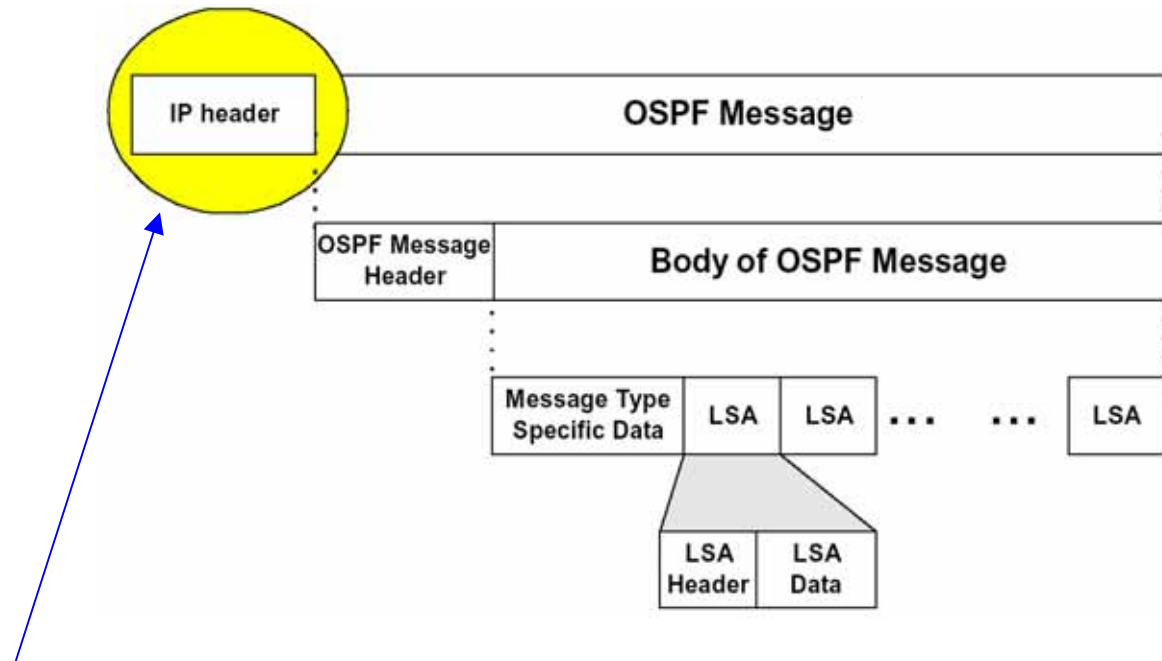


Μηνύματα OSPF

Μορφή OSPF πακέτων

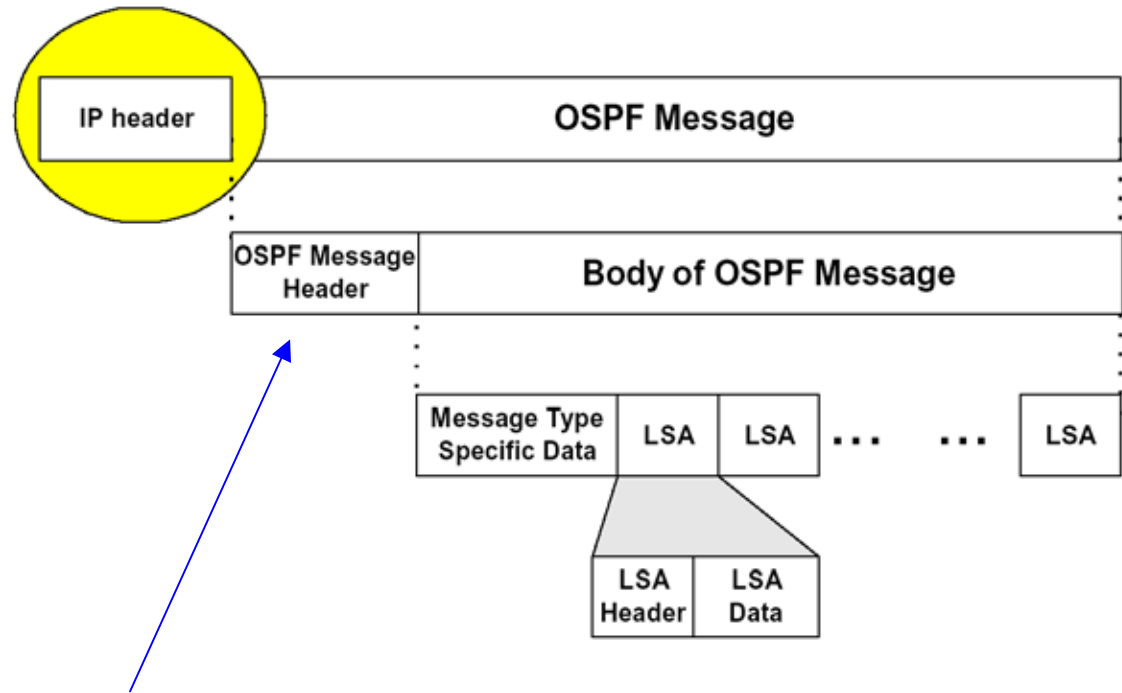
OSPF, υποπρωτόκολλα

- Hello Protocol
- Flooding Protocol
- Exchange Protocol



- Τα OSPF πακέτα δεν ενθυλακώνονται σε UDP πακέτα, το OSPF πατάει κατευθείαν πάνω στο IP
- Το OSPF έχει αριθμό IP πρωτοκόλλου **89**
- Τα IP πακέτα έχουν πεδίο TTL =1, συνήθως
- Η διεύθυνση προορισμού στο IP πακέτο είναι:
 - IP του γείτονα ή
 - 224.0.0.5 (ALLSPFRouters) ή
 - 224.0.0.6 (ALLDRouters)

OSPF message header



1	1	2	4	4	2	2	8	
Version number	Type	Packet length	Router ID	Area ID	Checksum	Authentication type	Authentication	Data

•24 bytes μέγεθος

OSPF message header

Version number

- Έκδοση του OSPF πρωτοκόλλου, η τρέχουσα έκδοση είναι η OSPF V2

OSPF message header

Type

Τύπος του OSPF πακέτου:

Hello

- Δημιουργία και συντήρηση σχέσεων με τους γείτονες

Database description

- Περιγράφει τα περιεχόμενα της τοπολογικής βάσης
- Ανταλλάσσονται στο αρχικό στάδιο της ευθυγράμμισης (adjacency)

Link-state request

- Ζητά τμήματα της τοπολογικής βάσης από τους γειτονικούς δρομολογητές
- Ανταλλάσσονται όταν ο δρομολογητής αντιληφθεί (ελέγχοντας τα database description μηνύματα) ότι τμήματα της βάσης του είναι ξεπερασμένα

Link-state update

- Απάντηση σε μήνυμα τύπου link-state request packet
- Χρησιμοποιούνται και για τη διασπορά των LSA ανά χρονικά διαστήματα
- Ένα μήνυμα αυτού του τύπου μπορεί να περιλαμβάνει αρκετά LSAs

Link-state acknowledgment

- Επιβεβαιώνει τη λήψη link-state update πακέτων

OSPF message header

Packet length

- Μήκος του πακέτου σε bytes

Router ID

Η προέλευση του πακέτου, είναι συνήθως η **υψηλότερη IP διεύθυνση του δρομολογητή**, ή η **υψηλότερη loopback ip**, αν υπάρχει τέτοια

- Υπολογίζεται μόνο κατά την αρχικοποίηση του δρομολογητή ή του πρωτοκόλλου

Area ID

- Η περιοχή** από την οποία προήλθε το πακέτο. Όλα τα OSPF πακέτα σχετίζονται σε μία περιοχή

Checksum

- Έλεγχος λαθών σε ολόκληρο το πακέτο

OSPF message header

Λειτουργία Αυθεντικοποίησης

- Υπάρχει η δυνατότητα να αυθεντικοποιούμε τα OSPF πακέτα και έτσι να ομαδοποιούμε τους δρομολογητές σε περιοχές βασισμένες σε προκαθορισμένους κωδικούς πρόσβασης
- Ορίζεται ένα κλειδί και ένα κλειδί ID ανά δρομολογητή. Υπολογίζεται ένα **μήνυμα** το οποίο **εξαρτάται από το κλειδί, το κλειδί ID και το πακέτο** και το οποίο προσαρτάται στο εκπεμπόμενο πακέτο
- Έτσι το κλειδί **δεν στέλνεται στο δίκτυο**
- Επίσης είναι δυνατό να αλλάξει το κλειδί χωρίς να διακοπεί η λειτουργία του πρωτοκόλλου. Ο κάθε δρομολογητής στέλνει **πολλαπλά αντίγραφα** του κάθε πακέτου με τα διάφορα κλειδιά, μέχρι όλοι οι γείτονες να αποκτήσουν το καινούργιο κλειδί
- Όλες οι ανταλλαγές πακέτων OSPF αυθεντικοποιούνται
- Η αυθεντικοποίηση διαμορφώνεται **ανά περιοχή**, δηλαδή ορίζεται ένας **κοινός κωδικός** σε όλους τους δρομολογητές της ίδιας περιοχής

OSPF message header

Authentication type

- Τύπος αυθεντικοποίησης

- 0:** Δεν υπάρχει αυθεντικοποίηση (default)

- 1:** Σύμβαση σε μορφή **κειμένου** (ορίζεται στους δρομολογητές μιας περιοχής το ίδιο κλειδί, το πρόβλημα είναι ότι αυτό μπορεί εύκολα με παθητική ακρόαση, να υποκλαπεί)

- 2:** MD-5 (message digest) checksum – τοποθετείται στο τελευταίο πακέτο

- Ορίζεται συνθηματικό **ανά διεπαφή** ή για **όλο τον δρομολογητή**

OSPF message header

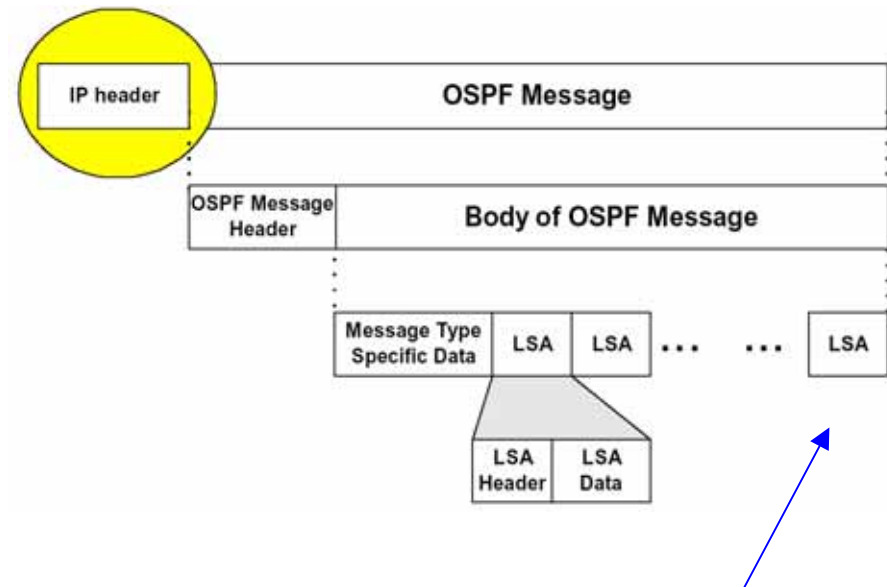
Authentication

- Πληροφορία αυθεντικοποίησης
- Τύπος 1: 64bits σύνθημα σε μορφή **κειμένου**
- Τύπος 2:
 - 0x0000 (16bits)
 - KeyID (8bits)
 - Μήκος του MD5 checksum (8bits)
 - Αύξων αριθμός σειράς, sequence number (32bits) → αποτρέπει replay attacks

Data

- Πληροφορία ανωτέρων επιπέδων

LSA, Link State Advertisement



4	4	8	8	8	4	4	8	8	2	2	4
Link Age	Link Type	Link State ID	Advertising Router	Link Sequence Number	Checksum	Length	Link ID	Link Data	Link Type	#TOS metrics	Metric

