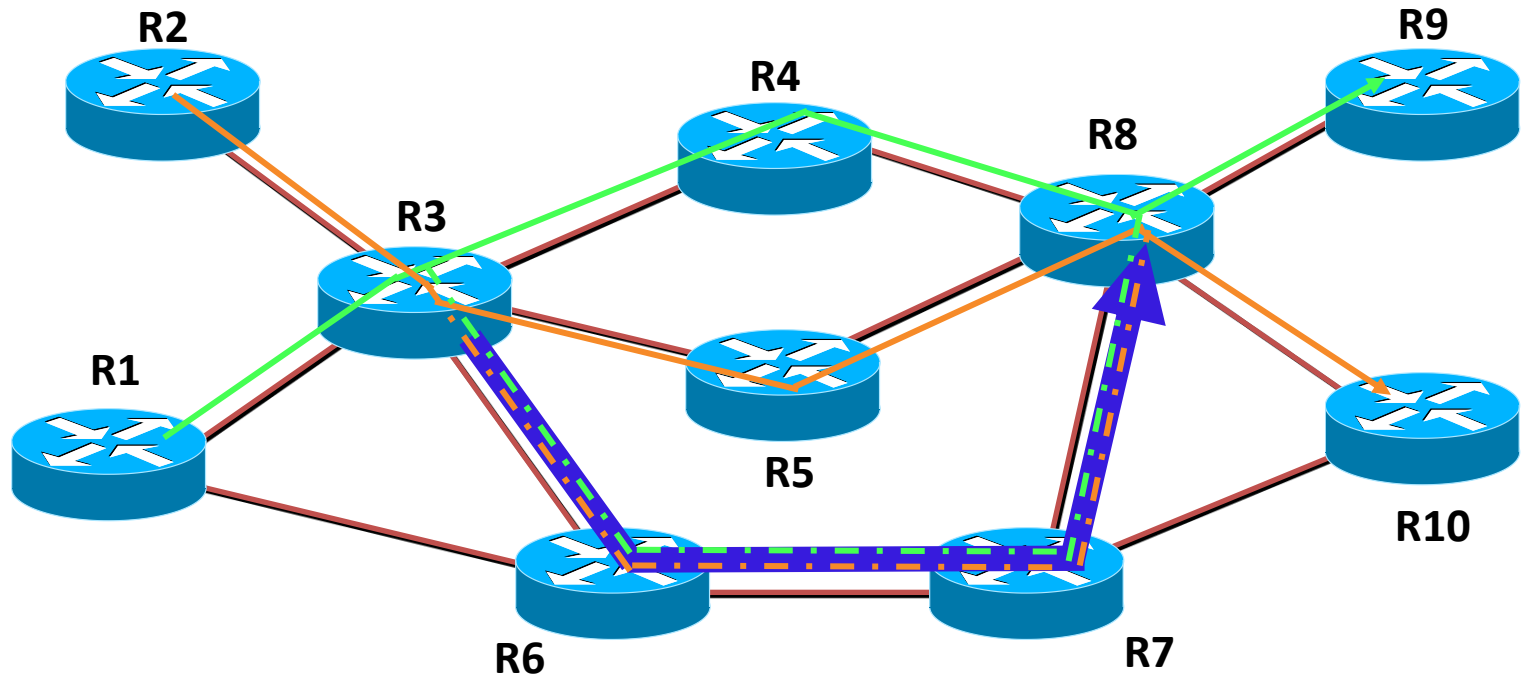


Στρατηγικές Προστασίας

- Τοπική προστασία
 - Στο σημείο βλάβης γίνεται επισκευή προκειμένου να συνεχίσουν τη λειτουργία τους οι εφαρμογές ζωτικής σημασίας
 - Γρήγορη - $O(\text{milliseconds})$
 - Σχεδόν βέλτιστη
- Προστασία μονοπατιού
 - Μια βέλτιστη επισκευή μακράς διάρκειας
 - Πιο αργή - $O(\text{seconds})$