LSA Header

LSA Data

LSA, Link State Advertisement

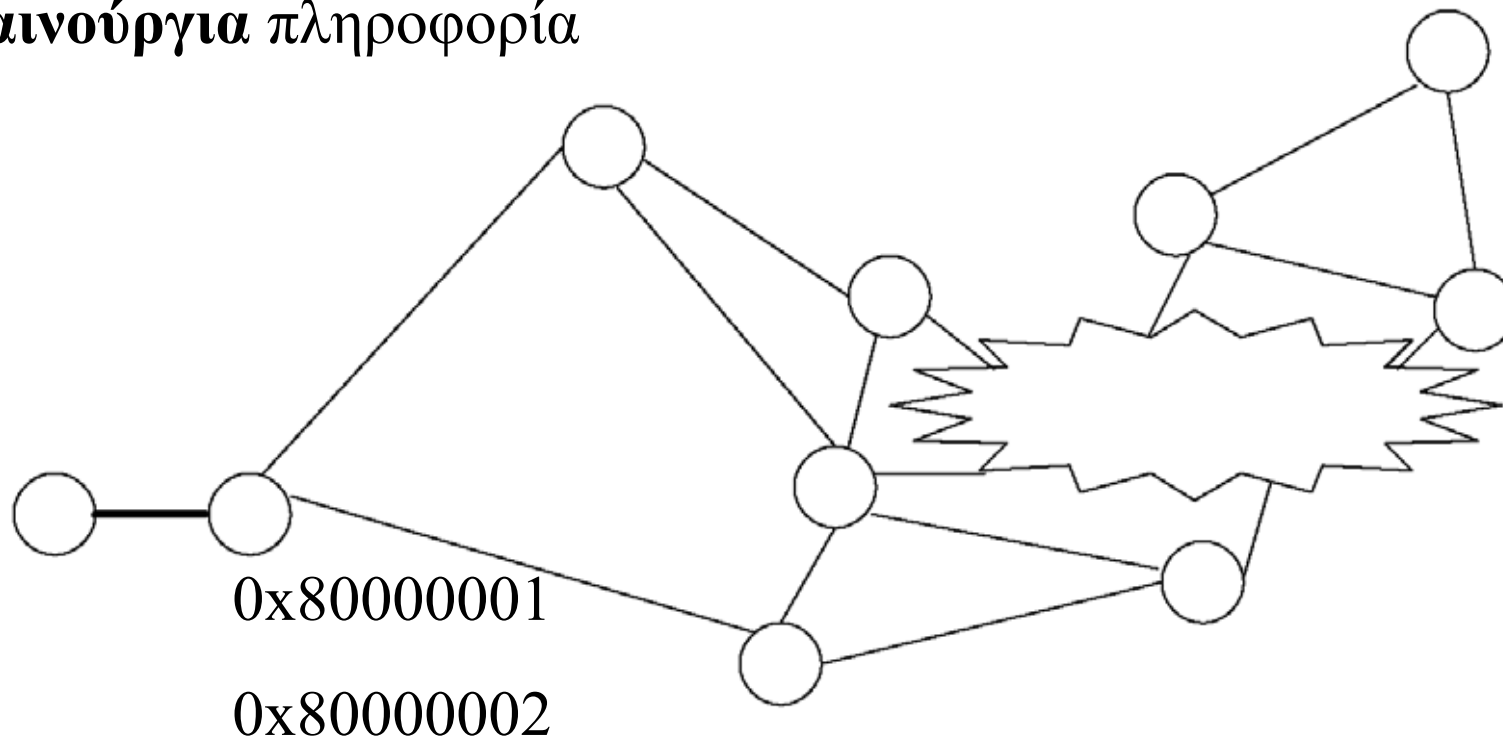
Advertising router ID

- Ο δρομολογητής ο οποίος παρέχει την LSA
Advertised link or network ID

LSA, Link State Advertisement

Sequence number [0x80000001,0x7fffffff]

- Αριθμός σειράς
- Έστω ότι ένας δρομολογητής δέχεται δύο **LSAs** από τον ίδιο αποστολέα με αντικρουόμενη πληροφορία
- Για το λόγο αυτό κάθε LSA έχει έναν **αριθμό σειράς** (sequence number), ο δρομολογητής μπορεί να ξεχωρίσει ποιο LSA περιέχει την πιο **καινούργια** πληροφορία



LSA, Link State Advertisement

Link Age [0, 60 minutes]

- Μετρητής γήρανσης
- Αυτό **περιοδικά αυξάνεται** όσο το LSA παραμένει στη βάση ή όπως διαδίδεται μέσα στην περιοχή
- Όταν αυτό φτάσει μια μέγιστη τιμή **απορρίπτεται** από τη βάση, αν δεν υπάρχει σε κάποια λίστα επανεκπομπής
- Σπανίως ένα LSA φτάνει την MaxAge, αφού αντικαθίσταται από ένα πιο πρόσφατο μέσω της διαδικασίας ανανέωσης (refresh), έτσι μόνο οι νεκρές συνδέσεις θα φτάσουν το MaxAge
- Αυτός ο μηχανισμός είναι χρήσιμος για την περίπτωση **αναδίπλωσης του αριθμού σειράς**
- Χωρίς αυτόν ο δρομολογητής θα απέρριπτε όλα τα LSA που θα λάμβανε
- Βήματα:
 - (1) 0x7FFFFFFF MaxSeq#
 - (2) 0x7FFFFFFF with MaxAge to purge this entry
 - (3) 0x80000001

LS Type

LS type	Advertisement Description
1	Router Link advertisements. Generated by each router for each area it belongs to. They describe the states of the router's link to the area. These are only flooded within a particular area.
2	Network Link advertisements. Generated by Designated Routers. They describe the set of routers attached to a particular network. Flooded in the area that contains the network.
3 or 4	Summary Link advertisements. Generated by Area Border routers. They describe inter-area (between areas) routes. Type 3 describes routes to networks, also used for aggregating routes. Type 4 describes routes to ASBR.
5	AS external link advertisements. Originated by ASBR. They describe routes to destinations external to the AS. Flooded all over except stub areas.

LS Type

RL, Router Links

- Παράγονται από όλους τους δρομολογητές
- Περιγράφουν την κατάσταση των διεπαφών ενός δρομολογητή **εντός μιας συγκεκριμένης περιοχής**
- Διαδίδονται μόνο εντός των ορίων της περιοχής
- Περιέχει τις καταστάσεις των διεπαφών του δρομολογητή σε αυτή την περιοχή
- Η ανακοίνωση αυτή είναι ένδειξη αν ο δρομολογητής είναι ABR ή ASBR

NL, Network Links

- Παράγονται για κάθε transit δίκτυο πολλαπλής πρόσβασης, από έναν **DR** ενός συγκεκριμένου τμήματος (segment)
- Αποτελεί μια ένδειξη για τους δρομολογητές που είναι συνδεδεμένοι σε αυτό το segment
- Περιγράφει όλους τους δρομολογητές που είναι ευθυγραμμισμένοι στον DR

LS Type

SL, Summary Links

- Αναφέρονται σε συνδέσεις μεταξύ περιοχών (inter-area links) και σε δίκτυα εντός άλλων περιοχών, αλλά που ανήκουν **στο ίδιο αυτόνομο σύστημα**
- Εισάγονται από τον ABR και από τον κορμό προς άλλες περιοχές και ανάποδα
- Χρησιμοποιούνται για συνάθροιση (aggregation) μεταξύ των περιοχών

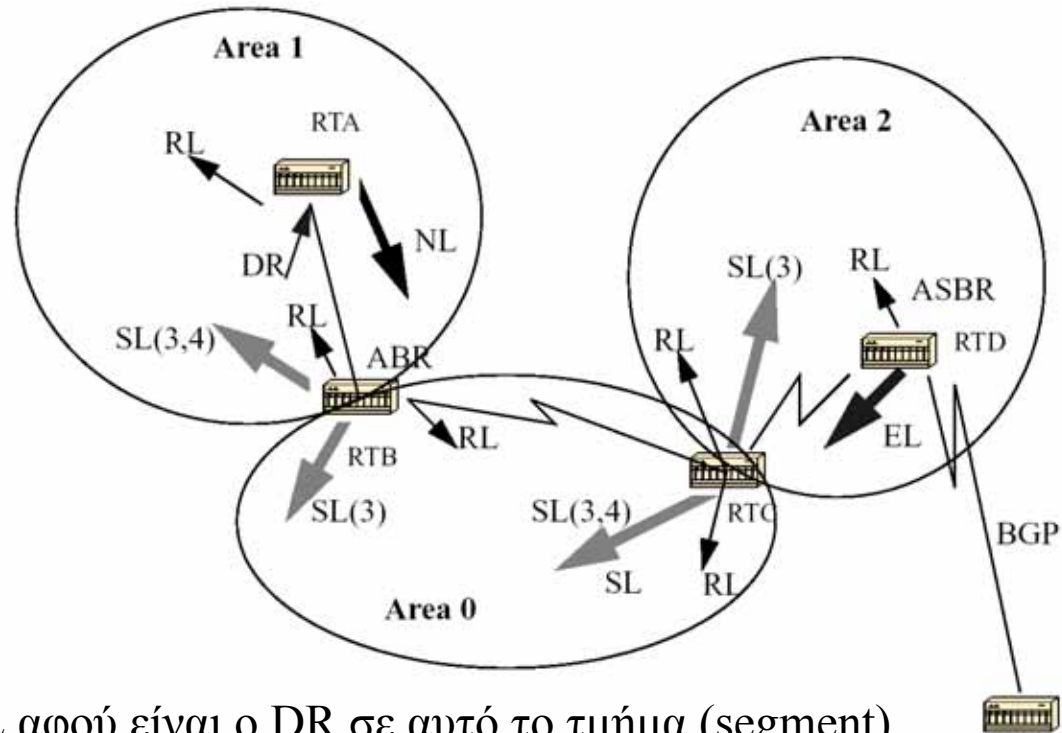
asbr-summary (τύπου 4 συνδέσεις)

- Συνδέσεις που δείχνουν στο ASBR
- Έτσι όλοι οι δρομολογητές θα γνωρίζουν τον δρόμο για έξοδο από το αυτόνομο σύστημα

EL, External Links

- Εισάγονται από τον ASBR στο domain, περιγράφουν διαδρομές εξωτερικές στο AS

LS Type



RTA

- Παράγει RL στην περιοχή 1 και NL αφού είναι ο DR σε αυτό το τμήμα (segment)

RTB

- Παράγει RL εντός της περιοχής 0 και 1 και summary links στις περιοχές 0 και 1 και τα οποία είναι μια λίστα των δικτύων που ανταλλάσσονται ανάμεσα στις δύο περιοχές
- Επίσης εισάγεται ένα ASBR summary link στην περιοχή 1 (αποτελεί ένδειξη για την ύπαρξη του RTD που είναι ο ASBR)

RTC

- Παράγει RL για τις περιοχές 0 και 2 και μία SL (3) εντός της περιοχής 2 και μία SL (3,4) στην περιοχή 0 ανακοινώνοντας τον RTD

RTD

- Παράγει μία RL για την περιοχή 2 και μία EL για τις εξωτερικές διαδρομές που έχουν γίνει γνωστές μέσω BGP. Οι εξωτερικές διαδρομές θα διαδωθούν σε όλο το domain

Link-state ID

- Ταυτότητα του link-state
- Διαφορετική ταυτότητα ορίζεται ανάλογα τον τύπου του LS:

LS type	Link State ID (In the high level view of the database when referencing a router this is called Link ID)
1	The originating Router's Router ID (RID).
2	The IP interface address of the network's Designated Router.
3	The destination network number.
4	The router ID of the described AS boundary router.
5	The external network number.

Link-state ID

Router Links

- **RID**, router ID του δρομολογητή που παράγει το LSA

Network Links

- IP διεύθυνση του σχετικού DR, αφού αυτά παράγονται από τον DR

Summary Links

- Προσδιορίζονται από την IP διεύθυνση του προορισμού

ASBR Summary Links

- Προσδιορίζονται από την RID του ASBR

External Links

- Προσδιορίζονται από την IP διεύθυνση των εξωτερικών προορισμών που δείχνουν

Links

Stub network links

- Ένα stub segment είναι ένα segment που έχει μόνο ένα δρομολογητή
- Ένα τέτοιο segment θεωρείται ως stub network link
- Μία διεπαφή βρόχου (loopback interface) επίσης θεωρείται σαν σύνδεσμος σε stub network με μάσκα 255.255.255.255 (Host route)

Point-to-point links

- Είναι φυσικές ή λογικές (subinterfaces) σειριακές συνδέσεις σημείου προς σημείο
- Οι συνδέσεις αυτές μπορεί να είναι αριθμημένες (μία IP είναι ορισμένη στη σύνδεση) ή χωρίς αρίθμηση

Links

Transit links

- Αυτά είναι διεπαφές συνδεδεμένες σε δίκτυα με περισσότερους από έναν δρομολογητές

Virtual links

- Πρόκειται για λογικές συνδέσεις που συνδέουν περιοχές που δεν έχουν φυσικές συνδέσεις με τον κορμό
- Αντιμετωπίζονται σαν αριθμημένες συνδέσεις σημείου προς σημείο

Link ID

- Αποτελεί την ταυτότητα της ίδιας της σύνδεσης
- Είναι διαφορετική για κάθε τύπο σύνδεσης

Transit link

- IP διεύθυνση του DR σε αυτή τη σύνδεση

Numbered point-to-point link

- **RID** του γειτονικού δρομολογητή στην σύνδεση σημείου προς σημείο

Virtual links

- Ακριβώς ίδια με τις συνδέσεις σημείου προς σημείο

Links to stub networks

- IP διεύθυνση της διεπαφής προς το stub δίκτυο

Link ID

Link type	Link ID (This applies to individual Links)
Point-to-Point	Neighbor Router ID
Link to transit network	Interface address of DR
Link to stub network (In case of loopback mask is 255.255.255.255)	Network/subnet number
Virtual Link	Neighbor Router ID

The Link Data is the IP address of the link, except for stub network where the link data is the network mask.

Link type	Link Data
Stub network	Network Mask
Other networks (applies to router links only)	Router's associated IP inter- face address

Finally, an Advertising Router is the RID of the router that has sent the LSA.

OSPF database

Αποτελείται από εγγραφές με τα ακόλουθα πεδία:

- Link-Data**
- Link-ID**
- Link-state ID**

**Επιπλέον
Δυνατότητες
του OSPF**

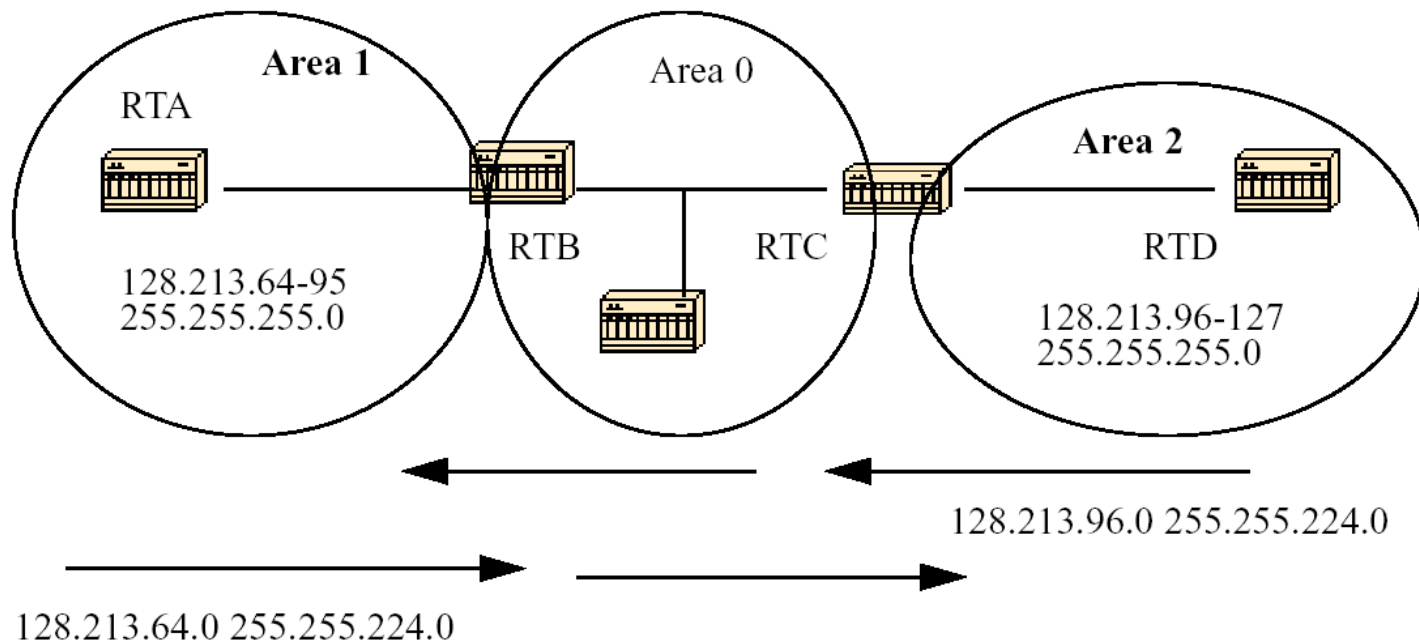
Σύνοψη διαδρομών (Route Summarization)

- Περισσότερες της μίας διαδρομές μπορούν να διαφημιστούν σε **μία μόνο αναγγελία** (Link State Advertisement)
- Η λειτουργία αυτή μπορεί να ρυθμιστεί ανάμεσα σε δύο περιοχές αλλά η καλύτερη πολιτική είναι να γίνει στη **κατεύθυνση του δικτύου κορμού**
- Έτσι το δίκτυο κορμού λαμβάνει όλες τις συναθροισμένες (**aggregate**) διευθύνσεις και τις προωθεί (ήδη συναθροισμένες) προς άλλες περιοχές
- Προϋπόθεση να είναι τα υποδίκτυα **συνεχόμενα** ώστε να μπορεί να γίνει **συνάθροιση** τους

Σύνοψη διαδρομών (Route Summarization)

Inter-area route summarization

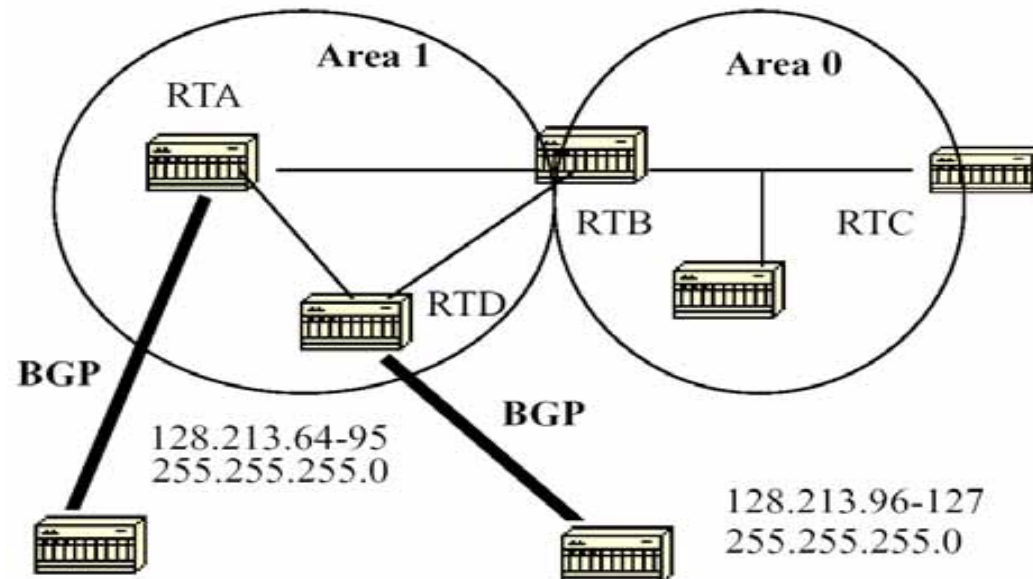
- Γίνεται στους **ABRs** και εφαρμόζεται σε routes που προέρχονται από το ίδιο το AS
- Έτσι στο παράδειγμα ο RTB αντί να διαφημίσει τα υποδίκτυα τάξης C 128.213.64.0 έως και 128.213.95, διαφημίζει **μόνο ένα** 128.213.64.0 με μάσκα 255.255.224.0.
- Το ίδιο συμβαίνει και με τον RTC



Σύνοψη διαδρομών (Route Summarization)

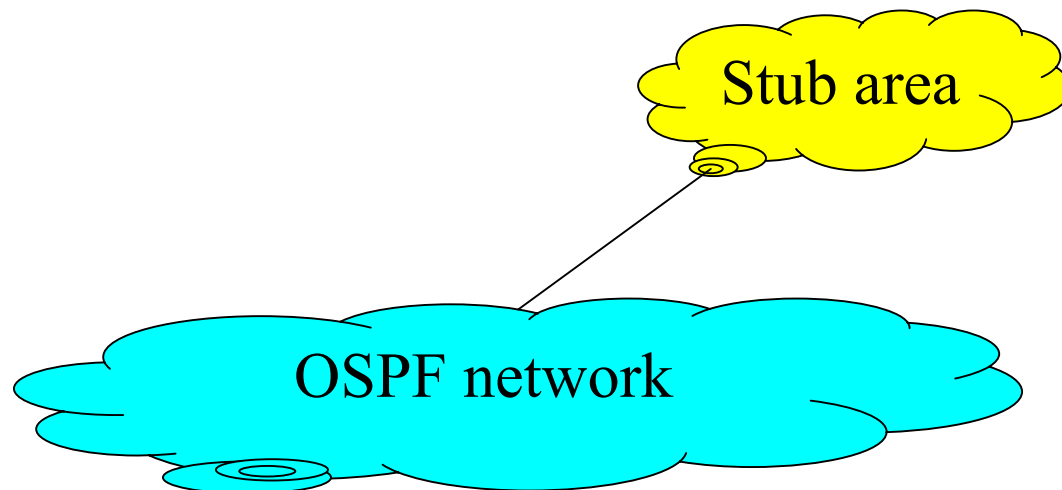
External route summarization

- Εφαρμόζεται σε routes που εισάγονται στο OSPF με αναδιανομή από άλλα πρωτόκολλα
- Στο σχήμα οι RTA, RTD κάνουν αναδιανομή τις εξωτερικές διαδρομές και ο RTA αναγγέλλει **μία μόνο διαδρομή** προς το 128.213.64.0 με μάσκα 255.255.224.0
- Απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει αυτό, είναι τα υποδίκτυα προς συνένωση να είναι συνεχόμενα



Περιοχές Στελέχη (Stub areas)

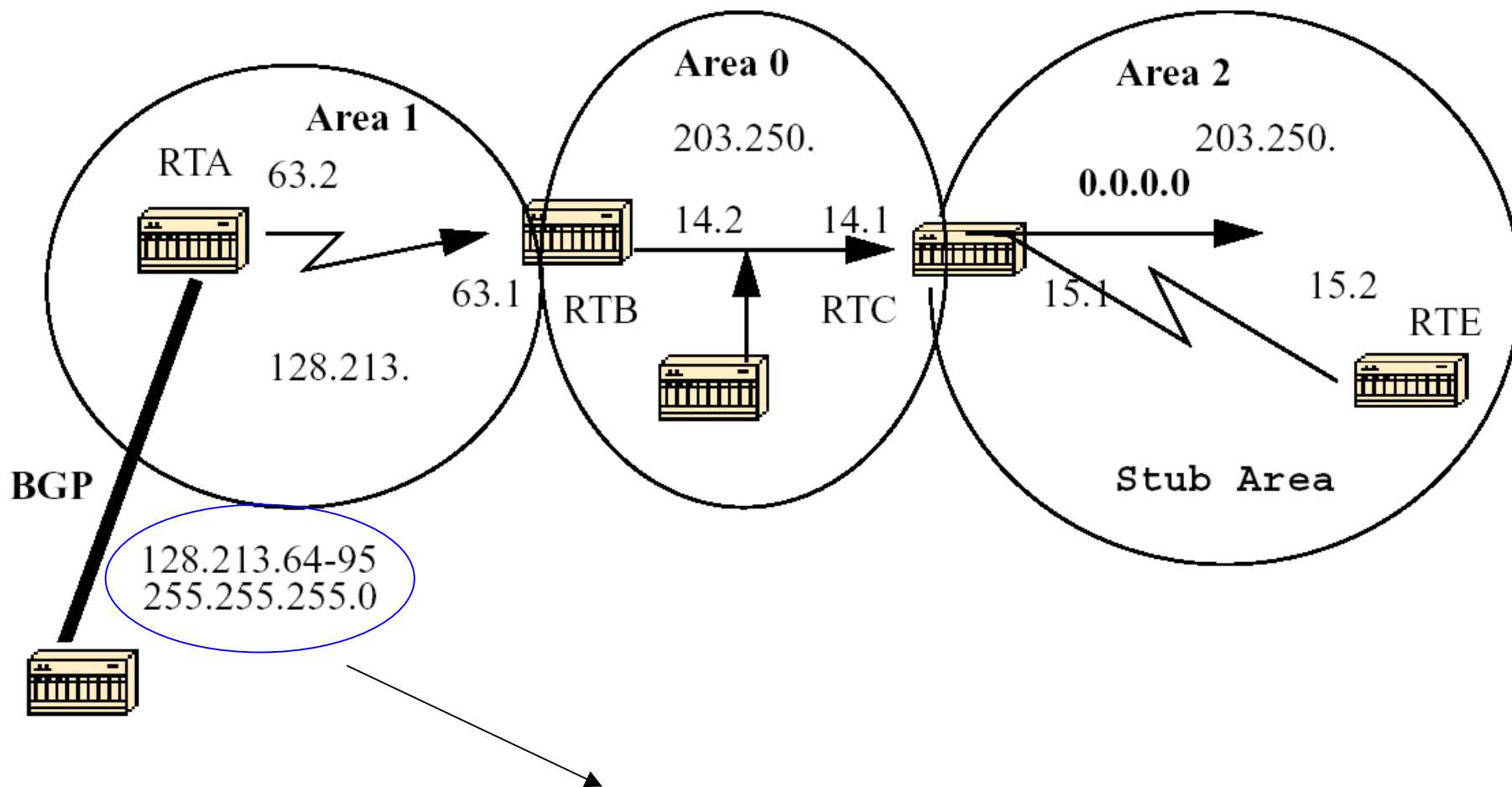
- Μερικές περιοχές μπορούν να οριστούν σαν **stub areas**
- Τα **εξωτερικά δίκτυα**, αυτά που διανέμονται με άλλα πρωτόκολλα στο OSPF **δεν επιτρέπεται να διαφημιστούν σε τέτοιες περιοχές**
- Η δρομολόγηση από αυτές τις περιοχές προς τα έξω στηρίζεται σε κάποια **default route**
- Με αυτό τον τρόπο μειώνεται το **μέγεθος** της τοπολογικής βάσης μέσα σε μια περιοχή και ελαττώνονται αντίστοιχα οι απαιτήσεις για μνήμη στους δρομολογητές



Περιοχές Στελέχη (Stub areas)

- Μια περιοχή μπορεί να οριστεί να stub area όταν υπάρχει **ένα μόνο σημείο εξόδου** από αυτή την περιοχή ή όταν η δρομολόγηση προς τα έξω **δε χρειάζεται να ακολουθήσει μια βέλτιστη διαδρομή** (αφού σε μια stub area με περισσότερες από μια διεξόδους προς τα έξω δεν θα ακολουθείται πάντα η βέλτιστη διέξοδος αλλά η default)
- Επίσης μια stub area **δεν** μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν **transit area** για **ιδεατές συνδέσεις**, όπως και **δεν** μπορεί να περιέχει έναν **ASBR**, αφού δεν μπορεί να μεταφέρει external routes
- Έτσι ο **κορμός** δεν μπορεί να ρυθμιστεί σαν stub area
- Όλοι** οι δρομολογητές εντός της stub area πρέπει να ρυθμιστούν σαν **stub routers** (τα Hello μηνύματα θα περιέχουν ένα αντίστοιχο stub flag, αλλιώς δεν θα γίνουν ποτέ γείτονες)