Τοπική Προστασία μέσω της Παρακαμπτήριας Σήραγγας



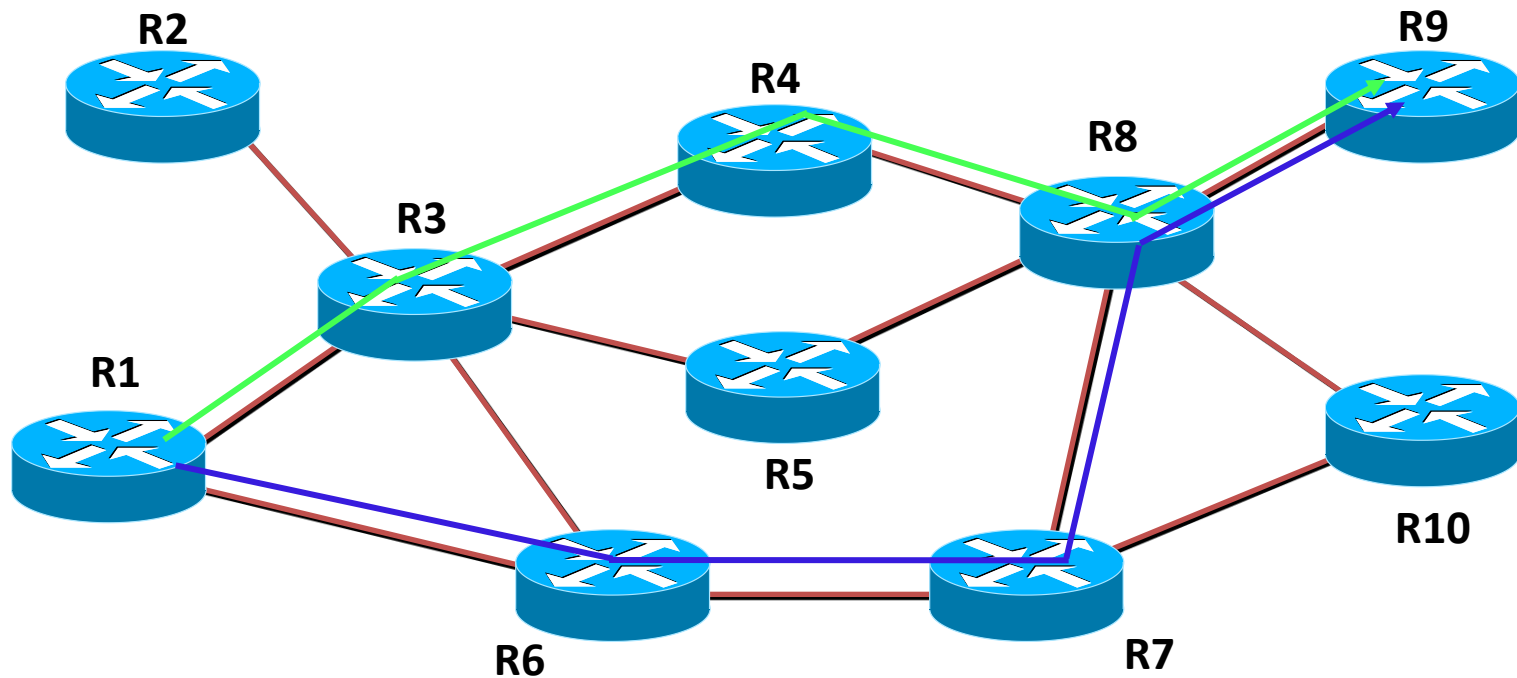
Παρακαμπτήρια σήραγγα 

Κύριο μονοπάτι 

Εφεδρικό μονοπάτι 



Προστασία Μονοπατιού



Κύριο μονοπάτι —————

Εφεδρικό μονοπάτι —————

Ανακεφαλαίωση του Traffic Engineering

Το Traffic engineering παρέχει τρόπους για

- Μείωση του κόστους μετάδοσης
- Αντιμετώπιση ανεπαρκειών δρομολόγησης
- Αντιμετώπιση προβλημάτων διαχείρισης δικτύου
- Παροχή καλύτερης Ποιότητας Εξυπηρέτησης
 - Εξασφαλίζοντας την διαθεσιμότητα των πόρων
 - Ελαχιστοποιώντας τις βλάβες



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιον Πατρών, **Μιχαήλ Λογοθέτης 2015**.
«**Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης, Ενότητα 8: MPLS και
Τηλεπικοινωνιακή Κίνηση**». Έκδοση: **1.0**. Πάτρα **2015**. Διαθέσιμο από τη
δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/EE756/> .



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