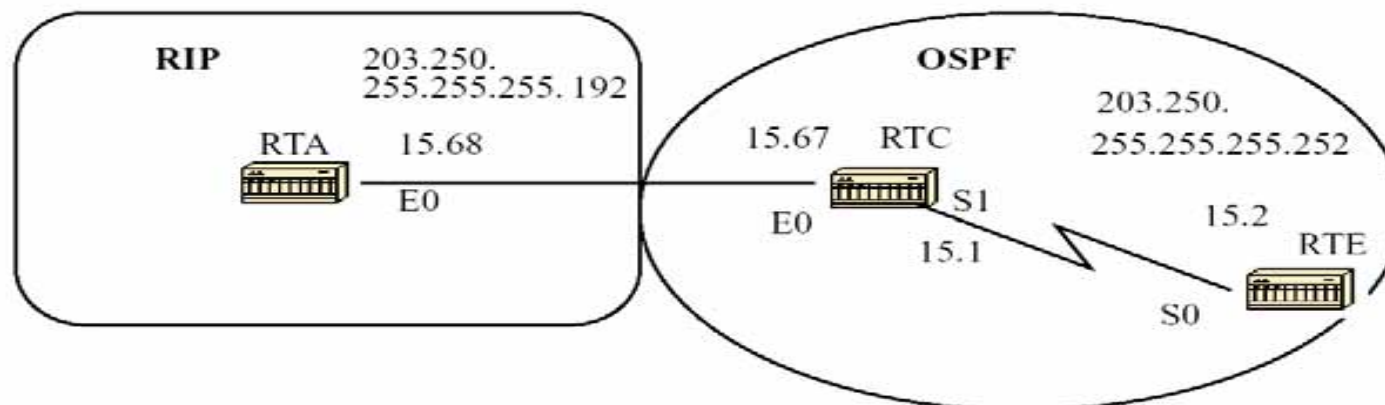
Περιοχές Στελέχη (Stub areas)



- Οι διαδρομές αυτές που έχουν δημιουργηθεί από το BGP **δεν θα μεταδοθούν** εντός της περιοχής 2, αφού αυτή έχει οριστεί σαν **stub area**
- Μια default διαδρομή προς τον RTC είναι **αρκετή**

VLSM, Variable Length Subnetting Mask

- Το OSPF μπορεί να μεταφέρει πληροφορία για διαφορετικού μεγέθους υποδίκτυα μέσα σε ένα δίκτυο, άλλα πρωτόκολλα όμως όπως το RIP, IGRP δεν μπορούν
- Στο παράδειγμα το 203.250.15.0 έχει κοπεί σε υποδίκτυα διαφορετικού μεγέθους
- Ένα υποδίκτυο με μάσκα 255.255.255.192 έχει μέγεθος 64 διευθύνσεων, ενώ ένα με μάσκα 255.255.255.252 χωρά μόνο 4 διευθύνσεις
- Επειδή κάτι τέτοιο δεν υποστηρίζεται από το RIP, ο RTA δεν θα μάθει ποτέ την ύπαρξη του 203.250.15.0 με μάσκα 255.255.255.252
- Η λύση είναι να προσθέσουμε χειροκίνητα στο RTA μία διαδρομή
`ip route 203.250.15.0 255.255.255.252 203.250.15.67`



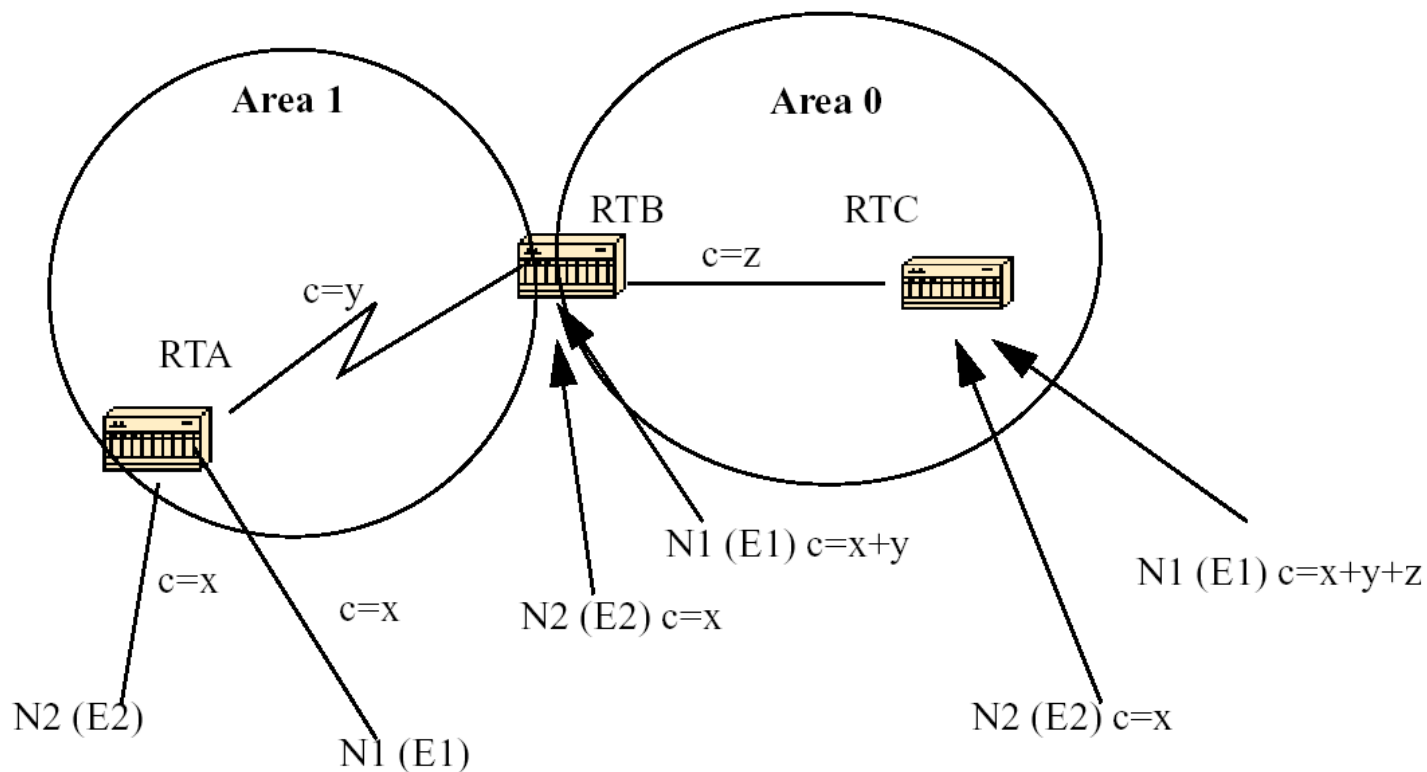
Αναδιανομή διαδρομών στο OSPF

- Αναδιανομή **στατικών διαδρομών** ή διαδρομών από **άλλα πρωτόκολλα**
- Αυτές οι διαδρομές θεωρούνται ως **εξωτερικές διαδρομές** του OSPF

Αναδιανομή διαδρομών στο OSPF

Εξωτερικές διαδρομές τύπου E1 (E1 external routes)

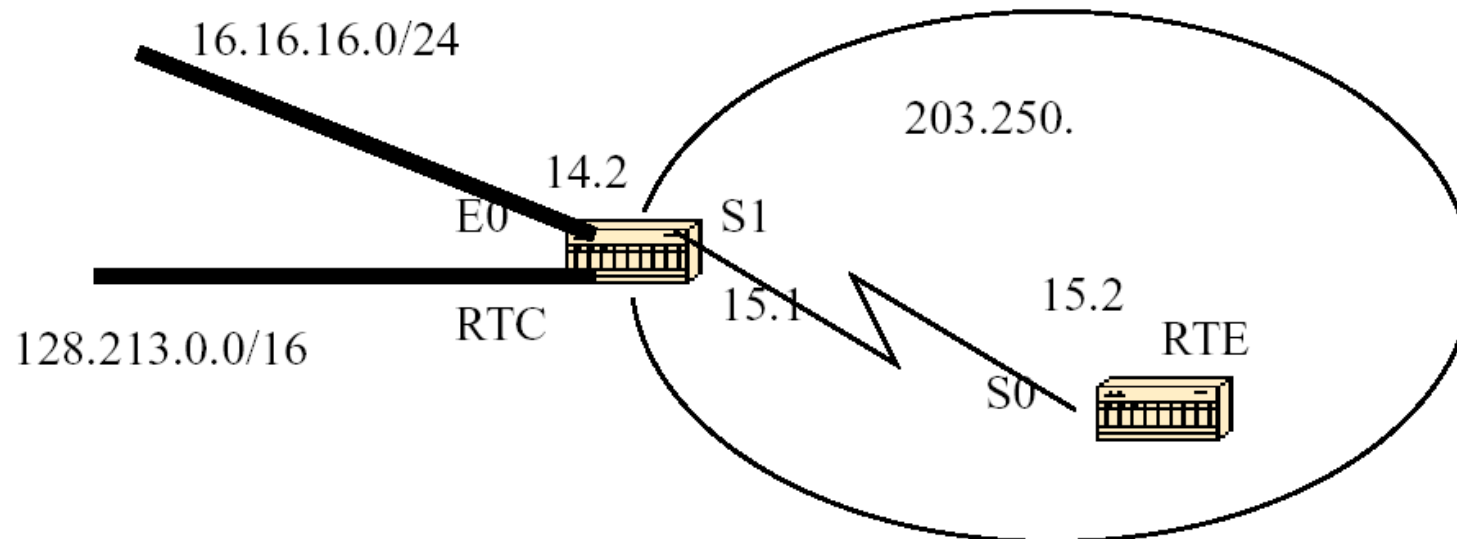
- Το κόστος των E1 είναι το άθροισμα του εξωτερικού και του εσωτερικού κόστους
- Οι τύπου 1 προτιμούνται από τους 2 αν το κόστος είναι ίδιο



Αναδιανομή διαδρομών στο OSPF

Εξωτερικές διαδρομές τύπου E2 (E2 external routes)

- Το κόστος των E2 είναι πάντα το εξωτερικό κόστος ανεξάρτητο από το εσωτερικό κόστος προκειμένου να φτάσουμε σε αυτή τη διαδρομή
- Είναι ο default τύπος



Αναδιανομή OSPF διαδρομών

Μετρικές

- Όταν διανέμονται OSPF διαδρομές προς άλλα πρωτόκολλα πρέπει οι μετρικές που χρησιμοποιούνται να ταιριάζουν με αυτές του πρωτοκόλλου
- Για παράδειγμα το RIP χρησιμοποιεί μετρικές 1-16 (που εκφράζουν το πλήθος των hops για να φτάσει σε κάποιο προορισμό)
- Επίσης το IGRP και EIGRP απαιτούν μετρικές της μορφής:

default-metric bandwidth delay reliability loading
mtu

Αμοιβαία Αναδιανομή διαδρομών (Mutual Redistribution)

- Η αμοιβαία αναδιανομή ανάμεσα σε πρωτόκολλα πρέπει να γίνεται πολύ **προσεκτικά** και με **ελεγχόμενο τρόπο**
- Σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να δημιουργηθούν στο δίκτυο **βρόχοι**, δηλαδή διαδρομές χωρίς αρχή και τέλος
- Ο κανόνας για την αποφυγή βρόχων είναι να μην επιτρέπουμε σε πληροφορία η οποία έχει **μαθευτεί από ένα πρωτόκολλο να διαδοθεί πάλι προς το ίδιο πρωτόκολλο**

Αμοιβαία Αναδιανομή διαδρομών (Mutual Redistribution)

- Στους δρομολογητές που κάνουν την αναδιανομή πρέπει να εφαρμοστούν κάποιοι **κανόνες** που αφορούν την αναδιανομή των διαδρομών
- Υπάρχουν δύο κατηγορίες κανόνων : **Passive interfaces** και **Distribute lists**

Passive interfaces

- Αν ορίσουμε μία διεπαφή ως παθητική (passive) τότε δεν επιτρέπουμε την πληροφορία που μας έρχεται από το πρωτόκολλο να **διαδοθεί προς τα εκεί**

Distribute lists in

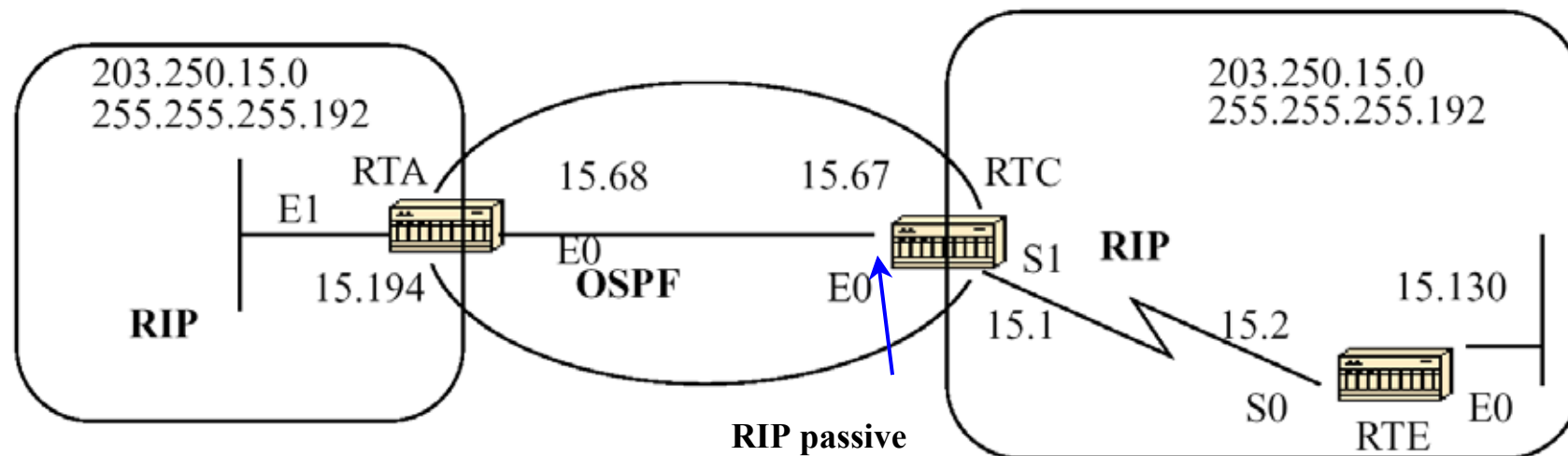
- Χρησιμοποιείται στους ASBR για να **φιλτράρει** τις διαδρομές προς αναδιανομή σε άλλα πρωτόκολλα

Distribute lists out

- Χρησιμοποιείται σε κάθε δρομολογητή για να **αποτρέπει** τις διαδρομές να τοποθετηθούν στον πίνακα δρομολόγησης, αλλά δεν αποτρέπει τα πακέτα LSA από το να διαδωθούν

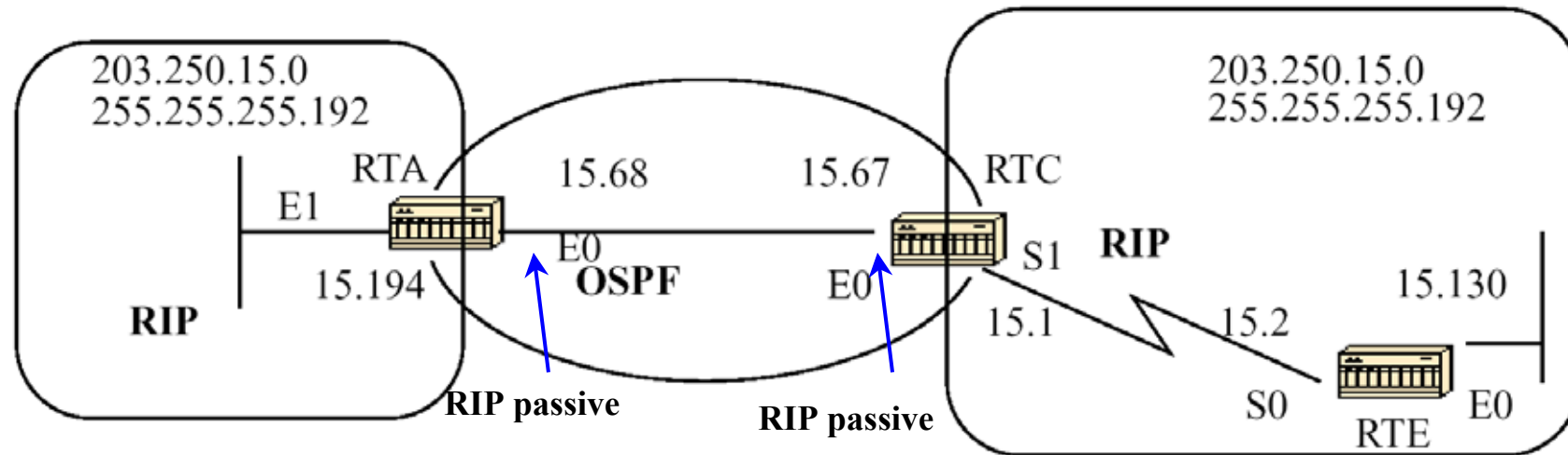
• Συνίσταται να αποφευχθεί όσο είναι δυνατό το OSPF filtering αν μπορεί να εφαρμοστεί στα άλλα πρωτόκολλα

Αμοιβαία Αναδιανομή διαδρομών (Mutual Redistribution)



- Ορίζουμε το E0 σαν **παθητικό** για το RIP, δηλαδή ακούει μόνο, δεν μιλά από εκεί RIP
- Αυτό σημαίνει ότι δεν αφήνουμε την RIP πληροφορία που έρχεται από το RTE να διαδοθεί στο OSPF δίκτυο
- Εκείνο που συμβαίνει είναι όμως ότι ο RTA μαθαίνει μέσω OSPF από τον RTC για το 203.250.15.128 με μάσκα 255.255.255.192
- Στη συνέχεια ο RTA το δίνει πίσω στον RTC μέσω RIP
- Έτσι δημιουργείται ένας **βρόχος** με τον RTC να έχει δύο διαδρομές για το υποδίκτυο 203.250.15.128

Αμοιβαία Αναδιανομή διαδρομών (Mutual Redistribution)



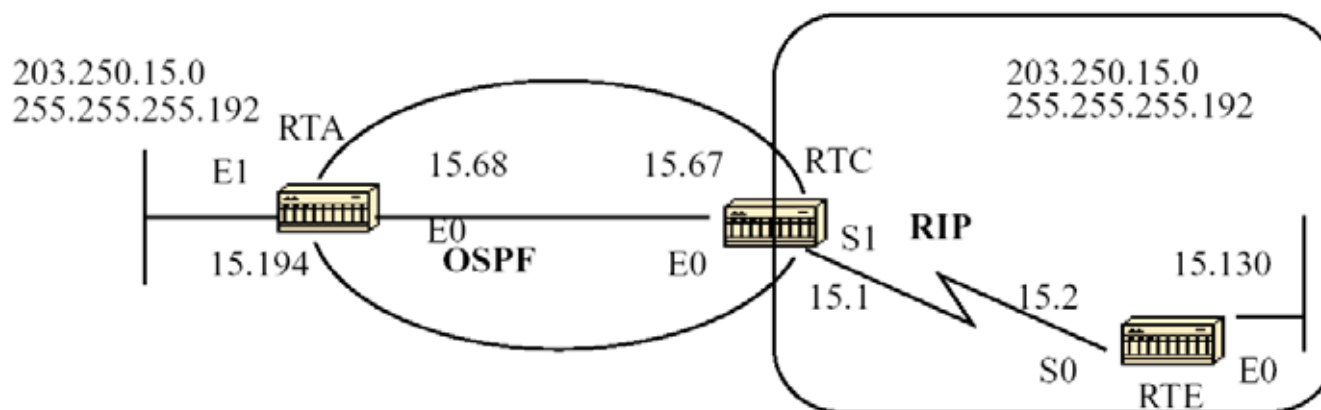
- Αυτό θα μπορούσε να διορθωθεί μέσω ενός passive interface στο E0 του RTA. Έτσι τα RIP μηνύματα δεν θα διαδίδονται προς τον RTC
- Αυτό έχει το μειονέκτημα ότι δεν θα μπορούσαν RIP routers στο ethernet να δουλέψουν

Αμοιβαία Αναδιανομή διαδρομών (Mutual Redistribution)

- Άλλη μέθοδος (πιο καλή) είναι να εφαρμόσουμε **distribute-lists** στον RTA, ώστε να μην αφήσουμε τα υποδίκτυα τα οποία μάθαμε μέσω OSPF να διαδωθούν στο RIP

Εισάγοντας Defaults διαδρομές στο OSPF

- Ένας ASBR μπορεί να αναγκαστεί να παράγει μια **default διαδρομή** σε ένα OSPF domain
- Ένας router γίνεται ASBR, οποτεδήποτε οι διαδρομές αναδιανέμονται σε ένα OSPF domain
- Ο ASBR **δεν δημιουργεί by default** μία default διαδρομή σε ένα OSPF domain
- Στο παράδειγμα πρέπει να **ορίσουμε** στον RTC να δημιουργεί μια default διαδρομή (default-information originate metric) προκειμένου ο RTC να διαδώσει την default διαδρομή στον RTA



Ασφάλεια, Επίθεση στη δομή του δικτύου

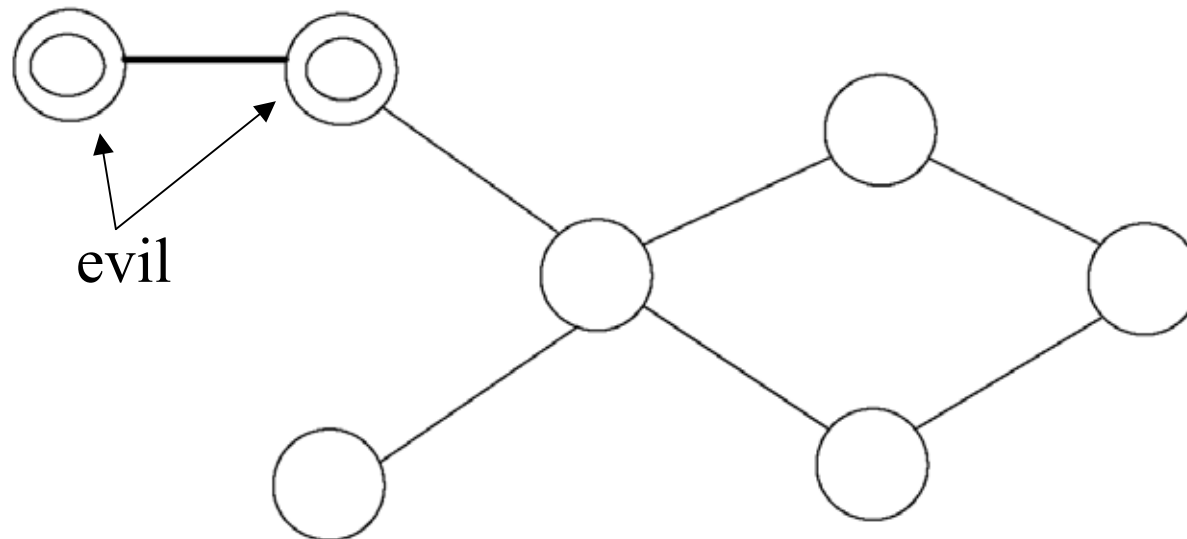
- **Κακόβουλος** δρομολογητής διαφημίζει **λανθασμένα** διαδρομές, δηλαδή:

Up \rightarrow Down

Down \rightarrow Up

- Το αποτέλεσμα ποικίλει ανάλογα του **πόσο σημαντικό** είναι το link για το δίκτυο

- Όλες οι διαδρομές μπορεί να **πληγούν**



Ασφάλεια, αντοχή πρωτοκόλλου

- Στις περισσότερες των περιπτώσεων αν κάτι δεν πάει καλά , ο δρομολογητής θα το **ανιχνεύσει** και θα **ξαναστείλει το LSA**
- Ο κακός θα πρέπει να εισάγει **συνεχόμενα λανθασμένα LSA**, ώστε να δημιουργεί πρόβλημα
- Λέμε λοιπόν ότι το πρωτόκολλο ανήκει στην κατηγορία των **Self-Stabilization Protocols**
- Αυτό σημαίνει ότι αν γίνει **μεμονωμένο λάθος**, το πρωτόκολλο το διορθώνει μετά από λίγο
- Περιοδικά ο OSPF δρομολογητής στέλνει τις LSA ακόμα και αν δεν υπάρχει αλλαγή. Ο μηχανισμός reliable flooding εγγυάται την ενημέρωση όλων των υπόλοιπων δρομολογητών
- Έτσι η διαρκής ανανέωση των συνδέσεων έχει σαν αποτέλεσμα το μεμονωμένα λάθη να **διορθώνονται αυτόματα**

Ασφάλεια, αντοχή πρωτοκόλλου

- Για να δημιουργηθεί πρόβλημα που παραμένει, πρέπει ο κακός να πραγματοποιεί **συνέχεια** επίθεση
- Σε ένα τέτοιο ενδεχόμενο όμως είναι εύκολος ο **εντοπισμός** και η **απομόνωση** του

Hit and Run attacks

- Δύσκολο να ανιχνευθεί – απομονωθεί
- Γίνεται εισαγωγή ενός ή μερικών λανθασμένων πακέτων
- Η επίθεση προκαλεί καταστρεπτικό αποτέλεσμα που διαρκεί
- Τα πρωτόκολλα τύπου **Link State** , όπως το **OSPF** είναι **ανθεκτικά σε επιθέσεις Hit and Run**

Persistent attacks

- Πρέπει να γίνεται **συνεχής** εισαγωγή κακών πακέτων προκειμένου να προκληθεί βλάβη
- Αν αναγκάζεις τον επιτιθέμενο να χρησιμοποιεί συνεχή επίθεση είναι πιο εύκολο να ανιχνευθεί και απομονωθεί η πηγή του προβλήματος
- Από την πλευρά αυτό το OSPF είναι πολύ πιο **αποτελεσματικό** σε θέματα ασφαλείας

Κανόνες σχεδίασης

- Το πρωτόκολλο μπορεί να αποτύχει κάτω από **συνθήκες πίεσης**

Αριθμός δρομολογητών ανά περιοχή

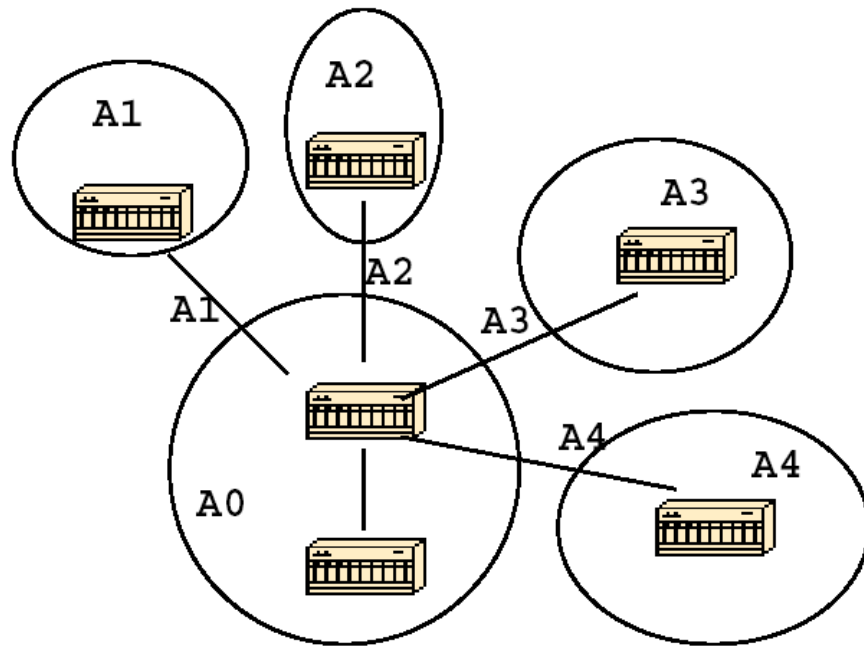
- Η πρακτική έχει δείξει ότι **40 με 50** δρομολογητές ανά περιοχή είναι το άνω όριο. Αυτό δε σημαίνει ότι περιοχή με 60 ή 70 δεν θα δουλέψει αλλά δεν υπάρχει λόγος να δοκιμάσουμε την **ευστάθεια** του πρωτοκόλλου
- Ένα από τα βασικά προβλήματα είναι ότι το δίκτυο κορμού μεγαλώνει αρκετά γρήγορα, ιδίως αν από την αρχή δεν γίνει μελετημένα η σχεδίαση του

Αριθμός γειτόνων

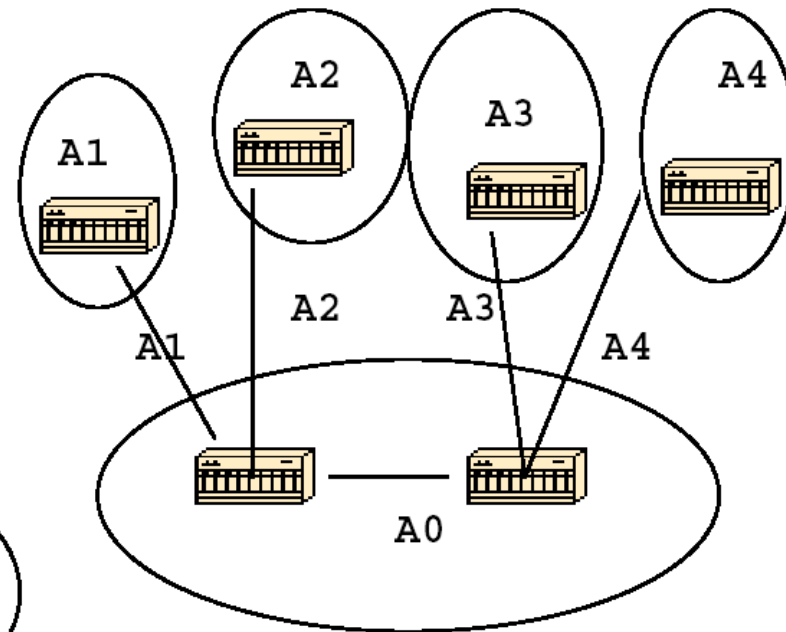
- Ο αριθμός των δρομολογητών σε ένα LAN επηρεάζει αρκετά. Όσο μικρότερος ο αριθμός τόσο λιγότερο το πλήθος των adjacencies που πρέπει να χτίσει ο DR ή ο BDR
- Με αλλαγή του priority μπορούμε να επιλέγουμε τον DR και επίσης καλό είναι να αποφεύγεται ένας δρομολογητής να είναι DR σε περισσότερα του ενός segments

Αριθμός περιοχών ανά ABR

- Όσο, μεγαλύτερος ο αριθμός τόσο περισσότερο **φορτώνεται** ένας δρομολογητής αφού πρέπει να κρατά λίστα για περισσότερες περιοχές
- Η ιδανική κατάσταση είναι να έχουμε ένα ABR δρομολογητή ανά δύο περιοχές μία εκ των οποίων είναι ο κορμός (τρεις περιοχές μπορεί να θεωρηθεί το όριο)



Λάθος



Σωστό

Ιεραρχία δικτύου

- Κάνοντας ιεράρχηση του δικτύου, η δρομολόγηση γίνεται πιο αποδοτικά
- Η μεγαλύτερη μονάδα στην **ιεραρχία είναι το αυτόνομο σύστημα, AS** (Autonomous System)

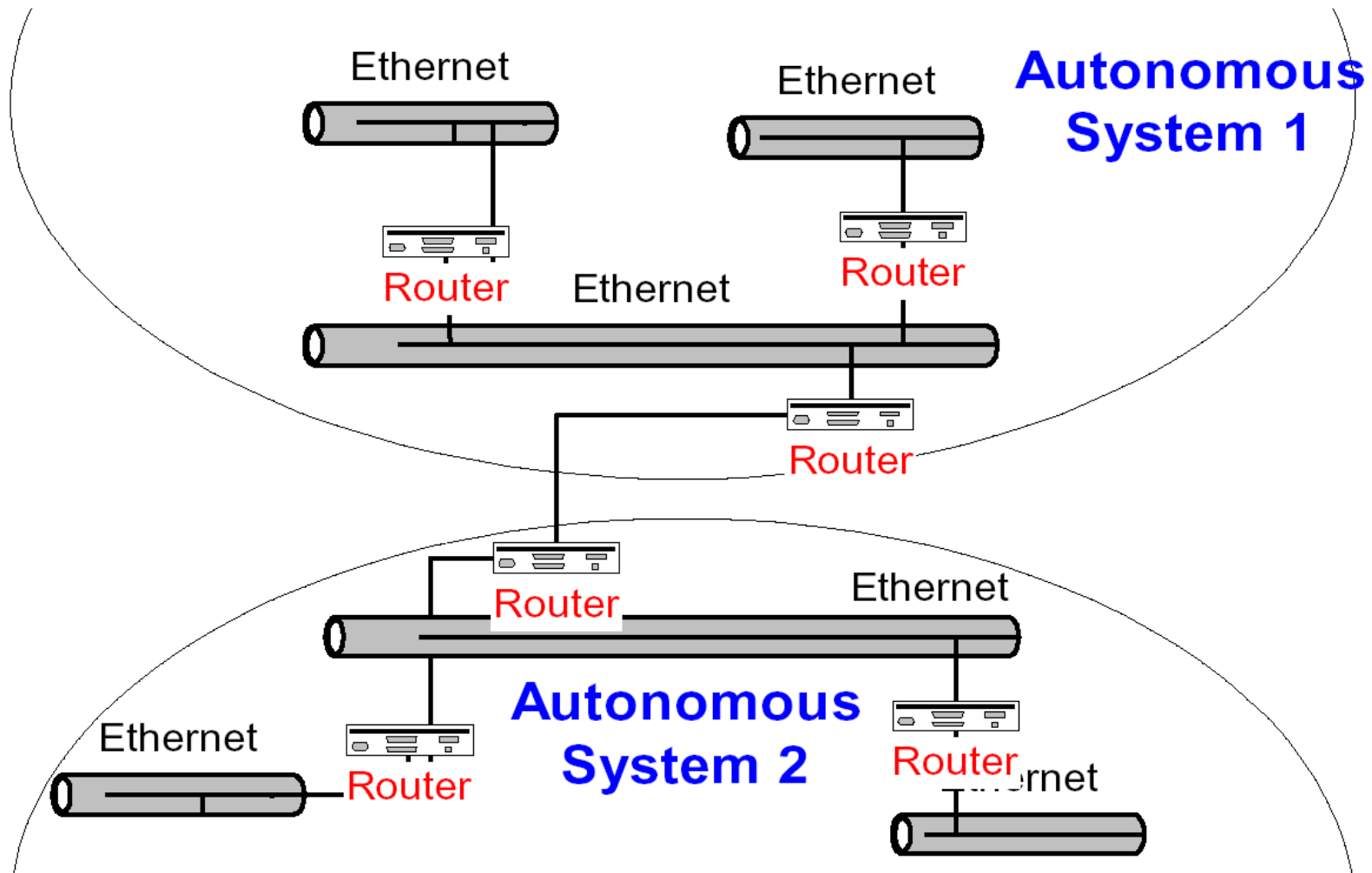
•Η **AS** είναι μία **συλλογή από δίκτυα**, τα οποία είναι κάτω από την **ίδια διαχειριστική αρχή** και έχουν μία **κοινή πολιτική δρομολόγησης**

Μπορεί για παράδειγμα να είναι :

- Campus network
- Backbone network
- Regional ISP

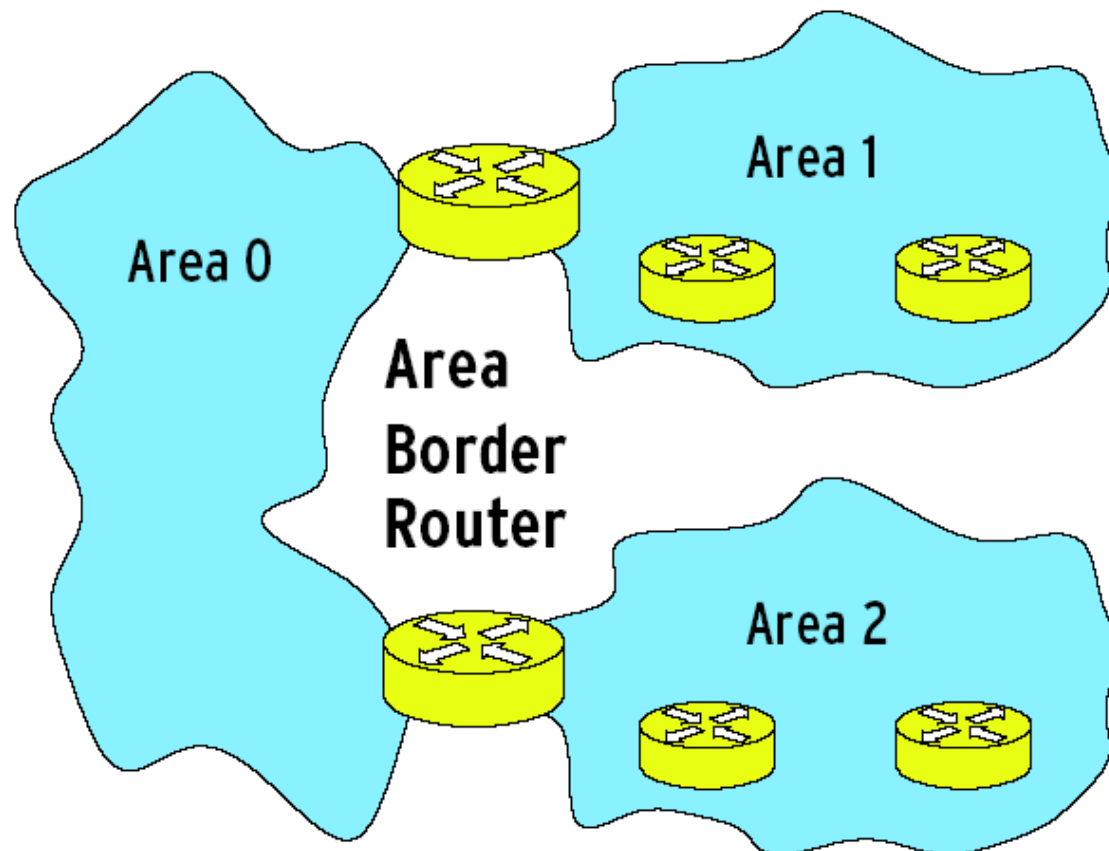
•Η δρομολόγηση γίνεται διαφορετικά εντός του αυτόνομου συστήματος (**intradomain routing**) και ανάμεσα στα αυτόνομα συστήματα (**interdomain routing**)

AS, Αυτόνομο σύστημα (Autonomous System)

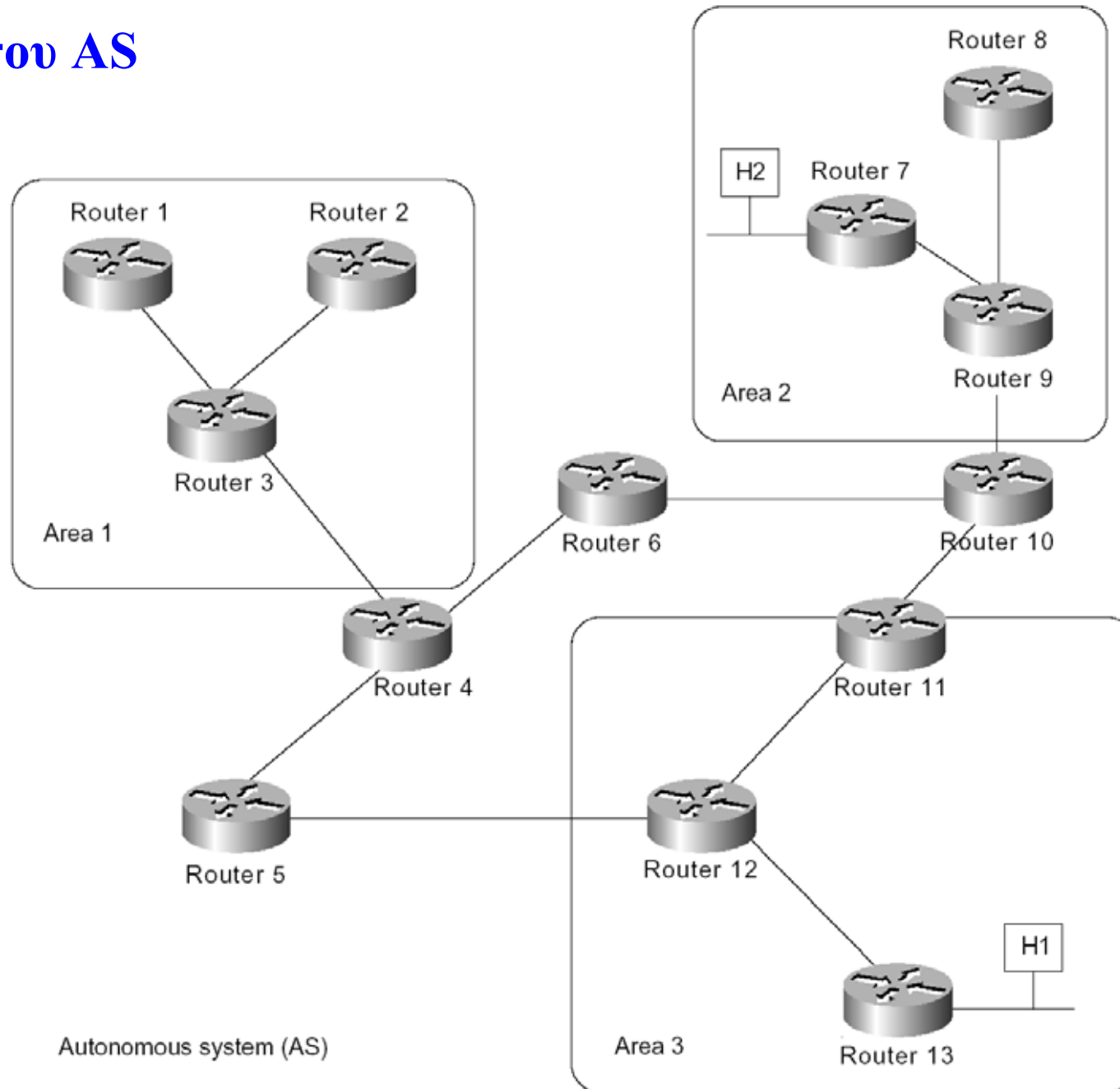


Ιεραρχία του AS

- Το AS χωρίζεται σε περιοχές (areas)
- Οι περιοχές είναι ομάδες συνεχόμενων δικτύων
- Η οργάνωση σε περιοχές αποσκοπεί να περιορίσει τον αριθμό των ενημερώσεων δρομολόγησης



Ιεραρχία του AS



Ιεραρχία του AS

- Ο υπολογισμός των διαδρομών σε κάθε δρομολογητή περιορίζεται στους προορισμούς **εντός της περιοχής** όπου ανήκει
- Όλοι οι δρομολογητές μιας περιοχής έχουν την **ίδια τοπολογική βάση** (link-state database)
- Η βάση δεδομένων είναι η **συλλογή των LSA** που έχει λάβει ο δρομολογητής από τους δρομολογητές της **ίδιας περιοχής**
- Το πρωτόκολλο μέσω της διαδικασίας **reliable flooding** προωθεί τις ενημερώσεις σε όλους τους δρομολογητές μιας περιοχής
- Ο αλγόριθμος του Dijkstra υπολογίζεται σε ένα δρομολογητή σε σχέση με τις αλλαγές σε **μια περιοχή** μόνο

- Αντίστοιχα ορίζονται:
 - Intra-area routing**
 - Inter-area routing**

Τύποι OSPF δρομολογητών

ABR, Area Border Routers

- Είναι οι δρομολογητές που ανήκουν (έχουν τις διεπαφές τους) σε **περισσότερες της μίας περιοχή** και συνδέουν τις περιοχές αυτές με τον κορμό
- Αυτοί διατηρούν ξεχωριστή βάση δεδομένων για την κάθε area
- Έχουν καθήκον τη διάδοση πληροφορίας δρομολόγησης **ανάμεσα στις περιοχές**

IR, Internal Router

- Είναι ο δρομολογητής ο οποίος έχει όλες τις διεπαφές του στην ίδια περιοχή

Τύποι OSPF δρομολογητών

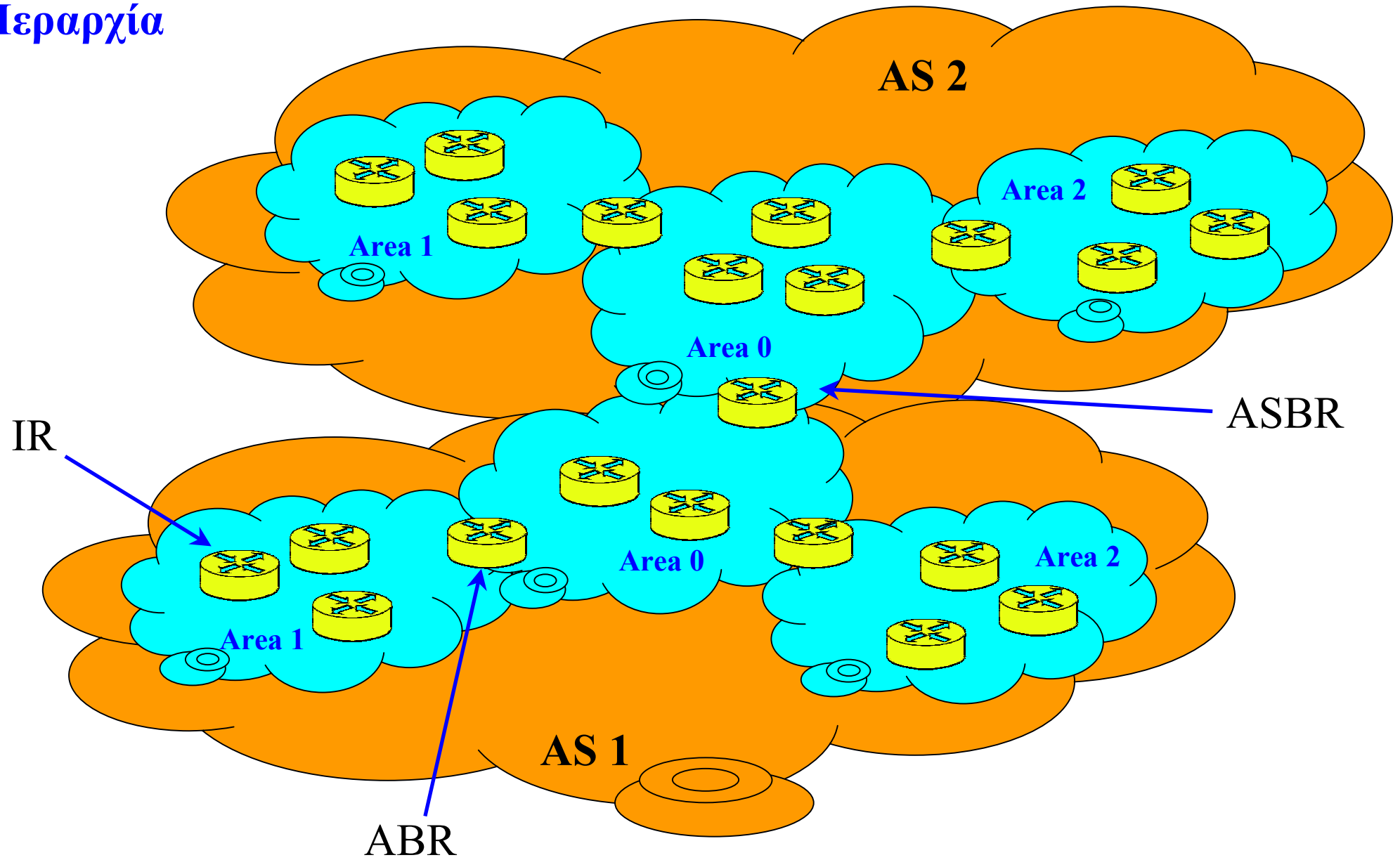
ASBR, Autonomous System Border Router

- Λειτουργούν σαν gateways ανάμεσα στο OSPF και σε **άλλα πρωτόκολλα** δρομολόγησης (IGRP, EIGRP, IS-IS, RIP, BGP, Static) ή και **άλλα OSPF**
- Μαθαίνουν για τις εξωτερικές διαδρομές, με EGP, Exterior Gateway Protocols όπως το EGP, Exterior Gateway Protocol, BGP, Border Gateway Protocol, ή με διάρθρωση από τη διαχείριση

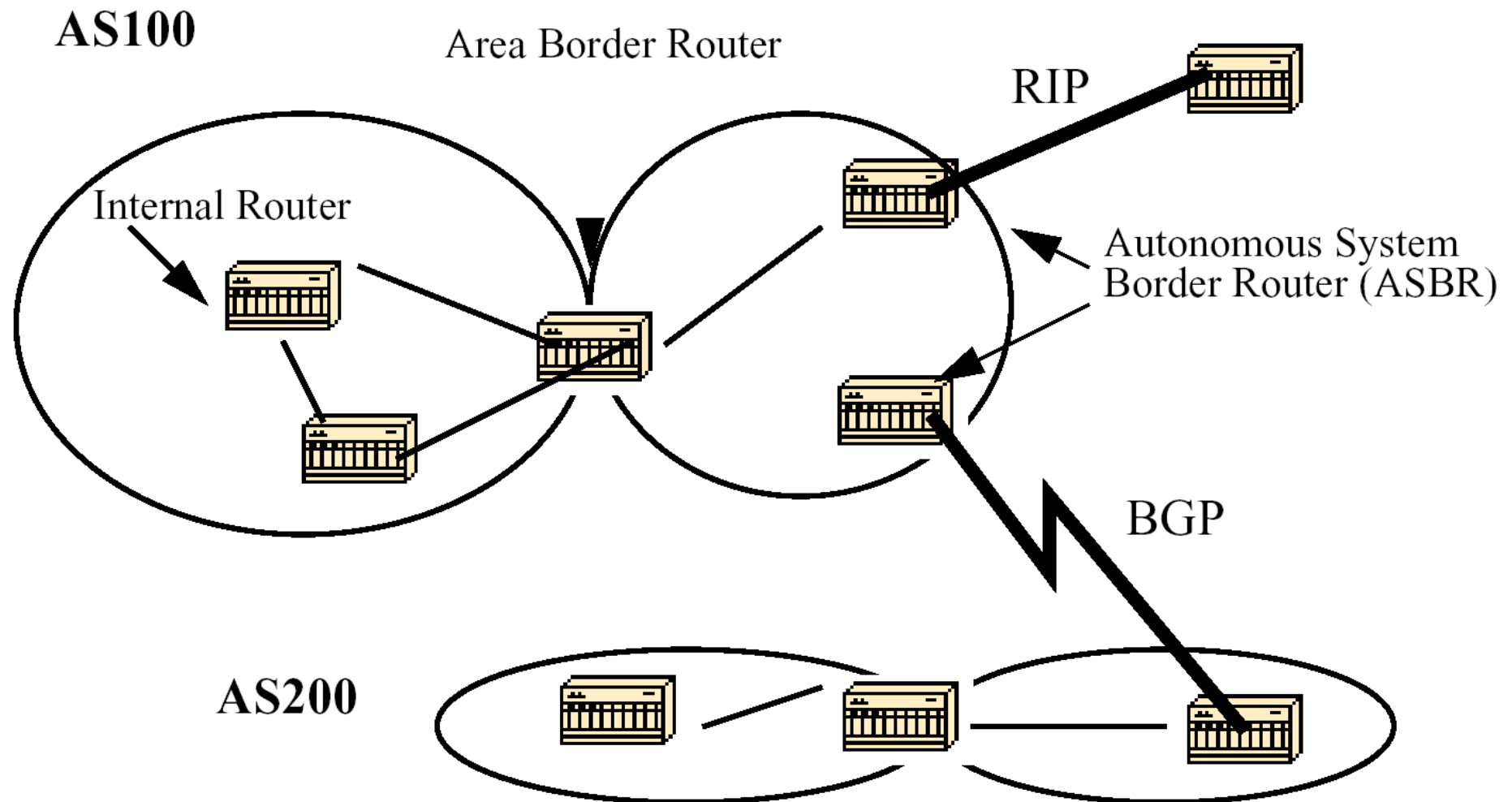
BR, Backbone Routers

- Είναι ένας **ABR** που ανήκει στον **κορμό** (backbone area)

Ιεραρχία



Ιεραρχία



Ιεραρχία και OSPF

- Σε αντίθεση με το RIP, το OSPF έχει τη δυνατότητα να δουλέψει σε **ιεραρχία**
- Το OSPF είναι **intra-AS** πρωτόκολλο δρομολόγησης, ωστόσο μπορεί να δέχεται και να στέλνει διαδρομές σε **άλλα AS**

Ιεραρχία και OSPF

Στην περίπτωση που περισσότερες της μιας περιοχές οριστούν πρέπει η μία να είναι η **area 0**

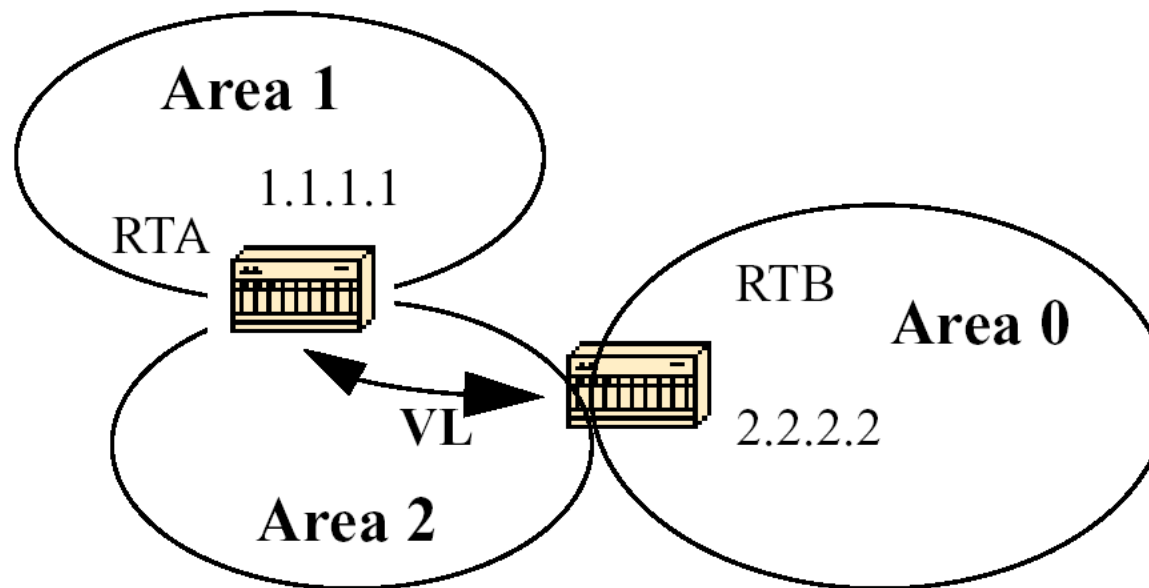
- Αυτή ονομάζεται **κορμός** (backbone)
- Αποτελείται από **ABR**, Area Border Routers, δίκτυα τα οποία δεν ανήκουν σε κάποια περιοχή και τους αντίστοιχους δρομολογητές
- Η τοπολογία του κορμού είναι **αόρατη** στους δρομολογητές που βρίσκονται εντός κάποιας περιοχής, όπως και το αντίστροφο, δηλαδή οι άλλες περιοχές να συνδέονται πάνω στον κορμό

Ιεραρχία και OSPF

- Στην περίπτωση όπου δεν είναι δυνατή η φυσική σύνδεση μιας περιοχής με τον κορμό, πρέπει να δημιουργηθεί μια **ιδεατή διαδρομή** (virtual link)
- Αυτό διότι το OSPF περιμένει ότι οι περιοχές θα εισάγουν πληροφορία δρομολόγησης στον κορμό και αντιστρόφως ότι ο **κορμός θα διανείμει** την πληροφορία αυτή σε άλλες περιοχές
- Ο κορμός περιλαμβάνει τις συνδέσεις με τον **υψηλότερο ρυθμό μετάδοσης**, όπως επίσης μπορεί να **καλύπτει και τη μεγαλύτερη απόσταση**
- Στο σχεδιασμό δικτύων καλό είναι να ξεκινάμε με την περιοχή 0 και αργότερα να γίνεται επέκταση σε άλλες

Virtual Links

- Συνδέουν μια περιοχή με τον κορμό, στην περίπτωση που **δεν είναι δυνατή η φυσική σύνδεση** (περίπτωση που υπάρχει φυσική ασυνέχεια)
- Στο σχήμα η περιοχή 1 δεν έχει φυσική σύνδεση με τον κορμό, έτσι δημιουργούμε μια ιδεατή σύνδεση, ανάμεσα στον **ABR της περιοχής 1** με **έναν ABR του κορμού**



Ιεραρχία και OSPF

- Το πλεονέκτημα ύπαρξης πολλών περιοχών είναι ότι έτσι η **σύγκλιση είναι πιο γρήγορη**, αφού το πλήθος των δρομολογητών είναι μικρότερο και **μικρότερος ο τοπολογικός χάρτης**, αφού κάθε δρομολογητής κρατεί χάρτη μόνο της περιοχής του
- Ένας πρακτικός κανόνας είναι ότι δεν θα πρέπει να έχουμε περισσότερους από **50 δρομολογητές ανά περιοχή**
- Η τοπολογία μιας περιοχής είναι **αόρατη έξω από αυτήν**

Κατηγορίες διαδρομών (routes)

- Ο πίνακας δρομολόγησης περιέχει τις ακόλουθες κατηγορίες εγγραφών:

Intra area routes

- Παράγονται εντός μιας περιοχής
- Συμβολίζονται ως O

Inter-area or summary routes

- Παράγονται από άλλες περιοχές
- Συμβολίζονται ως O IA

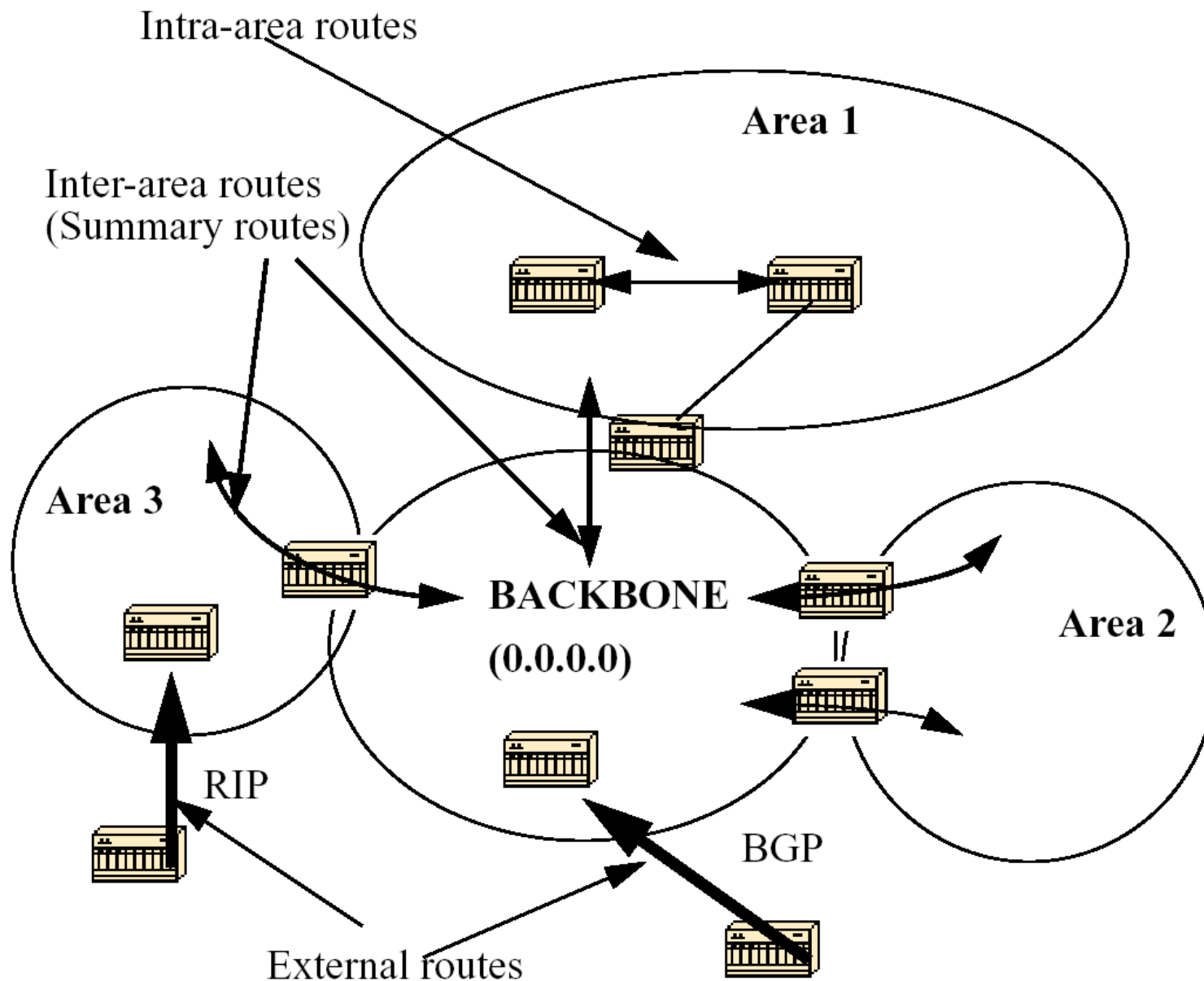
External routes

- Παράγονται από άλλα πρωτόκολλα δρομολόγησης (ή άλλα OSPF)
- Συμβολίζονται ως O E1 ή O E2
- Εισάγονται στο OSPF με redistribution

- Η προτεραιότητα στην περίπτωση που υπάρχουν πολλαπλές διαδρομές προς τον ίδιο προορισμό είναι ως εξής:

Intra-area > inter-area > external E1 > External E2

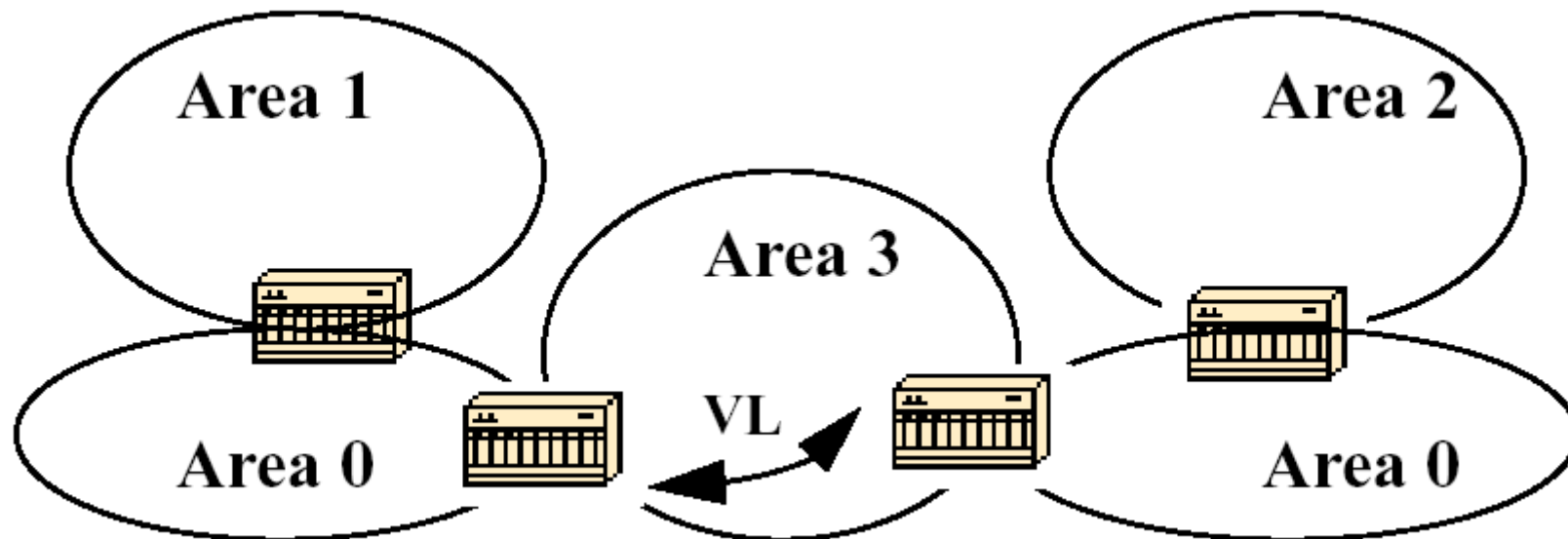
Κατηγορίες διαδρομών (routes)



Partitioning the backbone

Παραδείγματα

- Συνένωση δύο διαφορετικών OSPF δικτύων σε ένα δίκτυο με κοινή περιοχή 0
- Ιδεατές συνδέσεις ανάμεσα σε ABR που ανήκουν στην περιοχή 0, ως εφεδρεία



Domain

- Περιγράφει ένα τμήμα του δικτύου στο οποίο οι δρομολογητές έχουν **πανομοιότυπη τοπολογική βάση**
- Έτσι πολλές φορές χρησιμοποιούμε τον όρο **domain** αντί για το **AS**

Υλοποιήσεις του OSPF

- Πέντε ελεύθερα πακέτα σε Linux υλοποιούν τα πιο γνωστά πρωτόκολλα δρομολόγησης
- Η δρομολόγηση είναι ο πιο **παλιός** και **ευρέως γνωστός** δαίμονας στο Linux

Πακέτα δρομολόγησης

Gated

- Υποστηρίζει RIPv1/v2, OSPFv2/v3, ISIS, BGP
- Δεν είναι πλέον ελεύθερο

Bird, MRT

- Τα οποία επίσης δεν είναι σε κατάσταση ενεργής υλοποίησης

Zebra

- Πρόσφατη υλοποίηση
- **Modular** σχεδίαση
- Περιέχει ένα δαίμονα για **κάθε υποστηριζόμενο πρωτόκολλο**
- Ο κεντρικός εξυπηρετητής του Zebra ενημερώνει τον πίνακα δρομολόγησης του **πυρήνα** και διαδίδει την πληροφορία δρομολόγησης στους διάφορους δαίμονες των πρωτοκόλλων
- Η ανταλλαγή της πληροφορίας ανάμεσα στα πρωτόκολλα ονομάζεται **redistribution**
- Παρέχει ένα τρόπο για διάδοση των **στατικά ορισμένων διαδρομών** μέσα από το OSPF
- Υποστηρίζει **RIPv1/v2, RIPng, OSPFv2/v3, ISIS, BGPv4/v4+**